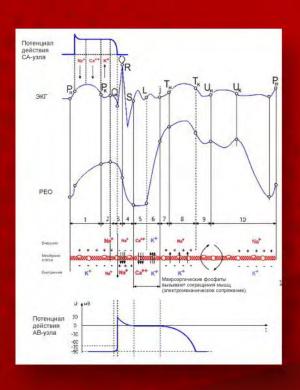
# Фонд выдающихся научных открытий

Руденко М. Ю., Зернов В. А., Воронова О. К., Мамбергер К. К., Македонский Д. Ф., Руденко С. М., Хлестунов С. П., Ермошкин В. И., Лукьянченко В. А., Чепенко В. В., Чефранов С. Г., Демидова В.Е., Шихлярова А.И., Сапунцов Н.Е., Жигалов С.Н., Воронина Т. Н., Федосов Ю. В., Лотарев А. А., Гарбузов Г. А.

# Кардиометрия. Основы теории и практики





# Кардиометрия. Основы теории и практики

Под общей редакцией М.Ю. Руденко

УДК 616.1:615.8 ББК 54.10 К21

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности: 30.05.02 − «Медицинская биофизика». (Протокол № 822 от 05 июня 2020 г.).

Все работы по созданию новой фундаментальной науки КАРДИОМЕТРИИ велись при финансовой поддержке Российского нового университета (РосНОУ г. Москва)

#### Авторский коллектив:

Руденко М.Ю., Зернов В.А., Воронова О.К., Мамбергер К.К., Македонский Д.Ф., Руденко С.М., Хлестунов С.П., Ермошкин В.И., Лукьянченко В.А., Чепенко В.В., Чефранов С.Г., Демидова В.Е., Федосов Ю.В., Лотарев А.А., Шихлярова А.И., Сапунцов Н.Е., Жигалов С.Н., Воронина Т.Н., Гарбузов Г.А.

К21 Кардиометрия. Основы теории и практики. – Таганрог; Москва: Изд-во ИКМ, 2020. – 215 с.

ISBN 978-5-86746-108-4

В книге раскрыты основы теории и практики фундаментальной науки КАРДИОМЕТРИИ. Кардиометрия – естественная наука, основанная на законах, аксиоматике и логике анализа. Это существенно отличает ее от кардиологии. Авторы уделили особое внимание изложению материалов на уровне понимания врачей, не получивших в медицинских вузах соответствующих знаний и навыков, позволяющих осваивать новые технологии, разработанные учеными из области естествознания. В книге представлена математическая модель гемодинамики, на основе которой построена кардиометрия. Описаны основные биофизические и биохимические фазовые процессы сердечного цикла. Отмечены законы кардиометрии и созданные на их основе принципы аксиоматики, позволяющие на практике эффективно использовать теорию. Представлена теория электрокардиографии и РЕОграфии на основе законов кардиометрии. Специально рассмотрен пример практической работы с соответствующим диагностическим прибором для реализации теории на практике. Системно раскрывается логика интерпретации ЭКГ и РЕОграмм при постановке диагноза.

Книга предназначена для врачей, биофизиков, биохимиков, биологов, инженеров медицинского приборостроения, а также специалистов, занимающихся прикладными вопросами теорий естествознания.

ISBN 978-5-86746-108-4

#### Густава Михайловича Поединцева,

описавшего математически процессы гемодинамики и открывшего существование «третьего» режима повышенной текучести жидкости, ставшего основой теории фазового анализа сердечного цикла

#### Владимира Борисовича Алексеева,

космонавта-исследователя СССР, активного участника создания теории кардиометрии

Авторы выражают искреннюю благодарность коллегам за активную деятельность в работе творческого коллектива, профессиональный уровень которых внес значительный вклад и содействовал успеху создания новой фундаментальной науки кардиометрии:

Горану Крстажич г.Загреб (Хорватия)

Руденко Ларисе Дмитриевне г.Таганрог

Тютюннику Вячеславу Михайловичу г.Тамбов

Харченко Татьяне Александровне г.Таганрог

Камышеву Константину Владимировичу г.Таганрог

Колесниковой Софье Зямовне г.Москва

Мацюк Сергею Алексеевичу г.Таганрог

Вечеркину Владимиру Александровичу г.Воронеж

Христиану Мюллеру г. Вена (Австрия)

# Уникальное явление в истории современной цивилизации – создание новой фундаментальной науки.

Ученые «Российского нового университета» сделали выдающиеся открытия в области физиологии. Теоретически обосновали и практически доказали существование уникальных законов природы, на основе которых функционирует сердечно-сосудистая система. Впервые математически описали механизмы гемодинамики.

Открылись новые возможности диагностики в кардиологии, позволяющие по-новому оценить функционирование сердечно-сосудистой системы и создать новую фундаментальную науку, получившую название

Кардиометрия

#### Оглавление

Введение	10
Часть І. ТЕОРИЯ КАРДИОМЕТРИИ	
1. Предпосылки создания новой фундаментальной науки кардиометрии	11
1.1 Исторически сложившаяся парадигма в кардиологии	11
1.2 Противоречия, не позволившие ввести в теорию кардиологии законы естествознани	ія12
1.3 Уровень понимания системной гемодинамики в кардиологии	
1.4 Математическое моделирование в кардиологии	
2. Математическая модель гемодинамики Г. Поединцева – О. Вороновой	
2.1 Уравнения гемодинамики Г. Поединцева – О. Вороновой	
2.2 Косвенное измерение параметров гемодинамики:	
ударного, минутного и фазовых объемов крови	
2.3.1 Метод Фика	28
2.3 Сравнительный клинический анализ кардиометрического метода, термодилюции и	метода
Фика	20
2.3.2 Метод термодилюции	29
2.3.3 Кардиометрический метод	
2.3.3 Основные выводы	
3. Биохимические и биофизические процессы, формирующие форму ЭКГ	32
3.1 Биохимические и биофизические процессы, формирующие фазовую структуру серд	
цикла	32
3.2 Энергетическое функционирование кардиомиоцитов. L-карнитин, серотонин и триг	тофан
в обеспечении кислородом митохондрий и механизма сокращения мышц сердца	_
3.3 Нервный импульс в проводящей системе сердца	
3.4 Аэробные и анаэробные процессы в мышцах сердца и их связь с ЭКГ	
3.5 Элементы Fe и Mg, непосредственно участвующие в биохимических процессах функт	
рования сердечно-сосудистой системы	
4.1.1 Что такое электрокардиограмма?	
4. Фазовая структура сердечного цикла	
4.1 Фазовая структура ЭКГ	41
4.1.2 Производная функции. Геометрический смысл производной	42
4.1.3 Графическое дифференцирование.	42
4.1.4 ЭКГ как последовательность простых гармонических колебаний.	
4.1.5 Расположение фаз сердечного цикла на ЭКГ. Структура сердечного цикла	
4.2 Критерии оценки границ фаз сердечного цикла	45
4.2.1 Определение точки Р	45
4.2.2 Определение точки Q	45
4.2.3 Определение точки R	
4.2.4 Определение точки S	
4.2.5 Определение точки L	47
4.2.6 Определение точки ј	
4.2.7 Определение точки Т	48
4.2.8 Волна U и соответствующая ей точка U	49
4.2.9 Расположение всех точек на ЭКГ	
4.2.10 Примеры оценки границ фаз на ЭКГ	50
4.3 Фазовая структура РЕОграммы	
4.3.1 Физические основы регистрации РЕОграмм	
4.3.2 Синхронизация изолинии РЕОграммы в точке S ЭКГ.	

	4.3.3 Фазовые характеристики РЕОграммы	
5.	Функции сердечно-сосудистой системы и их взаимосвязь с формой ЭКГ и РЕОграммы	
	5.1 Функции фаз сердечного цикла	
	$5.1.2~\Phi$ аза $P_{_{\rm H}}$ – $P_{_{\rm K}}$ . Систола предсердия	
	5.1.3 Фаза P-Q. Закрытие предсердно-желудочковых клапанов	
	5.1.4 Фаза Q-R. Сокращение межжелудочковой перегородки	
	5.1.5 Фаза R–S. Сокращение миокарда	
	5.1.6 Фаза S–L. Напряжение мышц сердца	
	5.1.7 Фаза L-j. Быстрое изгнание	
	5.1.8 Фаза j–T <sub>н</sub> . Медленное изгнание (первая часть)	
	$5.1.9~\Phi$ аза $T-T_{_{\rm K}}$ . Медленное изгнание (вторая часть). $\Phi$ аза создания максимального сист	голи-
	ческого давления	
	5.1.10 Изменения ЭКГ, проявляемые только при максимальных физических нагрузках	73
	5.2 Функциональная взаимосвязь между давлением в желудочке и аорте	
	5.3 Компенсационный механизм	
6.	Законы и аксиоматика кардиометрии	
	6.1 Законы кардиометрии	78
	Закон № 1	78
	Закон № 2	78
	Закон № 3	78
	Закон № 4	78
	Закон № 5	78
	Закон № 6	79
	Закон № 7	79
	Закон № 8	79
	Закон № 9	79
	6.2 Использование законов в аксиоматике	80
	6.3 Принцип верификации диагноза	80
7.	Практика кардиометрии	86
	7.1 Метод установки электродов и проведение обязательной ортостатической пробы	86
	7.1.1 Метод установки электродов	86
	7.1.2 Проведение ортостатической пробы	87
	7.2 Работа с кардиометрическим прибором	88
	7.2.1 Запись сигналов ЭКГ и РЕО	88
	7.2.2 Расчет фазовых объемы крови	88
	7.2.3 Проверка правильности автоматического определения фаз	88
	7.2.4 Проверка соответствия сердечно-сосудистой системы возрасту	
	7.2.5 Режим «Перерасчет по ручным точкам»	
	7.2.6 Анализ результатов измерения фазовых объемов крови	
	7.2.7 Оценка метаболических процессов в мышцах сердца	
	7.2.8 Оценка «индекса стресса» по R – R интервалам и ударному объему SV	
	7.2.9 Дополнительная удобная опция просмотра ЭКГ и РЕО	
	7.2.10 Компенсация отсутствия на ЭКГ зубца R	
	7.2.12 Предварительная оценка наличия сложных состояний.	
	7.3 Оценка качества записи ЭКГ и РЕОграммы	
8.	Энергетические характеристики ЭКГ	
	8.1 Спектральные составляющие ЭКГ	
	8.2 Связь спектральных составляющих ЭКГ и центральной нервной системы	
	<u> </u>	

8.3 Связь энергетики сердца и физиологических адаптационных реакций	101
8.4 Стабильность состояния сердечно-сосудистой системы	102
9. Типы экстрасистолии и причины ее возникновения. Основы теории аритмии	103
9.1 Влияние увеличения гемодинамического сопротивления	103
на работу артериовенозных анастомозов и возникновение экстрасистолии.	
Закон В. Ермошкина – В. Лукьянченко	103
9.2 Предсердная экстрасистолия	105
9.3 Потенциал фибробластов и внезапная сердечная смерть	105
9.4 Дыхательная экстрасистолия	106
10. Критерии здоровой сердечно-сосудистой системы	107
10.1 Гемодинамические параметры	107
10.2 Условия заполнения коронарных артерий кровью	108
10.3 Метаболические параметры	108
10.4 Амплитудные фазовые характеристики	109
11. Ресурсокардиометрия (основы теории прогнозирования ресурсов работы сердца)	
12. Сравнительный анализ критериев диагностики классической кардиологии и кардиометри	и122
12.1 Общепринятый в кардиологии анализ ЭКГ. Уровень его диагностических возможносте	
12.1.1 Ритм и его частота	122
12.1.2 Интервалы и блокады	
12.1.3 Синдром ВПВ (WPW)	
12.1.4 Сегмент ST	123
12.1.5 Зубец Q и развитие зубца R	124
12.1.6 Зубец Р	125
12.1.7 Гипертрофия желудочков	
12.1.8 Зубец Т	125
12.1.9 Электрическая ось сердца	
12.1.10 Нарушение ритма	
12.1.11 Прочее	
12.2 Кардиометрический анализ ЭКГ. Уровень его диагностических возможностей	
12.3 Принятия решений при несоответствии между собой практически полученных да	
кардиологическим и кардиометрическим методами	
13. Последовательность постановки диагноза кардиометрическим методом	130
Hearr H. HDAL/TIAL/A I/A DHIAOMETDIAIA	121
Часть II. ПРАКТИКА КАРДИОМЕТРИИ  14. Практика постановки диагноза	
•	
14.1. Критерии оценки влияния изменения состава крови на функцию сокращения меж дочковой перегородки. Признаки эндокардита	-
15. Диагностика коронарного кровотока	
15.1 Критерии для перепроверки правильности постановки диагноза качественного фун	
нирования коронарного кровотока	
15.2 Острый коронарный синдром. Смещение на ЭКГ постоянной составляющей фазы	
уровня амплитуды R зубца	
уровня амплитуды к зуоца	
15.4 Исследование влияния интегральной гипоксической тренировки на метаболизм и ге	
намику сердца.	
16. Удлинение фазы Р-Q. Инфекционное поражение клапанов	
17. «Адреналиновое сердце». Избыток Са <sup>++</sup> в клетках разрушает митохондрии	
18. Критерии оценки кальциноза дуги аорты	
	1

20. Венозный кровоток       162         21. Признаки педостагочности функции клапанов сердца       166         22. Признаки перикардита и миокардит       168         22.1 Кардиометрическая диагностика признаков перикардита       168         22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита?       170         23. Экстрасистолия       171         23.1 Дыхагельная экстрасистолия       171         23.2. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезанной серденой смерти.       172         24. Неогложное состояние. Ресурс работы сердца       175         25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы.       176         26. О.О.О Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке.       179         27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави       182         28. Концентрация внимания.       184         29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)       185         30. Устойчивость состояния.       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       193         32. Нерждование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого крута кровообращения.       193         33. Чередование нормальный и изинамплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого крута кровообращения.	19. Атеросклероз и его влияние на гемодинамику. Тромбообразование	157
22. Признаки перикардита и миокардит 22.1. Кардиометрическая диагностика признаков перикардита 22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита? 23. Экстрасистолия 371 23.1 Дыхательная экстрасистолия 171 23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация винмания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187 Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малото курта кровообращения 193 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208 44-сть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здюровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		
22. Признаки перикардита и миокардит 22.1. Кардиометрическая диагностика признаков перикардита 22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита? 170 23. Экстрасистолия 171 23.1. Дыхательная экстрасистолия 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация виямания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187 Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малото круга кровообращения 193 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 199 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208 44-сть IV. ВЫВОДЫ 4. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		
22.1 Кардиометрическая диагностика признаков перикардита 22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита? 170 23.3 Экстрасистолия 171 23.1 Дыхательная экстрасистолия 171 23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные корды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация внимания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187 4асть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого крута кровообращения 195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208 44-сть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 206 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.		
22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита? 170 23. Экстрасистолия 171 23.1 Дыхательная экстрасистолия 171 23.1 Дыхательная экстрасистолия 172 23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация внимания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187 Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения 195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана  208 Часть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.		
23. Экстрасистолия       171         23.1 Дыхательная экстрасистолия, вызванная работой анастомозов.       172         23.2. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти       172         24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца.       175         25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы.       176         26. О.О. О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке.       179         27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави.       182         28. Концентрация внимания.       184         29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%).       185         30. Устойчивость состояния.       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза.       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания.       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения.       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО.       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны.       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда.       203     <		
23.1 Дыхательная экстрасистолия 171 23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов 172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация внимания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187 Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения 195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана . 208 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		
23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов  172 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти  172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца  175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы  176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке  179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави  182 28. Концентрация внимания  184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)  185 30. Устойчивость состояния  186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза  187  Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ  193 32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания  193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения  195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО  196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны  197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить  197 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда  203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику  204 209  40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана  208  Часть IV. ВЫВОДЫ  209  41. Преодоление проблем освоения нового в медицине  209  42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы  210  35. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.	•	
23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти.  24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца.  25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы.  176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке.  179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави.  182 28. Концентрация внимания.  184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%).  185 30. Устойчивость состояния.  186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза.  187  Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ.  193 32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания.  193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения.  195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО.  196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны.  197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить.  199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда.  203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику.  204 39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации.  206 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана.  208  Часть IV. ВЫВОДЫ.  209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине.  209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы.  210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.		
дечной смерти 172 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца 175 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы 176 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке 179 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави 182 28. Концентрация внимания 184 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%) 185 30. Устойчивость состояния 186 31. Общие рекомендации для постановки диагноза 187  Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения 195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208  Часть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		і сер-
25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы  26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке  179  27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави  28. Концентрация внимания  184  29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)  185  30. Устойчивость состояния  186  31. Общие рекомендации для постановки диагноза  187  Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ  193  32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания  193  33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения  195  34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО  196  35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны  197  36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить  199  37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда  203  38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику  204  39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации  206  40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана  208  Часть IV. ВЫВОДЫ  209  41. Преодоление проблем освоения нового в медицине  209  42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы  300  401  402  403  404  405  405  405  405  406  407  407  408  409  409  409  409  400  400  400		
25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы  26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке  179  27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави  28. Концентрация внимания  184  29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)  185  30. Устойчивость состояния  186  31. Общие рекомендации для постановки диагноза  187  Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ  193  32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания  193  33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения  195  34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО  196  35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны  197  36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить  199  37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда  203  38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику  204  39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации  206  40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана  208  Часть IV. ВЫВОДЫ  209  41. Преодоление проблем освоения нового в медицине  209  42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы  300  401  402  403  404  405  405  405  405  406  407  407  408  409  409  409  409  400  400  400	24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца	175
26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке       179         27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави       182         28. Концентрация внимания       184         29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)       185         30. Устойчивость состояния       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       193         28. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-		
27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави       182         28. Концентрация внимания       184         29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)       185         30. Устойчивость состояния       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       193         РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       197         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210<		
28. Концентрация внимания       184         29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)       185         30. Устойчивость состояния       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       193         РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электрома		
29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)       185         30. Устойчивость состояния       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.         Экспрессия генома       212		
30. Устойчивость состояния       186         31. Общие рекомендации для постановки диагноза       187         Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме.       РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.         Экспрессия генома       212		
Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ 193 32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания 193 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения 195 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО 196 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации 206 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208 Часть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		
РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ       193         32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания       193         33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения       195         34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO       196         35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны       197         36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома       212	31. Общие рекомендации для постановки диагноза	187
круга кровообращения19534. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO19635. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны19736. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить19937. Инверсия PEOграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда20338. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику20439. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации20640. Регургитация предсердно-желудочкового клапана208Часть IV. ВЫВОДЫ20941. Преодоление проблем освоения нового в медицине20942. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы21043. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.Экспрессия генома212	32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания	193
34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на PEO19635. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» P-волны19736. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить19937. Инверсия PEOграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда20338. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику20439. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации20640. Регургитация предсердно-желудочкового клапана208Часть IV. ВЫВОДЫ20941. Преодоление проблем освоения нового в медицине20942. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы21043. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.Экспрессия генома212		
35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны 197 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить 199 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда 203 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику 204 39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации 206 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана 208 Часть IV. ВЫВОДЫ 209 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине 209 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы 210 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома 212		
36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить       199         37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома       212		
37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда       203         38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома       212		
38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику       204         39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома		
39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации       206         40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома       212		
40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана.       208         Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине.       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы.       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома.		
Часть IV. ВЫВОДЫ       209         41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       Экспрессия генома	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       212	40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана	208
41. Преодоление проблем освоения нового в медицине       209         42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы       210         43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.       212	Часть IV. ВЫВОЛЫ	209
42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы		
43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением.  Экспрессия генома	•	
Экспрессия генома 212		
•		

#### Введение

О науке можно говорить лишь в том случае, если мы имеем дело с законами естествознания и аксиомами, позволяющими доказывать на практике с помощью логики соответствие полученных результатов теоретическим концепциям. Кардиометрия отвечает этим определениям, а значит, она является естественной наукой.

В период интенсивного развития общества появление новой фундаментальной науки – явление феноменальное. Философы долго будут изучать его.

Эта книга является этапом развития кардиометрии. В ней сформулированы основные теоретические положения и представлены пути их практического использования. Авторы старались изложить кратко, но вместе с тем достаточно емко тексты, с целью понимания врачами фундаментальных понятий. Для представителей естественных наук это просто, но для врачей, являющихся гуманитариями, это оказалось очень трудно. Порой невозможно. Этому способствовало укоренившееся в медицине номенклатурное мышление. Несмотря на это, кардиометрия успешно развивалась и сформировалась как естественная наука.

Она включает несколько разделов: биохимию, биофизику, биомеханику и гемодинамику. Последняя описана математически. Представленная модель очень хорошо показала себя на практике, что и послужило развитию кардиометрии. Раздел биохимии отразил метаболические процессы в мышцах сердца. Биомеханика открыла много нового в функциональных особенностях сердечно – сосудистой системы. И что очень интересно, в кардиометрии отражена связь центральной нервной системы с функционированием сердца.

Кардиометрия закрыла много «белых пятен» в кардиологии. Сегодня это интенсивно развивающаяся наука. Научные подходы позволили не только точно диагностировать, но и разработать эффективные методы лечения. Все эти аспекты отражены в книге.

Авторы надеются, что книга позволит врачам выйти на новый профессиональный уровень. С ее помощью они преодолеют «боязнь нового». В будущем будут сделаны еще открытия, но материал, изложенный в этой книге, останется фундаментальной основой науки об измерениях, которой является кардиометрия.

Авторский коллектив.

Таганрог, Москва, Воронеж Декабрь 2016 г.

#### Часть І. ТЕОРИЯ КАРДИОМЕТРИИ

#### 1. Предпосылки создания новой фундаментальной науки кардиометрии

#### 1.1 Исторически сложившаяся парадигма в кардиологии

Современные основы теории кардиологии закладывались с момента создания В. Эйтховеном электрокардиографа для регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) и ее использования в 1906 г. для диагностических целей. Это позволило начать исследовать в динамике функции сердца и систематизировать знания, ранее полученные анатомическим путем. С тех пор изменились технические средства регистрации ЭКГ, однако сегодня она является основным универсальным средством диагностики.

Данные, получаемые с помощью ЭКГ, ложились в основу теории функционирования сердечно-сосудистой системы. Понятие электрокардиографии расширялись. Сформировался класс электрокардиографической аппаратуры, в который вошли фонокардиографы, реографы, балистокардиографы и более современные аппараты, такие как ультразвуковые сканеры и томографы. Появился метод синхронного анализа нескольких электрокардиосигналов, получивший название поликардиографический.

Получаемые данные о функционировании сердечно – сосудистой системы определили уровень знаний, который позволил создать теорию функционирования сердца. Стало считаться, что важными диагностическими критериями являются: ритм сердца, его анатомическое расположение в грудной клетке согласно угла наклона электрической оси, нарушение проводимости нервной системы сердца. Также стало общепринятым формировать базу данных различных форм ЭКГ.

Отмеченное явилось основой для создания теории кардиологии. Именно электрокардиологические сигналы явились источником информации для создания современной теории кардиологии.

Однако полностью отсутствовали критерии оценки гемодинамики. Считалось, что оценкой гемодинамики являются величины систолического и диастолического артериального давления, измеряемые стандартными приборами косвенного измерения. Появление томографи-

ческого сканирования не расширило понимания гемодинамики.

Стандартизация кардиологических приборов не привела к единым принципам интерпретации кардиосигналов. В практику была введена доказательная медицина, основанная на статистических принципах доказательства. Но она не решила проблему верификации диагнозов. Одни и те же изменения формы ЭКГ различными специалистами понимаются по-разному.

Необходимость лечения патологий привела к более интенсивному развитию фармакологии. Сформировавшаяся теория метаболических процессов в мышцах сердца позволила создать целый ряд кардиологических фармацевтических препаратов. Однако в большинстве случаев они рекомендуются без учета оценки изменения процессов, контролируемых электрокардиосигналами.

Большой вклад в парадигму знаний в кардиологии продолжают вносить кардиохирурги. Уникальные операции на сердце возможны только усилиями высокопрофессинальных специалистов, но их вклад в теорию гемодинамики не столь велик. Кардиохирургия основана на опыте, который передается из поколения в поколение. Если новые кардиологические теории вносят изменения в количественные показатели операций, то это может вызвать трудности в подготовке кадров и снижении качества операций. Это сложная проблема и ее надо решать очень осторожно.

Главной проблемой теории кардиологии является отсутствие адекватной математической модели гемодинамики. Принятый за основу объяснения процессов гемодинамики ламинарный режим течения не соответствует действительности. Все диагностические критерии, которые пытались создаваться на его основе, не подтвердились на практике. Это явилось основой глобальных противоречий, не позволивших обеспечить положительную динамику развития кардиологии.

#### 1.2 Противоречия, не позволившие ввести в теорию кардиологии законы естествознания

Физиками описаны два типа течения жидкости: турбулентный и ламинарный. Критерием их оценки является направление линий тока частиц при их движении в потоке в жестких трубках, которые направлены параллельно оси трубы. Поперечные смещения частиц отсутствует. Такое движение может существовать без пульсаций скоростей и давлений.

Сразу возникает вопрос об адекватности этих условий в реальном пульсирующем кровотоке и изменяющемся давлении. Ответ однозначно отрицательный. Поэтому математики пытались описать различные граничные условия, способствующие эффективному течению крови в эластичных сосудах. Однако это успеха не принесло. Более того, это не позволило ввести законы физики в кардиологию. До сих пор не было ни одного математического уравнения для расчета каких-либо гемодинамических величин, которые бы служили критериями диагностики. Есть только соответствия признаков изменения форм кардиосигналов каким-то патологическим процессам. Полностью отсутствуют понятия гемодинамики [1].

При отсутствии законов физики нет возможности относить кардиологию к естественным наукам. Законы являются основой для познания природы через практику. Любое наблюдаемое явление необходимо логически анализи-

ровать и доказывать его соответствие истине. Любое изменение формы электрокардиосигнала должно быть логически обосновано и аналитически доказано соответствие истине, точнее, процессам его вызвавшим. Для этого в естественных науках существует аксиоматика. В ее основе лежат законы, позволяющие формулировать утверждения, принимаемые в дальнейшем без доказательства, из которых выводятся теоремы и правила. При анализе данных важна логика анализа. Все рассуждения должны быть логически не противоречивы.

Отметим множество сложившиеся в кардиологии противоречий. В первую очередь нет единого и полного понимания фазовой структуры сердечного цикла. Логически нет обоснования, почему из десяти фаз сердечного цикла до сих пор не описано четыре основных. Нет объяснения сокращению мышц у изолированного сердца. Выявляемые нарушения проводимости в нервной системе сердца до сих пор не лечатся. При этом они могут наблюдаться в положении лежа и отсутствовать в положении стоя. Нет понимания природы экстрасистолий. Можно продолжить этот перечень. Но результатом будет главный вывод: до сих пор нет теории здорового сердца, не определены граничные условия норма - патология.

#### 1.3 Уровень понимания системной гемодинамики в кардиологии

Для адекватни оценки уровня знаний, представленного в теории кардиометрии, целесообразно знать для сравнения уровень понимания системной гемодинамики в кардиологии.

Полезно исходить из понимания слова «гемодинамика». В «Большой медицинской энциклопедии» слово обозначает – «(греч. haima кровь + dynamikos сильный, относящийся к силе) – раздел физиологии кровообращения, использующий законы гидродинамики для исследования причин, условий и механизмов движения крови в сердечно-сосудистой системе» [2]. В тоже время термин «гемодинамика» понима-

ется по - разному, но интегральная оценка сводится к пониманию условий, обеспечивающих движение крови по сосудам.

Количество доступных врачам параметров для оценки гемодинамики всего два: артериальное давление и частота сердечных сокращений. Учитывая, что это далеко не главные критерии оценки гемодинамики, так как они не характеризуют формирование и поддержания структуры кровотока, то становится понятным, что в кардиологии существуют только эпизоды теории гемодинамики и соответственно такие же частные практические возможности диаг-

ностики, не отражающие многообразие связей сердечно-сосудистой системы.

Важно знать и понимать, что гемодинамику необходимо диагностировать не только на основе знаний анатомии, но и при наличии информации: о фазовой структуре сердечного цикла, о

метаболических процессах в мышцах сердца и функциях сердечно-сосудистой системы.

Это возможно только при наличии адекватной математической модели гемодинамики, которой до настоящего времени не было создано.

#### 1.4 Математическое моделирование в кардиологии

В последние десятилетия прошлого века уже была ясна необходимость в формировании междисциплинарного подхода к исследованию энергетически эффективных механизмов и других особенностей формирования и реализации кровообращения в условиях физиологической нормы и при различных патологиях [3-9].

Например, в [3] усилия участников этого важного для практической медицины процесса сравниваются с возведением своего рода «вавилонской башни» из-за сопряженной с ним проблемы «смешения языков», используемых математиками, физиками, биологами и врачами. Соответственно, основной задачей, решаемой в [3-9], явилось создание своего рода толкового словаря, разрешающего хоть в какой-то степени эту языковую проблему.

Одновременно при этом дается уточнение границ применимости для использования классических гидромеханических и других математических моделей и методов в отношении биологических систем вообще и системы кровообращения в частности. Например, приближение сплошной среды используется в классической гидродинамике в пределе, в котором имеет смысл рассмотрение лишь таких масштабов движения сплошной среды, которые на много порядков превышают длину свободного пробега молекул [10]. Соответственно, определяется область применимости модели сплошной среды по отношению к крови и рассмотрению ее плотности как параметра такой среды, когда предлагается ограничиваться выбором достаточно больших объемов образца крови для определения ее плотности [9].

В [3-9], а также во многих других публикациях (см., например, [11-14]), рассматриваются конкретные упрощенные математические модели, направленные на усовершенствование диагно-

стических, терапевтических и хирургических методов практической медицины. В частности, в [14] предложена такая математическая модель гемодинамики сердечно-сосудистой системы (ССС), в которой используется квазиодномерное приближение вязкого течения крови на графе разветвленных эластичных сосудов с учетом параметризации работы сердца и капиллярного строения тканей. При этом в [14], как и в [3-9; 11-13], а также в других работах этого направления предлагается количественное моделирование функционирования ССС, что может иметь практическую значимость за счет возможности выработки количественных критериев определения этого функционирования в норме и при различных патологиях.

Конкретно в [14] предложена упрощенная гидромеханическая математическая модель системы кровообращения в виде системы сосудов разных типов, соединяющих органы и ткани организма, обеспечивая их функционирование. При этом условно выделяется четыре класса элементов, составляющих объект математического моделирования: сердце, сосуды, узлы ветвления и ткани. Зона, в которой соединяется несколько сосудов, определяется как узел ветвления. Сосуды могут соединяться с тканями, моделирующими соответствующие органы. После прохождения тканей кровь по венозной сосудистой системе вновь поступает в сердце. При этом ССС моделируется графом, ребрами которого являются сосуды, а вершинами - сердце, узлы ветвления и ткани. Математическая постановка задачи состоит в записи уравнений сохранения массы, импульса (количества движения) и заданного закона изменения поперечного сечения сосуда на каждом ребре графа, предполагая линейную зависимость величины площади поперечного сечения сосуда от давления.

При этом требуется выполнение дополнительных условий сопряжения в узлах ветвления, тканях и сердце. В частности, допустимо предполагать реализуемость движения частиц крови по инерции в области бифуркации сосудов, когда скорость кровотока описывается уравнением Хопфа (уравнение Эйлера с нулевой правой частью) при нулевом градиенте давления, которое считается при этом одинаковым во всей зоне ветвления. При моделировании сопряжения сосудов с тканями считается, что процесс прохождения крови через ткань подобен фильтрации жидкости через пористую среду с учетом возможности изменения результирующего потока крови за счет поглощения или выделения крови тканью. Для математического моделирования зоны сопряжения сердца с сосудами кровеносной системы на основе данных наблюдений принимается заданной закономерность изменения во времени объемной скорости потока крови на стыке сердца с аортой. В описываемой модели [14] предусмотрен также учет гравитационной силы и силы трения. При этом сила трения принимается пропорциональной квадрату скорости течения (с коэффициентом обратно пропорциональным радиусу поперечного сечения сосуда), что обычно характерно для турбулентного режима течения при достаточно больших числах Рейнольдса. Такое моделирование, в зависимости от типа решаемой задачи, допускает упрощенную форму, например, за счет априорного задания профилей скорости и давления.

Такое описательное моделирование ССС, как в [14], может быть полезным (допуская, в частности, модельную оценку функциональной активности важнейших узлов ССС – сердца, почек и др.), но не позволяет выявить базовые механизмы, обеспечивающие уникальную энергетическую эффективность, наблюдаемую в ССС при отсутствии патологий. Более общие подходы к моделированию кровотока на основе вариационных принципов развивались в [15], но при этом, как в [13, 14] и многих других модельных подходах, в основу положено использование закона Пуазейля [10], применимость которого ограничена только ламинарными безвихревыми течениями.

Интерес к пониманию энергетически эффективных механизмов работы ССС существует уже со времен Леонардо да Винчи, обратившего внимание на энергетически эффективную роль именно вихревых неламинарных движений, обеспечивающих необходимое закрытие аортального клапана в конце систолы левого желудочка сердца. В настоящее время на основе данных цветной доплерометрии и МРТ – велосиметрии установлено наличие закрученной спиральной организации кровотока в магистральных отделах ССС [16]. Имеются данные о взаимосвязи между нарушениями такой структурно устойчивой организации кровотока, вызванными хирургическими вмешательствами, и многими послеоперационными осложнениями, обусловленными повышенным риском образования тромбов [16]. Механизм зарождения тромбов при этом связан с гидродинамической неустойчивостью деструктурированного потока крови относительно случайных турбулентных возмущений, возникающих обычно в зонах бифуркации сосудистой системы и на атеросклеротических образованиях в эндотелии сосудистой стенки. Гидромеханические основы формирования закрученной структурной организации, общие как для интенсивных атмосферных вихрей, так и для нормального режима кровотока в ССС, разработаны в [17-21].

Кроме закрученной структурной организации кровотока, важную роль играет пульсационный режим переноса крови в ССС, обеспечивающий также эффективность функционирования ССС. На это впервые было обращено внимание Г.М. Поединцевым и О.К. Вороновой [22, 23] и на основе точного нестационарного решения уравнения Навье – Стокса (обобщающего закон Пуазейля) установлено в [24], где дано развитие теории [25].

Исходя из предложенного в [22, 23] алгоритма оценки объемов крови, поступающей в аорту в различные моменты сердечного цикла систола – диастола, в 2004 году был создан первый прибор для кардиометрии «Кардиокод», с помощью которого возможно синхронное измерение фазовой структуры ЭКГ и реограммы и получение количественных параметров, определяющих функциональное состояние ССС человека.

В отличие от модели [14], в [26] предложено не просто задавать произвольным образом пульсационный режим изменения площади поперечного сечения в модели кровеносного сосуда, а определять его, исходя из решения вариационной задачи, на условный экстремум. В этой задаче закон изменения радиуса трубы во времени определяется из условия минимума энергии, требуемой для перекачки заданной величины объема жидкости за весь период растяжения и последующего сжатия радиуса трубы.

Кроме того, в [26] получено обобщение уравнения сохранения массы, предложенного в [27], а также предложено обобщение модели оптимального трубопровода работы [27] на случай замены закона Пуазейля его нестационарной модификацией, установленной в [24, 26].

Полученные в [26] выводы качественно подтверждают базисные положения теории Поединцева – Вороновой [22], что определяет новые возможности для развития соответствующего направления количественной кардиометрии.

#### 2. Математическая модель гемодинамики Г. Поединцева – О. Вороновой

#### 2.1 Уравнения гемодинамики Г. Поединцева – О. Вороновой

Систему кровообращения можно рассматривать как оптимальную гидравлическую систему, имеющую насос (сердце) и эластичный трубопровод (сосуды). Поэтому познание законов функционирования сердечно-сосудистой системы и его регуляции невозможно без учета особенностей гидродинамики кровообращения (гемодинамики).

Из классической гидродинамики известны два режима движения жидкости - ламинарный и турбулентный. Традиционно считается, что течение крови во всей сосудистой системе ламинарное, а в устье аорты – турбулентное. Об этом написано во всех книгах по кровообращению. Причем к ламинарному течению крови приложим закон Гагена-Пуазейля, характерной особенностью которого является параболическое распределение скоростей в живом сечении сосуда [5, 9, 29]. При таком распределении скоростей все компоненты крови равномерно распределены в потоке, а, следовательно, средняя скорость их движения равна средней скорости движения всего потока.

Однако в работах многих авторов содержатся данные, противоречащие утверждению о движении крови in vivo в режиме Гагена-Пуазейля. Прежде всего, сам Пуазейль, проведя ряд исследований, признал, что описанный им закон неприложим к движению крови по сосудам. Но, несмотря на это, ошибочная концепция о движении крови в режиме Пуазейля продолжала существовать и являлась официальной. Кратко остановимся на нескольких наиболее значимых противоречиях.

Анализ движущейся по сосудам крови показал, что кровоток имеет особую упорядоченную пространственную структуру. Было установлено, что «при нормальной или близкой к норме концентрации эритроциты должны образовывать внутри кровяного русла стройные ансамбли в виде кольцевых монетных столбиков, концентрически расположенных в ортогональном срезе» [30]. Поиск же механизма, структу-

рирующего кровоток, на основе концепции о пуазейлевском режиме движения крови в сосудах, оказался бесперспективным. Для пуазейлевского течения характерны параболическое распределение скоростей и отсутствие поперечного градиента статического давления, а, следовательно, и отсутствие гидродинамических сил, необходимых для структурирования движущейся крови, т.е. для образования кольцевых столбиков из эритроцитов.

Существуют экспериментальные исследования движения крови в кровеносных сосудах, которые не подтвердили концепцию о параболическом распределении скоростей и равномерной структуре потока крови. В восходящей аорте профиль скорости плоский, а в нисходящем участке грудной аорты и в артериях среднего калибра он приобретает М-образную форму [3].

Также экспериментально было установлено, что линейные скорости движения плазмы и эритроцитов не равны – эритроциты движутся со скоростью более высокой, чем плазма [33].

Такое специфическое распределение скоростей не присуще ни пуазейлевскому режиму движения жидкости, ни турбулентному.

К этому следует добавить еще и то, что концепция о движении крови в режиме Пуазейля противоречит «принципу оптимальности» в биологии – основному принципу функционирования биологических систем, согласно которому все процессы, протекающие в них, характеризуются высочайшей экономичностью [32]. Именно соответствие этому принципу может служить главным критерием в оценке адекватности теоретических моделей, описывающих функционирование различных систем организма.

Поскольку система кровообращения является созданной природой оптимальной гидравлической системой, то ее функционирование характеризуется самыми высокими коэффициентами полезного действия. Поэтому следу-

ет ожидать, что и кровеносные сосуды обладают высоким гидравлическим КПД. Но, если бы движение крови в кровеносных сосудах осуществлялось в режиме Пуазейля, то оно сопровождалось бы чрезвычайно малыми величинами гидравлического КПД, то есть – огромными потерями энергии на преодоление трения. Так, например, в артериолах гидравлический КПД был бы примерно равен 3,1х10-6, что не согласуется с «принципом оптимальности» [33, 34].

Приведенные факты позволяют сделать вывод, что движение крови по сосудам осуществляется не в режиме Пуазейля, а в таком режиме, при котором существенно снижены потери напора на трение и имеет место структурирование потока. Классическая гидродинамика не предлагает решения этого вопроса.

Ситуация изменилась коренным образом, когда был обнаружен неизвестный ранее «третий» режим движения жидкости, отличающийся от двух известных, ламинарного (пуазейлевского) и турбулентного существенно меньшими потерями напора на трение и особой волнообразной структурой потока. Было установлено, что именно в этом режиме, а не в режиме Пуазейля, движется кровь по кровеносным сосудам [33-35].

Такой подход открыл новые возможности для изучения особенностей функционирования и регуляции системы кровообращения, как оптимальной биологической транспортной системы.

Исследование гемодинамических процессов в системе кровообращения было осуществлено на принципиально новой научной основе, на концепции о движении крови по сосудам в «третьем» режиме. Попробуем максимально кратко изложить суть теоретической основы проведенных работ.

Первые теоретические и экспериментальные исследования в области гидродинамики, приведшие к разработке теории «третьего» режима течения жидкости, были осуществлены в конце 60-х годов прошлого века российским ученым Поединцевым Г.М. (1929 – 2006 гг.). С конца 1970-х годов в этих работах принимала участие Воронова О.К. и уже более 20 лет над дальнейшим теоретическим развитием и практической реализацией этих идей в области медицины ра-

ботает творческий коллектив соавторов данной книги.

Процесс вывода уравнений движения реальной жидкости был начат с проверки аксиоматическим методом предпосылок, положенных в основу вывода классических уравнений движения вязкой жидкости (уравнений Навье-Стокса), на непротиворечивость и независимость. Для этого все предпосылки были представлены в виде системы аксиом, анализ которой показал, что в нее неправомерно были включены две аксиомы.

Первая аксиома содержит утверждение о том, что жидкость является несжимаемой.

В несжимаемой среде скорость звука равна бесконечности. Следовательно, в ней не может происходить относительное смещение частиц, так как возмущение, возникающее в одном месте, мгновенно передается всем остальным частицам среды. А это значит, что такая гипотетическая среда будет обладать свойствами абсолютно твердого тела, а не жидкости. Таким образом, понятие «несжимаемая» противоречит понятию «жидкость». В действительности, жидкость является малосжимаемой. Пренебрежение этим свойством допустимо в расчетах, но совершенно неправомерно при моделировании процесса движения. При этом теряется один из важнейших параметров - скорость звука в жидкости, которая в реальности является конечной величиной.

Вторая аксиома устанавливает линейную зависимость между касательными напряжениями и скоростью сдвига.

Эта предпосылка, утверждающая, что касательное напряжение в жидкости пропорционально скорости сдвига (закон трения Ньютона), является в данном контексте не аксиомой, а теоремой, поскольку движение жидкости предопределено не только действием внешних сил, а еще и действием механизма внутреннего трения. А это значит, что закон трения является по сути своей законом движения жидкости, который и нужно получить в результате моделирования. Таким образом, при выводе уравнений движения реальной жидкости закон трения относится к категории теорем и, согласно аксиоматическому методу, не может входить в систему аксиом.

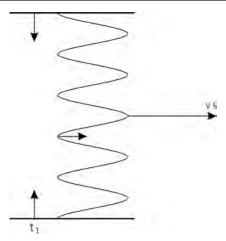


Рис. 1. Формирование бегущих волн трения при возникновении движения жидкости в трубе

Устранение выявленных с помощью аксиоматического метода противоречивости и зависимости предпосылок, положенных в основу вывода уравнений Навье-Стокса, позволило скорректировать систему аксиом и вывести уравнения движения реальной жидкости. Они отличаются от уравнений Навье-Стокса, а их решения были получены в аналитическом виде.

Проведенные в дальнейшем исследования подтвердили пригодность разработанной математической модели для описания закономерностей движения реальной жидкости. Она позволила описать ламинарный (пуазейлевский) и турбулентный режимы движения жидкости, а также период с момента возникновения движения жидкости в трубе до момента переформирования неустановившегося течения в стационарное. Этот период оказался крайне интересным.

Было установлено, что действительный механизм внутреннего трения существенно сложнее того представления, которое дает линейный закон трения Ньютона. Оказалось, что трение в движущейся жидкости имеет нестационарную волновую природу.

Например, в трубе в момент возникновения движения жидкости из состояния покоя в тончайшем пограничном слое, стелящемся по ее внутренней поверхности, зарождается пакет концентрических волн трения, который начинает сразу, как гармошка, растягиваться вглубь потока. При этом пограничная волна не отрывается от внутренней поверхности трубы, а фронтальная волна, расплываясь, убегает со

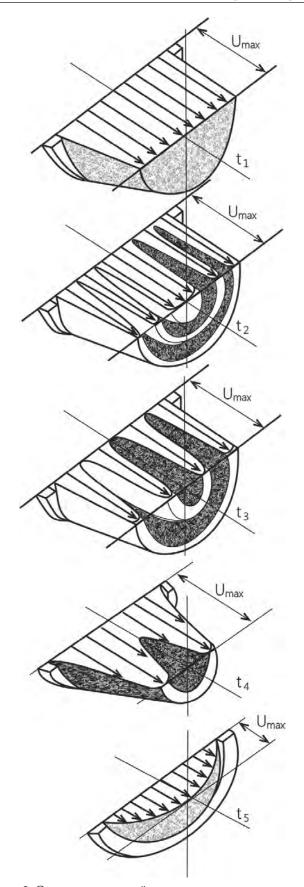


Рис. 2. Эпюры скоростей движения жидкости в одном и том же проходном сечении трубы в разное время (t1<t2<t3<t4<t5) разгона. Здесь t5 – время, в течение которого неустановившееся движение жидкости переходит в стационарное

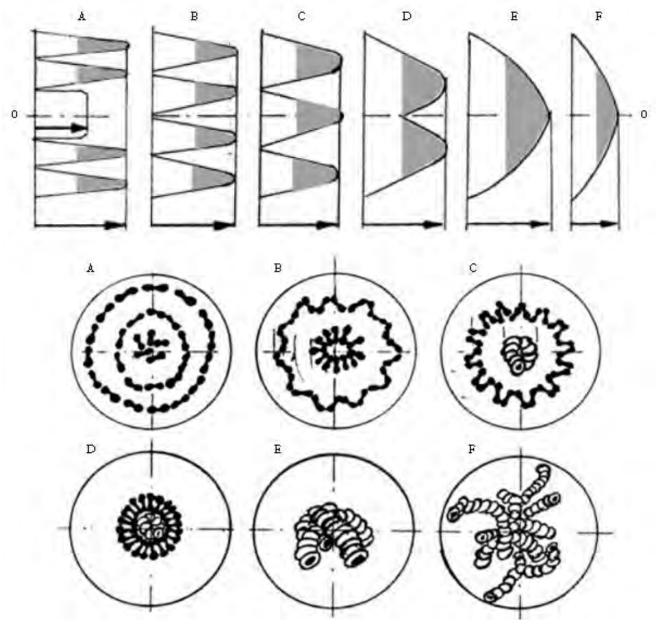


Рис. 3. Формирование структуры потока двухфазной жидкости в трубе при возникновении движения из состояния покоя (по Поединцеву Г.М. и Вороновой О.К.)

скоростью звука к оси трубы. Схематично это показано на рисунке 1.

Достигнув оси трубы, волна исчезает (ее радиус становится равным нулю), за ней приходит к оси следующая волна и тоже исчезает и так далее. Выход на стационарное течение Гагена-Пуазейля (ламинарное) происходит тогда, когда, достигнув оси трубы, исчезнут все волны пакета, кроме малого участка расплывшейся пристеночной волны. Именно к этому течению применим закон трения Ньютона. В реальности процесс переформирования неустановившегося течения жидкости в стационарное длится лишь доли секунды. Этот процесс представлен на рисунке 2.

Таким образом, при возникновении движения жидкости в трубе в течение очень короткого времени имеет место изменяющийся волнообразный профиль скорости, а в соответствии с законом Бернулли, и волнообразный профиль статического давления. Если в такой поток попадут взвешенные частицы, то поперечные градиенты статического давления вытолкнут их в слои с самым низким давлением, а согласно закону Бернулли, это будут слои с самой высокой скоростью движения. То есть произойдет структурирование потока движущейся жидкости.

Есть и еще одна уникальная особенность – в этот период движение жидкости осуществля-

ется с несравнимо меньшими потерями напора на трение, чем при установившемся ламинарном течении. Это было сначала рассчитано теоретически, а затем доказано экспериментально.

Фактически была построена математическая модель волнового механизма внутреннего трения, представляющая собой систему уравнений, описывающих движение реальной жидкости. Анализ модели показал, что механизмом трения можно управлять, изменяя по определенному закону скорость движения жидкости. Было предсказано существование неизвестного ранее режима движения жидкости, отличающегося от двух известных, ламинарного (режима Гагена-Пуазейля) и турбулентного, существенно меньшими потерями напора на преодоление трения и особой структурой потока. Структура определена устойчивыми волнообразными эпюрами скоростей и статических давлений с высокими поперечными градиентами этих параметров. Он вначале был назван режимом «начальной стадии разгонного течения», потом режимом «повышенной текучести», а затем «третьим» режимом движения жидкости, в отличие от ламинарного (пуазейлевского) и турбулентного.

Как было отмечено выше, «третий» режим обладает высокими поперечными градиентами скорости, а, следовательно, и статического давления. Если жидкость содержит взвешенные частицы, аналогичные клеткам крови, то в процессе развития описанного волнового процесса частицы будут концентрироваться в максимумах волны, а чистая часть жидкости в минимумах. В результате этого структура потока станет подобной слоеному пирогу. При движении этой структуры вдоль оси трубы скорость концентрических слоев с частицами будет в два раза выше, чем слоев без них. Векторы скоростей будут параллельны оси течения. А это и есть условие повышенной текучести при сниженном трении между слоями и стенками трубы. На рисунке 3 показано расположение эритроцитов в потоке крови, соответствующее каждому описанному выше моменту.

Если в начальной стадии разгонного течения (при «третьем» режиме) наблюдаются кольцеобразные чередующиеся слои элементов крови и плазмы, то при ламинарном режиме (позиции Е и F на рис. 3) все элементы собираются в центре потока. При этом они плотно соприкасаются между собой, образуя плотную массу. Результатом этого процесса могут быть агрегация эритроцитов и гемолиз. Чтобы избежать подобных патологических последствий, необходимо управлять структурой потока так, чтобы количество концентрических слоев со временем не уменьшалось, как в описанном процессе, а оставалось постоянным.

Был найден способ удержания в трубе режима движения жидкости со стоячим волновым осесимметричным профилем скорости и статического давления в течение неограниченного времени [33, 34].

Это возможно осуществить лишь при пульсирующем режиме. Наиболее эффективным будет движение жидкости в пульсирующем режиме по эластичной трубе, причем скорость движения жидкости и радиус трубы должны изменяться в каждом импульсе по строго определенному закону, а именно:

• мгновенная скорость движения потока жид-

$$U_{t} = U_{0} \left(\frac{t_{0}}{t}\right)^{0.4} \tag{1}$$

кости по эластичной трубе изменяется в импульсе по закону:

$$r_{+t} = r_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^{0,2}$$
 при  $t_0 \le t \le t_1$  (2)

- мгновенный радиус просвета эластичной трубы во время ее расширения изменяется по закону:
- мгновенный радиус просвета эластичной

$$\mathbf{r}_{-\mathbf{t}} = \mathbf{r}_0 \left\{ \varepsilon + \frac{\beta}{2} \left[ \varepsilon - \left( \frac{\mathbf{t}}{\mathbf{t}_0} \right)^{0,2} \right] \right\} \quad \text{при } \mathbf{t}_1 \le \mathbf{t} \le \mathbf{t}_2 \quad (3)$$

трубы во время ее сокращения изменяется по закону:

• максимальная скорость движения потока

$$U_0 = 37.5 \text{ gt}_0 \frac{(5\varepsilon - 2)^3 - 27}{(5\varepsilon - 2)^5 - 243}$$
 (4)

жидкости по эластичной трубе в импульсе рав-

на:   
Здесь: 
$$\varepsilon = \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^{0,2} = \left(1 + \frac{\Delta t_1}{t_0}\right)^{0,2}$$
 (5)

$$\alpha = \left(\frac{t_2}{t_0}\right)^{0,2} = \left(1 + \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{t_0}\right)^{0,2} \tag{6}$$

$$\beta = \frac{2(\varepsilon - 1)}{\alpha - \varepsilon} \tag{7}$$

 $t_0$  – время подъема давления в системе подачи до уровня давления в эластичной трубе;

 $\Delta t_{_{1}}$  – время расширения эластичной трубы в импульсе;

 $\Delta t_{_{2}}$  – время сокращения эластичной трубы в импульсе;

t – текущее время;

g – ускорение силы тяжести ( $g = 9.81 \text{ м/c}^2$ ).

В заключение отметим, что закон функционирования эластичной трубы, продиктованный необходимостью осуществлять движение жидкости в ней в «третьем» режиме, в свою очередь, накладывает специфические условия на функционирование системы подачи. Именно этим строго определяются величины объемов прокачиваемой жидкости.

Зная закономерности, описываемые уравнениями (1) - (7), путем проведения простых математических операций можно получить формулы для расчета объемных параметров потока жидкости, а именно, определить следующие параметры:

- Q1 объем жидкости, поступающий в эластичную трубу из системы подачи за время ее расширения;
- Q2 объем жидкости, поступающий в эластичную трубу из системы подачи за время ее сокращения;
- Q3 объем жидкости, заполняющий приращение внутреннего пространства эластичной трубы за время ее расширения. Этот объем выдавливается во время сокращения трубы, благодаря ее эластическим свойствам. Таким образом, эластичная труба работает как перистальтический насос.

Фактически была построена математическая модель оптимальной гидравлической системы для транспортировки многофазных жидкостей, аналогичных крови, в наиболее экономически выгодном «третьем» режиме.

Теперь снова возвратимся к вопросу о режиме движения крови по кровеносным сосудам. Необходимо было выяснить, возможно ли использовать созданную математическую модель для описания транспортной функции системы кровообращения. Для этого был определен набор признаков, достаточно полно характеризующих оптимальную гидравлическую систему. Затем этот набор признаков был выявлен в системе кровообращения [33, 34].

Приведем здесь для примера лишь несколько основных признаков оптимальной гидросистемы:

- пульсирующий характер движения жидкости;
- расширение и следующее за ним сужение проходного сечения трубы в каждом цикле;
- плоские и М-образные профили скоростей движения жидкости;
- регламентированная по времени трехфазовая структура гидродинамического цикла, состоящая из фазы разгона потока жидкости до максимальной скорости, фазы расширения проходного сечения трубы и фазы сужения проходного сечения трубы;
- объемная концентрация взвешенных частиц в жидкости типа суспензии не должна превышать объемную долю внутреннего пространства трубы, заполненную скоростными слоями жидкости, т.е. она не должна превышать 50%.

Набор признаков, которые участвовали в анализе, был существенно шире.

Выделим аналогичные признаки в системе кровообращения:

- из физиологии кровообращения известно, что движение крови по сосудам является пульсирующим, а просветы кровеносных сосудов в каждом кардиоцикле вначале расширяются, а затем сужаются;
- в последние годы был разработан ряд методов измерения скорости кровотока в артериях животных in vivo, что позволило выявить многие детали распределения скоростей течения крови в экспериментах на животных. Было установлено, что на всем протяжении аорты профиль скорости кровотока остается практически плоским и только у самого конца аорты во время систолы приобретает М-образную форму [3];
- известно, что сердечный цикл разделен на характерные временные интервалы (фазы) [36, 37].

Систола разделена на период напряжения, фазу быстрого изгнания и фазу медленного изгнания. Диастола также имеет фазовую структуру;

• кровь представляет собой суспензию форменных элементов (различных клеток крови) и особых жидких частиц (хиломикронов) в плазме. По объему кровь состоит на 50% из воды и на 50% - из форменных элементов, белков и множества низкомолекулярных органических и неорганических веществ.

Кроме того, как отмечалось выше, «третий» режим течения жидкости отличается от пуазейлевского существенно меньшими потерями напора на трение. Поэтому он удовлетворяет «принципу оптимальности» в биологии.

Из представленного анализа следует, что к движению крови по кровеносным сосудам in vivo приложимы закономерности «третьего» режима течения жидкости, а не закономерности пуазейлевского течения [33, 35, 38]. Эта концепция позволяет существенно расширить познания в области физиологии кровообращения.

В теории «третьего» режима движения жидкости по эластичной трубе параметры потока разделены на основные и производные от них. К основным параметрам относятся скорость звука в жидкости, ее плотность, ускорение силы тяжести и длительности трех временных интервалов: длительность фазы подъема давления в системе подачи, длительность фазы расширения просвета трубы и длительность фазы сокращения просвета трубы. Зная эти величины, по математическим формулам можно вычислить величины производных гидродинамических параметров, в частности, скорость движения жидкости, ускорение, объемы перекачиваемой жидкости.

Соответственно, в системе кровообращения основными параметрами являются скорость звука в крови, ее плотность, ускорение силы тяжести и длительности фаз сердечного цикла. К производным относятся скорости движения крови, объемные гемодинамические параметры и т.д. Существуют методы непосредственного измерения основных параметров. Используя математическую модель «третьего» режима, можно рассчитать величины производных гемодинамических параметров по величинам основных параметров.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в основе гемодинамических процессов в сердечно-сосудистой системе лежит фазовая структура сердечного цикла. Она является одним из основных факторов осуществления и регуляции кровотока, а также поддержания его структуры.

Реализация на практике полученных теоретических результатов подтвердила возможность измерять на основе линейных величин, какими являются длительности фаз сердечного цикла, объемные параметры кровотока.

### 2.2 Косвенное измерение параметров гемодинамики: ударного, минутного и фазовых объемов крови

Объемные гемодинамические параметры, такие как минутный, ударный и фазовые объемы крови, характеризуют насосную функция системы кровообращения. В связи с этим информация о величине объема крови, изгоняемого из сердца или поступающего в него за определенный промежуток времени, представляет интерес для физиологических, клинических и диагностических исследований. Она необходима для объективной оценки и контроля функций сердечно-сосудистой системы в норме и патологии.

К настоящему времени разработано большое количество инвазивных и неинвазивных ме-

тодов определения минутного и ударного объемов крови. В данном издании не будет обзора этих методов, поскольку в других работах неоднократно проводился анализ подходов к моделированию сложных биологических процессов и существующих способов определения гемодинамических показателей [33, 35, 38].

Отметим только, что из прямых методов определения минутного объема крови наибольшее распространение получили кислородный метод Фика и методы разведения индикаторов, признаваемые большинством исследователей наиболее точными. Они рассматриваются как эталонные.

Казалось бы, можно считать решенной проблему определения минутного объема кровообращения. Но использование этих методов требует проведения катетеризации полостей сердца и магистральных сосудов, что значительно усложняет процедуру, делает ее крайне неприятной для пациентов. Это может послужить причиной грубых ошибок в определении величины минутного объема сердца, связанных с резким изменением показателей гемодинамики, вызванным самой процедурой обследования. Можно сделать вывод, что методы Фика и разведения индикаторов сами по себе вносят существенные изменения в гемодинамику. Это не позволяет определять с их помощью должные величины минутного объема кровообращения, а, следовательно, и контролировать данные, получаемые другими методами.

Кроме того, эти методы не дают информации о величинах сердечного выброса (ударного объема крови) в каждом кардиоцикле и, тем более, о величинах фазовых объемов крови. Это утверждение справедливо для большинства существующих методов. Зная лишь минутный объем крови, нельзя адекватно оценить насосную функцию сердечно-сосудистой системы. Порой даже значительные изменения ее функционального состояния могут не сопровождаться значимыми изменениями величины этого параметра, как наиболее интегративного. Даже при серьезных патологиях организм до последнего будет держать величину минутного объема кровообращения в пределах нормы, используя все компенсаторные механизмы. Более объективную оценку насосной функции сердца можно получить, анализируя в комплексе минутный, ударный и фазовые объемы крови. Это дает представление о том, какой ценой обеспечивается адекватный потребностям организма минутный объем кровообращения.

В литературе имеются лишь единичные сведения о соотношениях фазовых объемов крови у человека в норме, полученные методом эхокардиографии в М-режиме. Необходимо отметить, что эти данные крайне разноречивы: величины одних и тех же объемов, полученные разными исследователями, существенно отличаются

друг от друга. Поэтому крайне сложно определить диапазон нормальных величин фазовых объемных гемодинамических параметров.

На основании изложенного можно сделать вывод, что проблема разработки методов комплексного определения объемных показателей функционирования системы кровообращения остается актуальной.

Было бы интересно получить такой косвенный метод исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы, который давал бы возможность определить целый спектр параметров гемодинамики. При этом нужно, чтобы он был прост в реализации, не требовал бы дорогостоящего оборудования и наличия специально обученного персонала, а также был бы необременительным для пациента.

Именно такой метод и был создан на основе концепции о движении крови по сосудам in vivo в «третьем» режиме. Представим алгоритм решения поставленной задачи более подробно:

- 1. В качестве теоретической основы была использована математическая модель оптимальной гидросистемы [32]. Модель содержит математические закономерности течения жидкости в «третьем» режиме по эластичной трубе, описываемые уравнениями (1) (7). Фактически, это основные уравнения гемодинамики. В зависимости от того, длительности какого процесса используются, можно получить математическую модель для систолы, диастолы и систолы предсердия. Возможно определять расходные характеристики кровотока в любом сосуде, только необходимо измерить временные параметры его функционирования.
- 2. Данная математическая модель была применена для определения расходных характеристик потока крови по кровеносным сосудам, в результате чего были выведены математические зависимости между объемными показателями насосной функции сердца и длительностями фаз сердечного цикла.
- 3. На основе этих закономерностей были выведены формулы для определения систолических и диастолических объемных показателей насосной функции сердца.

4. В качестве способа определения фазовой структуры сердечного цикла была использована электрокардиография.

Таким образом, исходными данными для расчета объемных гемодинамических параметров являются длительности зубцов, волн и сегментов ЭКГ, а именно:

QRS – длительность комплекса от начала зубца Q до конца зубца S;

RS – длительность комплекса от вершины зубца R до конца зубца S;

QT – длительность интервала Q–T, измеряемая от начала зубца Q до конца волны Т;

PQ – длительность сегмента P–Q, измеряемая от конца волны P до начала зубца Q;

TT – длительность сердечного цикла, измеряемая от конца волны T до конца следующей волны T.

Подобное измерение длительности сердечного цикла является принципиальным, если речь идет об определении объемных параметров гемодинамики. Правомерно объединять диастолу со следующей за ней систолой.

Закономерности, описанные уравнениями (1) – (7), являются основополагающими для построения математической модели кровотока и разработки метода определения объемных параметров гемодинамики по длительностям фаз сердечного цикла.

Как известно, насосная функция сердца и крупных кровеносных сосудов осуществляется путем чередования систолы и диастолы.

Деятельность сердца и сосудов в систоле характеризуют следующие гемодинамические параметры:

SV – ударный объем крови, (мл);

MV – минутный объем кровообращения, (л/мин);

PV3 – объем крови, изгоняемый из желудочка сердца во время быстрого изгнания, (мл);

PV4 – объем крови, изгоняемый из желудочка сердца во время медленного изгнания, (мл);

PV5 – объем крови, который перекачивает восходящая аорта во время систолы, работая как перистальтический насос, (мл).

Представим кратко алгоритм определения систолических объемных параметров гемодинамики по длительностям фаз сердечного цикла, измеренным по ЭКГ.

1. Рассматривается сечение сосуда на уровне восходящей аорты.

 $S_0$  – площадь сечения аорты (см $^2$ ), определенная по номограмме или любым другим способом.

2. Определяется длительность t<sub>0</sub>:

$$t_0 = RS$$
 (c)

3. Длительность систолы (включая  $t_0$ ) равна:

$$t_{2} = QT - QRS + RS$$
 (c)

4. Частота сердечных сокращений будет равна:

$$HR = \frac{60}{TT}$$
 (уд. в мин)

5. Формулы для расчета безразмерных параметров:

$$\alpha = \left(\frac{t_2}{t_0}\right)^{0.2} \qquad \varepsilon = \frac{3\alpha + 2}{5} \qquad \beta = \frac{2(\varepsilon - 1)}{\alpha - \varepsilon}$$

$$f_1(\varepsilon, \alpha, \beta) = \frac{5}{12}\varepsilon^2 (2 + \beta)^2 (\alpha^3 - \varepsilon^3) - \frac{5}{8}\varepsilon\beta (2 + \beta)\cdot (\alpha^4 - \varepsilon^4) + \frac{1}{4}\beta^2 (\alpha^5 - \varepsilon^5)$$

$$f_2(\varepsilon) = \varepsilon^5 - \frac{5}{3}\varepsilon^3 + \frac{2}{3}$$

6. Максимальная скорость кровотока в импульсе:

$$U_{0} = \frac{36787,5t_{0} \left[ (5\varepsilon - 2)^{3} - 27 \right]}{\left( 5\varepsilon - 2 \right)^{5} - 243} \quad (cm/c)$$

7. Объем крови, изгоняемый желудочком сердца в фазу быстрого изгнания:

$$PV3 = S_0 U_0 t_0 (\varepsilon^5 - 1) \quad (M\pi)$$

8. Объем крови, изгоняемый желудочком сердца в фазу медленного изгнания:

$$PV4 = S_0 U_0 t_0 \Big[ f_1 (\varepsilon, \alpha, \beta) - f_2 (\varepsilon) \Big]$$
 (мл)

9. Объем крови, перекачиваемый восходящей аортой в систоле, характеризующий тонус аорты:

$$PV5 = S_0 U_0 t_0 f_2(\varepsilon)$$
 (M/I)

10. Ударный объем крови:

$$SV = PV3 + PV4$$
 (мл)

11. Минутный объем кровообращения:

$$MV = \frac{SV \cdot HR}{10^3} \quad (\pi)$$

12. Удельный ударный объем крови, отнесенный к единице площади просвета восходящей аорты:

$$SSV = \frac{SV}{S_0} \qquad (M\pi/cM^2)$$

Данный показатель будет необходим для определения диастолических фазовых объемов крови.

Необходимо отметить, что площадь просвета восходящей аорты  $S_0$ , участвующая в расчетах объемных величин, определена эмпирически, как средняя величина для взрослых людей, поскольку ее невозможно рассчитать теоретически. Использование эмпирических величин всегда вносит некоторую погрешность в измерения. Но в данном случае площадь просвета восходящей аорты выступает как постоянный множитель. Это влияет на абсолютную величину минутного и ударного объемов, но не влияет на динамику изменения этих параметров во времени под действием внутренних и внешних факторов.

Теперь дадим краткое описание алгоритма определения диастолических объемных параметров гемодинамики.

Диастола играет определяющую роль в формировании сердечного выброса в систолу, поскольку без расслабления сердца и диастолы не было бы последующего сокращения и систолы.

Несмотря на физиологическую важность диастолической деятельности, она остается менее изученной, чем систолическая, поэтому проблема разработки способов определения объемно-фазовой структуры диастолы является актуальной.

Для решения этой проблемы была использована та же самая математическая модель оптимальной гидросистемы, что и для описания систолической деятельности сердца и сосудов.

Диастола рассматривается как два процесса или, иначе, как две, следующие одна за другой, систолы, во время которых кровь изгоняется из предсердия в желудочек.

Первый процесс включает быстрое и медленное наполнение желудочка сердца кровью и рассматривается аналогично быстрому и медленному изгнанию в систоле. Объемы крови, поступающие в фазы быстрого и медленного наполнения, были объединены в один объем, соответствующий ранней диастоле.

Второй процесс включает систолу предсердия и рассматривается аналогично быстрому изгнанию в систоле.

Деятельность сердца и сопряженных с ним крупных кровеносных сосудов в диастоле характеризуют следующие гемодинамические параметры:

PV1 – объем крови, притекающий в желудочек сердца в фазу ранней диастолы, характеризующий присасывающую функцию желудочка (мл).

PV2 – объем крови, притекающий в желудочек сердца за время систолы предсердия, характеризующий сократительную функцию предсердия (мл).

В результате проведенных математических преобразований были получены формулы для определения диастолических фазовых объемов, а именно объемов крови PV1 и PV2, поступающих в желудочек сердца соответственно в фазы ранней диастолы и систолы предсердия.

Рассматривается сечение на уровне створок митрального клапана.

- 1. Поскольку нет возможности определить площадь данного сечения для пациента, то возможно определить только объем крови, приходящийся на единицу площади просвета митрального клапана или выраженный в процентах от общего объема наполнения.
- 2. Длительности  $\mathbf{t}_{01}$  и  $\mathbf{t}_{02}$  определяются теоретически из условия сохранения структуры движущейся крови в момент перехода от фазы ранней диастолы к систоле предсердия. Было доказано, что это будет выполняться при условии:

$$t_{01} = t_{02}$$

3. Длительность периода ранней диастолы (включая  $t_{01}$ ):

$$t_{21} = T_1 T_2 - QT - PQ$$

4. Длительность периода систолы предсердия (включая  $\mathbf{t}_{02}$ ):

$$t_{12} = t_{02} + PQ = t_{01} + PQ$$

5. Формулы для расчета безразмерных параметров:

$$\alpha_{1} = \left(\frac{t_{21}}{t_{01}}\right)^{0.2} \qquad \varepsilon_{1} = \frac{3\alpha_{1} + 2}{5}$$

$$\beta_{1} = \frac{2(\varepsilon_{1} - 1)}{\alpha_{1} - \varepsilon_{1}} \qquad \varepsilon_{2} = \left(\frac{t_{12}}{t_{01}}\right)^{0.2}$$

$$f_{1}(\varepsilon_{1}, \alpha_{1}, \beta_{1}) = \frac{5}{12}\varepsilon_{1}^{2}(2 + \beta_{1})^{2}(\alpha_{1}^{3} - \varepsilon_{1}^{3}) - \frac{5}{8}\varepsilon_{1}\beta_{1}(2 + \beta_{1})(\alpha_{1}^{4} - \varepsilon_{1}^{4}) + \frac{1}{4}\beta_{1}^{2}(\alpha_{1}^{5} - \varepsilon_{1}^{5})$$

$$f_{2}(\varepsilon_{1}) = \varepsilon_{1}^{5} - \frac{5}{3}\varepsilon_{1}^{3} + \frac{2}{3}$$

6. Максимальная скорость  $U_{01}$  для периода ранней диастолы и  $U_{02}$  для систолы предсердия:

$$U_{01} = \frac{36787.5t_{01} \left[ (5\varepsilon_1 - 2)^3 - 27 \right]}{\left( 5\varepsilon_1 - 2 \right)^5 - 243} \qquad (c_{M}/c)$$

Скорость  $U_{02}$  рассчитывается по этой же формуле при  $\varepsilon = \varepsilon_2$ .

7. Величина временного интервала  $t_{01}$  определяется исходя из определенного условия. Для расчета диастолических фазовых объемов берется значение  $t_{01}$ , удовлетворяющее равенству:

$$SSV - t_{01} \left\{ U_{01} \left[ \varepsilon_1^5 - 1 + f_1 \left( \varepsilon_1, \alpha_1, \beta_1 \right) - f_2 \left( \varepsilon_1 \right) \right] + U_{02} \left( \varepsilon_2^5 - 1 \right) \right\} = 0$$

8. Объем крови RV1, поступающий в желудочек сердца в фазу ранней диастолы, выраженный в процентах от объема наполнения:

$$RV1 = \frac{100 \cdot U_{01} \left[ \varepsilon_1^5 - 1 + f_1(\varepsilon_1, \alpha_1, \beta_1) - f_2(\varepsilon_1) \right]}{U_{01} \left[ \varepsilon_1^5 - 1 + f_1(\varepsilon_1, \alpha_1, \beta_1) - f_2(\varepsilon_1) \right] + U_{02}(\varepsilon_2^5 - 1)} (\%)$$

9. Объем крови RV2, поступающий в желудочек сердца в фазу систолы предсердия, выраженный в процентах от объема наполнения:

$$RV2 = 100 - RV1$$
 (%)

10. Исходя из условия соблюдения баланса между притоком крови в диастолу и оттоком в систолу, можно принять условие равенства объемов наполнения и изгнания. Тогда, зная в конкретном сердечном цикле величину ударного объема SV, можно определить абсолютные (в мл) величины фазовых объемов ранней диастолы PV1 и систолы предсердия PV2 в со-

ответствии с полученным процентным соотношением.

$$PV1 = \frac{SV \cdot RV1}{100}$$
 (мл)

$$PV2 = \frac{SV \cdot RV2}{100}$$
 (мл)

Таким образом, разработанный метод позволяет определить основные объемные параметры гемодинамики, характеризующие насосную функцию системы кровообращения. Ими являются семь объемов крови, изгоняемые сердием и поступающие в него в разные фазы сердечного цикла. Это ударный объем SV, минутный объем MV, два диастолических фазовых объема, PV1 и PV2, два систолических фазовых объема, PV3 и PV4, а также PV5 – объем крови, характеризующий насосную функцию аорты.

В процессе исследований рассчитывались также относительные фазовые объемы крови (RV1 - RV5), которые представляют собой процентное отношение каждого фазового объема крови к ударному объему SV. Эти параметры характеризуют вклад каждого фазового процесса в формирование ударного объема. Гемодинамические параметры, величины которых выражены в процентах от ударного объема, дают большее представление о формировании сердечного выброса, чем абсолютные величины. Так, процентное соотношение диастолических фазовых объемов RV1 и RV2 дает представление о том, какой ценой осуществляется наполнение сердца, а именно о том, желудочек или предсердие в большей степени участвуют в диастоле. Объем RV5 характеризует участие аорты в изгнании крови из желудочка сердца в систолу.

Необходимо отметить, что разработанные алгоритмы применимы и для правого желудочка сердца. В этом случае в качестве входных переменных используются длительности систолических и диастолических фаз правых отделов сердца.

Диастола является одним из наиболее сложных и наиболее ранимых процессов в сердечной деятельности. Так, например, замедленное и неполное расслабление сердечной мышцы в диастоле является непременным и ранним признаком патологии сердечной мышцы. Имеются

также данные, показывающие, что процесс расслабления сердечной мышцы более чувствителен к действию основных естественных регуляторных факторов, чем процесс сокращения. Нарушение диастолической деятельности может быть предвестником начинающейся сердечно-сосудистой патологии.

Увеличение частоты сердечных сокращений является защитной мерой человеческого организма, направленной на поддержание достаточного кровоснабжения органов и тканей в условиях повышенной нагрузки. Это в свою очередь влечет за собой изменение внутренней структуры сердечного цикла и перераспределение функций между предсердиями, желудочками и крупными кровеносными сосудами, непосредственно участвующими в формировании сердечного выброса. Как показали исследования, проведенные нами, в этих условиях существенно изменяется соотношение диастолических фазовых объемов в сторону увеличения объема крови PV2 и резко возрастает нагрузка на миокард предсердия. При очень высокой частоте пульса заполнение желудочков кровью осуществляется практически только во время систолы предсердий. Это очень важный компенсаторный механизм.

Поэтому при проведении обследований необходимо уделять больше внимания анализу именно диастолической функции сердца, рассматривая соотношение объемов PV1 и PV2 как диагностический критерий. Больший компенсаторный потенциал имеет тот человек, у которого в состоянии покоя наполнение желудочков сердца кровью осуществляется в большей степени в раннюю диастолу.

Для эффективного практического использования возможностей представленного метода необходимо разработать на его основе диагностические критерии различных патологических состояний. Для этого крайне важно оценить отклонения рассчитанных величин объемных параметров гемодинамики от нормы. В данном случае границы нормальных значений гемодинамических параметров были получены расчетным путем.

Из медицинских источников были взяты известные данные о нормальных (должных) ве-

личинах зубцов, интервалов и сегментов электрокардиограммы взрослого человека:

1. Верхняя и нижняя граница величины комплекса QRS:

$$QRS_{max} = 0.1 (c); \quad QRS_{min} = 0.08 (c)$$

2. Верхняя и нижняя граница величины комплекса RS:

$$RS_{max} = 0.05 (c); RS_{min} = 0.035 (c)$$

3. Нормальная величина интервала Q-Т в каждом конкретном сердечном цикле определяется по формуле Базетта:

$$QT = 0.37 \cdot TT^{0.5}$$
 (c) (для мужчин)   
  $QT = 0.4 \cdot TT^{0.5}$  (c) (для женщин)

4. Нормальная величина сегмента P–Q определяется по формуле:

$$PQ = \frac{1}{638,44 \cdot \frac{HR^2}{10^6} + 9,0787}$$
 (c)

Формула расчета получена методом аппроксимации известных из источников нормальных величин сегмента P–Q в зависимости от частоты сердечных сокращений HR.

Эти значения используются в качестве исходных данных для расчета индивидуального диапазона нормальных величин объемных гемодинамических параметров каждого пациента.

Несмотря на сложную теоретическую основу, новый косвенный метод определения фазовых объемных параметров гемодинамики чрезвычайно просто реализуется на практике. В его основе лежит математическая модель Поединцева Г. – Вороновой О., описывающая режим движения крови по сосудам. Метод включает ряд формул для расчета объемных гемодинамических параметров. Исходными данными для расчета являются только длительности фаз сердечного цикла, измеренные на ЭКГ. Синхронно с ЭКГ, с тех же датчиков, можно регистрировать РЕОграмму, что существенно расширяет объем получаемой информации.

Разработанный авторами метод дает возможность получить полный спектр величин объемно-фазовых параметров гемодинамики. Кроме численных значений объемных фазовых параметров гемодинамики, можно дать еще и ка-

чественные оценки функционально-структурным и гемодинамическим изменениям в различных отделах сердечно-сосудистой системы.

Объемно-фазовые гемодинамические параметры являются наиболее информативными характеристиками функционирования системы кровообращения, так как в них отражается совместная работа сердца и сосудов. Зная их

соотношение и увязав это с анатомическим и функциональным состоянием сердца и сосудов, можно с высокой достоверностью диагностировать функциональное состояние системы кровообращения и выявить патологию. Разработанный метод может с успехом применяться для оценки эффективности проводимых лечебных и профилактических мероприятий.

### 2.3 Сравнительный клинический анализ кардиометрического метода, термодилюции и метода Фика

#### 2.3.1 Метод Фика

Метод Фика основан на измерении объемной разности содержания кислорода в артериальной и венозной крови с последующим расчетом по этим данным минутного объема кровообращения (л/мин).

В классическом методе Фика в качестве вещества, вводимого в сосудистое русло, используется кислород, вдыхаемый легкими. Для измерения артериовенозной разницы по кислороду (AVDO2, мл/100 мл) используют порции крови, полученные из легочной артерии во время катетеризации правых отделов сердца, и из аорты или левого желудочка при катетеризации левых отделов сердца.

Поглощение кислорода кровью в легких в единицу времени ( $VO_2$ , мл/мин) достоверно можно определить только с помощью спирометра. На деле этот показатель чаще всего рассчитывается по эмпирическим формулам в зависимости от площади поверхности тела (KO,  $M^2$ ) и возраста пациента. При этом площадь поверхности тела определяется по специальной таблице-номограмме, рассчитанной по формуле Дюбуа в зависимости от роста и веса пациента. Это вносит погрешность в определение величины минутного объема VO2.

Определение минутного объема крови методом Фика включает следующие действия:

- Забор крови из легочной артерии для определения насыщения кислородом смешанной венозной крови.
- Забор крови из левого желудочка или аорты для определения насыщения кислородом артериальной крови.
- Определение содержания кислорода в обеих пробах крови с учетом гематокрита (Нb, г/дл).

Так как 1 гр. гемоглобина связывает 1,34 мл. кислорода, то показатель содержания гемоглобина Нb умножается на 1,34 (число Хюфнера).

- Расчет артериовенозной разницы по кислороду (AVDO $_2$ ).
- Определение количества кислорода (VO<sub>2</sub>), поглощаемого кровью в легких, по эмпирическим формулам с учетом площади поверхности тела и возраста пациента:

$$VO_2 = KO (161 - 0.54 \cdot возраст)$$
 (для мужчин)  
 $VO_2 = KO (147.5 - 0.47 \cdot возраст)$  (для женщин)

Расчет величины минутного объема крови MV по формуле:

$$MV = \frac{VO_2}{10} AVDO_2$$
 (л/мин)

Несмотря на то, что метод Фика используется давно и считается одним из наиболее точных методов для определения минутного объема крови, существует немало факторов, которые могут привести к ошибкам измерения, в частности:

- 1. Использование эмпирических формул с многими условными коэффициентами, а именно КО, данными из номограмм и другими коэффициентами, всегда несет риск получения ошибочных результатов.
- 2. Метод измеряет интегральное значение MV и не может измерять значения в каждом сердечном цикле.
- 3. Данный метод не подходит для применения у пациентов с тяжелыми формами легочных заболеваний, приводящих к нарушению диффузии кислорода в легких.
- 4. С помощью прямого принципа Фика нельзя определять минутный объем при наличии

внутрисердечных сбросов крови, поскольку в данном случае часть крови минует малый круг кровообращения, что также приведет к погрешности.

5. Метод Фика наиболее точен при низком минутном объеме и большой артериовенозной разнице по кислороду, а при высоких значениях минутного объема погрешность метода может быть выше.

#### 2.3.2 Метод термодилюции

В основе метода термодилюции также лежит принцип Фика. Только роль индикатора в этом случае выполняет не кислород, а охлажденный ниже температуры тела раствор, например, изотонический раствор натрия хлорида или 5% раствор глюкозы.

Определение минутного объема крови методом термодилюции включает следующие действия:

- Стандартное количество охлажденной жидкости вводят в правое предсердие и с помощью термистора, расположенного в легочной артерии, регистрируют кривую снижения температуры крови (аналогичную кривой разведения красителя). Для этой цели используют многопросветные баллонные катетеры. Через один просвет катетера с отверстием на уровне правого предсердия вводят термоиндикатор, через другой – провод термистора, находящегося в легочной артерии.
- Изменения температуры крови, протекающей через легочную артерию, регистрируются в виде кривой, площадь под которой обратно пропорциональна легочному кровотоку. При этом расчет минутного объема можно проводить лишь при наличии безупречной кривой. Если она нестабильна, то ее исключают из расчета.
- Для измерения площади под кривой температуры, ее автоматически интегрируют.
- Величину минутного объема крови, MV, рассчитывают по упрощенной формуле Stewart Hamilton:

$$MV = \frac{K V_{I} (t_{H} - t_{I})}{S}$$

где:

 ${
m V_{_I}}$  – объем введенного индикатора;

 $t_{_{\rm H}}$  – температура крови;

t<sub>1</sub> – температура индикатора;

К – эмпирический коэффициент, учитывающий удельную плотность и теплоёмкость крови и индикатора;

S – площадь под кривой разведения.

Как в методе Фика (по кислороду), так и в методе термодилюции есть ряд факторов, приводящих к погрешности измерения минутного объема крови:

- 1. Неравномерное (скачкообразное) введение индикатора, а также слишком быстрое или слишком медленное (> 4 секунд) введение индикатора, что может привести к неравномерному перемешиванию с кровью в правом предсердии и правом желудочке сердца.
- 2. Экстрасистолия в процессе измерения.
- 3. В отличие от метода Фика, метод термодилюции дает наибольшую погрешность при низком минутном объеме крови (< 3,5 л/мин).

#### 2.3.3 Кардиометрический метод

Теоретические основы кардиометрического метода, а также система уравнений для расчета параметров гемодинамики по длительностям фаз сердечного цикла достаточно подробно представлены в разделе 2.2 данной главы.

Функциональная зависимость между ударным объемом крови SV, минутным объемом крови MV и длительностями фаз сердечного цикла имеет следующий вид:

SV = f (a, g, S<sub>0</sub>, QRS, QS, QT) (M
$$\pi$$
)
$$MV = \frac{0.06 \text{ SV}}{TT}$$
( $\pi$ )

Источники возможных ошибок в измерениях минутного объема крови кардиометрическим методом:

1. Площадь просвета восходящей аорты  $S_0$ , определяется эмпирически, как средняя величина для взрослых людей. В данном случае, она участвует в расчетах как постоянный сомножитель. Это может внести погрешность в измерение абсолютной величины минутного и ударного объемов крови, но не повлияет на динамику изменения этих параметров во времени под влиянием внутренних или внешних воздействий.

2. Метод обладает высокой точностью измерения фаз сердечного цикла, но в то же время и высокой чувствительностью. Он фиксирует малейшие изменения в сердечно-сосудистой системе пациента, в том числе и изменения эмоционального состояния, влияющие на гемодинамику. Беспокойство, резкие движения, прерывистое дыхание могут привести к искажению регистрируемых сигналов. В связи с этим, перед началом регистрации ЭКГ и РЕО, следует успокоить пациента, тем самым обеспечив сохранение истинных показателей гемодинамики, характерных для фонового состояния пациента.

#### 2.3.3 Основные выводы

Для сравнительного анализа методов Фика, термодилюции и кардиометрической были использованы статистические методы Блэнда-Альтмана и ранговой корреляция Спирмена (рис. 4, 5, 6).

В ранговой корреляции приняты следующие диапазоны коэффициентов корреляции (зоны значимости):

- менее 0,3 слабая корреляция;
- от 0,4 до 0,7 умеренная корреляция;
- выше 0,7 высокая корреляция.

Сравнительный анализ трех методов дал следующие результаты:

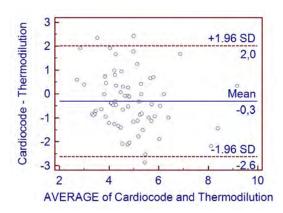


Рис. 4. Кардиометрический метод – метод термодилюции. Коэффициент корреляции Спирмена 0,388...0,511

Можно сделать вывод, что значения минутного объема крови, измеренные кардиометрическим методом, попадают в зону умеренной корреляции с методами Фика и термодилюции.

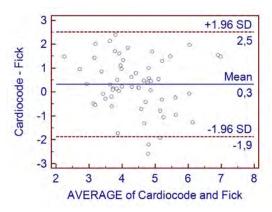


Рис. 5. Кардиометрический метод – метод Фика. Коэффициент корреляции Спирмена 0,333 ... 0,514

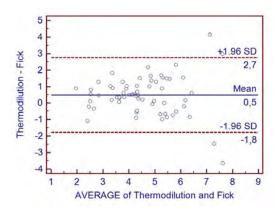


Рис. 6. Метод термодилюции – метод Фика. Коэффициент корреляции Спирмена 0,814

При оценке разницы в значениях MV необходимо учитывать, что прямые методы не измеряют напрямую расход крови, он также рассчитывается, как и в косвенном методе. При этом используются различные эмпирические коэффициенты. Причем их больше, чем в кардиометрическом, и они имеют вариабельный характер. Это вносит дополнительную погрешность в измерения MV прямыми методами.

Кроме того, для определения величины минутного объема крови методами термодилюции и Фика необходимы специальные условия и специальная подготовка пациента, занимающая несколько часов. Сама процедура, являющаяся, по сути, операцией, может дать серьезные осложнения.

Кардиометрический метод позволяет без специальной подготовки пациента, даже в полевых условиях, получить информацию о минутном объеме крови и других основных параметрах гемодинамики всего за несколько секунд. При этом исключены какие-либо осложнения.

Также важным преимуществом кардиометрического метода является то, что он очень прост в реализации, более доступен, экономически более выгоден, более информативен.

Необходимо обратить внимание еще на один факт. Методы Фика и термодилюции за один цикл обследования пациента дают единственное значение минутного объема кровообращения. За это же время кардиометрический метод позволяет получить значения целого комплекса параметров гемодинамики в каждом сердечном цикле (ударный, минутный и фазовые объемы крови).

Это дает возможность осуществлять в реальном времени мониторирование состояния сердечно-сосудистой системы пациента и получать информацию о динамике изменений ее функционирования под влиянием внешних и внутренних факторов.

Косвенный кардиометрический метод позволяет не только получить числовые значения параметров гемодинамики, но и качественно оценить основные функции сердечно-сосудистой системы.

## 3. Биохимические и биофизические процессы, формирующие форму ЭКГ

### 3.1 Биохимические и биофизические процессы, формирующие фазовую структуру сердечного цикла

Биохимическая фазовая структура сердечного цикла обеспечивает сокращение мышц сердца (рис. 7). Управляют этим процессом два импульса потенциала действия, первый генерируется СА-узлом в предсердиях, второй – АВ-узлом в желудочках. Оба узла являются барорецепто-

рами, точно такими как барорецепторы аорты. Для мышц предсердий и желудочков комплекс биохимических элементов одинаков: Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>. Активность каждого элемента четко определена по времени и соответствует определенной фазе.

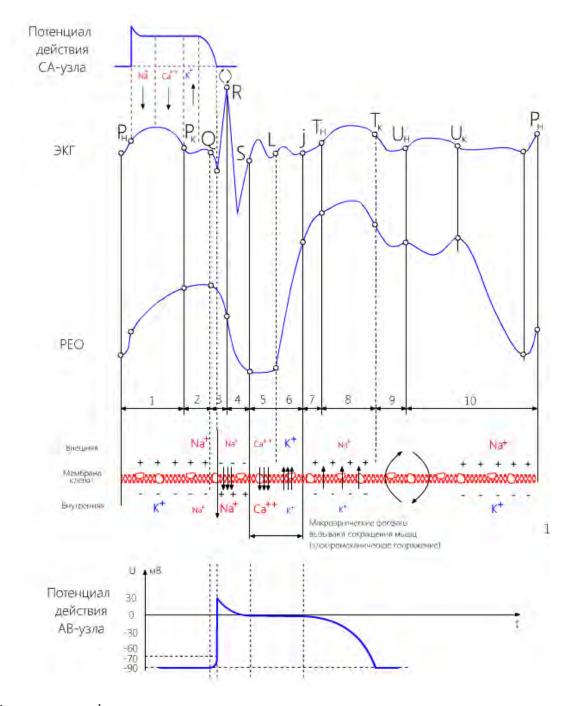


Рис. 7. Биохимическая фазовая структура сердечного цикла

Сокращение мышц сердца производится следующим образом. Во время ранней диастолы мышцы желудочков расслабляются и через открытые предсердно-желудочковые клапаны всасывают кровь в желудочки. В это время клапан аорты закрыт, при этом давление в желудочках начинает расти, а в предсердиях нет. После того как желудочки почти наполнятся кровью, процесс их расширения будет продолжаться, но предсердия также начнутся заполняться кровью. Это приведёт к их расширению и росту в них давления, которое воздействует на СА-узел. Достигнув определённого порогового уровня, СА-узел начинает генерацию потенциала действия. На ЭКГ этот процесс отображается в переднем фронте волны Р. Начало расширения предсердия соответствует началу роста волны Р, а момент начала генерации волны Р соответствует точке перегиба, максимуму производной переднего фронта волны точке Р<sub>н</sub>. Предсердия продолжают расширяться, но их расширение начинает тормозить Na+, который начал входит в клетки мышц предсердий под влиянием потенциала действия.

Момент прекращения растяжения предсердий определяется началом входа Са<sup>++</sup>, что соответствует вершине волны Р. Предсердия начинают сокращаться и кровь под усиленным давлением начинает поступать в желудочки, что приводит к увеличению давления в желудочках на АВ-узел. В точке Рк, на спадающем фронте волны Р, начинается закрытие предсердно-желудочковых клапанов. В этой фазе из клеток мышц предсердий выходит К<sup>+</sup> и в момент Q клапаны полностью закрываются, а АВ-узел начинает генерацию потенциала действия.

Длительность фазы P–Q зависит от эластичности мышц желудочков. При их снижении длительность фазы увеличивается. Требуется больше времени для преодоления сопротивления со стороны желудочков потоку крови. В случае снижения эластичности волна Р будет генерироваться несколько раз, пока не закроются клапаны и давления будет достаточным для генерации потенциала действия АВ-узла.

СА-узел расположен в правом предсердии. Потенциал действия распространяется по нервным окончаниям Венхебаха и Тореля, возбуждает правое предсердие, а по нервному пучку Бахмана – левое предсердие.

Рассинхронизация сокращений правого и левого предсердия отображается в изменении формы волны Р в виде раздвоения вершины.

От точки Q начинается систола желудочков. В начальный момент на ЭКГ проявляется небольшой спад. Это время начала генерации импульса потенциала действия АВ-узла. Когда создаются достаточные условия для входа Na в клетку, в этот момент на ЭКГ начинается фаза сокращения межжелудочковой перегородки Q-R. Точнее говоря, Na<sup>+</sup> начинает активизироваться от точки Q, а входить в клетку от момента зубца Q. Само сокращение происходит до момента R.

Далее происходит сокращение мышц миокарда, фаза R–S. Процесс входа Na<sup>+</sup> в клетку также продолжается, но уже в мышцах миокарда, что приводит к их сокращению. Важно отметить, что весь процесс аэробный и сокращения мышц происходят при закрытых клапанах. Само сокращение является изотоническим, когда длина мышц укорачивается. Смысл столь сложных процессов заключается в двух особенностях. Первая, подготовить сердце к процессу открытия клапана арты, путем создания давления в желудочках. Вторая, не дать остановиться крови и создать завихрения потоков крови в желудочках.

От момента S до момента ј работа сердца определяется электромеханическим сопряжением. Этот период состоит из двух фаз: фазы напряжения S-L и фазы быстрого изгнания L-j. Точка L на ЭКГ впервые введена авторами. Фаза S-L предназначена для открытия клапана аорты. В этой фазе потенциал действия равен нулю. Са<sup>++</sup> начинает поступать в клетки мышц, что определяет повторное сокращение мышц, аналогичное комплексу QRS, но с меньшей амплитудой, так как оно происходит на фоне постоянного напряжения мышц оставшегося от аэробного процесса предыдущей фазы. Этот процесс анаэробный. В результате вырабатывается молочная кислота (лактат).

В момент L клапан аорты начинает открываться. Полное открытие происходит в момент j. L-j фаза быстрого изгнания. Здесь потенциал действия продолжает оставаться равным нулю. Электромеханическое сопряжение продолжает действие, K+ начинает выходить из клеток в межклеточное пространство. Происходит очередное, третье, сокращение мышц сердца, аналогичное QRS комплексу, но с меньшей амплитудой, так как еще остается постоянное напряжение мышц. Это анаэробный процесс, в котором отражается роль креатинфосфата.

В точке ј начинается первая часть фазы медленного изгнания. Заканчивается в начале волны Т<sub>н</sub>. Потенциал действия начинает возвращаться к исходной величине, его напряжение снижается. Здесь кровь уменьшает свое давление на мышцы желудочков сердца. За счет разности давлений между желудочком и аортой, кровь поступает в аорту. Важно отметить, что поступающая кровь, распределяясь по объему восходящей аорты, расширяет ее и увеличивает давление на барорецепторы аорты. Когда это давление достигает определенного уровня, барорецепторы аорты генерируют свой импульс

потенциала действия и на ЭКГ начинает формироваться волна Т, которая отражает амплитуду расширения аорты.

Заканчивается систола в конце волны Т в точке  $T_{\kappa}$ . Движение крови по сосудам начинается в начале волны Т. Волна Т ведет структуру кровотока по сосудам, удерживая ее целостность. Все биохимические элементы возвращаются в исходное состояние и создается условие для начала нового сердечного цикла.

Все описанные процессы направлены на формирование и поддержание структуры кровотока, соответствующего режиму повышенной текучести крови, открытого Г. Поединцевым и О. Вороновой.

От конца волны T до начала волны P фиксируется фаза ранней диастолы. Мышцы сердца, расслабляясь, создают всасывающий насосный эффект. Кровь заполняет желудочки. В начале фазы ранней диастолы находится период наполнения кровью коронарных артерий–  $T_{\kappa}$ – $U_{\mu}$ . В этот период происходит открытие устья коронарных артерий за счет закрытия клапана аорты. Волна U отражает временной процесс заполнения коронарных артерий.

#### 3.2 Энергетическое функционирование кардиомиоцитов. L-карнитин, серотонин и триптофан в обеспечении кислородом митохондрий и механизма сокращения мышц сердца

Митохондрии являются основными потребителями кислорода в организме. В сердечной мышце митохондрии имеют анатомические особенности. Они отражают факт повышенных окислительных процессов, происходящих в сердечно-сосудистой системе. Главной функцией митохондрий является выработка АТФ, основанная на захвате жирных кислот, пирувата, углеродных цепей аминокислот из цитоплазмы клетки и их окислительное расщепление с образованием Н<sub>2</sub>О и СО<sub>2</sub> (рис. 8). Транспорт жирных кислот может производиться только при взаимодействии с карнитином. Важно, что количественное содержание карнитина зависит от количества выделяемых эндорфинов, что влияет на синтез АТФ. Также карнитин регулирует обмен фосфолипидов - ключевых веществ, необходимых для нормального функционирования нервов и центральной нервной системы. Его активная форма – L-карнитин используется при лечении анорексии, сильном истощении организма. Сокращение мышц происходит именно за счет эффективной работы митохондрий. Но они в работе клетки – самое слабое звено. Кислородная недостаточность значительно влияет на их энергетический потенциал. Происходит торможение окислительного фосфорилирования, переводящее работу митохондрий в режим свободного окисления. В норме окисление в митохондриях происходит при аэробном процессе. При ишемии этот процесс заменяется анаэробным. Также при частоте сердечных сокращений выше 150 ударов в минуту начинает преобладать анаэробный процесс.

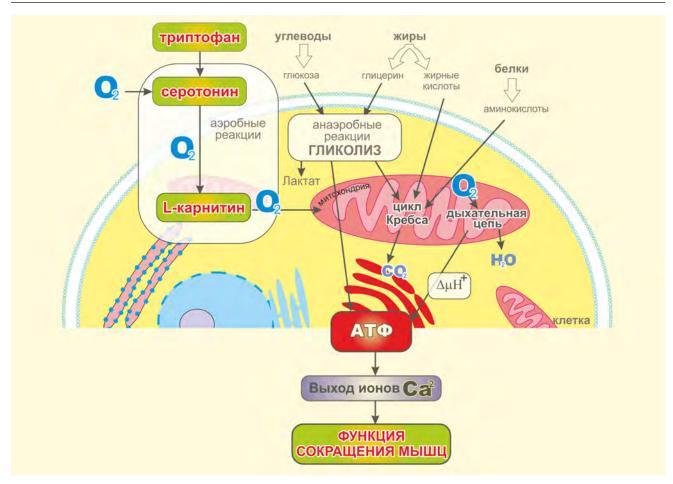


Рис. 8. Метаболические процессы в клетке мышц сердца, определяющие сокращение

Энергетическое обеспечение кардиомиоцита в норме происходит следующим образом.

Сократимость – это основная функция кардиомиоцита. Этот процесс является энергозависимым, для него необходимо достаточное количество АТФ и ионов Са<sup>++</sup>. Энергетическое обеспечение клеток сердца представляет совокупность последовательно протекающих процессов: захват карнитином и занос в митохондрии продуктов окисления, генерация АТФ, транспорт и утилизация в различных энергозависимых реакциях.

Основными особенностями обмена веществ кардиомиоцитах можно назвать следующее:

- 1. Преимущественно аэробный метаболизм. Основной путь образования энергии окислительное фосфорилирование.
- 2. Основным субстратом окисления являются жирные кислоты.
- 3. Высокая скорость энергетических процессов в миокарде.
- 4. Минимальный запас макроэргических соединений.

Кардиомиоциты относятся к клеткам с преимущественно аэробным метаболизмом. Таким образом, они получают большую часть энергии при переносе электронов с органических субстратов на молекулярный кислород. Отсюда получается, что сократительная функция сердечной мышцы линейно связана со скоростью поглощения кислорода. Синтез молекул АТФ происходит в процессе окислительного фосфорилирования в митохондриях. Количество полученного АТФ зависит от количества ацетил-КоА (ЕС 6.4.1.2), который будет окислен в ходе цикла Кребса. При нормальном снабжении миокарда кислородом от 60 до 80% ацетил-КоА образуется вследствие β-окисления жирных кислот и 20-30% при аэробном гликолизе. В результате полного оборота в цикле Кребса одна молекула ацетил-КоА расщепляется до СО, и Н<sub>2</sub>О, при этом образуется 38 молекул АТФ. Протоны поступают в дыхательную цепь митохондрий в виде восстановленных форм никотинамидов (НАД+ и НАДФ+). Главные источники восстановительных эквивалентов и



Рис. 9. Главные источники восстановительных эквивалентов и их связь с митохондриальной дыхательной цепью

их связь с митохондриальной дыхательной цепью представлена на рисунке 9.

Самым энергоемким процессом в кардиомиоците, безусловно, является сокращение миофибрилл. Перемещение контрлатеральных нитей актина вдоль нитей миозина к центру саркомера и формирование актино-миозиновых мостиков в миофибриллах происходит при достаточном количестве АТФ.

Нехватка кислорода сказывается на всех стадиях энергообеспечения клетки (синтез, транспорт и утилизация АТФ). Компенсируя это воздействие кардиомиоцит мобилизует энергию из внутриклеточных запасов, также снижая потребление энергии. Запасы энергетически богатых веществ – креатининфосфата, глюкозы и триглицеридов – незначительны и в скором времени клетка начинает испытывать энергетический недостаток. Для борьбы с ним в кардиомиоците активируется анаэробный гликолиз.

При развитии гипоксии снижается доля аэробного гликолиза до 5%. Получается, что при нехватке кислорода энергообеспечение в кардиомиоците падает на 85 – 95% от нормы. Для борьбы с таким энергодефицитом активируется процесс анаэробного гликолиза. Выработка АТФ снижается до 2 молекул на молекулу глюкозы (против 38 молекул в норме). Увеличение доли анаэробного гликолиза обеспечивает энергозатраты на 60-70%,но при достаточно длительной гипоксии такая компенсация опасна.

В ходе анаэробного гликолиза идет накопление лактата, что вызывает развитие лактатацидоза. На фоне этого накопление продуктов гидроли-

за АТФ, свободных жирных кислот вызывает внутриклеточный ацитоз. При этом идет нарушение целостности мембран лизосом, высвобождение лизосомных ферментов, а это в свою очередь при энергодефиците вызывает повреждение ультраструктуры митохондрий.

Также возникающий энергодефицит способствует нарушению ионного баланса. Уменьшение количества АТФ лимитирует функционирование K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>-насоса клеточных мембран. В результате этого ионы калия и натрия начинают перемещаться по градиенту концентрации. Накопления ионов натрия кардиомиоцитами, увеличение концентрации ионов калия в экстрацеллюлярной среде приводит к снижению потенциала покоя. Нарушение концентрации ионов в интра- и экстрацеллюлярном пространствах ведет к гиперосмии - отеку клетки. При этом изменяется сократимость отдельных участков сердечной мышцы, а на соседние участки сердечной мышцы компенсаторно возрастают нагрузки. Эти процессы хорошо отражаются в фазах сердечного цикла на ЭКГ.

Серотонин является гормоном и его функция важна в процессе доставки кислорода из крови в клетки мышц. Он способствует повышению напряжения кислорода в крови и его потребления тканями. От напряжения кислорода зависит уровень насыщения гемоглобином крови. Учитывая, что кислород транспортируют эритроциты, которые являются наибольшими по размеру клетками крови, и именно с их транспортом связана структура кровотока в режиме повышенной текучести, то следует, что эффективность энергетических окислительных процессов на всех уровнях гемодинамики зависит от серотонина.

Также серотонин – один из важнейших нейромедиаторов, влияющий на тонус сосудов при различных реакциях организма на внешние факторы. Предшественником серотонина является триптофан аминокислота, которая, в отличие от серотонина, не вырабатывается организмом, а поступает с пищей.

В заключение важно отметить, что основными биохимическими факторами, обеспечивающими энергетику сердечно-сосудистой системы, являются L-карнитин, серотонин и триптофан.

## 3.3 Нервный импульс в проводящей системе сердца

Влияние нервного импульса на клетки сердца, как уже отмечалось, связано с запуском последовательных взаимосвязанных событий, обеспечивающих сокращение сердечных мышц. Именно последовательность реакций определяет работу сердца, которая зависит от непрерывного распространения импульса потенциала действия. Отметим, что в проводящей системе сердца нет дублирующих или образующихся под патологическими влияниями проводящих систем.

Нарушение проводимости может возникнуть только при механической травме нерва. Если это возникает, то далее места повреждения импульс не может распространяться. Это исключено для нервной системы сердца.

Могут возникнуть изменения формы импульса действия, вызванные нарушениями

ионного баланса в клетках сердца, как и в нейронах ЦНС. Передние или задние фронты импульса искажаются и реакция на его действия замедляется. Управление таким импульсом со стороны вегетативной нервной системы изменяется. Обратная связь органа с ЦНС становится медленнее. На ЭКГ эти процессы не будут заметны, но сердечно-сосудистая система начинает работать «как бы самостоятельно». Проявляется это только в субъективной реакции торможения психоэмоционального поведения человека.

Утверждать о нарушении полной проводимости в нервной системе сердца нет оснований. Поэтому кардиометрия не рассматривает критерий «нарушение проводимости сердца», а раздвоение R зубца обосновывает с других теоретических позиций.

## 3.4 Аэробные и анаэробные процессы в мышцах сердца и их связь с ЭКГ

В сердечном цикле фаза систолы делится на две группы: первая, в которой сокращения мышц сердца происходят в аэробном процессе, вторая – в анаэробном. Аэробные процессы на ЭКГ отражаются в фазах Q–R и R–S. Анаэробные в фазах S–L и L–j.

Энергетически наиболее мощный аэробный процесс. Он обеспечивается окислением жирных кислот. Именно с его помощью происходит сокращение мышц сердца до уровня постоянного напряжения. При этом обеспечивается движение крови в желудочках при закрытых клапанах. Потенциал действия инициирует вход Na<sup>+</sup> в клетку. Это аэробный процесс, несмотря на затраты энергии, хорошо обеспеченный всеми компонентами метаболизма.

За ним следует анаэробный процесс в фазе напряжения S–L. Энергетически его обеспечение основывается на расщеплении углеводов. Он энергетически затратен и не может долго обеспечиваться. Заходя в клетку, Са<sup>++</sup> производит еще одно сокращение мышц, но на фоне постоянного остаточного напряжения. Оно аналогично Q–R–S комплексу. Здесь за счет анаэ-

робного процесса будет выделяться молочная кислота (лактат).

Попавшие в клетку Na<sup>+</sup> и Ca<sup>++</sup> создают условия выхода из клетки K<sup>+</sup> в фазе быстрого изгнания крови L-j. Это анаэробный процесс, как и в предыдущей фазе, но форма ЭКГ аналогичная QRS комплексу с отличием в том, что амплитуда этих колебаний очень мала. Этот процесс энергетически еще слабее предыдущего. Для его обеспечения в следующем сердечном цикле требуется восстановление креатинфосфата, которое произойдет в диастоле этого же сердечного цикла, поэтому он характеризует остаточный уровень креатинфосфата.

Форма ЭКГ отражает косвенным образом качественные и количественные метаболические процессы. Амплитуда фаз линейно зависит от степени сокращения мышц. Это оценивается с помощью математической графической производной от ЭКГ. В математическом определении оценивается скорость сокращения (рис. 10).

Амплитуда первой производной R1 от фронта нарастания Q-R фазы косвенно будет указывать на состояние аэробных процессов в мыш-

цах межжелудочковой перегородки. Чем больше амплитуда производной, тем эффективней работает мышца. Амплитуда первой производной К1 от R-S фазы косвенно будет указывать на состояние аэробных процессов в мышцах миокарда.

Амплитуды производных ЭКГ этих фаз, несмотря на идентичность аэробного процесса у межжелудочковой перегородки и миокарда, будут информативно различаться. Межжелудочковая перегородка сокращается первой и как бы «тянет» на себя расслабленный миокард, но это не создает для нее сопротивления. А миокард сокращается при «сдерживании» оставшейся в напряжении межжелудочковой перегородки. Таким образом, разницу энергетических затрат у обеих мышц можно оценить отношением друг к другу:

W1(аэробная, кислород) = R1 / K1

Исследования показали, что относительный диапазон нормы этого отношения от 0,5 до 0,85 условных единиц.

Для анаэробного процесса с образованием лактата:

W2(анаэробная, лактат) = R2 / K2

Здесь процессы происходят на фоне постоянного напряжения мышц сердца и давления на них со стороны крови, находящейся внутри желудочков.

Диапазон нормы этого отношения от 3 до 7 условных единиц.

Для анаэробного процесса, после снятия давления на мышцы со стороны крови внутри сердца, но при сохранении постоянного напряжения мышц, фаза L-j отражает остаточное состояние мышц, соответствующее остаточному уровню креатинфосфата:

W3(анаэробная, креатинфосфат) = R3 / K3. Диапазон нормы этого отношения от 2 до 4 условных единиц.

Исследования подтвердили, что кислород влияет на амплитуду QRS комплекса. Как верхняя, так и нижняя его части очень сильно реагируют на дыхание (рис. 11), но при этом амплитуды SL и Lj фаз не изменяются.

Метод оценки энергетических характеристик обладает очень высокой чувствительностью. С его помощью можно оценивать энергетику

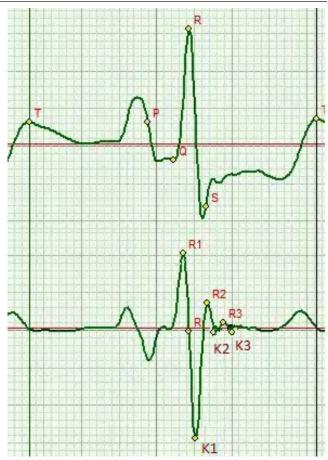


Рис. 10. Реальные записи ЭКГ и первой производной. На производной амплитуды R1 и K1, R2 и K2, R3 и K3 соответствуют скорости сокращения мышц межжелудочковой перегородки и миокарда в разных фазах, соответственно последовательно зависящие от аэробных, анаэробных, и креатинфосфатных реакций

сердца в каждом сердечном цикле. С практической точки зрения график каждого из процессов является наиболее информативен и удобен для анализа. На рисунке 12 представлены формы графиков.

Выше отмечалось, что условная косвенная величина энергии сокращения мышц сердца для аэробного процесса W1 находится в диапазоне 0,5...0,85.

Для удобства он разделен на три части:

- 1. (0,7...0,85) диапазон аэробных процессов для людей, регулярно занимающихся физическими нагрузками;
- 2. (0,6...0,65) диапазон среднестатистического состояния;
- 3. (0,5...0,55) диапазон нижней границы нормы. Промежуточные значения между диапазонами оцениваются как граничные переходные.

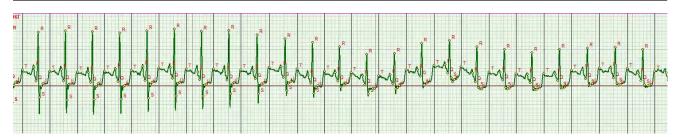
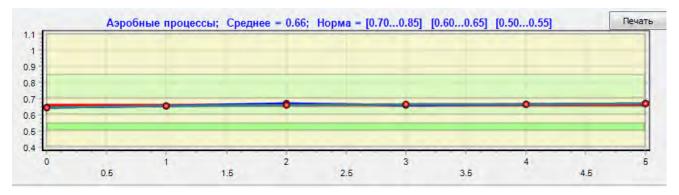


Рис. 11. Изменения амплитуд QRS при дыхании. При этом амплитуды SL и Lj фаз не изменяются. Изменение расхода кислорода влияет на амплитуду только QRS комплекса



a)



б)



в) Рис. 12. Графики для оценки кислорода а) лактата б) креатинфосфата в) пяти сердечных циклов. Выделены зоны условной нормы. Для удобства оценки кислорода выделено три зоны нормы: для спортсменов, среднестатистическая и нижняя граница

## 3.5 Элементы Fe и Mg, непосредственно участвующие в биохимических процессах функционирования сердечно-сосудистой системы

Вся гемодинамика направлена на обеспечение кислородом клеток организма. Транспортную функцию выполняют эритроциты. В них входит гемоглобин – железосодержащий белок. Он обеспечивает обратимую связь с кислородом. Кислород, проходя легкие, «упаковывается» в эритроциты. Этому способствует анатомия легких и гемоглобин. Запакованный таким образом кислород необходимо удержать в эритроцитах при их движении по сосудам. Эту функцию выполняет структура «третьего» режима течения по вышенной текучести. При движении параллельно стенкам сосудов инерционные силы не вытесняют из эритроцитов кислород. Его связь с гемоглобином достаточна, чтобы кислород удержался и транспортировался до пункта назначения.

В гемоглобине один гем содержит один атом Fe<sup>++</sup>, который присоединяет одну молекулу кислорода. А одна молекула гемоглобина присоединяет четыре молекулы кислорода.

Поэтому железо Fe также является важным элементом в цепи биохимических процессов, обеспечивающих гемодинамику.

Другим важным элементом является Mg. Его функция – превращение креатинфосфата в АТФ. Он важен на всех этапах синтеза белка. При повышении адреналина в крови, Mg выступает в роли его регулятора, снижая отрицательное действие на организм.

Оба элемента поступают в организм из пищи, поэтому важно их сбалансированное содержание.

## 4. Фазовая структура сердечного цикла

## 4.1 Фазовая структура ЭКГ

## 4.1.1 Что такое электрокардиограмма?

Электрокардиограмма отражает энергетические процессы в мышцах сердца, которые определяют их сокращение.

ЭКГ содержит информацию о:

- 1. Биохимических процессах, определяющих качество сокращения мышц сердца.
- 2. Временных моментах начала генерации импульсов действия СА и АВ узлов.
- 3. Длительности во времени фаз сердечного цикла.
- 4. Амплитуде сокращения мышц сердца.
- 5. Анатомических изменениях в мышечно-клапанном комплексе.
- 6. Системных процессах, регулирующих ритм сердечных сокращений.

Энергия сокращения мышц сердца соответствует синусоидальному колебательному изменению во времени. В каждом сердечном цикле количество таких изменений равно 10. Эти изменения называются фазами сердечного цикла. В каждой фазе полное колебание энергии имеет свой максимум и минимум, а также переход

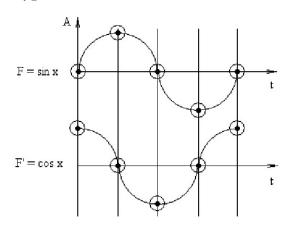


Рис. 13. График синусоидального колебания и его производная

изменения энергии от нарастания к затуханию. Эти точки называются «особыми точками». Они определяются с помощью математических правил, основанных на анализе изменения во времени графика колебательного процесса. Особые точки определяются с помощью первой производной (рис. 13):

Переходу от нарастания к затуханию энергии соответствует максимум производной, от затухания к нарастанию – минимум производной.



Рис. 14. ЭКГ и ее первая производная. Экстремумы производной соответствуют энергетическим изменениям при сокращении мышц, что соответствует границам фаз на ЭКГ

Максимум и минимум энергии соответствуют моментам перехода графика через «0» графика колебательного процесса.

Границы изменения энергии сокращения соответствуют максимумам или минимумам первой производной. Эти критерии одинаковы для всех десяти фаз сердечного цикла.

# 4.1.2 Производная функции. Геометрический смысл производной Определение:

Производная – это скорость изменения функции. На рисунке 15 показаны графики трех функций. Как вы думаете, какая из них быстрее растет? Ответ очевиден – третья. У нее самая большая

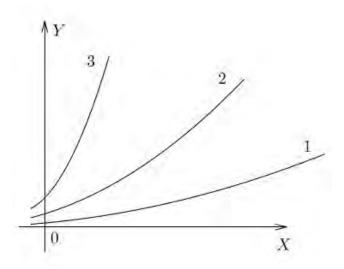


Рис. 15. Графики трех функций 1,2 и 3

скорость изменения, то есть самая большая производная.

На самом деле мы смотрим, насколько круто идет вверх (или вниз) график функции. Другими словами – насколько быстро меняется у с изменением х. Очевидно, что одна и та же функция в разных точках может иметь разное значение производной – то есть может меняться быстрее или медленнее. Это видно на рисунке 14, где скорость изменения графика ЭКГ тем больше, чем больше соответствующий экстремум ее производной. Самая большая скорость изменения в точке S. Амплитуда производной в этой точке максимальная. На ЭКГ это будет соответствовать точке перегиба. Определить «на глазок», без производной, точки перегиба не возможно.

## 4.1.3 Графическое дифференцирование.

Точки перегиба ЭКГ – критерий нахождения энергетического изменения сокращения мышц.

Математическое дифференцирование используют для анализа любых процессов. Можно получать последовательно несколько производных. В случае анализа ЭКГ достаточно только первой производной, так как именно ее максимумы и минимумы точно соответствуют изменениям энергии сокращения мышц.



Рис. 16. ЭКГ как последовательность простых гармонических колебаний

## 4.1.4 ЭКГ как последовательность простых гармонических колебаний.

ЭКГ также можно представить в виде последовательно соединенных простых гармонических колебаний (рис. 16), каждое из которых соответствует одной фазе. Границы соединений этих колебаний на ЭКГ соответствуют границам фаз. Именно их определяют с помощью производной.

## 4.1.5 Расположение фаз сердечного цикла на ЭКГ. Структура сердечного цикла.

Каждый сердечный цикл содержит 10 фаз (рис. 17), в каждой фазе происходит сокращение строго определенных мышц сердца.

Максимальная или минимальная энергия соответствует переходу через «0» производной. Изменение внутри фазы нарастания или убывания будет в точке перегиба функции, что на производной соответствует точке максимума или минимума (рис. 18).

Работой сердца управляют два барорецептора – СА и АВ-узлы. «Включение» обоих барорецепторов производится плавным повышением давления на них со стороны камер сердца. На рис. 19 показана условная форма ЭКГ и соответствующие фазам управляющие давления, в том числе и в аорте.

Отмеченное позволяет установить функциональную связь фаз сердечного цикла ЭКГ с сегментами сердечно-сосудистой системы (рис. 20).

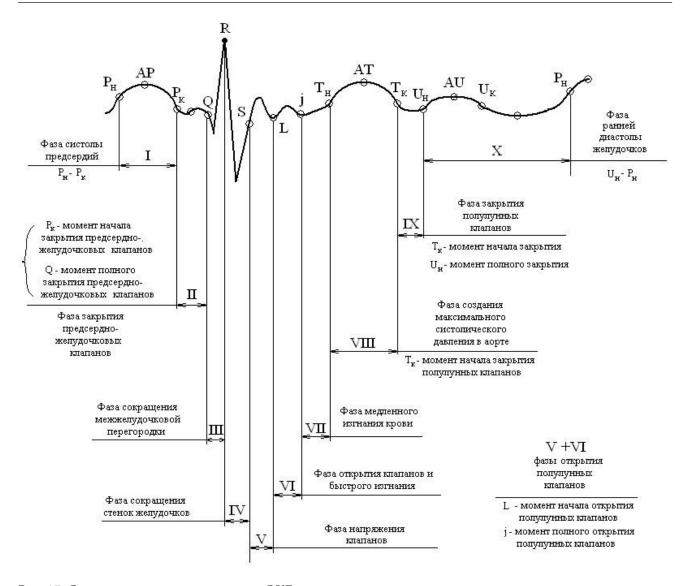


Рис. 17. Структура сердечного цикла на ЭКГ



Рис. 18. ЭКГ и ее первая производная. Экстремумы производной соответствуют границам фаз сердечного цикла (кроме точки R). Точка Z1 соответствует точке изолинии ЭКГ

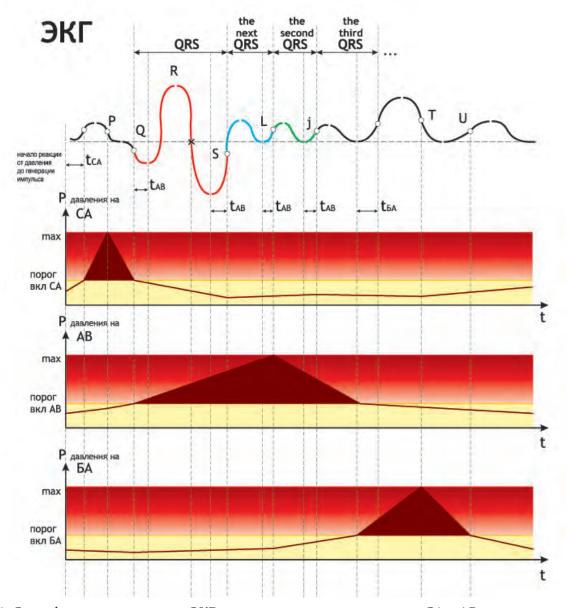


Рис. 19. Связь фаз сердечного цикла ЭКГ с управляющими давлениями на СА и AB узлы

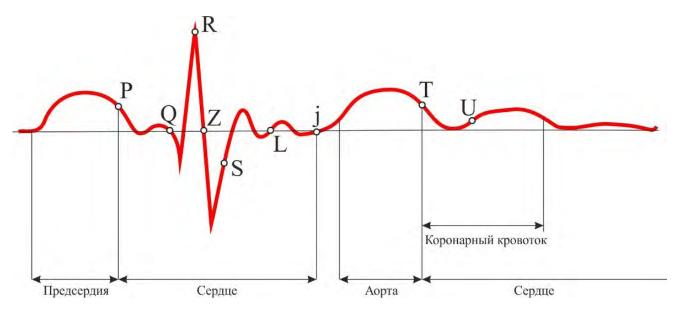


Рис. 20. Связь фаз сердечного цикла ЭКГ с компонентами сердечно-сосудистой системы

## 4.2 Критерии оценки границ фаз сердечного цикла

## 4.2.1 Определение точки Р



Рис. 21. Точка Р соответствует точке перегиба заднего фронта волны Р на графике ЭКГ, что соответствует локальному минимуму на графике первой производной от ЭКГ. На производной показаны точка R1 – соответствует точке перегиба на ЭКГ фазы Q–R, и точка Z1 – соответствует точке на ЭКГ, через которую проходит изолиния ЭКГ

Точка Р на графике ЭКГ соответствует локальному минимуму производной или, как его еще называют математики, экстремуму производной. На рис. 21 это отчетливо показано. Если это экстремум производной, то на ЭКГ это будет соответствовать точке перегиба.

Точно установить точку перегиба на ЭКГ без графика производной невозможно. Это относится к любым частям ЭКГ. В момент точки Р начинают свое закрытие предсердножелудочковые клапаны. Количество крови, поступаемое в желудочки, снижается. И в момент, соответствующий точке Q, клапаны полностью закрыты. Желудочки наполнены необходимым объемом крови и только теперь давление достаточно, чтобы от него возбудился барорецептор – узел АВ, который сгенерирует импульс действия.

Предсердие – это крупный сосуд. Его расширение выполняет функцию насоса, который эффективно создает разность давлений между периферией и сердцем. Эффективность его работы настолько велика, что при любых положениях тела и утере эластичности сосудов, насосная функция гарантировано обеспечивает циркуляцию крови во всем организме.

Необходимо отметить, что точка Р достаточно легко определяется как в норме, так и в патологии.

### 4.2.2 Определение точки Q



Рис. 22. Точка Q определяет начало сокращения межжелудочковой перегородки. На графике первой производной от ЭКГ это соответствует локальному минимуму

Точно также, как и точка P, точка Q соответствует другому локальному минимуму производной. На рисунке 22 видно, что точка Q располагается перед комплексом QRS.

В отличие от точки Р, точка Q не всегда четко проявляется на графике производной. Если на производной экстремум в точке Q не явно проявляется, то его фиксируют по моменту резкого нарастания графика производной в данной фазе.

В точке Q давление на AB-узел становится достаточным и он начинает генерировать потенциал действия и натрий начинает поступать в клетку. Этот процесс является аэробным и длится до точки S.

### 4.2.3 Определение точки R



Рис. 23. Точка R определяется по ЭКГ как вершина комплекса QRS, аналогично описанным ранее в различной литературе. Это единственная точка не соответствует критериям фиксации фаз по экстремумам производной

Точка R определяется без производной, как максимум сердечного цикла ЭКГ в норме (рис. 23). Это соответствует классическим понятиям кардиологии и не требует каких-либо уточнений. Здесь лишь отметим, что в точке R заканчивается процесс сокращения межжелудочковой перегородки и начинается сокращение мышц миокарда.

Зубец R при патологиях может иметь не очень большую амплитуду, близкую к амплитуде волны Т. Может показаться, что увеличена амплитуда Т и Р волн.

В ряде случаев зубец R вообще может отсутствовать. В этом случае необходимо точку R установить на точке перегиба ЭКГ, на спадающей ее части.

На производной точка R будет соответствовать точке перегиба (рис. 23). Это соответствует правилам графического дифференцирования.

При раздвоении R зубца правильным будет считаться второй зубец, поскольку в этом случае выполняются правила нормальной гемодинамики.

В точке R заканчивается сокращение МЖП, которое остается до конца систолы до точки  $T_{\nu}$ .

## 4.2.4 Определение точки S



Рис. 24. Точка S определяется по первому максимуму производной, после минимума Z 1

Точное определение точки S очень важно при расчетах гемодинамики. Нужно заметить, что она точно определяется в 99 % из числа зарегистрированных графиков. Это обстоятельство обеспечивает высокую достоверность и надежность метода. Точка S соответствует максимуму производной, как показано на рисунке 24. В этот момент заканчивается сокращение мышц миокарда. Этот процесс соответствует окончанию вхождения Na<sup>+</sup> в клетку. Также отметим, что сокращение в фазах Q-R-S является аэробным процессом.

Точка S очень важна для определения длительности фазы R–S. В математических уравнениях гемодинамики Г. Поединцева – О. Вороновой

она влияет на величину ударного объема крови. И эта зависимость очень существенна.

Иногда зубец S может иметь небольшие амплитудные колебания. Здесь местоположение точки S определяется по первой волне.

Точка S служит важным элементом согласования ЭКГ и РЕОграммы. РЕОграмма должна иметь изолинию. Важно, чтобы она соответствовала точке S на ЭКГ (рис. 26). При этом считается, что ранее точки S на РЕОграмме не должно быть отрицательных значений. Если они есть, то это указывает на пропускание аортальным клапаном крови в аорту. Следствием этого будет повышенное диастолическое давление.

### 4.2.5 Определение точки L



Рис. 25. Точка L определяется по максимуму производной, следующему за максимумом точки S

Точка L соответствует следующему максимуму за точкой S (рис. 25). С этого момента в клетку начинает поступать Са<sup>++</sup>, и начинается вторичное сокращение мышц сердца, аналогичное комплексу Q-R-S. Отличие лишь в том, что с этого момента потенциал действия становится равен 0, и сокращение вызвано действием макроэргических фосфатов (электромеханическое сопряжение). Этот процесс анаэробный. В точке L начинается открытие клапана аорты (рис. 26).



Рис. 26. Точка L соответствует началу открытия клапана аорты. Это фиксируется синхронной записью ЭКГ и РЕОграммы

На практической ЭКГ точку L возможно определить только с помощью производной.

Точка L – начало фазы быстрого изгнания, которая заканчивается в точке j. РЕОграмма в норме начинает свой рост именно в точке L.

В зависимости от разности давлений в аорте и желудочке может наблюдаться более ранний подъем или его задержка. На РЕО в первом случае будет рост до точки L ниже изолинии или будет «ступенька».

Ранее точка L не была введена в рассмотрение. Учитывая важность оценки момента открытия клапана аорты, авторы были вынуждены ввести его обозначение.

Споров в выборе точки не возникло. Было решено назвать точку в честь имени Ларисы Руденко. Она много сделала для практической реализации научных исследований и принимала активное участие во всех этапах развития проекта. На практике рассмотрение каждого конкретного случая начинается с анализа процессов в точке L, до и после нее.

Это указывает на необходимость синхронного рассмотрения ЭКГ и РЕОграммы в точке L.

Расширение аорты и качество сокращения мышц сердца функционально отражается на РЕОграмме. Так, на практике важно анализировать форму S – L волны, т.к. она связана с количеством кальция в сердечных мышцах.

## 4.2.6 Определение точки ј



Рис. 27. Точка ј определяется по максимуму производной, следующему за максимумом точки L

Точка ј соответствует следующему максимуму за точкой L (рис. 27). С этого момента из клетки начинает выходить К+, и начинается третье сокращение мышц сердца, аналогичное комплексу Q-R-S. При этом потенциал действия продолжает оставаться равен 0. Как и в предыдущей фазе, сокращение вызвано действием макроэргических фосфатов (электромеханическое сопряжение). Этот процесс анаэробный.

В период от точки ј до начала волны  $T_{_{\rm H}}$  объем крови распределяется по восходящей аорте.



Рис. 28. Точка ј соответствует точке перегиба переднего фронта РЕОграммы. Производная РЕОграммы в этот момент максимальна

## 4.2.7 Определение точки Т



Рис. 29. Волна Т относится только к оценке работы аорты и никак не связана с работой миокарда

Волна Т относится только к оценке работы аорты и никак не связана с работой миокарда. От точки ј до точки Т располагается фаза медленного изгнания, имеющая свою структуру. Нужно время, чтобы объем распределился по длине аорты. Только после того, как давление на барорецепторы аорты становится достаточным, начинается генерация волны Т. По ее амплитуде на ЭКГ оценивают ее растяжение в ди-



Рис. 30. Инверсия волны T при малых объемах крови в аорте

аметре, которое необходимо для поддержания структуры кровотока и его транспортировки на периферию. Давление на барорецепторы аорты может регулироваться как ее эластичностью, так и объемами крови. Это будет приводить к меньшей амплитуде волны Т, вплоть до ее инверсии и задержке генерации (рис. 30).

### 4.2.8 Волна U и соответствующая ей точка U

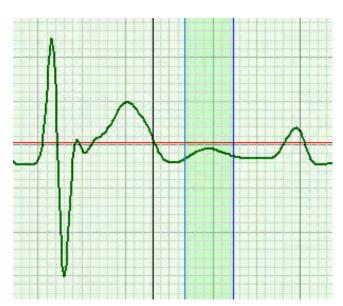


Рис. 31. Волна U

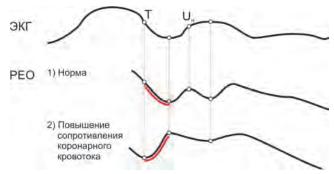


Рис. 32. Различные формы РЕО в периоде наполнения коронарных артерий  $T-U_{_{\rm H}}$ . В зависимости от сопротивления коронарных артерий изменяется угол наклона РЕО в данном периоде

Волна U располагается в фазе ранней диастолы. В кардиометрии ее не принято выделять в отдельную фазу, однако с ней связано наполнение коронарного кровотока. На рисунке 32 участок закрытия клапана аорты подчеркнут.

Волна U входит в фазу T-Р ранней диастолы.

Очень важна форма РЕОграммы в интервале  $T_{\kappa}^{-}U_{H}^{-}$  (рис. 32). Это время закрытия клапана аорты и открытия устья коронарных артерий. Здесь РЕОграмма должна иметь равномерный спад, что будет указывать на нормальное заполнение кровью коронарных артерий. При увеличении частоты сердечных сокращений наблюдается сближение волн T и P. При этом волна U все равно прослеживается на спаде волны T.

#### 4.2.9 Расположение всех точек на ЭКГ

Общее обозначение всех точек ЭКГ в кардиометрии представлено на рисунке 33.



Рис. 33. Все точки ЭКГ, используемые в кардиометрии при расчетах гемодинамических параметров

Данное ЭКГ относится к типовой для нормального состояния сердечно-сосудистой системы. Важно знать критерии нахождения особых точек и практически находить их на любой ЭКГ. Отметим их еще раз: P, Q, R, S, L, j, Т. Точное определение точек возможно только с помощью производной. На ЭКГ они располагаются в точках перегиба, что на производной соответствует ее экстремумам (рис. 33). Это правило не распространяется на точку R.

На практике, пользуясь прибором «Кардиокод», после записи ЭКГ необходимо проверить правильность их автоматического определения.

При выявлении ошибок следует их устранить и сохранить проверенный вариант в базе данных компьютерной программы.

Встречаются ЭКГ с отсутствием Р волны. Здесь необходимо точку Р расположить рядом с точкой Q. Это бывает при экстрасистолии и при перенапряжении предсердий. В последнем случае можно определить точку P, но она будет неявно выражена.

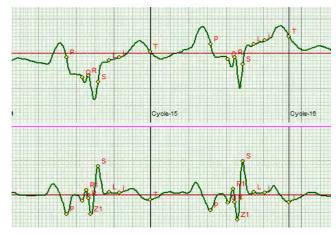
## 4.2.10 Примеры оценки границ фаз на ЭКГ

Разнообразие форм ЭКГ велико. Выделить эталонную не представляется возможным. Далее

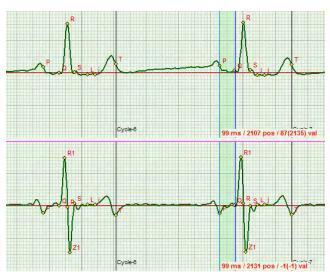


а) Относительно нормальная форма ЭКГ

представлены формы, наиболее часто встречающиеся на практике (рис. 34).



б) Форма ЭКГ при малых амплитудных сокращениях МЖП



в) Форма ЭКГ при малых амплитудных сокращениях миокрада и при М-образной производной фазы P-Q



г) Форма ЭКГ при неявно выраженном зубце Q



д) Форма ЭКГ при наиболее выраженной волне  ${\rm T}$ 



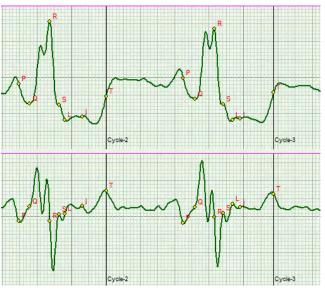
з) Отсутствует R зубец. Выбирают минимум производной



е) отсутствие Р волны при экстрасистолии



и) Модуляция R зубца дыханием



ж) Раздвоение R зубца. В качестве правильного критерия выбирают второй зубец

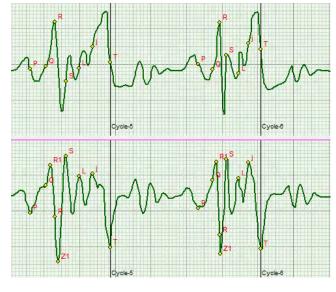


Рис. 34. Примеры практического определения критериев границ фаз сердечного цикла с помощью первой производной от  $ЭК\Gamma$ 

## 4.3 Фазовая структура РЕОграммы

## 4.3.1 Физические основы регистрации РЕОграмм

Если ЭКГ отражает подготовительные процессы формирования гемодинамики, то реография отражает результат работы сердечно – сосудистой системы. В диагностическом плане это очень информативно. Синхронно записанные ЭКГ и РЕО позволяют оценить физиологические процессы всей гемодинамики. Поэтому в кардиометричеком фазовом анализе эти два сигнала рассматриваются всегда вместе.

РЕОграмма такой же кардиосигнал, как и ЭКГ. Отличие в том, что он отражает кровенаполнение зон тела, находящихся между электродами. Кровь, как и любая жидкость, обладает электрическим сопротивлением. Электроды прибора невозможно расположить в непосредственном контакте с кровью. Да и в этом нет смысла. Важно регистрировать ее движение в теле, не влияя на это, поэтому удобно использовать не постоянный измерительный ток, а переменный. Для этого используют генератор частоты на уровне 100 кГц. Электроды располагают на теле таким образом, чтобы исследуемая часть тела располагалась между ними. Сигнал с генератора проникает глубоко в ткани, в том числе и в кровь. Кровь, изменяя свою проводимость от изменения объема пульсирующей части крови, будет влиять на сигнал генератора. Генератор сконструирован по принципу генератора тока. Это значит, что он будет поддерживать в цепи нагрузки постоянный так. Изменение проводимости при постоянном токе будет отражаться в амплитуде сигнала, а она будет соответствовать форме пульсовой волны. В физике это отражает закон Ома:

I=U/R

где: І - ток;

U – напряжение;

R - сопротивление.

Для переменного тока R является комплексным сопротивление  $Z=Re^{-i\delta}$  или электрическим импедансом.

Если между электродами ток постоянный, то для удобства регистрации изменения импеданса располагают еще два электрода, с которых снимают модулированный кровотоком сигнал. Далее его детектируют, выделяя низкочастотную огибающую, соответствующую форме пульсовых колебаний крови.

В кардиометрии, синхронно с РЕОграммой, регистрируют ЭКГ. Такая схема представлена на рис. 35.

Синхронная запись ЭКГ и РЕОграммы несет

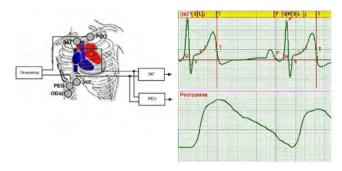


Рис. 35. Синхронная регистрация ЭКГ и РЕОграммы, используемая в кардиометрии

всю необходимую информацию о гемодинамике. Это следует из того, что ЭКГ отражает все подготовительные процессы формирования структуры кровотока и его поддержания в сосудах, а РЕОграмма является результатом подготовительных процессов. Более образно можно сказать: имеем информацию о том, «что и как делали и что получилось».

В фазовом анализе важно синхронизировать ЭКГ и РЕОграмму. Здесь «синхронизация» понимается как определение изолинии РЕОграммы. Это связано с тем, что способ регистрации РЕОграммы с использованием переменного тока не фиксирует постоянную составляющую, которая несет информацию об исходном артериальном давлении, поэтому есть смысл более подробно рассмотреть принцип синхронизации.

## 4.3.2 Синхронизация изолинии РЕОграммы в точке S ЭКГ.

Работа сердечно-сосудистой системы делится на две части: систолу и диастолу. Систола делится также на две части: до открытия клапана аорты и после него. Важно фиксировать начало открытия клапана. Учитывая, что РЕОграмма является результатом работы сердца, важно

точно знать, в какой момент кровь начинает поступать в аорту.

В классической кардиологии этому моменту уделяется особое внимание. Используют аускультативный метод определения. Достаточно отметить, что символом врача является фонендоскоп, прибор для выслушивания тонов сердца, возникающих при движении крови. Однако для фазового анализа такой метод обладает большой погрешностью.

В кардиометрии точно определен момент открытия клапана аорты, который соответствует точке L на ЭКГ. Точку L авторам кардиометрии пришлось вводить самим, так как ее нет на классической ЭКГ. В этот момент РЕОграмма должна начать свой подъем, что говорит о начале выхода крови в аорту. Это начало фазы быстрого изгнания. На данный процесс могут повлиять много факторов, которые позволят ранее попасть крови в аорту, или, наоборот, позже открыть клапан. Поэтому целесообразно иметь изолинию РЕОграммы в точке S ЭКГ, так как в идеале в фазе S-L кровь вообще не должна двигаться. Любые ее изменения, как естественного, так и патологического характера, будут отмечены до и после открытия клапана аорты.

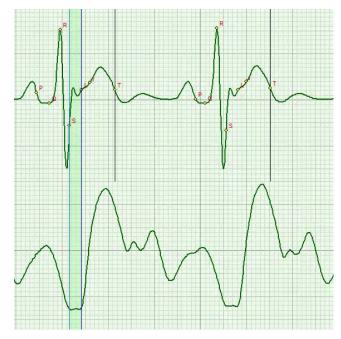


Рис. 36. Синхронная запись ЭКГ и РЕОграммы. Изолиния РЕО соответствует точке S ЭКГ

На рис. 36 показана синхронная запись ЭКГ и РЕОграммы. Такой способ выбора изолинии РЕОграммы не позволяет измерять абсолютное значение артериального давления, но он очень информативен для оценки его динамического изменения. С его помощью фиксируется диапазон нормального изменения давления в аорте и выход за его пределы.

## 4.3.3 Фазовые характеристики РЕОграммы

Таблица 4.1. Фазовые изменения РЕОграммы аорты

No	Фаза РЕО	Предназначение	Возможные изменения формы РЕО	Причина изменений	Последствия изменений
1.	Фаза L–ј	Формирование	1.Задержка	1. Слабость сокраще-	Уменьшение числа колец
	быстрого	структуры кро-	роста АД.	ния мышц сердца.	из элементов крови в
	изгнания	вотока в виде	2.Малая	2. Нарушение	кольцеобразной струк-
		концентриче-	амплитуда	целостности МЖП.	туре кровотока, вслед-
		ских колец из	АД в конце	3. Увеличенное	ствие чего не попавшие
		элементов крови	фазы	расширение аорты	элементы оказываются
		в скоростных	(рис. 37)		в слоях плазмы, имею-
		слоях			щих меньшую скорость
					смещения вдоль сосудов,
					и в результате оседают
					на их стенках (причина
					тромбообразования)

Nº	Фаза РЕО	Предназначение	Возможные изменения формы РЕО	Причина изменений	Последствия изменений
2.	Фаза ј-Т <sub>к</sub> медленного изгнания. SV, мл., Ps	1. Создание величины систолического давления. 2. Обеспечение объемов крови в аорте для нормального заполнения коронарных артерий	Снижение угла на- клона гра- фика РЕО (рис. 38)	1. Снижение объемов углекислого газа в крови. 2. Расширение аорты и, как следствие, ранний рост диастолического давления, приводящий к его значительному повышению. 3. Малая разность давления между желудочком и аортой	1. Снижение систолического давления 2. Снижение объемов крови в начальной стадии заполнения коронарного кровотока
3.	Наполнение коронарного кровотока в период $T_{_{\rm K}}$ – $U_{_{\rm H}}$ в фазе ранней диастолы	Заполнение кровыю коронарных артерий	Изменение угла наклона графика РЕО в диапазоне от отрицательного до положительного (рис. 39)	Сужение коронарных артерий на различ- ных уровнях	1. Причина инфаркта миокарда. 2. Снижение сократительной функции МЖП и миокарда
4.	Фаза $T_{_{\rm K}}$ – $P_{_{\rm H}}$ ран- ней диасто- лы. PV1, мл.	Наполнение кровью желудочков. Обеспечение гемодинамики венозного кровотока	Изменение угла наклона графика РЕО в диапазоне от отрицательного до положительного (рис. 40)	1. Слабое расслабление мышц сердца. 2. Высокое сопротивление течению венозного кровотока.	Дополнительная нагрузка на предсердия, необходимая для закрытия предсердно-желудочкового клапана
5.	$\Phi$ аза $P_{_{\rm H}} - P_{_{\rm K}} - Q$ систолы предсердия PV2, мл.	Закрытие предсердно-желудоч-ковых клапанов	Существенных изменений формы РЕО не наблюдается (рис. 41)		
6.	Период регулиров- ки диасто- лического АД R-S-L	Нормализация минимального АД в каждом сердечном цикле	Начало подъема графика ра- нее точки L (рис. 42)	1. Расширение аорты и, как следствие, ранний рост диастолического давления, приводящий к его значительному повышению	Повышение минимального АД

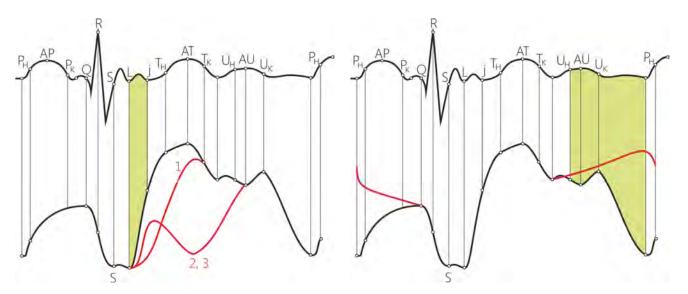


Рис. 37. Фаза быстрого изгнания L-j

Рис. 40. Фаза ранней диастолы  $T_{_{\rm K}}\text{--}P_{_{\rm H}}$ 

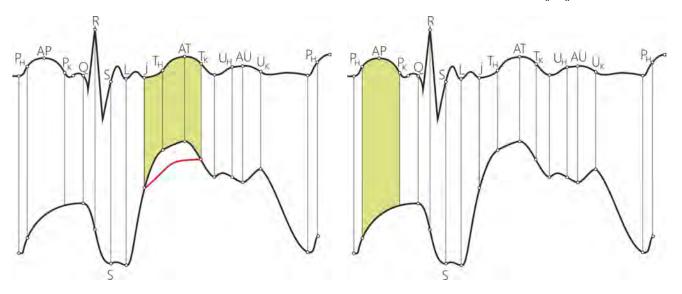


Рис. 38. Фаза медленного изгнания  $j-T_{_{\rm K}}$ 

Рис. 41. Фаза систолы предсердия  $P_{_{\rm H}} - P_{_{\rm K}}$ 

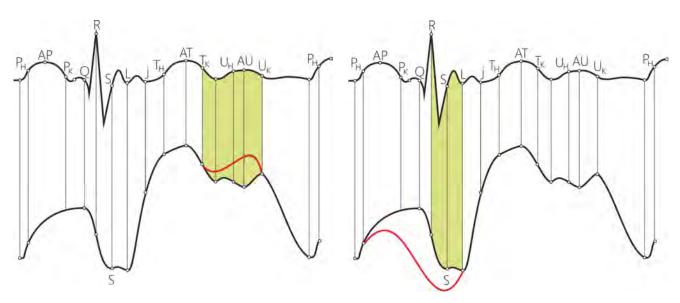


Рис. 39. Наполнение коронарного кровотока в период  $T_{_{\rm K}}\!\!-\!U_{_{\rm K}}$  в фазе ранней диастолы

Рис.42. Период регулировки диастолического АД, R-S-L

## 5. Функции сердечно-сосудистой системы и их взаимосвязь с формой ЭКГ и РЕОграммы

## 5.1 Функции фаз сердечного цикла

## 

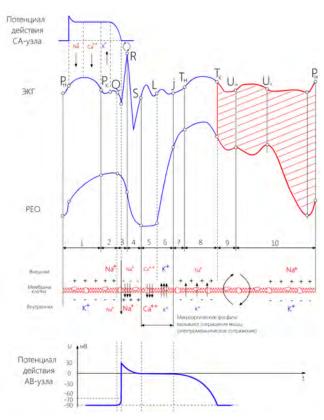


Рис. 43. Фаза Т - Р

Фаза ранней диастолы  $T-P_{_{\rm H}}$  относится к диастолической части сердечного цикла (рис. 43, 44).

#### Функции фазы

- 1. Наполнение кровью желудочков за счет их расслабления и расширения.
- 2. Наполнение кровью коронарного кровотока.
- 3. Закрытие аортального клапана (пульмонального клапана).

#### Гемодинамические показатели

PV1 (мл) – объем крови, поступающий в левый желудочек в фазу ранней диастолы.

Заполнение желудочков осуществляется за счет насосной функции желудочков при расслаблении мышц сердца. В момент точки Т потенциал действия имеет исходный уровень, который не действует на мышцы. В начале расслабления,



Рис. 44. Фаза ранней диастолы  $T-P_{_{\rm H}}$  относится к диастолической части сердечного цикла

от точки Т до начала волны U, клапан аорты, закрываясь, открывает устье коронарных артерий и начинается заполнение кровью коронарных артерий. Их заполнение заканчивается в конце волны U. Качество коронарного кровотока отражается в количестве кислорода (в условных единицах) на графиках.

Одновременно начинают открываться предсердно-желудочковые клапаны и кровь через предсердия поступает в желудочки. Увеличиваясь в объеме, желудочки всасывают кровь. Этот процесс происходит до начала волны Рн. Генерацией волны Р управляет СА-узел, расположенный в правом предсердии. СА-узел является барорецептором. Его срабатывание и генерация волны Р зависит от уровня давления крови в

Таблица 5.1. Биофизические и физиологические проявления	на ЭКГ в фазе Т–Р $_{_{\rm H}}$
---	---------------------------------

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	В интервале T–U важно изменение РЕОграммы и показателей биохимии	Закрытие аортального клапана (легочного клапана)	Открываются устья коронарных артерий и начинается их заполнение кровью за счет расширения сердца при расслаблении его мышц
2.	Увеличение длительности фазы	Брадикардия. Снижение магния в крови	<ol> <li>Зависит от состояния ЦНС;</li> <li>Зависит от биохимии мышц сердца;</li> <li>Зависит от атеросклероза</li> </ol>
3.	Уменьшение длительности фазы	Тахикардия. Нехватка кис- лорода в мышцах организма	Зависит от увеличения потребности кислорода организмом
4.	Внеочередное проявление QRS комплекса	Экстрасистолия	<ol> <li>Сокращение от влияния фибробластов;</li> <li>Сокращение от срабатывания анастомозов и смешивания венозной и артериальной крови.</li> </ol>



Рис. 45. Наполнение коронарных артерий. От точки T до начала волны U РЕОграмма должна иметь равномерный спад. В данном случае заполнение коронарных артерий затруднено

предсердиях. Когда оно достаточно, то с его помощью начинается процесс расширения предсердий. С физической точки зрения, волна Р нужна для закрытия предсердно-желудочковых клапанов и других функций она не несет. Никакой анатомической связи СА-узел не имеет с АВ-узлом. Оба узла являются барорецепторами и срабатывают от давления крови. СА-узел срабатывает при меньшем давлении, чем АВ-узел.

В фазе ранней диастолы может возникать экстрасистолия. Это явление возможно только при расслаблении мышц сердца и в систолу

она не возникает. Экстрасистолы бывают двух типов: от срабатывания периферических артериовенозных анастомозов и от увеличения плотности фибробластов, контактирующих с кардиомиоцитами.

В кардиометрии волну U не выделяют отдельной фазой из фазы ранней диастолы, но при диагностике заполнения коронарного кровотока учитывают в диагностике. Для этого синхронно рассматривают в этой фазе РЕОграмму, точнее говоря, скорость и длительность притока крови от Т до U (рис. 45).

## 5.1.2 Фаза Р -Р. Систола предсердия

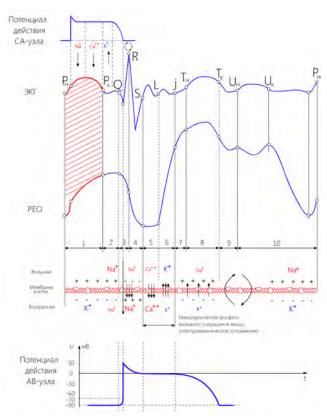


Рис. 46. Фаза Р<sub>н</sub> - Р<sub>к</sub>

Фаза относится к диастолической части сердечного цикла.

#### Функция фазы

Фаза систолы предсердия  $P_{_{\rm H}}$ – $P_{_{\rm K}}$  выполняет функцию закрытия предсердно-желудочковых клапанов (рис. 46, 47).

#### Гемодинамические показатели

Критерием оценки работы предсердий является величина PV2 – объем крови, поступающий в левый желудочек в фазу систолы предсердия, измеряемый в мл.

Если в фазе ранней диастолы мышцы сердца не имеют должного расслабления, то показатель PV2 увеличивается. Это происходит из-за увеличения сопротивления нагрузки на предсердия при расширении «жестких» мышц желудочков при заполнении их кровью. Отклонение выше 30% от нормы требует принятия неотложных мер.

Когда в конце ранней диастолы давление крови на СА-узел достигает достаточного уровня,



Рис. 47. Фаза систолы предсердия  $P_{_{\rm H}}$ – $P_{_{\rm K}}$  выполняет функцию закрытия предсердно-желудочковых клапанов

то СА-узел начинает генерировать потенциал действия и за счет расширения предсердий кровь всасывается более интенсивно в предсердия, создавая увеличенный объем крови. Далее, сокращаясь, предсердия вкачивают эту кровь в желудочки.

Систола предсердия заканчивается началом закрытия предсердно-желудочковых клапанов.



Рис. 48. Раздвоение волны Р

Таблица 5.2. Биофизические и	физиологические проявления на ЭКГ	в фазе	P -	P
1 T	T	T	H	K

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Раздвоение вершины волны Р	Разбаланс синхронизации работы большого и малого круга кровообращения	Различное сопротивление течению крови в большом и малом кругах кровообращения
2.	Несколько волн Р	Отсутствие функции релаксации мышц сердца. Контрактура мышц	Значительное снижение эластичности мышц сердца. Сразу после U волны давление крови на СА-узел остается и происходит генерация P-волны. Необходимо несколько раз накачивать кровь в желудочки, чтобы их расширить. Иначе клапан не закроется и не будет генерации импульса из АВ-узла
3.	Сглаживание волны Р	Повышение тонуса стенок предсердия	Психофизиологическое перенапряжение
4.	Отсутствие волны Р. Вместо нее проявляется QRS комплекс	Экстрасистолия	Объем крови в желудочках достаточен, чтобы сработал АВ-узел ранее, чем СА-узел
5.	Миграция волны Р	Анатомические изменения формы трехстворчатого клапана	Пропускание крови клапаном

СА-узел располагается в правом предсердии. Через нервные окончания он управляет работой правого и левого предсердий. На ЭКГ волна Р может раздваиваться (рис. 48). При этом могут появляться две вершины. Первая вершина отражает работу правого предсердия, вторая – левого. Если малый и большой круги кровообращения обеспечивают нормальную гемодинами-

ку, то волна Р будет иметь одну вершину. Если среди них будет разбаланс в работе, то будет проявляться вторая вершина. Форма волны Р связана с гемодинамикой легких.

Волна Р не всегда проявляется. Иногда бывает достаточно малых объемов крови, чтобы создать давление на АВ-узел, при этом волна Р имеет очень малую амплитуду (рис. 49).



Рис. 49. Изменение волны Р

## 5.1.3 Фаза P–Q. Закрытие предсердножелудочковых клапанов

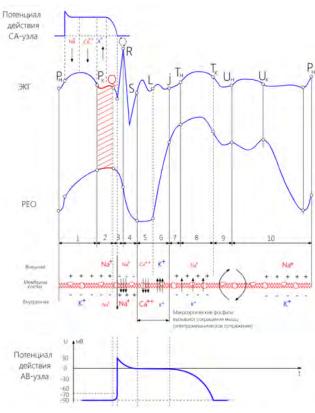


Рис. 50. Фаза P-Q

#### Функция фазы

Фаза закрытия предсердно-желудочковых клапанов P–Q выполняет функцию их закрытия (рис. 50, 51).

Ее границы не всегда четко проявляются. На это влияют несколько факторов. Во первых, эластичность мышц сердца. При ее снижении длительность фазы увеличивается. Необходимо больше времени, чтобы преодолеть увеличенное сопротивление со стороны мышц кровотоку, наполняющему желудочки и закрывающему клапаны. Это происходит в точке Q. В этот момент АВ-узел начинает генерацию потенциала действия. Этим заканчивается диастолическая часть сердечного цикла. Во вторых, волна P не всегда проявляется. Иногда бывает достаточно малых объемов крови, чтобы создать давление на АВ-узел, при этом волна P имеет очень малую амплитуду.

Также волны Р могут повторяться несколько раз (рис. 52), что вызывается снижением эластичности мышц сердца.



Рис. 51. Фаза закрытия предсердно-желудочковых клапанов P–Q выполняет функцию их закрытия



Рис. 52. Две волны Р при низкой эластичности мышц миокарда

Для установления границ фазы используют правило «буквы М» (рис. 53). На рисунках а) б) в) е) ж) видно, что производная в фазе P–Q, имеет вид буквы М. В других случаях а) д) з) и) форма производной имеет вид выпуклой дуги. В большинстве случаев на производной ЭКГ

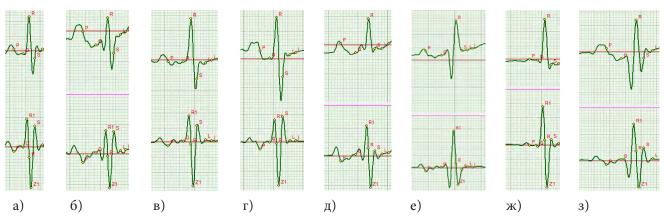


Рис. 53. Правило «буквы М» для определения границ фазы Р–Q. Производная в данной фазе имеет форму похожую на букву М

Таблица 5.3. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе  $P_{\nu}$  – Q

Nº	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Изменение относительно изолинии амплитуды фазы $P_{\kappa}$ — Q при ортопробе	Ранняя стадия эндокардита.  1.Без симптомов;  2. С просачиванием крови через МЖП при сокращении мышц сердца. Смешивание венозной и артериальной крови.	Анатомическое место между МЖП и клапанами, способствующее оседанию бактерий и вирусов при циркуляции крови. Изменение качества мышц МЖП
2.	Увеличение длительно- сти фазы	Снижение эластичности мышц сердца	<ol> <li>Увеличение количества Са<sup>++</sup> в мышцах сердца;</li> <li>Уменьшение объемов желудочков</li> </ol>
3.	Уменьшение длительно- сти фазы	Увеличение эластичности мышц сердца	Увеличение K <sup>+</sup> в мышцах сердца

проявляется буква М, но оба критерия относятся к норме.

Фаза P-Q является индикатором изменения качества крови. Анатомически предсердножелудочковые клапаны образуют с основанием межжелудочковой перегородки «застойную зону». При закрытых клапанах в фазах Q-R-S-L сердце интенсивно приводит в движение кровь, и в этих «застойных зонах», особенно в правом желудочке, скапливается различные виды микробов и бактерий, содержащихся в крови. В результате межжелудочковая перегородка набухает и теряет свою сократительную функцию. Как правило, это приводит к эндокардиту. Качественная оценка степени снижения сократительной функции производится при ортостатической пробе (рис. 54).

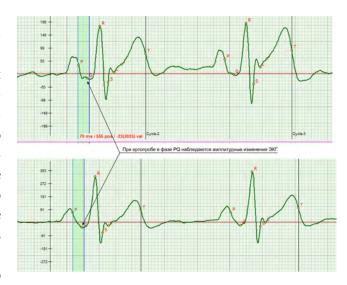


Рис. 54. Изменение амплитуды нижней части фазы P–Q – признак начальной стадии эндокардита

Гемодинамические показатели Не оцениваются.

## 5.1.4 Фаза Q-R. Сокращение межжелудочковой перегородки

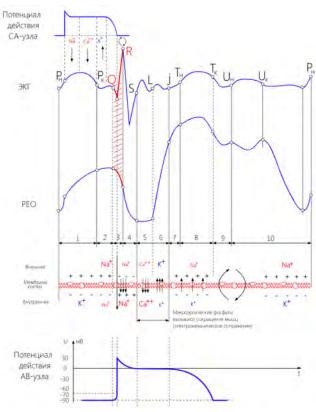


Рис. 55. Фаза Q-R

#### Функция фазы

Фаза сокращения межжелудочковой перегородки Q-R выполняет функцию сокращения (рис. 55, 56).

Это начало систолы миокарда. В норме амплитуда R зубца является самой большой на ЭКГ. Однако при изменении функции сокращения межжелудочковой перегородки амплитуда может значительно уменьшаться или увеличиваться.

Процессы сокращения мышц зависят от достатка кислорода. В первую очередь снижение уровня кислорода в митохондриях вызывает метахондриальную кардиомиопатию. Она выявляется при ортопробе в виде изменения амплитуды R зубца (рис. 57).

Снижение амплитуды может быть постоянное, вне зависимости от ортопробы. На рис. 58 представлены различные особенности регистрации R зубца, амплитуда: а) снижена; б) ниже изолинии; в) отсутствует; г) реверсный ход межжелудочковой перегородки.



Рис. 56. Фаза сокращения межжелудочковой перегородки Q-R выполняет функцию сокращения

В начале фазы АВ-узлом генерируется импульс действия. В результате в клетку мышц миокарда начинает поступать Na<sup>+</sup>. При этом все процессы происходят при значительных затратах кислорода. Этот процесс аэробный.

#### Гемодинамические показатели

Не оцениваются, так как движение крови по сосудам не происходит и процессы происходят при закрытых клапанах сердца.

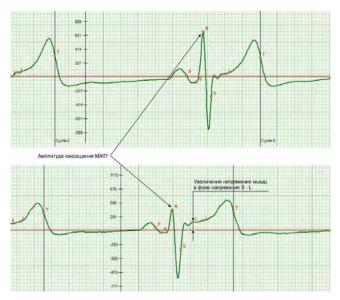


Рис. 57. Выявление метахондриальной кардиомиопатии при ортопробе. Значительно уменьшается амплитуда R зубца

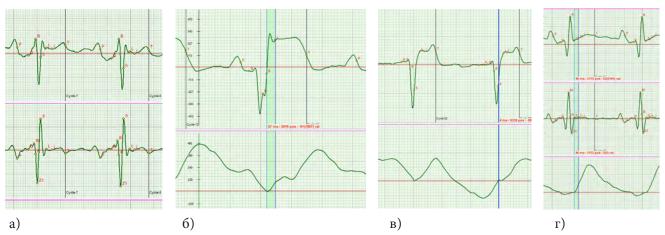


Рис. 58. Различные особенности регистрации R зубца. Амплитуда: а) снижена; б) ниже изолинии; в) отсутствует; г) реверсный ход межжелудочковой перегородки.

Таблица 5.4. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе Q–R

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Уменьшение амплитуды R зубца (при ортопробе)	Митохондриальная кардио- миопатия. Нехватка компо- нентов в цепи доставки кис- лорода в митохондрии	Изменение внутри-внешнего водного обмена клеток мышц, влияющего на амплитуду сигнала при изменении положения тела
2.	Раздвоение R-зубца	Изменения в качестве сокращения мышц МЖП	Явление изменения сокращения мышц МЖП на расслабление и обратное восстановление сокращения (реверсный ход)
3.	В начале подъема R зубца резкое значительное снижение ниже изолинии		Явление изменения сокращения мышц МЖП на расслабление и обратное восстановление сокращения (реверсный ход)
4.	От точки Q снижение ам- плитуды ниже изолинии	Физиологические изменения в МЖП	

## 5.1.5 Фаза R-S. Сокращение миокарда

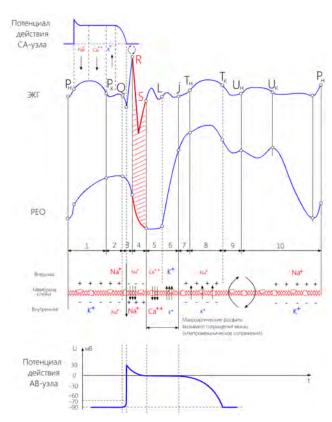


Рис. 59. Фаза R - S

## Функция фазы

Фаза сокращения миокарда R–S выполняет функцию сокращения миокарда (рис. 59, 60). От ее нормального функционирования в значительной степени зависит гемодинамика.

ЭКГ этой фазы имеет особенности. В связи с изменением электрической оси сердца, даже при сокращении миокарда, зубец S может менять свою амплитуду. Это является индивидуальной особенностью, а не патологией. На рис. 61 показан пример: несмотря на малую амплитуду зубца S, РЕОграмма почти идеальна, это указывает на хорошую гемодинамику.

Окислительные процессы, идущие с потреблением кислорода и синтезом макроэргических соединений, осуществляются в митохондриях клеток, где энергия химических связей питательных веществ превращается в энергию макроэргических связей в молекуле АТФ. В фазе R-S процессы идут с кислородом без накопления лактата. И только в двух следующих фазах, за счет постоянного напряжения



Рис. 60. Фаза сокращения миокарда R - S



Рис. 61. Малая амплитуда S зубца. Для правильного определения точки S используют PEOграмму. Открытие клапана происходит в точке L, а значит, точка S располагается ранее на расстоянии длительности фазы

мышц, проявляется эффект электромеханического сопряжения с накоплением лактата.

#### Гемодинамические показатели

Не оцениваются.

Таблица 5.5. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе R–S

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Малая амплитуда S-зубца		Изменение расположения сердца из- за влияния подъема диафрагмы
2.	Изменение амплитуды S-зубца (при ортопробе)	Митохондриальная кардиомиопатия. Нехватка компонентов в цепи доставки кислорода в митохонрии	Изменение внутри-внешнего водного обмена клеток мышц
3.	Раздвоение амплитуды S-зубца		Увеличение скорости движения крови в желудочках при закрытых клапанах, с целью обеспечения энергией потока крови при открытии клапана аорты (легочного клапана)



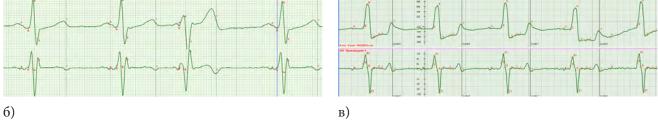


Рис. 62. Различные формы фазы R–S

## 5.1.6 Фаза S-L. Напряжение мышц сердца

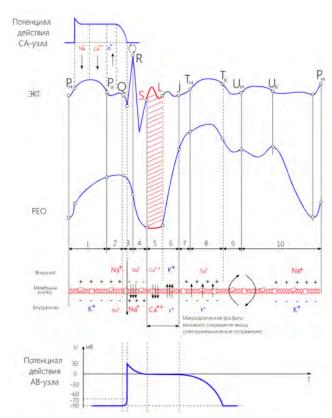


Рис. 63. Фаза S-L

### Функции фазы

- 1. Создание давления в желудочках с целью его превышения давления в аорте (легочной артерии) и дальнейшего выхода крови из желудочков.
- 2. В фазе происходит регулировка диастолического давления в аорте (легочной артерии). Если в желудочках имеются избыточные объемы крови, то они вытесняются через закрытый клапан аорты (легочный клапан) в аорту (легочную артерию).
- 3. Зависит от анаэробных процессов.
- 4. Фаза служит индикатором накопления молочной кислоты в МЖП и миокарде.

Форма фазы S–L является повторением QRS комплекса на фоне постоянного напряжения мышц сердца (рис. 63, 64). Ее амплитуда меньше, а форма более сглажена за счет сохраняющегося постоянного напряжения мышц, созданного после фазы QRS. Фаза S–L генерируется за счет входа Са<sup>++</sup> в клетку. При этом срабатывает эффект электромеханического сопряжения, и сердце сокращается при



Рис. 64. Фаза напряжения мышц миокарда S-L

закрытых клапанах. Ее можно называть также «the next QRS».

Электромеханическое сопряжение является одним из ключевых процессов в сердце. Са<sup>++</sup> регулирует сокращение мышц и в период генерации импульса действия обеспечивает постоянное остаточное напряжение мышц сердца.

Количество кальция характеризует качество сокращения мышц.

Большое значение имеет подъем фазы S–L над изолинией. Этот процесс является компенсационным механизмом и проявляется в случае, когда существует недостаточность кислорода в коронарных артериях. Также при остром коронарном синдроме, после значительного подъема, резкое снижение указывает на невозможность дальнейшего сокращения миокрада.

#### Гемодинамические показатели

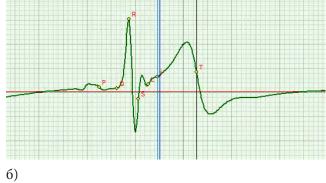
Не оцениваются, так как движение крови по сосудам не происходит и процессы происходят при закрытых клапанах сердца.

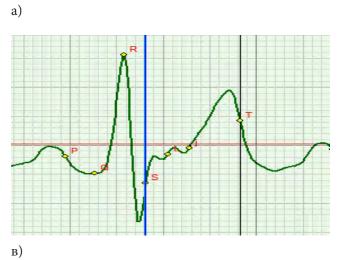
Таблица 5.6. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе S–L

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Подъем постоянной составляющей над изолинией	1. Изменения в коронарном кровотоке; 2. Малая амплитуда сокращения мышц в фазе QRS, возникающая с возрастом	1. Появляется постоянное напряжение мышц сердца, компенсирующее слабость мышц от недостатка кислорода; 2. Компенсационный механизм
2.	Увеличение амплиту- ды волны S–L	Нормальное физиологическое проявление	Компенсационный механизм, направленный на сохранение силы сокращения мышц на фоне их постоянного напряжения
3.	Сглаживание волны S–L	Увеличение количества Ca <sup>++</sup> в мышцах сердца	
4.	Снижение амплитуды волны S – L ниже изолинии	Значительное снижение способности мышц сокращаться и расслабляться из – за перенапряжения МЖП. Такое проявляется:  1. Перед внезапной сердечной смертью, когда МЖП «заклинивает» при большой амплитуде сокращения;  2. При остром коронарном синдроме	1. Перенапряжение мышц МЖП, влияющее на нормальное сокращения миокарда в данной фазе; 2. Невозможность поддерживать компенсационный механизм

г)







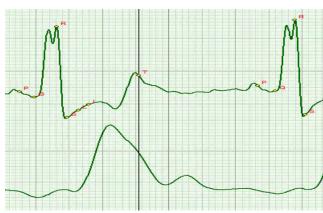


Рис. 65. Различные формы фазы S-L

## 5.1.7 Фаза L-ј. Быстрое изгнание

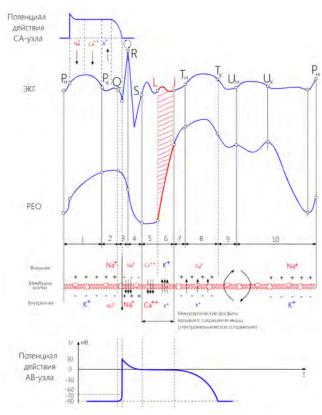


Рис. 66. Фаза L-j

## Функция фазы

Открытие клапана аорты (пульмонального клапана) и выход крови в аорту (легочную артерию). Фаза создания структуры кровотока, соответствующего режиму повышенной текучести крови. Зависит от анаэробных процессов. Фаза служит индикатором наличия креатинфосфата в клетках мышц МЖП и миокарда.

#### Гемодинамические показатели

PV3 (мл) – объем крови, изгоняемый левым желудочком в фазу быстрого изгнания.

Форма фазы L-j является вторым по счету, после фазы S-L, повторением QRS комплекса на фоне постоянного напряжения мышц сердца (рис. 66, 67). Ее амплитуда меньше, а форма



Рис. 67. Фаза быстрого изгнания L-j

более сглажена за счет сохраняющихся постоянного напряжения мышц, созданного после фазы QRS, а также меньшего давления крови, оказываемого на мышцы желудочков, из-за выхода крови в аорту. Фаза L–ј также генерируется эффектом электромеханического сопряжения, аналогично предыдущей фазе, но при выходе K<sup>+</sup> из клетки. Ее можно называть также «the second QRS».

В диагностическом плане в фазе нужно синхронно рассматривать ЭКГ и РЕОграмму. На реограмме важен участок, отражающий подъем давления в аорте. В норме он должен составлять  $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ . от максимальной амплитуды РЕОграммы. Это служит оценкой нормальной энергетики сердца.

Форма реограммы до или после точки L служит индикатором диастолического артериального давления. Рост РЕОграммы до точки L означает повышение диастолического давления. При задержке открытия клапана аорты, подъем РЕОграммы начнется позже точки L, что указывает на повышение систолического давления.

Таблица 5.7. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе L-j

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Увеличение амплитуды волны L–j	Не полный выход объема крови в фазу быстрого из- гнания	Влияние остаточного объема крови в желудочках на мышцы сердца
2.	Увеличение числа волн L–j	При больших физических нагрузках	Использование физиологических ресурсов генерации энергии АТФ за счет креатинфосфата

## 5.1.8 Фаза ј– $T_{_{\rm H}}$ . Медленное изгнание (первая часть)

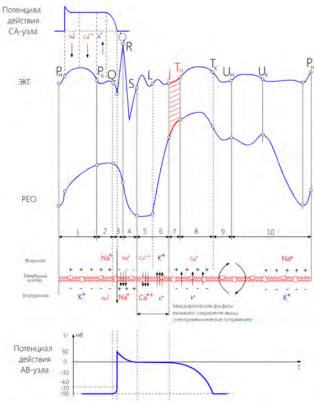


Рис. 68. ј-Т

#### Функции фазы

Распределение ударного объема крови в восходящей аорте (рис. 68, 69). Продолжение выхода крови в аорту (легочную артерию) до момента, когда давление в аорте достаточно для «включения» барорецепторов аорты (легочной артерии) и начала ее расширения, с целью поддержания структуры кровотока и ее транспорта по сосудам.

Данная фаза не относится ни к функционированию сердца, ни к функционированию сосудов. Это физиологическая пауза, во время которой поступивший в аорту систолический объем крови должен распределиться по ее объему. На РЕО наблюдается продолжение роста объема давления. Этот процесс отображен на рисунке 70. В норме рост давления в данной фазе должен составлять 1/3 от общего роста давления и производная должна иметь прямой спадающий участок. После него также должен наблюдаться рост давления. Процесс распределения систолического объема крови в восходящей аорте, в зависимости от ее эластичности, показан на рис. 71.



Рис. 69. Фаза ј $-T_{_{\rm H}}$ . Давление крови растет до уровня срабатывания барорецепторов аорты и генерации волны T

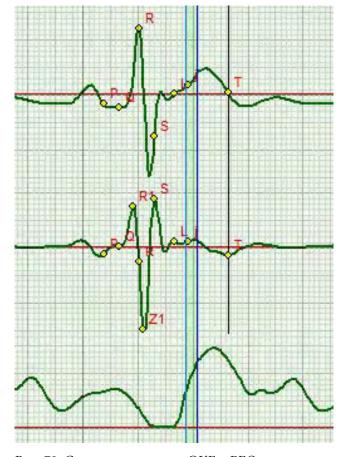


Рис. 70. Синхронная запись ЭКГ и РЕОграммы

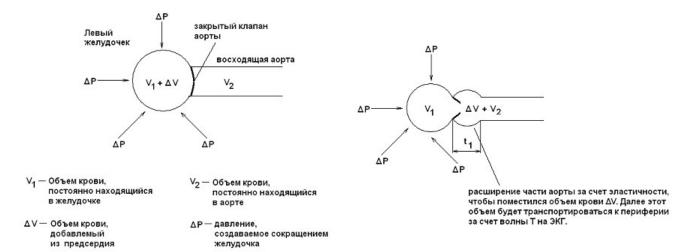
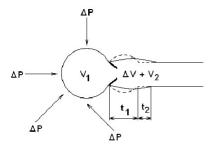


Рис. 71. Распределение систолического объема крови при нормальной эластичности аорты. Под влиянием объема крови аорта должна расшириться. Ее расширение связано с ее же эластичностью. В норме аорта должна расшириться из - за поступившего объема крови из желудочка

При нормальной эластичности аорты поступивший в нее систолический объем крови должен просто ее растянуть. Этот процесс зависит только от эластичности аорты. В случае, если эластичность снижена, что может быть вызвано склерозированием сосудов или другими патологическими факторами, объем крови вынужден найти себе место путем распределения по длине аорты. А это требует большего времени, чем при обычном растяжении аорты (рис.72). На ЭКГ это отобразится в виде удлинения фазы ј-Тн. На РЕО – также в виде увеличения длины этой фазы, но в конце которой рост давления уже достигнет своего максимального (систолического) давления. И уже в следующей фазе он не будет расти, а лишь будет иметь раздвоенную вершину РЕО. В детском возрасте на ЭКГ эта фаза имеет отрицательный уклон. Некоторые врачи говорят о «провале волны Т».



расширение части аорты по амплитуде за счет снижения эластичности будет меньше, но время распределения объема крови  $\Delta \vee$  по длине аорты будет больше на величину t 2

Рис. 72. Распределение систолического объема крови при сниженной эластичности аорты. Аорта из—за снижения своей эластичности не может растянуться и вместить поступивший из желудочков объем крови. Но он должен распределиться по объему аорты. Для этого нужно добавочное время t,

#### Гемодинамические показатели

PV4 (мл) – объем крови, изгоняемый левым желудочком в фазу медленного изгнания.

Таблица 5.8. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе ј-Т.,

N⁰	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Увеличение длительности фазы	Снижение эластичности аорты (легочной артерии)	Увеличение времени на распределение ударного объема крови в восходящей аорте до момента, когда давление крови будет достаточно для воздействия на барорецепторы аорты и генерации ими волны Т для
			поддержания структуры кровотока

# 5.1.9 Фаза Т-Т $_{\kappa}$ . Медленное изгнание (вторая часть). Фаза создания максимального систолического давления

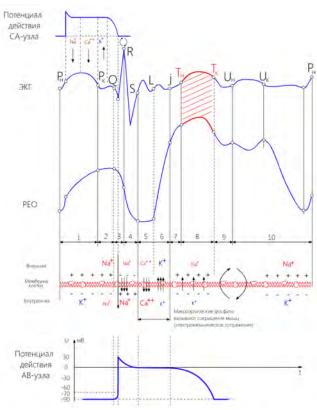


Рис. 73. Фаза T<sub>н</sub>-Т<sub>к</sub>

### Функции фазы

Начало фазы определяется генерацией барорецепторами аорты (легочной артерии) нерв-



Рис. 74. Волна Т характеризует амплитуду расширения аорты

ного импульса для расширения аорты (легочной артерии) с целью удержания структуры кровотока, созданного в восходящей аорте (легочной артерии) в момент открытия аортального клапана (пульмонального клапана). Волна Т транспортирует структуру кровотока по сосудам (рис. 73, 74).

Непосредственно связана с ЦНС. Никакого отношения к работе барорецепторов сердца не имеет.

Таблица 5.9. Биофизические и физиологические проявления на ЭКГ в фазе  $T_{_{\rm H}} - T_{_{\rm K}}$ 

No	Проявление на ЭКГ	Физиология (причина)	Биофизика
1.	Увеличение амплитуды волны Т	Малые амплитуды сокращения МЖП и миокарда	Снижение сопротивления кровотоку
2.	Уменьшение амплитуды волны Т	Повышенный тонус аорты	Растяжимость аорты снижена
3.	Передняя часть волны Т находится ниже изолинии	Повышенный тонус аорты	Растяжимость аорты снижена
4.	Снижение амплитуды зубца R и отсутствие волны T при высокой постоянной составляющей фазы S-L	Изменение функционирования барорецепторов сосудов. Симптом «холодных рук». Снижение функции генерации барорецепторов сосудов под влиянием антиандрогенных препаратов	Не поддерживается транспорт структуры кровотока при отсутствии Т-волны

# 5.1.10 Изменения ЭКГ, проявляемые только при максимальных физических нагрузках

Природа ЭКГ основана на метаболических процессах, отмеченных в главе 3. Напомним, что Q–R–S зависит от Na<sup>+</sup>, S–L от Ca<sup>++</sup>, L–j от K<sup>+</sup>. Последняя фаза является индикатором состояния креатинфосфата, так как он определяет реакции ресинтэза АТФ. Именно в этой фазе содержится энергетический ресурс, необходимый для работы мышц в следующем сердечном цикле.

Исследования спортсменов-штангистов показали изменения в форме ЭКГ. Здесь речь идет об энергетических характеристиках сердца. На рис. 75 показана ЭКГ спортсмена, удерживающего 12 секунд штангу весом более 100 кг. Видно, что в сегменте S-Т имеет многократное повторение фаз L-j. Но от цикла к циклу их количество уменьшается. Известно, что креатинфосфат расходуется быстрее, чем другие элементы. Практика показывает, что его расход происходит всего за несколько секунд, что отражено на данной ЭКГ.

На рис. 76 показана волновая характеристика колебательного контура, который используется в радиотехнике. Без внешнего поступления энергии он имеет затухающий вид.

$$Q = 2\pi \frac{$$
 запас энергии в колебательной системе потеря энергии за 1 период

В уравнение добротности контура входит показатель потерь энергии за 1 период колебаний. На ЭКГ спортсмена количество колебаний креатинфосфатной фазы L–j сокращается от цикла к циклу, что приводит к критическому уровню ресинтеза АТФ. Более того, расходуется и Са<sup>++</sup>.

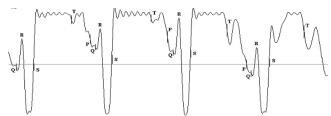


Рис. 75. ЭКГ спортсмена, удерживающего 12 секунд штангу весом более 100 кг

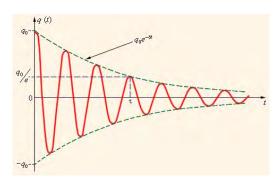


Рис. 76. Характеристика электрического колебательного контура с затухающим процессом, который происходит из-за отсутствия внешнего поступления энергии

Введение новых буквенных обозначений не только важный факт в научном плане. Это исторический факт. Поэтому авторы решили использовать для обозначения инициалы своих имен и фамилий (рис. 77). Перечисленные имена и фамилии, которые войдут в историю электрокардиографии:

Точка Z – Зернов Владимир.

Точка L – Лариса Руденко.

Точка S – Сергей Руденко. Именно он определил ее истинное положение и имеет полное право на название ее своими инициалами.

Точка М1 – Мамбергер Константин.

Точка М2 – Македонский Дмитрий.

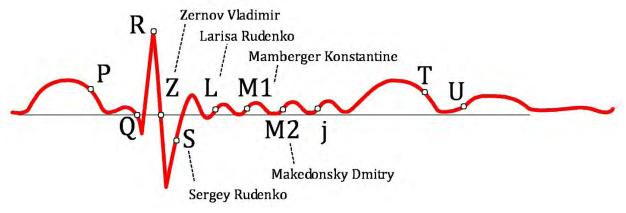


Рис. 77. Полная ЭКГ, отражающие все возможные реакции сердечно-сосудистой системы здорового человека на физическую нагрузку, с нанесенными буквенными обозначениями, введенными авторами

### 5.2 Функциональная взаимосвязь между давлением в желудочке и аорте

Гемодинамика сердечно-сосудистой системы обеспечивается за счет создания разниц давлений на всех ее уровнях. Движение крови регулируется барорецепторами и легкими. Барорецепторы сосудов осуществляют движение крови по сосудам. СА и АВ-узлы сердца также барорецепторы, но они управляют работой сердца.

Разность давлений – информативный диагностический показатель. Наиболее важным является разность давлений между желудочком и аортой.



Рис. 78. «Ступенька» на РЕОграмме в фазе медленного изгнания

Запись с фазовой синхронизацией ЭКГ и РЕОграммы дает возможность качественно оценить разность давлений между сердцем и аортой (рис. 78). Кровь может выйти в аорту только в том случае, если в желудочке давление превысит давление в аорте. На рисунке 78 показано, что в фазе быстрого изгнания кровь нормально выходит в аорту, но дальше на РЕОграмме образуется «ступенька». Это указывает на то, что когда в точке ј заканчивает работу электромеханическое сопряжение и сердце уже не сокращается, а находится в пассивном напряжении, то давления в желудочке недостаточно, чтобы кровь поступала в аорту. И только после включения барорецепторов аорты начинается процесс выкачивания крови из желудочков за счет расширения аорты.

Аналогичный вид «ступеньки» представлен на рис. 79. Отличие среди представленных примеров лишь в разнице крутизны ступеньки. Это указывает только на исходную разность давлений.

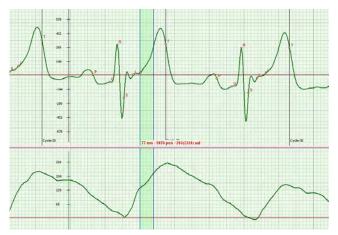


Рис. 79. Неявно выраженная «ступенька» на PEOграмме в фазе медленного изгнания при небольшой разности давлений между желудочком и аортой

Ступенька на РЕОграмме может наблюдаться в фазе быстрого изгнания L-j (рис. 80).

Наличие «ступеньки» не является критерием оценки давления в аорте по типу «высокое или низкое». Это просто констатация факта. Давление может быть высокое в аорте, но давление в желудочке может быть достаточно, чтобы открыть клапан без «ступеньки». Чаще «ступенька» отражает факт низкого давления в желудочке.

Может наблюдаться влияние низкого давления в аорте при ее повышенном расширении (рис. 81). Для его компенсации, перед тем как должен открыться клапан, давления достаточно, чтобы часть крови просочилась через закрытый клапан и заполнила увеличенный объем. Фактически, это насосная функция аорты, которая осуществляет извлечение недостающего объема из желудочка через закрытый клапан. В диагностике этот фактор очень важен, поскольку именно он позволяет контролировать качество и дозировку лекарств, снижающих систолическое давление.

При инверсии волны Т давление в аорте не позволяет «включить» барорецепторы аорты (рис. 82). Кровь движется в уменьшенном объеме, что симптоматически отражается в холодных конечностях.

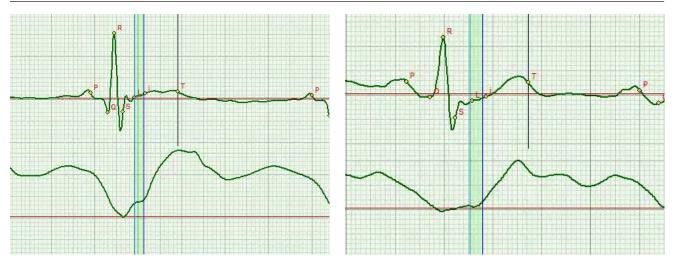


Рис. 80. «Ступенька» в фазе быстрого изгнания L-j

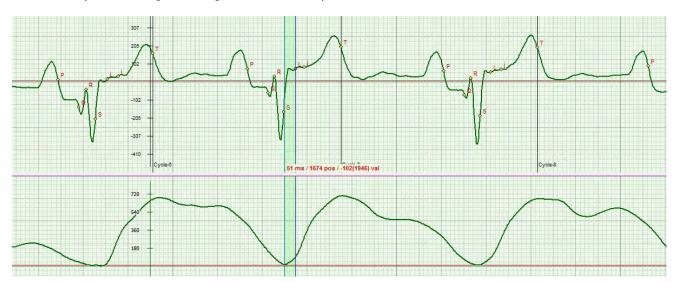


Рис. 81. Рост давления в аорте при расширенной аорте. Это механизм регулировки диастолического давления



Рис. 82. Инверсия волны Т. Компенсация количества кислорода производится за счет увеличения частоты сердечных сокращений

#### 5.3 Компенсационный механизм

Явление компенсационного механизма основано на поддержании условий обеспечения гемодинамики при снижении функции сокращения одних мышц другими мышцами, за счет увеличение нагрузки на них. Как правило, это связано с мышцами миокарда. На них приходится основная работа в систоле.

На рис. 83. показан подъем амплитуды S–L волны над изолинией. Это компенсация слабого сокращения миокарда в фазах Q–R–S. Она образуется за счет статического перенапряжения мышц, которое обеспечивает электромеханическое сопряжение. При этом, если количество Са<sup>++</sup> в норме, то амплитуда S–L имеет высокую амплитуду (рис. 83). Если недостаточность, то амплитуда будет сглажена (рис. 84).

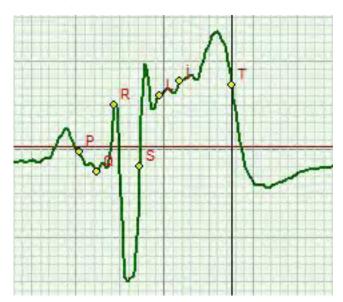


Рис. 83. Компенсационный механизм слабого сокращения миокарда в фазах Q-R-S. Он образуется за счет статического перенапряжения мышц в фазе S-L, которое обеспечивает электромеханическое сопряжение

Другим проявлением компенсационного механизма является так называемое «раздвоение R зубца». На рис. 85 представлен такой случай. Исследования показали, что «раздвоением» является обратный ход межжелудочковой перегородки, получилвший название «реверсный» ход. Это явление пока полностью не изучено. Здесь можно отметить, что при более интенсивном реверсном ходе у человека проявляется

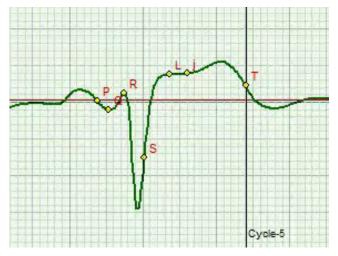


Рис. 84. Амплитуда S-L сглажена из-за недостаточности  $Ca^{++}$ , но компенсационный механизм сохраняется

субъективное ощущение чувства тяжести в левом боку в зоне верхушки сердца. Иногда они его ассоциируют с трением мышц сердца о гладкие мышцы тела. Это более точное определение.

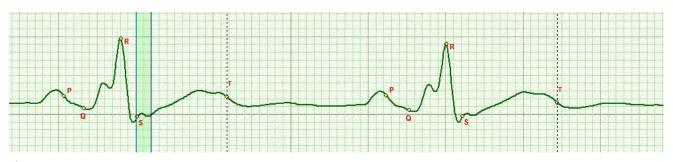
Реверсный ход межжелудочковой перегородки у людей существует десятилетия. Мы обследовали трех пациентов, которые с этим живут более 50 лет. Поэтому отнести к патологии реверсный ход нельзя. Точнее, это индивидуальные особенности человека. Подтверждением этому служит пример на рис. 86.



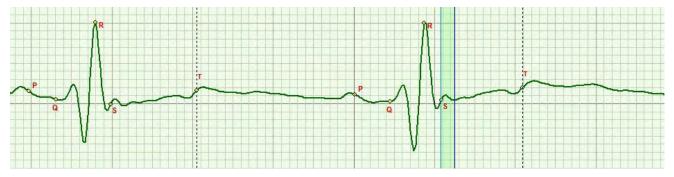
Рис. 85. «Раздвоение» Rзубцаявляется компенсационным механизмом. Получило название «реверсный» ход межжелудочковой перегородки

На рисунке видно, что при ортостатической пробе явление реверсного хода значительно изменяется. Также у людей пропадало чувство тяжести в боку. Никакими терапевтическими средствами явление реверса не удалось даже в какой-то степени изменить.

Исследования показали, что реверсный ход связан с врожденными фистулами коронарных



#### а) положение лежа



б) положение сидя

Рис. 86. Изменение реверсного хода межжелудочковой перегородки при ортопробе. При этом у людей исчезало чувство тяжести в боку в зоне верхушки сердца

артерий в левом желудочке. При сокращении из них выбрасывается кровь в желудочек, что и движет в обратную сторону мышцы желудочка.

При этом сердце принимает эллипсовидную форму, а не форму шара. Но в конце фазы Q-R все равно достигается полное нормальное сокращение.

Таким образом, для сердечно-сосудистой системы важнейшим приоритетом является созда-

ние структуры кровотока в аорте. Именно при закрытых клапанах формируется его энергетика, направленная на придание элементам крови вращения. Не последнюю роль в этом играют трабекулярные ячейки в полости сердца. Поэтому за одну фазу межжелудочковой перегородке приходится дважды сокращаться, компенсируя недостаточность энергии сокращения, которая могла бы возникнуть при однократном сокращении.

# 6. Законы и аксиоматика кардиометрии

### 6.1 Законы кардиометрии

#### Закон № 1

Кровь движется по сосудам в режиме повышенной текучести (назван «третьим режимом» в отличие от ламинарного и турбулентного), характеризующегося малым трением при течении, за счет кольцеообразного сочетания элементов крови и плазмы.

Следствия:

- 1) Вся анатомия сердца и сосудов предназначена для создания и поддержания этого режима течения.
- 2) Сердечный цикл состоит из десяти фаз, каждая из которых выполняет определенную

функцию создания и поддержания гемодинамики.

- 3) Качество функций зависит от амплитуды и интенсивности сокращения соответствующих мышц сердечно-сосудистой системы.
- 4) Поддержание в норме параметров гемодинамики обеспечивает компенсационный фазовый механизм сокращения мышц сердечно-сосудистой системы, заключающийся в усилении сокращения одних мышц при снижении сокращения смежных мышц.

#### Закон № 2

СА и АВ узлы сердца, а также барорецепторы аорты БА, – нервные центры являются барорецепторами, и генерация ими нервных импульсов (импульсов действия) зависит от наличия давления на них объемами крови.

Следствие:

Давление на барорецептор является единственным источником генерации нервного импульса (импульса действия), который запускает механизм сокращения мышц сердечно-сосудистой системы.

#### Закон № 3

СА-узел обеспечивает закрытие предсердно-желудочковых клапанов.

Следствие:

Если в конце каждой фазы систолы предсердия предсердно-желудочковые клапаны не закрылись, то образовавшееся остаточное давление в предсердии будет воздействовать на CA-узел и обязательно вызовет повторную генерацию сокращения предсердия, отображающуюся на ЭКГ в виде второй волны Р (основы аритмии предсердий).

#### Закон № 4

АВ-узел управляет тремя механизмами предварительной подготовки структуры потока крови в сосудах, заключающихся в:

1) Регулировке диастолического давления в аорте (сонной артерии).

- 2) Создании вихревых потоков крови перед открытием клапана аорты (сонной артерии)ю
- 3) Открытии клапана аорты (сонной артерии). Следствия:
- 4) При больших физических нагрузках генерация фазы L j может повторяться до 7 раз.

#### Закон № 5

БА-барорецепторы аорты (сонной артерии) выполняют функцию удержания структуры кровотока и продвижения ее по сосудам в режиме повышенной текучести.

Следствие:

Амплитуда растяжения аорты регулирует сопротивление кровотоку.

#### Закон № 6

Амплитуда фаз ЭКГ соответствует амплитуде сокращения мышц сердца.

Анализируется:

- амплитуда сокращения предсердий Р;
- амплитуда сокращения межжелудочковой перегородки R;
- амплитуда сокращения миокарда S;
- амплитуда сокращения межжелудочковой перегородки при электромеханическом сопряжении (максимум фазы S-L);
- амплитуда расширения аорты Т.

#### Закон № 7

Работа фаз Q-R-S происходит в аэробном режиме только за счет затрат кислорода, без накопления лактата в мышцах сердца.

Следствие:

Количественная оценка кислорода производится при помощи соотношения скорости сокращения межжелудочковой перегородки в фазе Q–R к скорости сокращения миокарда в фазе R–S.

#### Закон № 8

Работа фазы S–L происходит при электромеханическом сопряжении в анаэробном режиме с накоплением лактата в мышцах сердца.

Следствие:

Количественная оценка лактата производится при помощи соотношения скорости сокращения межжелудочковой перегородки в фазе S–L к

скорости сокращения миокарда в этой же фазе, но на фоне общего напряжения всех мышц сердца, произошедшего в предыдущей фазе и сохраняющегося до конца систолы, с учетом воздействия давления на них объема крови, находящегося в желудочках сердца.

#### Закон № 9

При работе фазы L–j, происходящей под воздействием электромеханического сопряжения, проявляется остаток креатинфосфата, обеспечивающего энергетическую функцию АТФ в следующем сердечном цикле.

Следствие:

Количественная оценка креатинфосфата производится при помощи соотношения скорости сокращения межжелудочковой перегородки в фазе L-j к скорости сокращения миокарда в этой же фазе, но на фоне общего напряжения всех мышц сердца, произошедшего в предыдущей фазе и сохраняющегося до конца систолы, без учета воздействия давления на них ударного объема крови.

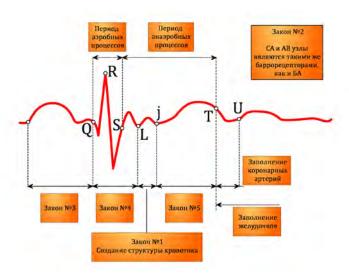


Рис. 87. Проявление законов кардиометрии в различных частях ЭКГ

#### 6.2 Использование законов в аксиоматике

Аксиоматика – это составляющий элемент построения науки, используемый в естествознании. Целью аксиоматики является доказательство соответствия наблюдаемого явления истине. При этом в дальнейшем доказанное соответствие принимается как инструмент логического умозаключения для вывода остальных утверждений. Как основные, так и сформулированные на их основе законы, явления и положения являются также аксиомами и в дальнейшем принимаются априори и не подвергаются сомнению. В процессе развития доказательной базы формируются теоремы, позволяющие на практике реализовать теорию.

Важнейшим условием при выборе аксиом является их непротиворечивость. Существует правило, определяющее отсутствие противоречий положений и выводов друг другу в теоремах, сформулированных на основе принятых аксиом в данной науке. Наоборот, дальнейшие теоремы должны подтверждать правильность выбора ранее принятых бездоказательных аксиом.

На принципах аксиоматики строятся все естественные науки. Это принцип познания истины. Кардиометрия основана на отмеченных положениях аксиоматики.

Чтобы быть уверенным в правильности интерпретации кардиосигналов, необходимо установить не менее трех проявлений изменений их форм, вызванных одним процессом. При этом они не должны противоречить друг

другу, а подтверждать первопричину вызвавших их процессов. Это является основой точного выявления причины отклонения от нормы.

Например, при слабом сокращении межжелудочковой перегородки, отображаемой на ЭКГ в виде снижения амплитуды R зубца, должны быть изменения в других фазах. Они вызываются компенсационным механизмом, направленным на поддержание параметров гемодинамики в норме. Поэтому будет увеличена амплитуда сокращения S зубца. Если этого не наблюдается, то рост давления в аорте будет ниже нормы, что диагностируется по РЕОграмме в фазе быстрого изгнания. Тогда вывод может быть один, что качество мышц не справляется с созданием давления в желудочке и результатом является слабый выход крови в аорту. При этом амплитуда волны Т может быть увеличена, с целью снижения сопротивления кровотоку. В результате параметры гемодинамики будут в норме, но за счет сдвига функций сердца и сосудов в патологическую зону. Вывод один: надо восстанавливать метаболизм мышц сердца, в частности, нормализовывать функцию сокращения межжелудочковой перегородки.

Также важен анализ субъективной симптоматики. Поиск трех признаков проявления изменений, вызванных одной причиной, может происходить при одновременном анализе ЭКГ, РЕОграммы и субъективных симптомов.

# 6.3 Принцип верификации диагноза

В философском словаре слово «верификация» определяется следующим образом: «(от лат. verus – истинный и facio – делаю) подтверждение. Предположение (гипотеза) может быть верифицировано, т.е. его истинность может быть доказана как с помощью опыта, так и с помощью связного логического доказательства» [39].

Это определяет два пути поиска истины, первый – опытный, второй – логического доказательства.

В кардиологии, как и в медицине вообще, сложилась практика верификации только че-

рез опытный путь. Это связано с тем, что в основе кардиологии лежат знания, сформированные опытным путем. Теоретическая база, объясняющая функционирование различных частей сердечно – сосудистой системы, имеет значительные противоречия, а порой ложные представления о физических процессах. Так, понимание структуры течения жидкости при ламинарном движении, которое было перенесено в описание движения крови по сосудам, ошибочно основывается на том, что все элементы жидкости движутся параллельно

Сосуды	Диаметр, см	Длина, см	Скорость течения крови см/сек.	Число Рейнольдса	Гидравлич. КПД сосудов, %
Аорта	1,0	40	50	1670	39,4
Большие артерии	0,3	20	13	130	3
Главные артериальные ветви	0,1	10	8	27	0,42
Терминальные артерии	0,06	1	6	12	1,1
Артериолы	0,002	0,2	0,3	0,02	3,15·10 <sup>-4</sup>
Капилляры	0,0008	0,1	0,07	0,002	2,5·10 <sup>-5</sup>
Венулы	0,003	0,2	0,07	0,007	1,6·10-4
Терминальные вены	0,15	1	1,3	6,5	1,5
Главные ветви вен	0,24	10	1,5	12	0,44
Большие вены	0,6	20	3,6	72	3,4

40

1,25

Таблица 6.1. Гемодинамический КПД при условии существования ламинарного режима в сосудах

стенкам трубки, в которой оно происходит [3]. Однако ни в одном курсе физики этого нельзя найти, так как ламинарный режим, по определению, будет концентрировать все элементы жидкости в центре потока, что, в конечном итоге, приведет к повышенным затратам энергии на преодоление повышенного трения при движении жидкости [3]. Из таблицы видно, что при ламинарном режиме коэффициент полезного действия (КПД) очень низок и не может существовать в сосудах [40]. При этом давление в аорте должно быть на уровне 2 атмосфер, хотя реально оно не может превышать 200 мм.рт.ст. Этот подход не позволил математически описать реальную гемодинамику.

Полая вена

Приняв за основу нереальную модель, кардиология не смогла создать теорию, позволяющую логически анализировать процессы гемодинамики в сердечно-сосудистой системе.

Результатом явилось то, что верификация кардиосигналов до настоящего времени осуществлялась только через клинические сравнительные исследования. И вторым, очень важным фактом, является то, что различные приборы могут регистрировать одни и те же параметры со значительными различиями между собой [41].

В естественных науках любой объект исследования рассматривается с позиции логики доказательства, являющейся основой методологии научного исследования. В учебных программах медицинских образовательных учреждениях он вообще отсутствует, поэтому его суть надо кратко отметить здесь.

1375

40

В естественных науках существует два типа доказательств - прямой и косвенный [42]:

#### Прямой метод основан на:

33

- 1. Наличии математического описания исследуемого процесса.
- 2. Аксиоматических положениях, используемых для объяснения процесса. Это недоказуемая база, которая является основой для логических выводов. Аксиомы должны быть однозначны в понимании.
- 3. Повторяемости процесса. Исследуемый процесс должен регистрироваться не менее трех раз в различных условиях.
- 4. Моделировании и прогнозировании влияния различных условий на данный процесс.

#### Косвенный метод исключения основан на:

1. Аксиоматических положениях, используемых для построения системы логического отрицания и подтверждения аргументов, определяющих существование наблюдаемого процесса.

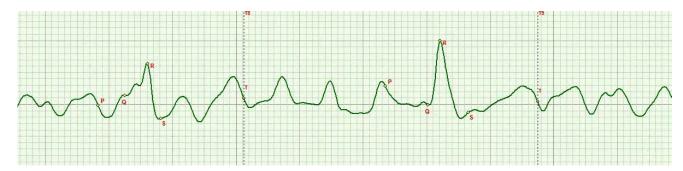


Рис. 88. ЭКГ с несколькими Р волнами. При снижении эластичности миокарда, вызванного проблемами коронарного кровотока, предсердия берут на себя нагрузку. Р волна вновь образовываться перестанет после закрытия предсердно–желудочковых клапанов

2. Регистрации не менее трех раз исследуемого процесса в различных условиях.

Наилучшим является прямое доказательство в совокупности с косвенным. Отмеченные принципы лежат в основе теории доказательств и методологии научных исследований в естественных науках [40].

Еще раз отметим, что принцип верификации в кардиологии основан на опытном подтверждении соответствия формы кардиосигнала другим номенклатурно-принятым формам, условно принятыми за эталоны.

#### Недостаток:

1. Нет логического аппарата для объяснения исследуемого объекта, что порождает множество несоответствий между результатами, полученными различными методами.

#### Следствие:

- 1. Отсутствует единая логическая теория функционирования сердечно-сосудистой системы.
- 2. Существует объяснение только частных несистемных, характеристик кардиосигналов.

Для доказательства соответствия различных форм кардиологических сигналов определенным физиологическим процессам, как в пределах нормы, так и различным патологическим и, что очень важно, критическим состояниям, необходимо принять аргументы, которые можно использовать как аксиомы при доказательстве. При этом система доказательств должна содержать следующие позиции:

- 1. Наличие базы данных различных кардиосигналов одного и того же пациента.
- 2. Наличие аксиом (аргументов), в том числе математической модели гемодинамики.

- 3. Наличие не менее трех признаков изменений формы кардиосигналов, объясняемых с помощью аксиом (аргументов).
- 4. Логическое обоснование связи изменений формы кардиосигнала с биофизическими процессами, вызывающими их.
- 5. Теоретическое прогнозирование (моделирование) развития процесса при различных условиях.
- 6. Практическая регистрация прогнозируемых изменений формы кардиосигналов после воздействия на биофизический процесс.

Аргументами должны служить ключевые понятия, входящие в теорию гемодинамики. Мы предлагаем девять законов гемодинамики, отмеченных выше.

На основании принятых законов, а также физики движения жидкости в эластичных трубках, можно сформулировать ряд правил, которые также могут быть использованы как аргументы, объясняющие компенсационный механизм работы сердечно-сосудистой системы [35].

Законы позволяют верифицировать любую форму ЭКГ, установив ее соответствие биофизическим процессам, происходящим в сердечно-сосудистой системе. Рассмотрим несколько примеров.

#### Пример 1.

На рисунке 88 представлена форма ЭКГ, имеющая несколько Р волн. В классической кардиологии эта форма классифицируется как предсердная аритмия.

Согласно логике доказательств, отмеченной ранее и существующей в естественных науках, рассмотрим данную форму ЭКГ.

- 1. ЭКГ, зарегистрированная на восходящей аорте как наиболее информативная и являющаяся графической суммой всех стандартных форм отведения [35].
- 2. Для анализа формы ЭКГ используются отмеченные ранее законы, которые являются аргументами и соответствуют требованиям аксиоматики.
- 3. Находим три логически взаимозависимых проявления:
- 3.1. Слабая релаксация мышц миокарда. Отсутствие S зубца.
- 3.2. Из-за слабой релаксации давление с CA-узла барорецептора не снимается и генерируется еще Р волна.
- 3.3. Фаза PQ удлинена требуется больше времени для преодоления слабого растяжения мышц миокарда.
- 4. Определяем, какие причины, с точки зрения физики, могут привести к изменению формы ЭКГ. Логика рассмотрения должна выявить первопричину изменений.

Каждая фаза сердечного цикла ограничена по времени [34]. В данном случае снижение релаксации мышц миокарда не позволяет наполнить достаточным объемом крови желудочки и закрыть предсердно-желудочковый клапан (закон № 3). Только после его закрытия может начаться генерация импульса действия АВ узлом (закон №4). Поэтому остаточное давление в предсердиях продолжает действовать на СА узел, что и вызывает генерацию вторичной Р волны. Подтверждением отмеченному является удлинение РQ фазы, вызванное малой растяжимостью мышц миокарда.

Других изменений формы ЭКГ, соответствующих другим физическим процессам, нет. В этом случае нам помогает сделать вывод метод косвенного доказательства – метод исключения. Это усиливает логику прямого доказательства.

Вывод: первопричиной изменений формы ЭКГ является слабая релаксация мышц миокарда. Лечения должно быть направленно именно на устранения этой патологии.

5. Моделирование развития процесса.

Моделирование должно исходить из точного определения первопричины патологии. В данном случае слабая релаксация возможна только

при слабой энергетике митохондрий и, в первую очередь, малой энергии АТФ. Это связано с проблемами коронарного кровотока и нехваткой кислорода.

Поэтому можно прогнозировать в двух направлениях. Что будет, если ничего не предпринимать, и что будет при правильном выборе лечения?

В первом направлении можно прогнозировать, что при дальнейшем развитии слабости миокарда необходимо будет снижать сопротивление кровотоку со стороны аорты, что проявится в увеличении амплитуды волны Т. Это индикатор снижения сопротивления за счет расширения аорты. Но расширение аорты имеет свои пределы. Если их достичь, то наступят условия роста диастолического АД.

Другие процессы не могут возникнуть, так как для этого нет оснований с точки зрения физики (метод исключения).

В случае лечения должна остаться одна Р волна и увеличиться амплитуда S зубца.

6. Терапия пациента была направлена на восстановление коронарного кровотока. В результате прогноз изменения формы ЭКГ оправдался.

Приведенная логика поиска первопричины патологии, отражаемой в форме ЭКГ, была отработана на более 2000 пациентов. В конечном итоге удалось классифицировать все встречающиеся изменения ЭКГ, используя за основу фазовый анализ сердечного цикла. При этом удалось понять и прогнозировать летальные исходы за несколько десятков минут до полной остановки сердца. Отработанные методы лечения позволили снизить смертность в клинических условиях до 80 %.

Добавим, что дополнительная информация, получаемая при фазовом анализе сердечного цикла в виде косвенного измерения фазовых объемов крови и синхронной точечной реографии аорты, позволяет достоверно верифицировать любые изменения ЭКГ [34].



Рис. 89. ЭКГ с малыми амплитудами сокращения МЖП и миокарда



a)

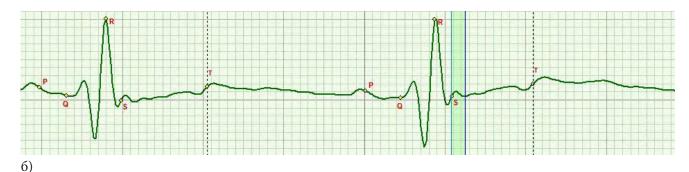


Рис. 90. ЭКГ аорты в положении а) лежа и б) сидя

#### Пример 2.

На рисунке 89 представлена форма ЭКГ, имеющая малую амплитуду QRS комплекса и большие амплитуды Р и Т волн.

Учитывая предыдущие подробные рассуждения, в данном примере можно их упростить, сохранив логику поиска первопричины патологии.

Учитывая принятую аксиоматику, сразу можно определить три логически взаимозависимых проявления:

- 1. Малая амплитуда QRS комплекса.
- 2. Большая амплитуда Т волны.
- 3. Большая амплитуда Р волны.
- 4. Большая амплитуда SL фазы.

В данном случае фиксируем больше трех логических проявлений.

Малая амплитуда QRS комплекса, как R и S зубцов, указывает на слабые энергетические процессы в митохондриях. Другое исключается. Большая амплитуда P волны подтверждает

слабую релаксацию мышц сердца. Большая Т волна расширяет аорту и снижает сопротивление кровотоку для слабого сердца.

Дополнительным подтверждением сделанным выводам служит наличие большой амплитуды SL фазы. Она указывает на значительное напряжение мышц в фазе напряжения, что является компенсационным механизмом.

В результате можно сделать вывод, что первопричиной патологии является энергетическая слабость АТФ в митохондриях мышц сердца. При этом остальные функции сердечно – сосудистой системы в норме.

Терапия пациента была направлена на нормализацию функций цепи доставки кислорода в мито-хондрии – серотонин-L-карнитин, а также усиление действия кофермента Q.

В течение шести месяцев был получен устойчивый терапевтический эффект, проявившийся в нормализации фазовых амплитуд ЭКГ.

#### Пример 3.

На рисунке 90 представлены формы ЭКГ, полученные при ортостатической пробе. В классической кардиологии эта форма классифицируется как нарушение проводимости ножки пучка Гиса. Однако столь сложная патология не может «вылечиваться» только за счет изменения положения тела, как это показано на рисунке 90 (а). Поэтому в данном случае верификация принципиально важна.

Три логически взаимозависимых проявления:

- 1. Слабая релаксация мышц миокарда, отсутствие S зубца.
- 2. Вместо сокращения миокарда наблюдается его обратный ход (реверс). На ЭКГ провал переднего фронта зубца R.
- 3. Сопровождается определенной симптоматикой. Ощущение распирания в левом боку, в районе верхушки сердца, из-за реверсного хода миокарда.

В данном случае мы рассматриваем редкий случай работы МЖП. Для того чтобы сократиться, МЖП необходимо вначале расслабиться, произведя значительное расширение, которое фиксируется на ЭКГ в фазе QR. Это явление мы назвали реверсивное движение. При этом наблюдается симптоматика в виде ощущения мышечного давления в зоне верхушки сердца. Это подтверждает реверсивный ход мышц. Данное явление нестабильно и зависит от положения тела. При горизонтальном оно мало проявляется, а при вертикальном ярко выраженно. Такая работа сердца может быть объяснена только с позиции фазового анализа

сердечного цикла. Дело в том, что в фазах QRS происходит подготовка структуры кровотока, согласно закону № 1 [35]. При этом клапаны закрыты и кровь не должна останавливаться. В случае, если кровь остановить, тогда она не выйдет в аорту.

Но в этот механизм работы сердца вносит корректировку врожденная аномалия коронарных артерий [43]. Коронаролевожелудочковые фистулы при сокращении выбрасывают кровь в желудочек. Ее количество зависит от положения тела, поэтому амплитуда реверса зависит от объема выбрасываемой фистулами крови в желудочек.

С отмеченным феноменом люди живут долго. В нашей практике нормализовать реверсивное движение МЖП не удалось.

В этом разделе были представлены основные моменты логики доказательств, используемые в естествознании. Говорить о полной методологии нет смысла. Каждый конкретный случай требует всесторонних знаний. Именно это является основой успеха в науке.

Представленный метод верификации формы ЭКГ биофизическим процессам смог появиться только в результате создания полной теории фазового анализа сердечного цикла [35]. Ее отсутствие оказало влияние на развитие кардиологии, в которой накопилось много противоречий. Именно внесение логики в методы теоретического анализа, а также новые знания о фазовой структуре сердечного цикла, позволили использовать принципы доказательств естественных наук в кардиологии.

# 7. Практика кардиометрии

# 7.1 Метод установки электродов и проведение обязательной ортостатической пробы

#### 7.1.1 Метод установки электродов

Согласно отмеченной в п. 4.3.1. возможности повышения информативности и точности характеристик гемодинамики и функций сердечно-сосудистой системы, электроды для снятия ЭКГ и РЕОграммы располагаются в зоне аорты и верхушки сердца, как показано на рисунке 91.

Верхний электрод крепится на кости в зоне аорты. Это удобно при его фиксации на теле. Нижний электрод ниже мечевидного отростка на мягких тканях. От мечевидного отростка нужно отступить около 5 см вниз. Оба электрода располагаются на переднесерединной линии тела.

На рисунке 92 показана установка дополнительных электродов генератора РЕОграфа. Местоположение их непринципиально. Они устанавливаются немного в стороне от сигнальных электродов, как показано на рисунке. На них подается сигнал генератора. На рисунке 92 указан 5-й электрод, который соединяется с общей шиной прибора (заземление) и устанавливается в нижней части тела.

Такое простое расположение электродов позволяет быстро установить их на теле пациента и также быстро привести в работу прибор, не создавая лишних неудобств ни пациенту, ни себе.

Таким образом, общее подключение прибора к электродам показано на рисунке 93.

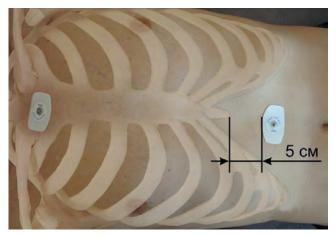


Рис. 91. Расположение электродов ЭКГ в зоне аорты и верхушки сердца

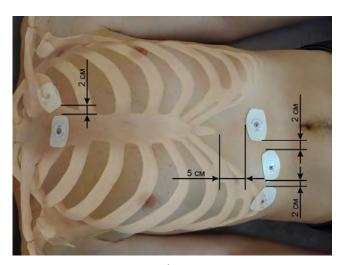


Рис. 92. Расширение информационной возможности ЭКГ за счет синхронной регистрации с этих же электродов РЕОграммы.

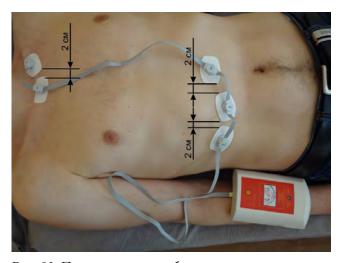


Рис. 93. Подключение прибора к электродам

# 7.1.2 Проведение ортостатической пробы

Принципиально важно проводить ортостатическую пробу. После первой записи в положении лежа необходимо помочь сесть пациенту и произвести вторую запись. Только при ортопробе можно распознать метахондриальную кардиомиопатию. Положение сидя показано на рисунке 94.

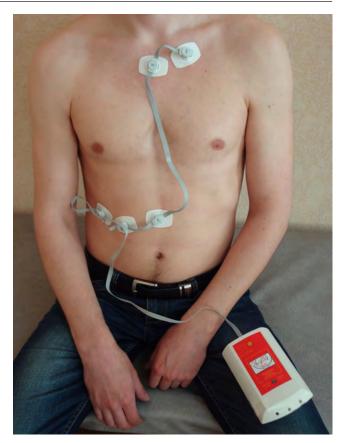


Рис. 94. Положение сидя при ортопробе

# 7.2 Работа с кардиометрическим прибором

#### 7.2.1 Запись сигналов ЭКГ и РЕО

- а. Сделать учетную запись в базе данных для пациента, которая затем будет сохранена и после окончания сеанса. Ею можно будет воспользоваться при следующем осмотре пациента. Нажать на кнопку «Добавить пациента» (Рис. 95).
- b. Занести основные параметры: фамилию, имя и отчество, дату рождения, пол, вес. Эти параметры обязательны (Рис. 96).
- с. Перейти в режим «Записать пациента». В этом режиме записываются ЭКГ и РЕО пациента (Рис. 97).
- d. В режим «Записать пациента» нажать кнопку «Предварительный просмотр» (рис. 98) и вы увидите сигналы. Если они без помех, то нажимают кнопку «Запись». При этом обратите внимание, что внизу справа будет индицироваться остаток времени записи (в секундах) и будет заполняться индикатор записи в виде зеленой строки. Рекомендуемая длительность записи 30 сек. Она устанавливается внизу экрана один раз и для следующих записей сохраняется.
- е. После положения лежа пациента переводят в состояние «сидя», нажимают кнопку и производят еще запись. Всего нужно производить две записи, в положениях лежа и сидя.

### 7.2.2 Расчет фазовых объемы крови

- а. Перейти в режим «Анализ», нажать «Перерасчет полный» (Рис. 99).
- b. На экране через несколько секунд появится полный расчет всех объемов крови (рис. 100).
- с. Посмотреть результаты расчетов. Важно определить наличие и количественные показатели отклонений от нормы.

# 7.2.3 Проверка правильности автоматического определения фаз

Необходимо обязательно убедиться в правильности автоматического определения фаз на ЭКГ (рис. 101).

Если есть ошибки, их исправляют в ручном режиме, для чего используют кнопку «Ручной режим расстановки QRST точек» (рис. 102). Для изменения местоположения точки на гра-

фике ЭКГ необходимо подвести курсор на место, где должна быть новая точка, и, удерживая клавишу CTRL, нажать левую кнопку мыши. На экране появится окно для изменения положения, добавления или удаления точки на графике ЭКГ.

Для сохранения внесенных исправлений в расстановку точек необходимо нажать кнопку «Сохранить ручные изменения точек» (рис. 103).

# 7.2.4 Проверка соответствия сердечно-сосудистой системы возрасту

Потенциал ЭКГ связан с возрастом. Это служит дополнительным информационным показателем общего состояния сердечно-сосудистой системы. Используйте это путем проверки соответствия амплитуды R зубца вертикальной шкале в режиме «Увеличенный просмотр».

- от 800 у.е. до 1000 у.е. и более соответствует возрасту до 30 лет.
- от 500 у.е. до 800 у.е. соответствует возрасту от 30 до 50 лет.
- от 300 у.е. до 500 у.е. соответствует возрасту от 50 до 80 лет.

Амплитуда менее 300 у.е. может стать причиной проявления различных компенсационных механизмов.

### 7.2.5 Режим «Перерасчет по ручным точкам»

Если нажать на кнопку «Перерасчет по ручным точкам», то произойдет расчет параметров гемодинамики только по скорректированным вручную точкам. Нажатие на кнопку «Полный перерасчет» приведет к сбросу всех установленных вручную точек и необходимо будет повторить процедуру установки точек на графике ЭКГ вручную (рис. 104).

# 7.2.6 Анализ результатов измерения фазовых объемов крови

Вернуться в режим «Анализ». Посмотреть результаты расчетов. Важно определить, есть ли процентные отклонения от нормы и на сколько: больше – предсердие (желудочек) работает под нагрузкой;

меньше – не хватает объемов крови (рис. 100).

# 7.2.7 Оценка метаболических процессов в мышцах сердца

В режиме «Анализ» проверить «энергетическое состояние миокарда» (рис. 105).

Оценить:

- по верхнему графику уровень кислорода в мышцах сердца в у.е.,
- по среднему уровень лактата (молочной кислоты) в у.е.,
  - по нижнему креатинфосфата в у.е.

Кислород указывает на возможности выполнения работы мышцами сердца вообще.

Лактат – на факт, работают ли мышцы вообще и насколько. Высокий показатель указывает на то, что мышцы перегружены, но в них хватает запаса энергии выполнять работу.

Креатинфосфат – запас энергии для работы мышц.

# 7.2.8 Оценка «индекса стресса» по R – R интервалам и ударному объему SV.

На вкладках «Распределение» (рис. 106) и «Индекс стресса» (рис. 107) производится оценка стабильности состояния (см. 8.4). Отличие графиков на рис. 106 и 107 в том, что на рис. 107 показано распределение RR интервалов, а на рис. 106 – ударных объемов SV.

# 7.2.9 Дополнительная удобная опция просмотра ЭКГ и РЕО

На вкладке «Увеличенный просмотр» (Рис. 109) есть возможность отключить отображение графической производной сигнала ЭКГ. Отключение производится путем нажатия на кнопку «Выкл» в поле «ЭКГ'».

Для наглядности на графике ЭКГ можно выделять отдельные фазы с помощью кнопок мыши (рис. 108).

# 7.2.10 Компенсация отсутствия на ЭКГ зубца R

В режиме «Увеличенный просмотр» проверяют, чтобы все остальные точки были расставлены правильно, кроме R (рис. 109).

- а. Переходят в режим «Анализ». Видно, что объемы крови имеют значительные отклонения. Это связано с неправильным определением точки R. Ее просто нет, поэтому в программе предусмотрен режим постановки среднестатистического интервала RS = 46 мс (рис. 110).
- b. Нажимают кнопку «переместить R (рис. 111).
- с. В результате получают реальные цифры гемодинамики, и точка R находит свое место. (рис. 112, 113).

# 7.2.12 Предварительная оценка наличия сложных состояний.

ВАЖНО! Не пропустить при постановке диагноза сложные состояния сердечно-сосудистой системы. В разделе «Увеличенный просмотр» находятся типичные записи наиболее нежелательных состояний сердечно-сосудистой системы.

- а. Нажимаете кнопку «Выбор совпадений, записанных и эталонных изображений». Появится таблица с названиями состояний, после следует убедиться, что они отсутствуют у пациента (рис. 114).
- b. Мышкой проводите по ним и рядом появляются соответствующие записи для сравнения (рис. 115).
- с. Если вы находите соответствующие совпадения и принимаете решения об их наличии, то нажимаете кнопку «ОК». Эта информация попадает в историю болезни пациента в раздел «печать».
- d. Теперь с пациентом надо быть очень ВНИ-МАТЕЛЬНЫМ! Он требует повышенной предупредительности, поскольку попадает в группу риска.
- е. Если этого не происходит, то дальнейший осмотр данных не займет много времени.

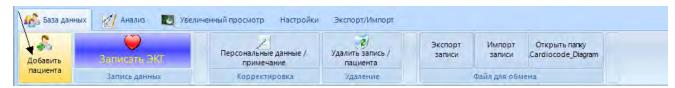


Рис. 95. Внешний вид вкладки «База данных» в компьютерной программе HDA



Рис. 96. Внешний вид вкладки «База данных» окно «Добавить пациента»

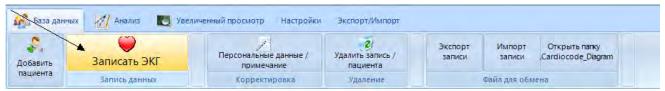


Рис. 97. Внешний вид вкладки «Запись пациента»

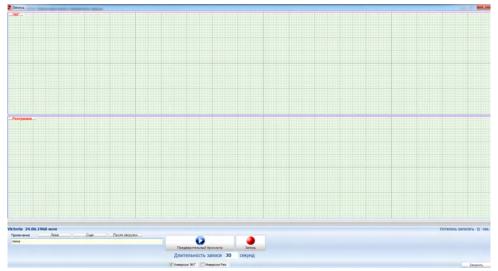


Рис. 98. Внешний вид окна «Запись пациента»

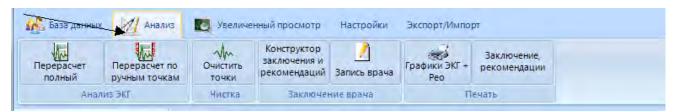


Рис. 99. Внешний вид вкладки «Анализ»



Рис. 100. Внешний вид вкладки «Анализ» после выполнения команды «Перерасчет полный»



Рис. 101. Внешний вид вкладки «Увеличенный просмотр»



Рис. 102. Внешний вид вкладки «Увеличенный просмотр», окно «Ручной режим расстановки QRST точек»



Рис. 103. Внешний вид вкладки «Увеличенный просмотр». Сохранение внесенных исправлений в расстановку точек происходит после нажатия на кнопку «Сохранить ручные изменения точек»

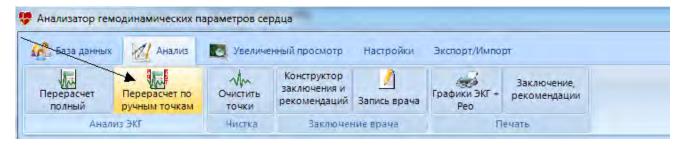


Рис. 104. Внешний вид вкладки «Анализ». После внесенния исправлений в расстановку точек расчет параметров гемодинамики производится нажатием на кнопку «Перерасчет по ручным точкам»



Рис. 105. Внешний вид вкладки «Энергетическое состояние миокарда»



Рис. 106. Внешний вид вкладки «Распределение». SV, стабильность состояния



Рис. 107. Внешний вид вкладки «Спектр ЭКГ»



Рис. 108. Внешний вид окна «Увеличенный просмотр» с выделенной фазой без производной



Рис. 109. Внешний вид вкладки «Увеличенный просмотр» с производной



Рис. 110. Внешний вид вкладки «Анализ»

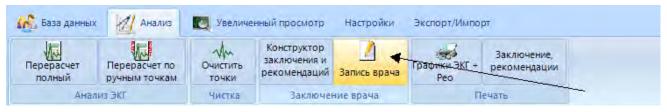


Рис. 111. Внешний вид вкладки «Анализ». Кнопка «Запись врача»

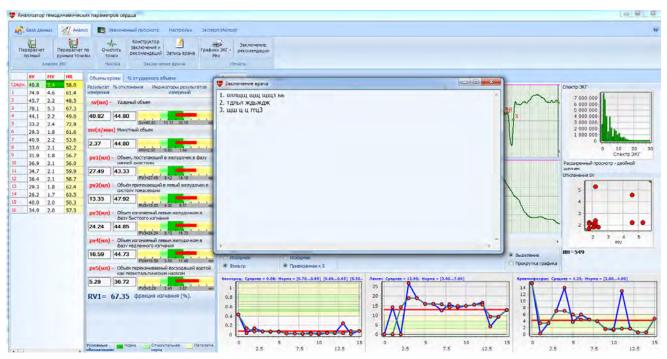


Рис. 112. Внешний вид окна «Запись врача»

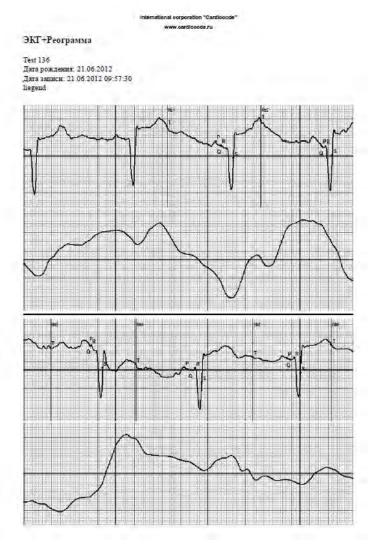


Рис. 113. Лист «Печать ЭКГ и РЕО»

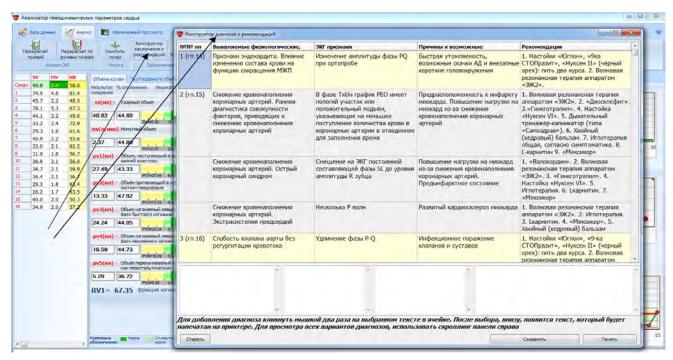


Рис. 114. Внешний вид вкладки «Анализ». Открыто окно «Конструктор заключений и рекомендаций»

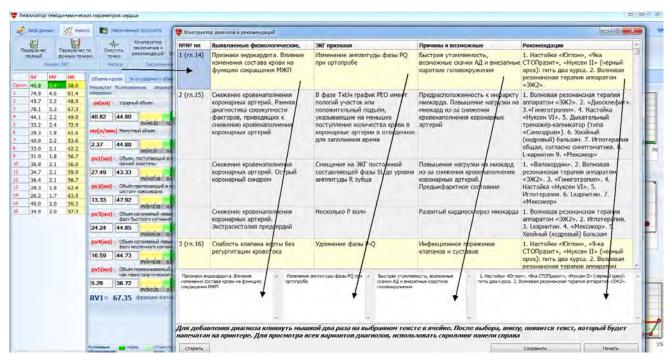


Рис. 115. Открыто окно «Конструктор заключений и рекомендаций». Выбрано одно из состояний

### 7.3 Оценка качества записи ЭКГ и РЕОграммы

После записи ЭКГ и РЕОграммы необходимо удостовериться в их хорошем качестве. Для этого переходят в режим «База данных» и просматривают обе записи «сидя» и лежа». Они должны содержать повторяемость циклов. РЕОграмма не будет явно иметь своей изолинии. Изолиния появится только тогда, когда будет произведен расчет параметров гемодинамики в режиме «Анализ». Очень важно, что при этом произойдет синхронизация ЭКГ и РЕОграммы в точке S. Именно через эту точку на РЕОграмме пройдет изолиния. Без этой процедуры РЕОграмма не имеет диагностической информативности.

Если обнаруживается экстрасистолия или другие редкие изменения ЭКГ, то целесообразно еще раз сделать запись. Можно использовать дополнительный тест в виде приседаний, и после чего выполнить еще одну запись. Также информативными являются тесты с дыханием по типу «вдох – выдох».

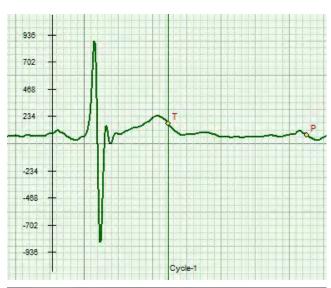
При всех дополнительных записях ОБЯЗА-ТЕЛЬНО делайте краткие комментарии. Это поможет при дальнейшем анализе.

При повторном посещении пациента нет необходимости еще раз вносить его в базу данных. Найдите его в ней и сразу же переходите в режим записи ЭКГ.

# 8. Энергетические характеристики ЭКГ

### 8.1 Спектральные составляющие ЭКГ

ЭКГ является сложным составным сигналом. Как и любой другой сигнал, он состоит из суммы гармоник, каждая из которых есть простой синусоидальный сигнал. Теория спектрального анализа широко используется в технике, особенно в изучении информационных сигналов, регистрируемых от сложных неоднородных объектов. ЭКГ является таким объектом. На рисунке 116 представлена ЭКГ и её спектр.



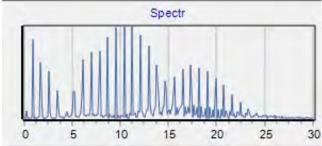


Рис. 116. ЭКГ и её спектральная характеристика

На рисунке видно, что количество гармоник составляет 24 штуки. Приблизительно интервал частот между ними составляет 1 Гц. Амплитуда гармоник различная между собой. Если геометрически сложить гармоники, то в результате получим ЭКГ, изображённую на рисунке.

Более подробные формы гармоник представлены на рисунке 117. В диапазоне выше 15 Гц рядом с основными гармониками фиксируются меньшие по амплитуде. Они располагаются в начале и в конце каждой гармоники.

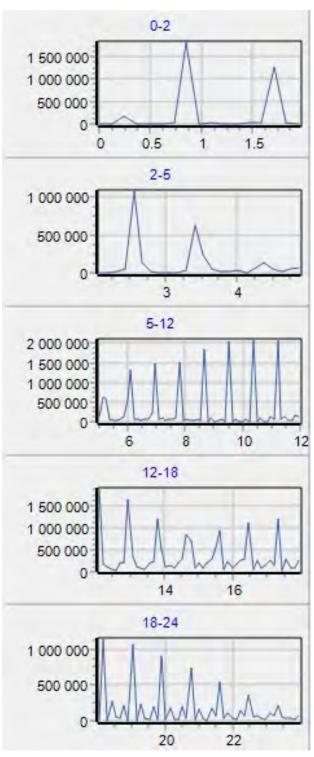


Рис. 117. Подробное представление формы гармоник ЭКГ

Эти импульсы соответствуют импульсам действия симпатической и парасимпатической нервной системы. Они также вносят вклад в форму ЭКГ.

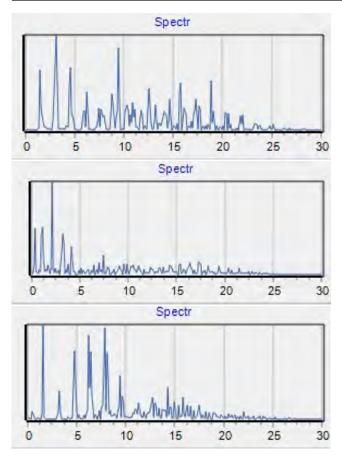


Рис. 118. Примеры спектра различных ЭКГ

Из отмеченного следует, что ЭКГ формируют 24 импульса действия, генерируемые различными органами. Каждый импульс действия возбуждается другими импульсами действия из симпатической нервной системы, а тормозится импульсом действия из парасимпатической нервной системы. Амплитуда всех импульсов действия может меняться в широком диапазоне. Это наблюдается даже при ортостатической пробе. Однако количество основных гармоник остается неизменным и равно 24.

На рисунке 118 показаны примеры спектра различных ЭКГ.

# 8.2 Связь спектральных составляющих ЭКГ и центральной нервной системы

Гармоническими составляющими ЭКГ являются импульсы действия, характеризующиеся амплитудой и шириной. При патологических изменениях ширина может значительно увеличиваться, при этом амплитуда уменьшается.

Однако это же может происходить при значительной концентрации внимания. При этом импульсы симпатической и парасимпатической нервной системы по амплитуде могут быть одинаковы с основным импульсом. На рисунке 119 показаны примеры расширения импульсов действия при различной концентрации внимания. На рисунке 119 а импульс соответствует обычному человеку. Его внимание

адекватно переключается, он не сосредоточен на выполнении какого-либо действия. На рисунке 119 б импульс действия зарегистрирован у спортсмена перед победой на чемпионате мира и установлением мирового рекорда. Он постоянно сосредоточен только на себе. Это ему помогает концентрировать энергию и не распылять её на посторонние от деятельности раздражители. На рисунке 119 в импульс действия у человека с психическими расстройствами. Через несколько месяцев он совершил суицид.

Отмеченное показывает на связь формы ЭКГ и центральной нервной системы.

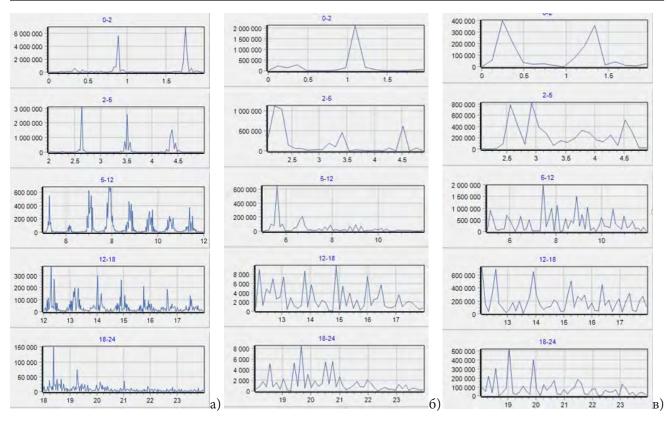


Рис. 119. Ширина импульсов действия: а) нормального человека, б) у чемпиона и рекордсмена мира по спорту, в) у человека, склонного к суициду

## 8.3 Связь энергетики сердца и физиологических адаптационных реакций

Теория адаптационных реакций, разработанная советскими учёными Любовью Хаимовной Гаркави, Еленой Борисовной Квакиной и Марией Александровной Уколовой, определяет, что на действие миллионов внешних и внутренних факторов наш организм откликается только пятью реакциями. Эти реакции получили название: стресс, тренировка, спокойная активация, повышенная активация и переактивация [42]. Наиболее энергетически выгодной реакцией является реакция спокойной активации. Исследования показали, что энергетика гармоник ЭКГ также связана с типом адаптационной реакции. Это весьма важно, так как очень просто по энергии гармоник определить тип реакции. Было замечено, что все гармоники группируются в пять групп. Сопоставление их энергии относительно друг друга выявляют зависимости, соответствующие определённому типу реакции. На рисунке 120 показаны графики сопоставления мощностей каждой из пяти групп.







в)

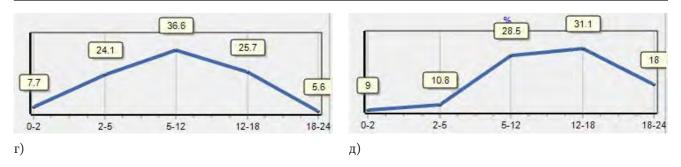


Рис. 120. Графики соотношений мощностей каждой из пяти групп: а) стресс, б) тренировки, в) спокойной активации, г) повышенной активации, д) переактивации

### 8.4 Стабильность состояния сердечно-сосудистой системы

Параметр «стабильность состояния» является системным. Его вычисление основано на анализе ритма сердечных сокращений. В основе лежит формула «индекса напряжённости» по Р.М. Баевскому. В неё входят R – R интервалы и на их основе вычисляется число, соответствующее отклонению от среднего значения, величина которого характеризует состояние напряжён-

ности организма. Также рисуется график, на котором определяется плотность облака значений (рис. 121 для R – R). Заменяя в уравнении RR на SV, получаем графики для ударного объема, при этом квадрат из точек 2х2 указывает на стабильность состояния. Квадрат 3х3 – среднеустойчивое состояние. Облако, как для RR интервала, указывает на неустойчивое состояние.

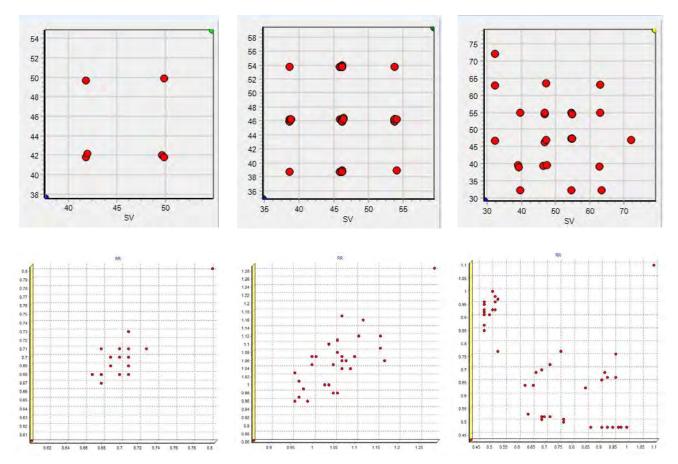


Рис. 121. SV – ударный объём и R – R интервалы

# 9. Типы экстрасистолии и причины ее возникновения. Основы теории аритмии

# 9.1 Влияние увеличения гемодинамического сопротивления на работу артериовенозных анастомозов и возникновение экстрасистолии. Закон В. Ермошкина – В. Лукьянченко

Закон, открытый В. Ермошкиным и В. Лукьянченко, гласит: в зависимости от увеличения локального гемодинамического сопротивления сосудов артериальная кровь частично может поступать в венозную систему, минуя капил-

лярную систему органа, посредством артериовенозных анастомозов.

Этот феномен смешивания артериальной крови с венозной отражается на синхронной записи ЭКГ и РЕОграммы (рис. 121, 122, 123).



Рис. 122. Незначительные признаки нарушения венозного оттока при горизонтальном положении тела



Рис. 123. Отсутствие признаков нарушения венозного оттока при вертикальном положении тела



Рис. 124. Запись в положении тела стоя после 30 приседаний. Уменьшение амплитуды РЕОграммы, свидетельствующее о внезапном «сбросе давления» в аорте (момент 1). Соответствует моменту открытия артериовенозного шунта

Проявление феномена срабатывания артериовенозных анастомозов можно наблюдать в сравнении трёх записей, две из которых сделаны при ортопробе и ещё одна после 30 приседаний. На рисунках видно, что в горизонтальном положении тела венозный кровоток имеет незначительные изменения (рис. 122), которые можно отнести к норме. Фаза ранней диастолы на РЕОграмме имеет незначительный подъём. При вертикальном положении наблюдается нормализация венозного кровотока (рис. 123). После физической нагрузки в виде 30 приседаний на рис. 124 наблюдается значительные амплитудные изменения РЕОграммы. В частности, изображенные первые три цикла РЕОграммы имеют рост систолического давления, который образуется за счёт остаточного объёма крови в каждом сердечном цикле и его накоплении от цикла к циклу. Это указывает на препятствие кровотоку, возникающее локально в одном из периферических участков тела. Кровь в полном объёме не может циркулировать. Систолическое давление, достигнув определённого уровня (момент 3 на рис. 124), открывает артериовенозный шунт и сбрасывает накопившуюся артериальную кровь в венозное русло. Систолическое давление резко падает (момент 1 на рис. 124). Далее опять наблюдается рост систолического давления от цикла к циклу, но при затруднении венозного кровотока (момент 2 на рис. 124). На рисунке фаза ранней диастолы имеет рост, а не спад, что отмечено цифрой 2. Цикличность такой картины будет повторяться регулярно до

устранения повышенного локального гемодинамического сопротивления.

Открытие артериовенозных анастомозов происходит в ранней диастоле. Если систолическое давление достигает большого значения для открытия артериовенозных анастомозов, то оно, двигаясь по венозному руслу, достигает АВ узла, так как предсердно-желудочковый клапан открыт и, воздействуя на АВ узел, запускает внеочередной импульс действия. Для этого все условия имеются именно в диастоле. Возникает экстрасистолия в виде QRS комплекса.

Представленное описание процесса работы артериовенозных анастомозов является теоретической основой наиболее распространённого вида аритмии.

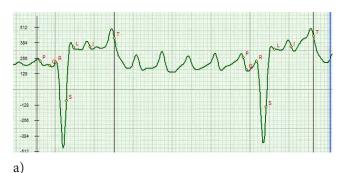
Этот процесс сопровождается определённой симптоматикой. Отметим специфичность жалоб пациентов, характерных отмеченному феномену анатомо-физиологической перестройки сосудистой системы. «Пульсация в животе с последующим сердцебиением. Начинает периодически пульсировать в животе. То в области поджелудочной, то в животе слева, то вообще просто «внутри живота». После того как начинает пульсировать в животе, появляется пульсация в сердце. Появляются тахикардия, аритмия. Иногда просто попульсирует сердце и успокоится, иногда «пульсирует-пульсирует и появляются боли в сердце».

Периодическое открывание артериовенозных шунтов является компенсационным защитным механизмом.

### 9.2 Предсердная экстрасистолия

Экстрасистола предсердий возникает при значительном снижении эластичности мышц сердца, миокарда или межжелудочковой перегородки. В основном это связано с окклюзией коронарных артерий при мультифокальном кардиосклерозе. На рис. 125 показаны такого типа экстрасистолы. С позиции фазового анализа сердечного цикла, как следствие от окклюзии, мышцы не могут расслабиться в фазе ранней диастолы и закачать кровь в желудочки приходится предсердиям. Количество Р волн будет столько, насколько снижена функция расслабления мышц. Лечение такого типа экстрасистолии возможно только через нормализацию коронарного кровотока и восстановление эластичности мышц сердца.

Сердечно-сосудистая система предназначена для транспорта крови, который возможен при разности давлений. На рис. 126 показан механизм поддержания систолического давления с помощью экстрасистолии предсердий. Видно, что в первые циклы систолическое давление низкое. Причина – проблемы коронарного кровотока. Далее, за счёт четырёх Р волн создаётся накачка крови в желудочки, и на РЕОграмме видно, что после этого систолическое давление нормализуется, но ненадолго. Уже в следующем цикле всего две Р волны поддерживают его, а далее оно снижается.



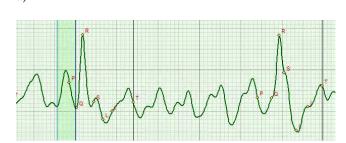


Рис. 125. Экстрасистолы предсердий



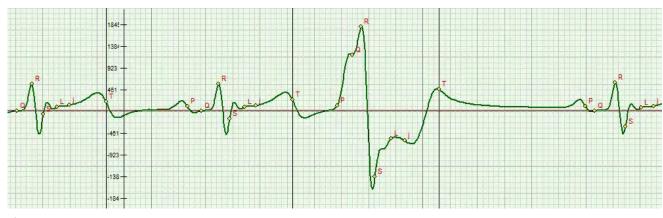
Рис. 126. Экстрасистолия предсердий с целью закрытия предсердно-желудочкого клапана и поддержания должного уровня систолического давления

# 9.3 Потенциал фибробластов и внезапная сердечная смерть

Основными клетками соединительной ткани являются фибробласты. Их функция заключается в синтезе межклеточного матрикса соединительной ткани, который обеспечивает транспорт химических элементов и механическую поддержку клеток. Они контактируют с кардиомиоцитами. Фибробласты эффективно преобразуют механическое раздражение в электрический потенциал, при этом возбуждённый таким образом потенциал может модулировать потенциал деполяризации кардиомиоцитов. Драматичность этого процесса заключается в том, что потенциал фибробластов значительно превышает потенциал кардиомиоцитов. Учитывая, что он возникает в конце фазы ранней

диастолы, то создаются условия гиперсокращения межжелудочковой перегородки (рис. 127 а, б). Возникает возможность «заклинивания» межжелудочковой перегородки при её гиперсокращении. Фактически это спазм мышц. В результате сердце останавливается и возникает внезапная сердечная смерть. Субъективные признаки, сопровождающие этот процесс, – кратковременное головокружение или потеря сознания.

Экстренная помощь заключается в воздействии высоковольтным разрядом в область сердца, что ликвидирует «заклинивание», или применении иглоукалывания.



a)



Рис. 127. Развитие процесса увеличения амплитуды сокращения межжелудочковой перегородки, которое может привести к её «заклиниванию» и остановке сердца. Это сопровождается кратковременным головокружением или потерей сознания. В критических случаях сегмент ST выпрямляется (рис. 6)

## 9.4 Дыхательная экстрасистолия

Данный тип экстрасистолии возникает при значительном разбалансе циркуляции крови большого и малого круга кровообращения. Такая экстрасистола является коррекцией гемодинамики большого и малого круга крово-

обращения. Её устранение достигается нормализацией дыхания, которое возможно при выполнении регулярных физических упражнениях. К патологии этот тип экстрасистолии не относится.

# 10. Критерии здоровой сердечно-сосудистой системы

Параметры здоровой сердечно-сосудистой системы имеют широкий диапазон нормы. Он очень широк. При их выходе из диапазона важно, чтобы они достаточно быстро восстанавливались. В первую очередь это связано с физическими нагрузками. Поэтому важно уметь не только тренировать физически мышцы сердца, но и уметь их быстро и эффективно восстанавливать.

Организм никогда не тратит энергию зря. Если вести спокойный образ жизни, то впоследствии возобновить активную двигательную де-

ятельность будет очень трудно. Это связано с сокращением энергетического обеспечения невостребованных функций.

Здоровая сердечно-сосудистая система возможна только при балансе нагрузки и расслабления.

Важно осознавать, что женский и мужской организм имеют различия в возможностях физических нагрузок. Женщина – интроверт, а мужчина - экстраверт, у каждого из них свои пороги возбудимости и концентрации внимания.

### 10.1 Гемодинамические параметры

### 10.1.1 Фазовые объёмы крови

Кардиометрия использует для диагностики 7 объёмов крови:

SV – ударный объем крови, (мл);

MV – минутный объём крови (сердечный выброс), (л/мин);

PV1 – объем крови, притекающий в желудочек сердца в фазу ранней диастолы, характеризующий присасывающую функцию желудочка, мл или % от объема наполнения;

PV2 – объем крови, притекающий в желудочек сердца в фазу систолы предсердия, характеризующий сократительную функцию предсердия, мл или % от объема наполнения.

PV3 – объем крови, изгоняемый из желудочка сердца во время быстрого изгнания, (мл);

PV4 – объем крови, изгоняемый из желудочка сердца во время медленного изгнания, (мл);

PV5 – объём крови, который перекачивает восходящая аорта в систоле, работая как перистальтический насос, (мл).

Наиболее часто используемые на практике первые четыре объёма. Так, PV2 указывает на состояние мышц сердца. Часто этого бывает достаточно, чтобы понять, в каком состоянии находится миокард.

Ударный объём SV в относительной норме в возрасте старше 16 лет соответствует уровню 55 мл.

Всегда будет выполняться уравнение: SV = PV1 + PV2 = PV3 + PV4

Нормальный минутный объём MV соответствует 3,7 л/мин.

Диапазон нормального изменения отмеченных объёмов крови ± 30 %. Это границы диапазона между нормой и патологией. Прибор «Кардиокод» индицирует на дисплее эти диапазоны в виде темно- и светло-зелёного фона (рис. 128).

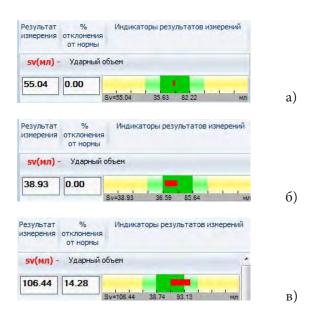


Рис.128. Комбинированное отображение численного значения измеряемой величины SV ударного объёма и его качественного отображения красной полосой на фоне тёмно-зелёного цвета диапазона нормы. Отображение нормы (аналогично и для других фазовых объёмов крови), а) и б) соответствуют 0% отклонения от нормы, в) - выше нормы на 14,28%

Отметим, что при ортостатической пробе параметры изменяются. Всё это необходимо учитывать. Если при переходе в вертикальное положение параметры вышли за границу нормы, то у пациента потенциально опасное состояние сердечно-сосудистой системы, которое может проявиться в большей степени при увеличении двигательной активности.

Информативным индикатором является параметр PV2 – объём крови в фазу систолы предсердия (рис. 129).

Параметр PV5 – объем крови (часть SV), перекачиваемый восходящей аортой как перистальтическим насосом, характеризует часть объёма крови, движущейся по сосудам. Функционально он связан с энергией выхода крови в аорту. Если он высокий, то аорта работает под нагрузкой, помогая крови двигаться по сосудам.

Для оценки энергетического потенциала сердца используется параметр «процент диастолического объёма PV1 от ударного объёма SV». Он обозначается как RV1. Это косвенная характеристика усталости сердца. Понятие нормы здесь относительное. Практика показала, что лучшим показателем для RV1 является зна-

чение, соответствующее «золотой пропорции 1,62», а это RV1 = 62 %. Оно вариабельно и может изменяться даже при ортопробе.



Рис. 129. Параметр PV2 – объем крови, притекающий в левый желудочек сердца в фазу систолы предсердия, во время мониторинга у одного пациента. Измерения производились каждый час. Виден рост величины объёма крови с 32,64% от нормы до 73,62%. Это указывает как на нагрузку на предсердия, так и на низкую эластичность мышц сердца.

### 10.2 Условия заполнения коронарных артерий кровью

Согласно данным, приведенным в п. 4.2.8, тангенс угла наклона на РЕОграмме в сегменте  $T_{\kappa}$  – U должен быть не меньше 1, что соответсвует норме. При показателе меньше 1 коронарный

кровоток заполняется не полностью, что указывает на наличие окклюзии коронарных артерий или нехватки общего объёма крови в аорте.

### 10.3 Метаболические параметры

Важно анализировать количественные показатели кислорода, лактата и креатинфосфата (в условных единицах):

#### 1. Количество кислорода:

средний исходный нормальный уровень для нетренированных людей диапазон 0,5...0,55.

Для средней тренированности 0,6...0,65.

Для высокой тренированности и выносливости 0,7...0,85.

### 2. Количество лактата:

диапазон оценки энергетических затрат анаэробно-гликолитических процессов, норма от 3 до 7.

### 3. Количество креатинфосфата:

диапазон оценки энергетических затрат креатинфосфатных процессов, норма от 2 до 4.

Накопление лактата указывает на то, что сердце функционирует и справляется с работой. Но оно не должно быть значительно выше нормы. При его показателях значительно ниже нормы можно говорить об исчерпании ресурсов сердца.

Показатель креатинфосфата указывает на возможность ресинтеза АТФ уже в следующем сердечном цикле.

Если все три метаболических показателя ниже нормы, то это указывает на полное израсходо-

вание энергии сердечно-сосудистой системы. Как правило, это критическое состояние.

### 10.4 Амплитудные фазовые характеристики

Каждая фаза на ЭКГ имеет свой нормальный диапазон изменения амплитуды, представленный на рис. 130. Нужно обращать внимание на то, что изменение амплитуды может быть выз-

вано компенсационным механизмом, поэтому амплитудный анализ, как правило, используется в логическом анализе при выявлении первопричины заболевания.

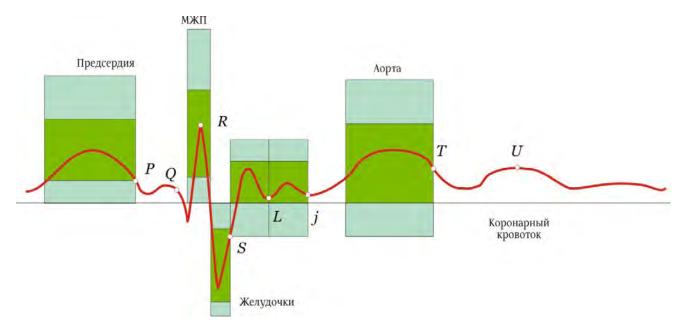


Рис. 130. Нормальные диапазоны изменения амплитуд ЭКГ в фазах сердечного цикла. Темная зона является относительной нормой

### 11. Ресурсокардиометрия (основы теории прогнозирования ресурсов работы сердца)

Рассмотрим случай из практики, который позволил получить данные о ресурсах сердечнососудистой системы.

Пациент находился в реанимации. На рисунке 131 показаны форма ЭКГ, параметры гемодинамики и энергетические характеристики, соответствующие аэробным, анаэробным и креатинфосфатным реакциям за шесть часов до полной остановки сердца.

б)

На рисунке видно, что гемодинамические характеристики в норме и имеют 0 % отклонения от нормы. Кислород в пределах нижней нормы равен 0,49 у.е. при норме не ниже 0,5. Лактат 9,2, при норме от 3 до 7, что указывает на его накопление, а значит на то, что мышцы сердца работают. Креатинфосфат, отвечающий за восстановление АТФ, характеризующий запас для затрат мгновенного расхода энергии, равен



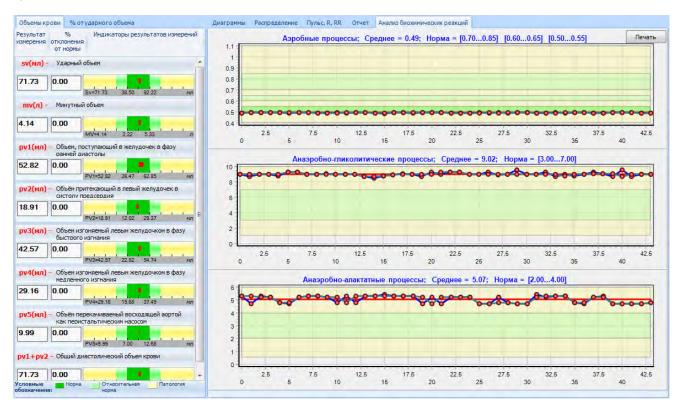


Рис.131. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 5817. Запись сделана в 9 ч. 26 м.

5,07, при норме от 2 до 7. Системный параметр индекс напряжённости, который вычисляется по методики Р.М. Баевского, очень высокий, указывает на чрезмерную напряжённость сердечно-сосудистой системы.

Через несколько минут были получены данные об ухудшении состояния. Они представлены на рисунке 132. Видно, что ослаблена функция сокращения межжелудочковой перегородки (МЖП). На ЭКГ зубец R снизил амплитуду. Показатель PV2 – объём крови, поступающий в желудочек в систолу предсердия, превысил норму на 32,64%. Это указывает на увеличение нагрузки на предсердия. При этом индекс напряженности резко снизился до нормы и зафиксировался на уровне 166. Кислород и креатинфосфат снизились существенно ниже нормы. А вот лактат стал в норме, но его снижение показывает на снижение эффективности работы сердца. Работу миокарда поддерживают предсердия (PV2 выше нормы на 32,64%).

В 9 ч. 33 м. была сделана ещё одна запись (рис.133). Видно, что объём крови, поступающий в желудочек в систолу предсердия, увеличился и превысил норму уже на 48,37%.

Эффективность аэробных процессов осталась на уровне 0,23. Анаэробные процессы, указывающие на накопление молочной кислоты в мышцах, увеличились с 0,62 до 7,76. Организм перешёл на анаэробный процесс работы мышц, при этом индекс напряженности стал равен 46 – очень низкий, но не критический. Для удобства все данные сведены в таблицу.

В 11 ч. 59 м. было зафиксировано увеличение нагрузки на предсердия до величины 52,42 % (рис. 134). При неизмененных показателях метаболизма, ИН = 423 пошёл в рост, нагрузка на предсердия достигла критического уровня. Другие гемодинамические параметры также стали превышать норму. ЭКГ указывала на высокое напряжение мышц сердца в фазе напряжения S – L. На РЕОграмме в фазе медленного изгнания наблюдалось падение давления.

В 12 ч. 34 м. рост PV2 достиг 73,62 % (рис.135). Это указывало на необходимость неотложной помощи. Был введен внутривенно CaCl 10 мл.

В 13 ч. 41 м. после введения CaCl, PV2 начал снижаться, достигнув 50,61% (рис.136), но увеличился ИH=261.

Таблица 11.1. Результаты измерений объёмов крови в систолу предсердия и показатели метаболических реакций, а также индекс напряжённости, полученные у пациента в реанимации

Nº	Время измере- ния	% PV2 – процент от- клонения от нормы объёма крови, поступающего в желудочек в фазу систолы предсердий	Анаэробный показатель, лактат (норма 37)	Креатин- фосфатный показатель (норма 24)	Аэробный показатель (норма 0,5 0,85)	Индекс напряжен- ности
1	9 ч. 26 м.	0	9,2	5,07	0,49	5817
2	9 ч. 28 м.	+32,64	0,62	0,35	0,23	166
3	9 ч. 33 м.	+48,57	7,76	0,59	0,23	46
4	11 ч. 59 м.	+52,42	7,68	2,88	0,22	423
5	12 ч. 34 м.	+73,62	9,72	5,72	0,21	186
6	13 ч. 41 м.	+50,61	7,22	5,59	0,25	261
7	15 ч. 11 м.	+4,23	4,72	1,32	0,35	47
8	15 ч. 22 м.	+4,27	3,98	1,37	0,37	12
9	15 ч. 46 м.	+21,75	3,61	1,94	0,26	18
10	15 ч. 59 м.	_	_	_	_	_

В 15 ч. 11 м. PV2 почти пришел в норму, отклоняясь лишь на 4,23% (рис.137). Другие гемодинамические параметры пришли в норму. Но резко упал креатинфосфат до 1,32. При этом на ЭКГ восстановился R зубец. ИН стал равен 47. Казалось, что ситуация стабилизировалась, но в 15 ч. 22 м. (рис.138) у пациента начались симптомы, указывающие на полную остановку сердца. ИН снизился до критического минимума 12. Остальные параметры оставались без изменения. Врачом было принято решение ещё ввести CaCl.

В 15 ч. 46 м. была сделана очередная запись (рис.139), которая показала увеличение нагрузки на предсердия PV2=21,75 %. ИН повысился до 18, но этого оказалось недостаточно. Сердцу не хватило ресурсов и в 15 ч. 59 м. очередная регистрация параметров показала полную остановку сердца. Все гемодинамические параметры стали на уровне минус 100% (рис.140). Попытка возобновить работу сердца с помо-

щью дефибриллятора не имела успеха (см. ЭКГ на рис. 140).

Лечащий врач, который предоставил нам материалы, отметил, что опыт, полученный в работе с прибором Кардиокод, позволил в его палате за год снизить смертность на 86 %. И особенно он подчеркнул, что этого можно достичь и в других клиниках, но только с прибором Кардиокод. Приведенный анализ гемодинамических, биохимических и системного показателей позволяет сделать вывод о наличии границ, ниже которых нельзя допускать их синхронного снижения. Важно, что пример показывает поле логического мышления врача, в котором содержится информация о принятии решения по принципу «здесь и сейчас», позволяющее предотвратить тяжёлые последствия развития патологии.

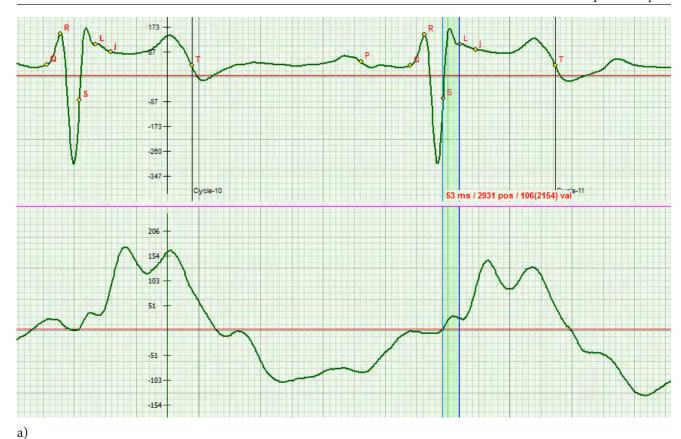
Такой логический анализ подсказал название этого направления кардиометрии – ресурсокардиометрия. На практике он показал очень большую эффективность.





Рис. 132. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 166. Запись сделана в 9 ч. 28 м.

б)



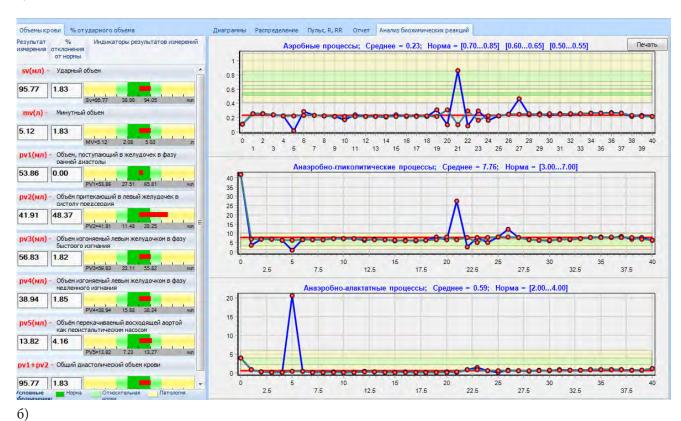


Рис. 133. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН по Р. Баевскому = 46. Запись сделана в 9 ч. 33 м.



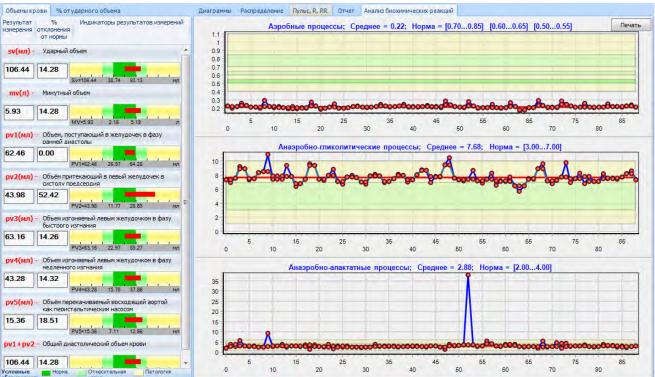


Рис. 134. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН по Р. Баевскому = 423. Запись сделана в 11 ч. 59 м.

б)



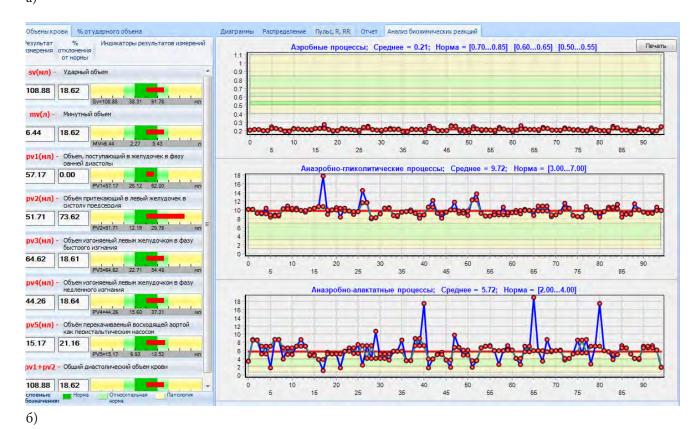
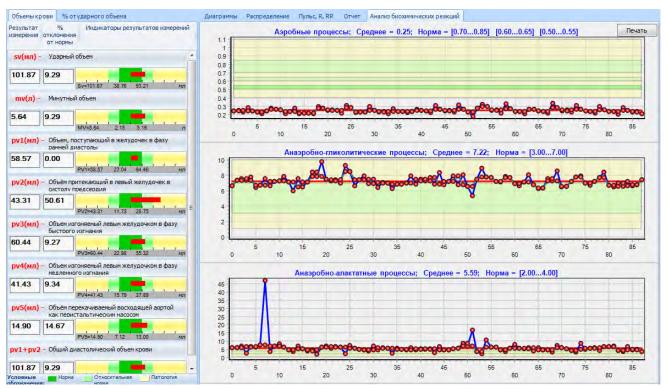


Рис. 135. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН по Р. Баевскому = 186. Запись сделана в 12 ч. 34 м. Через пять минут после введения внутривенно CaCl,  $10 \, \rm mn$ 





6) Рис. 136. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 261. Запись сделана в 13 ч. 41 м.



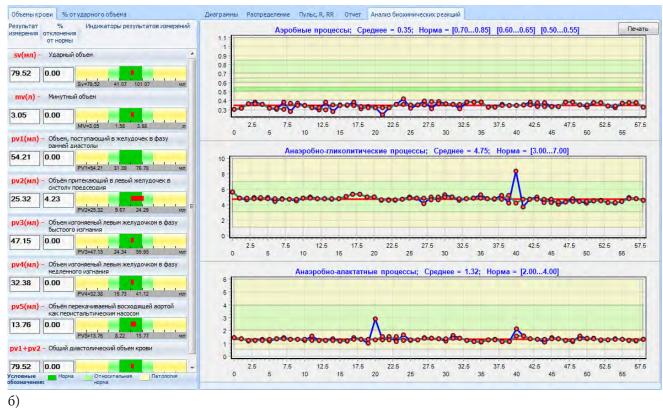


Рис. 137. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 47. Запись сделана в 15 ч. 11 м.



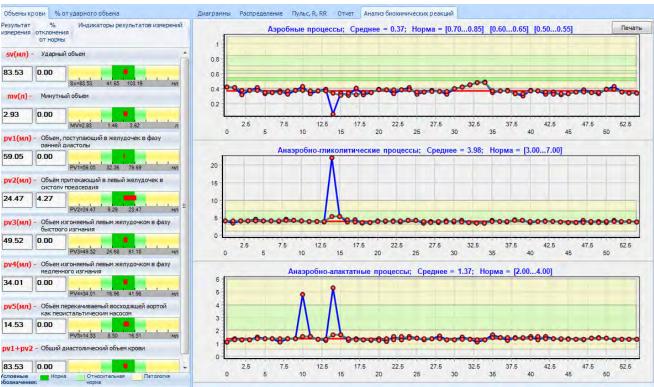


Рис. 138. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 12. Запись сделана в 15 ч. 22 м. Критическое состояние

б)

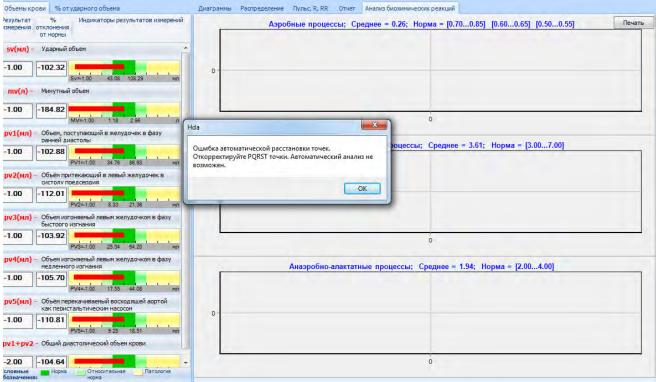




б)

Рис. 139. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). ИН = 18. Запись сделана в 15 ч. 46 м.





б)

Рис.140. ЭКГ (а), характеристики гемодинамики и энергетические, аэробные, анаэробные и креатинфосфат (б). Запись сделана в 15 ч. 59 м.

### 12. Сравнительный анализ критериев диагностики классической кардиологии и кардиометрии

### 12.1 Общепринятый в кардиологии анализ ЭКГ. Уровень его диагностических возможностей

- 1. Ритм и его частота.
- 2. Интервалы и блокады.
- 3. Синдром ВПВ.
- 4. Сегмент ST.
- 5. Зубец Q.
- 6. Зубец Р.
- 7. Гипертрофия.
- 8. Зубец Т.
- 9. Электрическая ось.
- 10. Нарушение ритма.
- 11. Прочее.

#### 12.1.1 Ритм и его частота

Частота сердечных сокращений (ЧСС) в норме от состояния покоя до физических нагрузок достигает от 55 до 140 уд./мин. Этот параметр зависит от способности сердца производить ударный SV (мл.) и минутный MV (л/мин) объёмы крови. Соответственно, они зависят от потребности кислорода организмом.

Информативным показателем параметра ЧСС служит его значение в покое. Это системный показатель. Частота должна быть в диапазоне 60 ... 80 уд./мин. При отклонении от диапазона диагностируется напряжённость сердечно-сосудистой системы, зависящая от локальной или системной обеспеченности организма кислородом. Более важным показателем является девиация частоты, разница между мгновенными значениями ЧСС. Чем меньше изменение этого показателя, тем проблемнее для организма поддержание функционирования сердечной деятельности. Однако в классической кардиологии этот показатель не входит в обязательный перечень диагностируемых параметров, а используется только при углубленных осмотрах. Индекс напряжённости, носящий имя его автора Р.М. Баевского, указывает на сбалансированность организма в работе по поддержанию вегетативно-сосудистых реакций.

ЧСС регулируется ритмом дыхания.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

ЧСС в состоянии покоя в норме должна быть в диапазоне 55 ... 85 уд/мин. В кардиометрии не учитывается тип синусового ритма, так как он не указывает на причину его изменений, и, соответственно, не несёт значимой диагностической информации.

### 12.1.2 Интервалы и блокады

В классической кардиологии рассматриваются интервалы и сегменты ЭКГ. Фазы сердечного цикла вообще не являются критериями диагностики. Абсолютно не учитывается связь ЭКГ с гемодинамикой. Рассмотрение длительности интервалов без учёта гемодинамических показателей, в первую очередь фазовых объёмов крови, не может служить диагностическим критерием более чем в 90 % случаев, потому что не учитывает компенсационные механизмы работы сердечно-сосудистой системы. Работа всей сердечно-сосудистой системы основана на компенсационном фазовом механизме. Если одна фаза не обеспечивает свою функцию, то другая будет стремиться её компенсировать. Рассмотрение только длительностей интервалов, без учёта связи их с гемодинамическими процессами, не имеет смысла.

Блокады проводящей системы сердца не существуют. В классической кардиологии этот параметр абсолютно не учитывает связь метаболических процессов мышц сердца и состояния коронарных сосудов.

Попытка аналогии с проблемами полной или частичной проводимости нервных волокон периферической части организма на практике не дали результатов. При диагнозе нарушения проводимости сердца на практике нет ни одного случая излечения этого недуга как медикаментозного, так и хирургического.

Вживление кардиостимулятора связано с проблемами центральной нервной системы (ЦНС)

и зависит от связи гемодинамики с симпатической нервной системой. Классическая кардиология не объясняет наличие сокращения мышц сердца дистальнее полной блокады. При этом дублирующих проводящих систем в сердце не существует.

Важно, что гемодинамика зависит от качества метаболизма мышц сердца, определяющего их сокращение, и качества коронарных артерий, обеспечивающих кислородом метаболизм.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Использование в диагностике термина «блокада» нет смысла, так как изменение проводимости в сердце не существует. Необходимо анализировать качество метаболизма в фазах Q-R-S, S-L, L-j.

#### 12.1.3 Синдром ВПВ (WPW)

Синдром ВПВ (WPW) основан на теории якобы существующего преждевременного возбуждения желудочков. Этого в принципе не может произойти, так как фазовая последовательность выхода и входа биохимических элементов не может быть нарушена. Также преждевременного возбуждения не может произойти, потому что АВ узел генерирует потенциал действия только от давления на него объёмом крови, достигшего определенного уровня. АВ узел – это барорецептор. Ни от какой другой причины АВ узел не сможет возбуждаться, точно также как барорецепторы аорты. Вход Na<sup>+</sup> в клетку и следующее сокращение мышц сердца соответствует QRS комплексу. Этот механизм основан на аэробном процессе. Далее следует электромеханическое сопряжение, состоящее из входа в клетку Са<sup>++</sup> и последующего выхода К<sup>+</sup>. Это нужно для создания разности давления между желудочком и аортой, что позволяет открыть клапан аорты. Эти процессы анаэробные и при них образуется в мышцах сердца лактат и активизируется креатинфосфат. Изменение последовательности не может быть теоретически, так как не откроется клапан. Термины «ранняя, поздняя» поляризация или реполяризация не соответствуют действительности. Потенциал действия, в части его равенства «0», определяет существование только электромеханического сопряжения. В классической кардиологии особое место уделяется определению момента открытия клапана аорты. Даже символом медицины является фонендоскоп, но на ЭКГ этот момент, соответствующий окончанию входа в клетку  $Ca^{++}$  и выходу  $K^+$ , не отмечен вообще. В КАРДИОМЕТРИИ авторами введено новое обозначение на ЭКГ – точка L, начало фазы быстрого изгнания.

В классической кардиологии лечение синдрома ВПВ не существует. При этом не отмечается, что форма ЭКГ при данном синдроме может быть изменена в части восстановления S зубца за счёт дыхательных упражнений, без какихлибо медикаментозных препаратов. Наличие дельты волны зависит от особенностей взаимодействия анатомии лёгких и предсердий, а также оседания под предсердно – желудочковым клапаном различных некробиотических, микробных и бактериальных инородных элементов крови.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

При форме ЭКГ, совпадающей с синдромом ВПВ, нет оснований говорить об опасном состоянии. Надо отслеживать потребление кислорода в фазе Q-R-S, которое не должно выходить за нижнее значение нормы. Этот показатель связан с формой «дельта волны».

#### 12.1.4 Сегмент ST

В классической кардиологии сегмент ST не рассматривается как состоящий из трёх фаз сердечного цикла. При этом волна Т в различных случаях входит в его описание или нет, что не позволяет точно идентифицировать соответствие его формы признакам патологии. Всё сводится к оценке возможной ишемической болезни (ИБ) сердца или инфаркту миокарда (ИМ).

В КАРДИОМЕТРИИ, в фазовом анализе сердечного цикла, волна Т к оценке сердца не относится. Амплитуда волны Т характеризует только диаметр аорты. Он зависит от попадания в аорту ударного объёма крови, который расширяет её до величины, когда давление в ней становится достаточным для срабатывания барорецепторов аорты и генерации импульса

действия, управляющего движением крови по сосудам.

Важен анализ двух фаз S–L и L–j. Они работают в анаэробном режиме при фоновом постоянном напряжении мышц сердца, произошедшем после QRS комплекса. Форма ЭКГ в них зависит от качества метаболизма, а именно элементов Са<sup>++</sup> и К<sup>+</sup>. Не определяя границы между активностью движения биохимических элементов, в кардиологии эти две фазы определяют как электромеханическое сопряжение. В классической кардиологии по их форме определяется гипер (гипо) калциемия (калиемия). Это очень информативные фазы. Накопление лактата во время их действия показывает возможные ресурсы сокращения мышц сердца.

Важно при ИМ оценить фазу S–L, а не весь комплекс ST. Понятие «реципрокная депрессия» можно отнести только к фазе S–L.

При критических состояниях коронарных артерий зубец SL проявляется на ЭКГ в виде прямой линии ниже изолинии. Это соответствует ИМ. А при повышенном накоплении лактата в мышцах миокарда, рост амплитуды SL фазы указывает на усталость мышц.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Форма волны Т не является критерием для оценки состояния ИБС. Амплитуда волны Т отражает изменения диаметра аорты. Инверсия волны связана с симптоматикой – холодными конечностями, так как насосная функция аорты снижается и кровь не в полном объёме обеспечивает периферические структуры организма.

#### 12.1.5 Зубец Q и развитие зубца R

В классической кардиологии форма зубца Q связана с оценкой инфаркта миокарда. Если исключается инфаркт, то оцениваются гипертрофическая кардиомиопатия или синдром WPW.

В кардиометрии такой подход не используется. Дело в том, что фаза P–Q входит в систолу предсердия и характеризует закрытие предсердно-желудочковых клапанов. В конце их полного закрытия давление в желудочках должно достичь уровня, запускающего АВ узлом генерацию импульса действия. Форма фазы P–Q

зависит от двух факторов, от анатомической формы лёгких и предсердий, которые влияют на процесс закрытия предсердно-желудочковых клапанов, а также от скопления под этими клапанами различных возбудителей бактериальной, вирусной, грибковой и паразитарной природы, имеющих органораспространенный полисистемный тропнофиксированный характер. В связи с отмеченным, анализ фазы P–Q является ведущим в оценке ЭКГ.

Его можно оценить только при ортостатической пробе. Оценивается изменение амплитуды фазы P–Q относительно изолинии. В норме изменений не должно быть. При сильных изменениях необходимо в первую очередь принять меры для кровоочищения. Как правило, эффективно использование натуропатических препаратов.

Изменение длительности P–Q указывает на качество растяжимости мышц миокарда. Оно определяет сопротивление кровотоку при закачивании крови предсердиями в желудочки.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Важно изменение амплитуды фазы P-Q относительно изолинии, которого в норме не должно быть. Оно определяется только при ортопробе. В классической кардиологии это невозможно произвести из-за технических особенностей аппаратуры. Важность критерия в том, что он указывает на изменение состава крови за счёт бактериальной, вирусной, грибковой и паразитарной природы, имеющих органораспространенный полисистемный тропнофиксированный характер. Этот критерий указывает на возможное поражение органов и систем с возникновением хронических заболеваний (центральной нервной системы, оболочек головного мозга, сердечно-сосудистой системы, суставов, позвоночника, эндокринной системы и др.). Устранение возбудителей путём чистки крови натуральными средствами приводит к нормализации состояния органов и систем организма. Для выявления инфаркта миокарда фаза P – Q

Для выявления инфаркта миокарда фаза P – Q и зубец Q информации не несёт.

Отметим развитие зубца R.

В классической кардиологии раздвоение зубца R считается нарушением проводимости и не

учитывает качество биохимических процессов и коронарного кровотока.

Раздвоение зубца R отражает реверсивное движение межжелудочковой перегородки. Как правило, оно вызывается не от нарушения проводимости, которое не может существовать теоретически, а от наличия врождённых фистул в коронарных артериях, через которые при сокращении сердца сбрасывается в желудочек часть крови коронарных артерий.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Раздвоение зубца R вызвано не нарушением проводимости, а реверсным ходом межжелу-дочковой перегородки.

### 12.1.6 Зубец Р

В классической кардиологии волна Р используется для выявления гипертрофии предсердий.

Волна Р – систола предсердия. Её форма зависит от гемодинамического равновесия функционирования большого и малого круга кровообращения и анатомии предсердно-желудочковых клапанов. Предназначение систолы предсердия – закрытие предсердно-желудочкового клапана.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

В кардиометрии раздвоение волны Р указывает на разбаланс гемодинамики малого и большого круга кровообращения. Появление нескольких волн указывает на значительное снижение эластичности мышц миокарда, которое наблюдается при мультифокальном кардиосклерозе.

#### 12.1.7 Типертрофия желудочков

В кардиологии нет чётких критериев выявления гипертрофии желудочков.

В кардиометрии гипертрофия не является критерием патологии. Она возникает только при регулярных физических нагрузках. Важно оценивать форму ЭКГ у людей, окончивших регулярные занятия спортом. Здесь гипертрофия может служить изменению соответствующего метаболизма мышц сердца, так как будут изменены количественные условия накопления и утилизации лактата. При гипертрофии мио-

карда амплитуда зубца R уменьшается и ударный объём SV увеличен.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

При гипертрофии важно наблюдать за метаболическими показателями.

### 12.1.8 Зубец Т

В классической кардиологии из анализа зубца Т выявляются признаки ишемии миокарда и инфаркта его задней стенки.

Кардиометрия чётко определяет, что волна Т характеризует только изменения диаметра аорты (расширение или сужение), вызванные взаимодействием давления и объёмами крови между желудочком и аортой.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Диагностического значения для желудочков не имеет. Его форма зависит от соотношения давления между желудочком и аортой. Амплитуда волны Т характеризует только диаметр аорты. Он зависит от попадания в аорту ударного объёма крови, который расширяет её до величины, когда давление в ней становится достаточным для срабатывания барорецепторов аорты и генерации импульса действия, управляющего движением крови по сосудам. В кардиометрии перед волной Т определяется фаза медленного изгнания ј – Т .. Именно в ней происходит завершающая стадия распределения объёма крови в восходящей аорте до тех пор, пока создаваемое давление станет достаточным на барорецепторы аорты и включится процесс расширения аорты. Волна Т отображает это расширение. Инверсия волны связана с симптоматикой – холодными конечностями, так как насосная функция аорты снижается и кровь не в полном объёме обеспечивает периферические структуры организма.

### 12.1.9 Электрическая ось сердца

Параметр «электрическая ось сердца» диагностической значимости не имеет.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Диагностического смысла для выявления патологии не имеет.

### 12.1.10 Нарушение ритма

Классическая кардиология рассматривает тахикардии с узким и широким комплексом Q – R – S. В зависимости от длительности комплекса классифицируются регулярные и нерегулярные тахикардии.

Кардиометрия определяет, что нарушения ритма могут происходить в трёх случаях:

- при локально периферическом увеличении гемодинамического сопротивления, вызывающего срабатывания артериовенознах анастомозов.
- при увеличении количества фибробластов у СА или АВ узлов;
- при дыхательной аритмии.

Появление нескольких Р волн вызывается мультифокальным кардиосклерозом. Р волны появляются до тех пор, пока не закроется предсердножелудочковый клапан, чему мешает сниженная эластичность желудочков.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Важно знать какой формы экстрасистолический QRS комплекс. Это является критерием для определения причины экстрасистолии.

### 12.1.11 Прочее

В кардиологии также принято оценивать:

Перикардит;

Уровень **К**⁺;

Дигиталисную интоксикацию;

Гипотермию;

Эмболию лёгочной артерии;

Декстокардию;

Дефект межпредсердной перегородки;

Электрическую альтернацию;

а также наличие искусственного водителя ритма и удлинение QT.

Кардиометрия позволяет качественно оценить:

- а) U волна на ЭКГ возникает в период фазы ранней диастолы. Она связана с наполнением коронарного кровотока, но диагностировать качество его наполнения можно только с помощью синхронно записанной реограммы от точки Т, конца волны Т, до начала волны U;
- б) Гипер (гипо) кальциемию оценивают в фазе S L по амплитуде фазы;
- в) Гипер (гипо) калиемию оценивают в фазе L-j по амплитуде фазы;
- г) Точка ј своего местоположения на ЭКГ не меняет, поскольку это окончание электромеханического сопряжения;
- д) Ранней или поздней поляризации (реполяризации) не существует;
- е) Явления «реэнтри» не существует.

Выводы для сравнения кардиологического и кардиометрического диагноза:

Рассмотренные возможности классической кардиологии имеют ряд ограничений теоретического характера. Большинство номенклатурных признаков соответствия формы ЭКГ патологиям не могут даже теоретически существовать, в первую очередь, такие как нарушение проводимости, блокады и изменение поляризации. Они составляют основу диагностики и теории аритмии. Оставшиеся диагностические критерии не могут служить для диагностики гемодинамики и метаболизма. Отмеченная парадигма информационных признаков определяет тот факт, что врач функциональной диагностики или кардиолог должен отправлять пациента на дообследование. Не существует принципа постановки диагноза «здесь и сейчас».

### 12.2 Кардиометрический анализ ЭКГ. Уровень его диагностических возможностей

В кардиометрии диагностируются параметры гемодинамики, метаболических процессов мышц сердца и функции сердечно-сосудистой системы. Инструментом анализа является математика, информативным сигналом - ЭКГ, вспомогательным - РЕОграмма. Перечисленных параметров достаточно, чтобы точно поставить диагноз, сделать прогноз и отследить качество терапии.

Диагностируемые параметры:

- 1. Метаболические характеристики мышц сердца: кислород, лактат, креатинфосфат.
- 2. Функциональные характеристики сердечно-сосудистой системы:
- сократительная функция межжелудочковой перегородки;
- сократительная функция миокарда;
- состояние венозного кровотока;
- функция создания диастолического давления в аорте;
- функция релаксации миокарда в фазе ранней диастолы;
- наличие высокого систолического давления;
- снижение кровотока в устье левой и правой коронарных артерий;
- синхронизация большого и малого круга кровообращения.

Причины экстрасистолии, вызванные срабатыванием артериовенозных анастомозов (все типы аритмий).

Причины экстрасистолии, вызванные влиянием потенциала фибробластов, приводящие к внезапной сердечной смерти.

3. Гемодинамические параметры:

MV - минутный объём крови, л/мин.

SV – ударный объем крови, мл;

PV1 – объем крови, притекающий в желудочек сердца в фазу ранней диастолы, характеризующий присасывающую функцию желудочка, мл;

PV2 – объем крови, притекающий в левый желудочек сердца в фазу систолы предсердия, характеризующий сократительную функцию предсердия, мл;

PV3 – объем крови, изгоняемый желудочком сердца в фазу быстрого изгнания, мл;

PV4 – объем крови, изгоняемый желудочком сердца в фазу медленного изгнания, мл;

PV5 – объем крови (часть SV), перекачиваемый восходящей аортой как перистальтическим насосом, характеризующий тонус аорты, мл.

- 4. Системные характеристики:
- уровень стабильности состояния сердечно-сосудистой системы;
- соотношение фазовых объёмов крови к объёму в ранней диастоле;
- мгновенное и среднее значение частоты сердечных сокращений.
  - 5. Психо-физиологические характеристики:
- тип физиологической адаптационной реакции;
- уровень концентрации внимания.

### 12.3 Принятия решений при несоответствии между собой практически полученных данных кардиологическим и кардиометрическим методами

Рассмотрим сопоставление диагнозов, полученных классическим и кардиометрическим методами, с позиции взаимозаменяемости. Классический номенклатурный подход значительно ограничен (рис. 131), он не получил своего развития, так как основан на многих противоречиях.

Для решения вопроса целесообразно использовать принцип суперпозиции – это применение одной функции к результату другой. Такой подход используется в физике – науке, осно-

ванной на законах естествознания. Имея номенклатурный результат, будем его описывать кардиометрической функцией. Несмотря на абсурдность с точки зрения возможного возникновения существенных противоречий, это позволит ввести в номенклатурное мышление возможность перехода к логике, приводящей к постановке точного диагноза, и, что главное, к эффективной терапии и прогнозированию его развития. При этом не разрушается основа номенклатурного диагноза.

### поле действия кардиологии номенклатурный анализ элекстрокардиосигналов Энергетика О2. лактат. КрФ Предназначение сердца - движение крови Функция сокращения Гемодинамика Метаболизм мышц сердца ЦНС поле действия кардиометрии, Теория нейрофизиол фундаментальной анализа сердечного цикла науки на основе принципов естествознания

### Поля диагностических возможностей кардиологии и кардиометрии

Рис. 131. Диагностические возможности кардиологии и кардиометрии

Итак, как сопоставить наиболее важные противоречия в оценке блокад?

1. Блокады (12.1.2) – нарушение ритма (12.1.10). Любая блокада должна быть оценена с позиции компенсационного механизма, вызванного индивидуальной анатомией коронарных артерий, или наличием фибробластов в зоне СА или АВ узлов, или работой артерио – венозных анастомозов. В заключении рекомендуется писать: блокада, сопоставляемая с .... (указать одну из диагностируемых причин).

Противоречия остаются, но появляется возможность эффективной терапии.

#### 2. Синдром WPW (12.1.3).

Оценивается с позиции метаболизма мышц сердца. Указываются диапазон норм и измеренное значение кислорода, лактата и креатинфосфата (КрФ). Отсюда следуют рекомендации по коррекции метаболизма. Это очень эффективный подход.

3. Сегмент ST (12.1.4) и гипертрофия желудочков (12.1.7).

Оценивается с позиции метаболизма и процессов, соответствующих электромеханическому сопряжению. Указывается лактат и креатинфосфат (КрФ). Это очень важные фазы по затратам энергии метаболизма. Они влияют на начальные условия энергии выхода крови в аорту, что отражается на РЕОграмме в виде подъёма давления в фазе быстрого изгнания L-j.

Здесь же оценивается величина ударного объёма SV, характеризующая гипертрофию желудочков.

Подъем сегмента выше изолинии указывает на компенсацию слабости мышц миокарда.

Если при наблюдении депрессии фаз электромеханического сопряжения на ЭКГ, когда они почти сглажены и начинаются от нижней части зубца S, то это соответствует острой фазе инфаркта и необходимо принять экстренные меры.

#### 4. Зубец Q и развитие зубца R (12.1.5).

Важнейшая фаза Р – Q, указывающая на чистоту крови или её изменение за счёт бактериальной, вирусной, грибковой или паразитарной природы. Оценивается только при ортопробе. Критерий – изменение амплитуды фазы относительно изолинии. Нормализация чистоты крови устраняет множество симптомов и в первую очередь нормализует артериальное давление.

### 5. Зубец Р (12.1.6).

Оценка зубца Р, корректнее говоря волны Р, в случае фиксации нескольких Р волн, может быть сопоставлена с классическим через термин «мультифокальный кардиосклероз». Все остальные изменения формы Р волны должны быть сопоставлены с другими проявляющимися изменениями.

### 6. Зубец Т (12.1.8).

Не пишите, что это связано с инфарктом миокарда. Форма волны Т оценивается толь-

ко при сопоставлении с другими изменениями и симптомами. Волна Т – индикатор расширения аорты, которое наблюдается при принятии препаратов, снижающих артериальное давление.

### 7. Прочее (12.1.11).

Во всех других случаях аналогично сопоставляется номенклатурному диагнозу функциональное изменение одного или зависящих другот друга нескольких изменений ЭКГ.

### 13. Последовательность постановки диагноза кардиометрическим методом

### 13.1 Алгоритм выявления признаков патологии

Каждый анализ ЭКГ всегда начинается с проверки правильности расстановки границ фаз сердечного цикла всей записи. Это главное правило кардиометрии!

### 13.2 Принцип постановки диагноза: от сложного к простому

- 1. Оценить фазовые соотношения ЭКГ и РЕОграммы. Качественная оценка развития давления в каждой из фаз направлена на выяснение соотношения давлений в аорте и желудочке, синхронности работы большого и малого круга кровообращения, венозного кровотока, а также развития давления в аорте в фазе быстрого изгнания (п. 4.3).
- 2. Оценить фазу P–Q при ортостатической пробе с целью выявления наличия в крови различных бактериальных факторов, вызывающих эндокардитные симптомы мышц сердца, (п. 5.1.3).
- 3. Оценить РЕОграмму в фазе  $T_{\kappa}$  P ранней диастолы с целью выявления типов экстрасистолических признаков тромбообразования в периферических сосудах, (п. 9).
- 4. Оценить РЕОграмму в сегменте ТU, части фазы  $T_{\kappa}$ -P, с целью определения качества наполнения коронарных артерий, (п. 4.2.8, 10.2).
- 5. Анализ QRS комплекса. Оценка качества сокращения МЖП, (п. 5.1.4, 5.1.5) (п. 5.3).
- 6. Анализ S L фазы, фазы напряжения мышц миокарда. Оценка постоянной составляющей и амплитуды сокращения, (п. 5.1.6) (п. 5.3).
- 7. Анализ фаз L-j-Тн. Оценка амплитуды.
- 8. Анализ Т волны (п. 5.1.7, 5.1.8).

### 13.3 Анализ гемодинамических показателей (п. 10.1)

- 1. Оценка отклонения от нормы фазовых объёмов крови.
- 2. Оценка соотношения систолического объёма крови к диастолическому. RV показатель.
- 13.4 Оценка метаболических процессов (п. 3.4) (п. 10.3)
- 1. Анализ аэробного процесса. Оценка количества кислорода в мышцах миокарда.

- 2. Анализ анаэробного процесса в фазе S–L. Оценка накопления лактата в мышцах сердца.
- 3. Анализ анаэробного процесса в фазе L-j. Оценка количества креатинфосфата.

## 13.5 Оценка системных показателей, устойчивости состояния и общей напряжённости организма (п. 8.4)

- 1. Оценка индекса напряжённости по Р.М. Баевскому на основе вариабельности RR интервалов.
- 2. Оценка стабильности состояния по вариабельности ударного объёма крови SV.

### 13.6 Оценка психологической концентрации внимания (п. 8.2)

1. Оценка ширины гармонических составляющих ЭКГ.

### 13.7 При наличии экстрасистолии (п. 9)

- 1. Анализ формы QRS комплекса с целью выявления типа экстрасистолии: артериовенозных анастомозов; фибробластов; разбалансом дыхания.
- 2. Установление степени опасности экстра-

### 13.8 Диагнозы, требующие неотложного лечения

Кардиометрия определяет граничные условия параметров гемодинамики и метаболизма, которые нельзя переходить. Обязательно обратите внимание:

- 1. Все параметры метаболизма не должны быть ниже нормы.
- 2. Признаки внезапной сердечной смерти требуют особого внимания на снижение активности фибробластов.
- 3. Фаза напряжения на РЕОграмме не должна снижать свой наклон к изолинии, что указывает на гипокальциемию и низкую сократимость мышц сердца.
- 4. На РЕОграмме фаза быстрого изгнания не должна быть короткой, что указывает на малую энергетику мышц.
- 5. На РЕОграмме не должно быть «трёхгорбости», указывающей на тромбообразование.
- 6. На РЕОграмме наполнение коронарного кровотока должно соответствовать норме.

### Часть II. ПРАКТИКА КАРДИОМЕТРИИ

### 14. Практика постановки диагноза

Важность диагностики на основе теории кардиометрии заключается в определении первопричины патологии или первичных процессов, которые внесли изменения в форму кардиосигналов. Как правило, первопричина влечёт за собой целую цепь изменений. Логика анализа, основанная на законах кардиометрии, позволяет установить все звенья этой цепи. Такой подход открывает возможность для весьма эффективной терапии, устраняющей не только первопричину патологии, но и любые изменения, которые могут проявиться от её воздействия.

Формируя раздел книги, посвящённый практике кардиометрии, авторы исходили из не-

обходимости описания основных принципов анализа, понимая, что готовых рецептов диагностики для каждого конкретного случая дать нельзя. Поэтому одной из задач последующих разделов книги является обобщение, по сути, справочного материала для практикующего врача.

Текст изложен по принципу «от сложного к простому», имея ввиду «снижение влияния патологии на качество самочувствия». При практическом использовании метода диагностики целесообразно придерживаться такой же последовательности, как в этой книге.

### 14.1. Критерии оценки влияния изменения состава крови на функцию сокращения межжелудочковой перегородки. Признаки эндокардита

#### ВНИМАНИЕ!

### Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Как показал практический опыт, диагностику надо начинать с выявления признаков эндокардита. Причиной его возникновения является изменение состава крови, влияющее на функцию сокращения межжелудочковой перегородки. Очень важно иметь чистую кровь, поскольку её качество влияет на гемодинамику. Наличие чистой крови является фундаментом нормального самочувствия и снимает много сложных вопросов в терапии других патологий.

Понятие «эндокардит» определяет степень изменения морфологии мышц межжелудочковой перегородки вблизи предсердно-желудочкового клапана. Как правило, это происходит в правом желудочке: в него в большей степени попадают через кровь различные возбудители бактериальной, вирусной, грибковой и паразитарной природы, имеющие органораспространенный полисистемный тропнофиксированный характер. Скрытотекущие инфекционно-токсические процессы влияют на строение мышц, примыкающих к клапану. В первую очередь это проявляется в изменении водно-

го обмена и ионного равновесия между вне- и внутриклеточными жидкостями. Речь не идёт об образовании отверстий в межжелудочковой перегородке. В данном случае анализ ЭКГ опирается на критерии, изложенные в п. 5.1.3.

### Причина возникновения эндокардита

Отметим, анатомия сердца создана таким образом, что при закрытых клапанах во время его сокращения, соответствующего периоду QRSL, создаются условия повышенного давления в желудочках. Если в крови находятся элементы, не относящиеся к нормальному составу крови, то они будут концентрироваться в зоне между предсердножелудочковым клапаном и межжелудочковой перегородкой. Эта зона пассивна, что позволяет в ней оседать инородным элементам крови. Их накопление начинает влиять на качество мышц в этой зоне, что свидетельствует о начальной стадии эндокардита. Развитие процесса может достигнуть уровня изменения структуры клеток мышц, превратив их в губчатообразное состояние. Учитывая, что давление в левом желудочке больше чем в правом, кровь сможет просачиваться из левого желудочка в правый. Нарушение водного

обмена в клетках мышц этой зоны будет регистрироваться при ортопробе в виде изменения амплитуды фазы P-Q (рис. 132). Как правило, эндокардит связан с субъективной симптоматикой, проявляющейся с кратковременным головокружением, которое может продолжаться всего несколько секунд, периодическим ростом артериального давления, различными аллергиями.

### Критерии диагностики признаков эндокардита

Критериями оценки наличия признаков эндокардита является регистрация изменения амплитуды фазы P-Q при ортопробе (рис.132 a, б).

На рисунке 133 показана форма фазы P-Q в норме, указывающая на чистоту крови и отсутствие признаков эндокардита. На рисунках 134 и 135 приведены ещё два типичных случая проявления признаков эндокардита.

При более развитой форме эндокардита начинает проявляться в большей степени субъективная симптоматика в виде кратковременного головокружения. Это происходит, когда артериальная кровь проникает из левого желудочка в правый через межжелудочковую перегородку. Рассмотрим типичный случай, представленный на рис. 136.

### Терапия

- 1. При наличии отмеченных критериев нет смысла точно выявлять природу инородных элементов крови. Важно очистить кровь. Высокоэффективным натуральным средством является настойка чёрного ореха с добавлением натуральных компонентов трав. Наиболее эффективными для чистки крови оказались настойки «9-ка СТОПразит», «Юглон» и «Нуксен II». Также можно использовать препарат «Тройчатка Эвалар».
- 2. Необходимо стремиться удерживать щелочную среду в организме. Важно обратить внимание на питание, прежде всего, сократив белковую пищу.
- 3. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2», вызывающая экспрессию генома. Это фундаментальный фактор развития организма и его стимуляция обеспечивает восстановление угасающих функций.



лежа



сидя

Рис.132 а. Изменение амплитуды фазы P-Q на ЭКГ относительно изолинии при ортопробе указывает на накопление в желудочках сердца под предсердно-желудочковом клапаном в зоне межжелудочковой перегородки инфекционных, бактериальных, микробных или других элементов, не относящихся к нормальному составу крови и влияющих на качество мышц, изменяя водный обмен между вне- и внутриклеточными жидкостями.

Как правило, ранняя стадия эндокардита сопровождается соответствующей симптоматикой, отмеченной выше. Поэтому при употреблении препарата чёрного ореха необходимо наблюдать за изменением симптоматики. Курс лечения может считаться успешным, если кардиометрические признаки эндокардита не

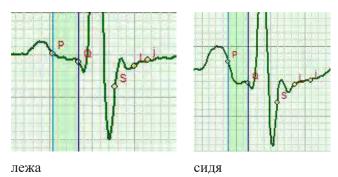
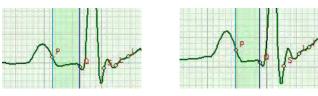
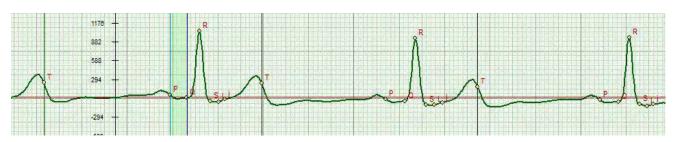


Рис.132 б. Увеличенный просмотр изменения амплитуды фазы P-Q относительно изолинии при ортопробе (рис. 132 а). Изменение амплитуды является характерным признаком наличия признаков эндокардита

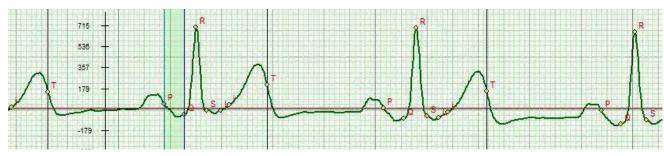


жа сидя

Рис 133. Без изменений амплитуды фазы P-Q относительно изолинии при ортопробе соответствует норме и указывает на чистоту крови и отсутствие признаков эндокардита



лежа



сидя

Рис. 134. Изменение амплитуды P-Q фазы при ортопробе с признаками эндокардита, влияющего на функцию сокращения межжелудочковой перегородки

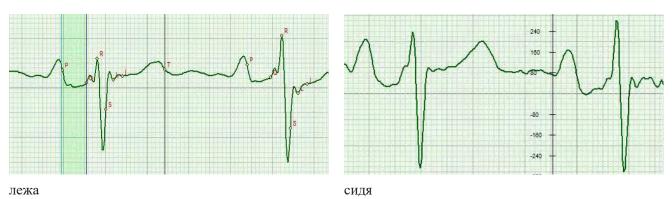


Рис. 135. Изменение амплитуды P-Q фазы при ортопробе с признаками эндокардита, влияющего на функцию сокращения межжелудочковой перегородки и отображающееся в общем самочувствии как «дискомфортное состояние»

проявятся и симптоматика будет отсутствовать. При этом работоспособность человека значительно улучшится.

Примеры проявления признаков эндокардита показаны на рис. 134-136.

### Терапия

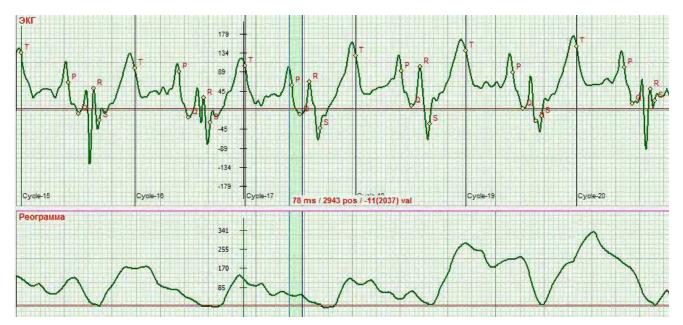
1. Рекомендованы настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен-II» (чёрный орех) – принимать два курса. Практика показала эффективность данных препаратов, поскольку с их помо-

щью достигается нормализация субъективной симптоматики и улучшается качество жизни.

2. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2», принцип действия которого основан на стимулировании экспрессии генома. Это первый и единственный серийно выпускаемый аппарат, который активизирует данный процесс. С точки зрения физиологии это наилучший и пока уникальный способ нормализации естественным путём функции в мягких тканях, подтвержденный практикой.



лежа



сидя

Рис. 136. Изменение амплитуды P-Q фазы при ортопробе с признаками эндокардита, влияющего на функцию сокращения межжелудочковой перегородки с субъективной симптоматикой периодического кратковременного головокружения

Таблица 14.1. Кардиометрическая диагностика признаков эндокардита

Выявляемые физиологи- ческие, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Признаки эндокардита. Влияние изменения состава крови на функцию сокращения МЖП	Изменение амплитуды фазы Р-Q при ортопробе	Быстрая утомляемость, возможные скачки АД и внезапные короткие головокружения	1. Настойки «Юглон», «9- ка СТОПразит», «Нуксен- II» (чёрный орех), пить два курса. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

### 15. Диагностика коронарного кровотока

#### ВНИМАНИЕ!

### Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

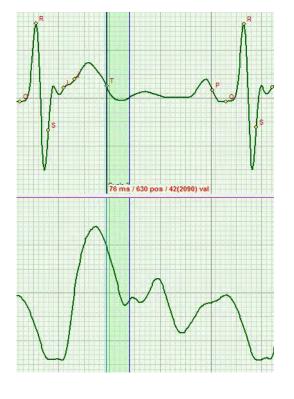
Кардиометрический метод оценивает общее состояние гемодинамики коронарных артерий и не указывает на место проблемы сужения коронарных артерий. Исходная позиция в диагностике основана на оценке равномерности скорости заполнения коронарных артерий кровью в строго определённое время в начальной фазе ранней диастолы, а именно в Тк-Uн. Этот процесс является критерием нормальной гемодинамики артерий. Замедление скорости кровотока является самым ранним признаком для прогнозирования развития ситуации. Изменение может произойти по очень многим причинам, поэтому его оценка на ранней стадии чрезвычайно важна. Это позволит эффективно исправить ситуацию и в дальнейшем не допустить осложнений, а в профилактических целях - не допустить критических ситуаций.

В диагностике коронарного кровотока нельзя ошибиться, так как это может привести к серьёзным последствиям. Его рассмотрение

требует анализа одновременно ЭКГ и РЕОграммы в сегменте Tk-Uh.

Коронарный кровоток заполняется кровью в начале фазы ранней диастолы, а именно в сегменте от точки Тк до начала волны Uн (п. 4.2.8). От точки Тк начинается закрытие клапана аорты и одновременно начинается расслабление мышц миокарда. Этот процесс способствует всасыванию крови в коронарные артерии, потому что при сокращённой форме мышц кровь не может попасть в артерии. При закрытии клапана открываются устья коронарных артерий и начинается заполнение коронарных артерий. В момент начала волны U процесс полного закрытия клапана заканчивается. Одновременно мышцы желудочков расслабляются, что способствует наполнению кровью коронарных артерий. РЕОграмма отражает процесс кровенаполнения и именно по ней оценивается качество заполнения коронарных артерий - по равномерному спаду РЕОграммы в сегменте Тк-Ин.

На рис. 137 показана норма равномерного спада РЕО.



a)

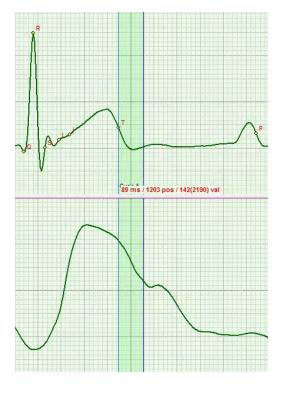


Рис. 137. Норма равномерного спада РЕО в сегменте Тк-Uн: а) Близко к идеальной форме РЕО б) Наиболее часто встречающаяся форма РЕО

б)

Метод позволяет дать только качественную оценку наполнения коронарных артерий, но этого достаточно, чтобы понять состояние коронарных артерий и принять эффективное решение.

### Причина неполного заполнения кровью коронарных артерий

При снижении функции лёгких будет происходить разбаланс функционирования большого и малого круга кровообращения. Субъективно проявляется он в несинхронном дыхании по отношению к сокращениям сердца. В результате систолическое давление не достигает нормы, что часто становится для человека привычкой. Недостаточное систолическое давление не в состоянии обеспечить нормальные объёмы крови для заполнения коронарных артерий (рис. 138). При этом начинается естественный процесс сужения коронарных артерий, который впоследствии приводит к их патологическому сужению.

Кальценоз аорты также приводит к недостаточным объёмам заполнения кровью коронарных артерий. В обоих случаях результатом будет сужение коронарных артерий (рис. 139).



Рис. 138. Форма РЕО при полном выдохе. Вершина РЕО в сегменте Тк-Uн изменяет форму.



Рис. 139. Форма РЕО при кальцинозе аорты

### 15.1 Критерии для перепроверки правильности постановки диагноза качественного функционирования коронарного кровотока

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Ещё раз отметим важность оценки коронарного кровотока. Для принятия решения необходимо быть уверенным в правильности диагноза и выборе терапии. Никакими инструкциями этого достигнуть нельзя. Уверенность формируется на основе принципа доказательства, существующего в естественных науках, а именно: наблюдаемое явление считается соответствующим истине, если оно связано тремя причинно-следственными связями с другими наблюдаемыми эффектами. Для ЭКГ и РЕО это проявление нескольких изменений в какой-либо из фаз, например, амплитуда ЭКГ, параметр метаболизма и форма РЕО, также оно может быть подкреплено изменением компенсационного механизма – влиянием одной фазы на другую, или системным параметром индексом напряжённости.

На рисунке 139 приведены примеры оценки качества кровоснабжения коронарных артерий. Форма РЕОграммы в сегменте Тк-Uн является главным критерием качественной оценки состояния коронарного кровотока. Критерий нормы – равномерный отрицательный спад РЕОграммы в сегменте Тк-Uн фазы ранней диастолы Тк-Pн.

Первый дополнительный критерий, подтверждающий наличие проблемы в кровенаполнении коронарных артерий, является величина лактата (молочной кислоты) в мышцах сердца.

Вторым дополнительным критерием является индекс напряжённости (ИН). В норме его величина должна быть на уровне 250 у.е.

Третьим дополнительным критерием является тип адаптационной реакции. Можно говорить об увеличении мощности спектра на нижних частотах в спектральной характеристике типа адаптационной реакции.

Учитывая важность и информативность отмеченных дополнительных критериев, рассмотрим их подробнее.

# 15.1.1 Критерий количественной оценки лактата в мышцах сердца Причины изменения количества лактата в мышцах сердца

Лактат является метаболическим продуктом анаэробных реакций (п. 3.4). Его концентрация в мышцах характеризует утомляемость. Сердечная мышца, как и гладкие мышцы, совершая ритмичные сокращения, также накапливает лактат. При нормальном ритме и достаточном снабжении кислородом накопленный лактат восстанавливается в гликоген за счёт короткого отдыха. Если нагрузка была значительной или длительной, то этот процесс требует дополнительных методов снижения уровня лактата. В случае с проблемами коронарного кровотока мышцы сердца будут постоянно иметь повышенный уровень лактата из-за увеличенной нагрузки.

### Повышение лактата в мышцах сердца

Снижение кислорода в мышцах при увеличении физической нагрузки повышает количество лактата. Из-за проблем коронарного кровотока этот уровень будет существенно выше нормы, так как мышцы будут получать меньше кислорода. На рисунке 140 проиллюстрирован подобный случай. Величина лактата равна 23,25 у.е. Это значительно выше диапазона нормы 3...7 у.е., что указывает на дефицит кислорода из-за проблем коронарного кровотока и большого накопления лактата. При этом количество лактата модулируется ритмом дыхания, что также указывает на проблему дефицита кислорода.

#### Снижение лактата в мышцах сердца

Снижение лактата указывает на снижение интенсивности сокращения мышц: он просто не накапливается; при этом надо обратить внимание на параметр PV2, характеризующий систолу предсердия. В случае отказа работы миокарда срабатывает компенсационный механизм и всю нагрузку на себя берут предсердия. PV2 будет увеличиваться. В приведенном на рис. 141 примере средняя величина лактата равна 1,88 у.е. Это очень низкий показатель и его можно отнести к критическому уровню.



Рис. 140. Повышенное содержание лактата в мышцах сердца (у.е.)



Рис. 141. Пониженное содержание лактата в мышцах сердца (у.е.)

### 15.1.2. Величина индекса напряжённости (ИН)

Учитывая важность диагностики коронарных артерий, необходимо получать всестороннюю информацию об их состоянии. Важно, чтобы она дублировала основную, тем самым подтверждая её. Это позволит быть более уверенным в постановке диагноза.

Вторым дополнительным критерием служит величина индекса напряжённости (ИН).

Рассмотрим на примере информативность ИН. Коронарография, сделанная пациенту, ЭКГ и РЕОграмма которого представлены на рисунке 142, показала следующее:

Стеноз ПМЖВ (сред 1/3) до 90%;

Стеноз ДВ (устье) до 80%

Стеноз ОВ (сред 1/3) на грани окклюзии

Стеноз ПКА (проксимально 1/3) на грани окклюзии.



а) лёжа



б) сидя

Рис. 142. Качественная оценка заполнения кровью коронарных артерий в начальной стадии фазы ранней диастолы в сегменте Tк-Uн

При одновременном кардиометрическом обследовании были получены следующие данные, представленные в таблице 15.1. Видно, что параметры гемодинамики и метаболизма в норме. Единственный параметр, который обращает на себя внимание, это индекс напряжённости ИН. При переходе в вертикальное положение он достигает 5556 у.е. Причиной столь высокого индекса является малое заполнение коронарных артерий, что подтвердили и кардиометрия, и коронарография. Пациенту проведена операция коронарного шунтирования.

Использование ИН в качестве дополнительного критерия оценки состояния коронарного кровотока является достоверным показателем. Он используется в дополнение к описанному выше критерию, тем самым усиливая достоверность диагноза.

Таблица 15.1. Кардиометрические показатели при изменении кровотока коронарных артерий

Положение тела	SV-ударный объём, мл.	MV-минутный объём, л/мин.	RV1 (62) – фракция изгнания, %	ИН (150 300) индекс напряжённости по Р.М. Баевскому, у.е.
Лёжа	54,8	3,3	68	381
Сидя	59	4,0	67	5556

Положение тела	O2 (0,50,55; 0,60,65; 0,70,85) y.e.	Лактат (37) у.е.	КрФ (24) у.е.
Лёжа	0,51	6,73	2,71
Сидя	0,55	5,57	2,33

### 15.1.3 Тип адаптационной реакции.

Увеличение мощности спектра ЭКГ на нижних частотах

Третий дополнительный критерий, подтверждающий наличие проблемы в кровенаполнении коронарных артерий, – тип адаптационной реакции. Увеличение мощности спектра на нижних частотах в спектральной характеристики типа адаптационной реакции. Проблемы коронарного кровотока будут влиять на энергетику сердца (п. 8.3). Индикатором такого влияния служит тип адаптационной реакции. В данном случае важным моментом является амплитуда спектра на нижних частотах при типе реакции, характерной стрессу (рис. 143 б). Подъём на частотах 0,2 Гц указывает на общую физическую усталость.

Заметим, что данный критерий оценки общей физической усталости служит как дополнительный, с целью уточнения диагноза патологии коронарного кровотока.

Важно знать, что этот критерий характеризует общую физическую усталость и при нормальном коронарном кровотоке, поэтому он используется как дополнительный к основному.

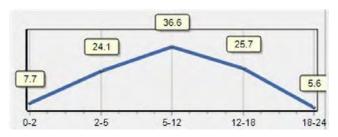
Имея наряду с основным критерием ещё три дополнительных подтверждающих критерия можно быть в высокой степени уверенными в точности постановки диагноза. При этом важно оценивать субъективную симптоматику пациента. В этом случае остаётся правильно выбрать терапию и проследить её эффективность.

Эластичность сосудов в большой степени зависит от уровня  $\mathrm{CO}_2$  в крови. Рассмотрим пример, показывающий эффективность лечения сосудов с помощью гипоксии.

### Терапия ранней стадии снижения кровенаполнения коронарных артерий

Целью терапии является нормализация коронарного кровотока. Во всех отмеченных выше проблемах лежит один фактор – состояние коронарных артерий и в первую очередь их эластичность. Основой лечения и профилактики является правильность дыхания (гл. 15.5).

1. Использовать дыхательный тренажёр-капникатор типа «Самоздрав» для достижения



а) Адаптационная реакция – спокойной активации



б) Адаптационная реакция – стресс Рис. 143. Энергетическое состояние сердца, соответствующее кардиосигналам, на рис. 142

баланса  $O_2$  и  $CO_2$ . Это значительно поможет в восстановлении эластичности сосудов.

- 2. Применять этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор») для поддержания энергетики миокарда.
- 3. Применять препарат «Гинкготропил» для улучшения микроциркуяции.
- 4. Принимать L-карнитин (препарат «Элькар» (раствор)) для улучшения энергетики митохондрий.
- 5. В экстренных случаях использовать фенобарбитал + этиловый эфир α- бромизовалериановой кислоты (препарат «Валокордин»). Все препараты на основе валерианы надёжны и эффективны.
- 6. Пить настойку «Нуксен VI» (чёрный орех), содержащую следующие компоненты: чёрный орех, цветки боярышника, гингко билоба, плоды шиповника, траву мелиссы, траву душицы, шишки хмеля, рододендрон кавказский, воду очищенная, спирт до 3%. Эффективность настойки проверена на практике.
- 7. Можно пить бальзам кедровый (хвои кедра), являющийся источником дегидрокверцитина вещества, стимулирующего синтез и стабилизирующего структуру волокон коллагена.
- 8. Во всех случаях показана иглотерапия в сочетании с другими терапевтическими методами и средствами.

Neiguan (MC6) на меридиане перикарда. Gongsun (RP4) на меридиане селезёнки. ZusanJi (E36) на меридиане желудка. Sunyinjiao (RP 6) – на меридиане селезёнки усиление выработки серотонина. Нельзя забывать, что в первую очередь необходимо убедиться в чистоте крови (гл. 14). В зависимости от диагноза можно комбинировать лечение с применением настоек «Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен II».

# 15.2 Острый коронарный синдром. Смещение на ЭКГ постоянной составляющей фазы S-L до уровня амплитуды R зубца

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

## Причины подъёма постоянной составляющей ЭКГ в фазе S-L

Фаза S-L является одной из ключевых фаз сердечного цикла, так как является последней, перед тем как откроется клапан аорты и вся подготовительная работа, совершённая сердцем, определит параметры исходных условий дальнейшего течения крови по сосудам.

В этой фазе клапан закрыт и только в конце фазы он начинает открываться. На РЕОграмме в точке L можно наблюдать подъём на графике, соответствующий выходу крови в аорту.

Форма ЭКГ в фазе напряжения мышц миокарда S-L определяется анаэробным процессом, способствующим накоплению лактата (молочной кислоты). В теории кардиологии работа этой фазы вообще не рассматривается, так же как и последующей. Принято отождествлять их работу с механоэлектрическим сопряжением (п. 5.1.6). При этом считается, что форма ЭКГ здесь формируется под воздействием «вызванных потенциалов», описания которых противоречивы и не соответствуют действительности.

Мышцы в этой фазе сокращаются за счёт входа в клетку Са<sup>++</sup>. Последовательность этого процесса в фазовой структуре сердечного цикла не может быть нарушена никакими условиями, что указывает на несостоятельность теории «вызванных потенциалов». Здесь форма ЭКГ повторяет форму QRS комплекса, но на фоне созданного им постоянного напряжения мышц, поэтому его амплитуда мала. Учитывая, что сокращение происходит от работы Са<sup>++</sup>, то и форма ЭКГ в этой фазе используется для его количественной оценки (п. 3.4).

Важно, что работа фазы может компенсировать слабость сокращения мышц миокарда в предыдущей фазе QRS, которая зависит от качества коронарных артерий и их кровенаполнения, описанных выше. Если не достигнуто достаточное сокращение мышц, то в фазе срабо-

тает компенсационный механизм, который проявится на ЭКГ в повышении уровня постоянной составляющей. И только на его фоне будет проявляться переменное колебание (рис. 144).

### Диагностические возможности фазы S-L

Фаза используется для оценки:

- 1. Качественная оценка компенсационного механизма, определяющего напряжение мышц в предынфарктном состоянии.
- 2. Качественная и количественная оценка лактата в мышцах сердца.
- 3. Качественная оценка уровня Ca<sup>++</sup> в мышцах сердца.
- 4. Качественная оценка разности давлений в аорте и желудочке сердца, зависящей от диаметра аорты.

Критерии качественной оценки компенсационного механизма, определяющего напряжение мышц миокарда и определяющего подъём постоянной составляющей ЭКГ в фазе S-L

Форма ЭКГ в фазе напряжения мышц миокарда S-L определяется анаэробным процессом, способствующем накоплению лактата (молочной кислоты). Чем выше подъем ЭКГ в этой фазе, тем больше лактата находится в мышцах. Этот процесс развивается быстро и в результате наступает инфаркт миокарда.

На ЭКГ фаза S-L «падает» вниз до уровня начала зубца S. Здесь важно дифференцировать проявление волн S-L-j. Если они не проявляются и фиксируется прямая линия, то это критическое состояние. Если они проявляются, то это говорит ещё и о наличии метаболических процессов, следовательно, необходимо принять все меры для адекватной терапии, что в результате должно нормализовать форму ЭКГ.

При остром коронарном синдроме подъем фазы переходит в ее резкое снижение и на ЭКГ наблюдается фактически прямая линия, что указывает на отсутствие сокращения миокарда. Это критическое состояние, типичное для инфаркта миокарда.

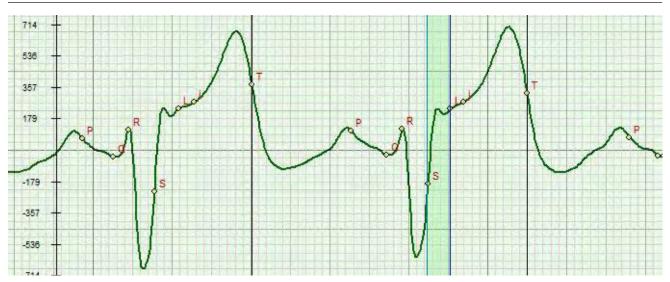


Рис. 144. Компенсирование слабости сокращения миокарда в фазах QRS наблюдается в виде подъёма постоянной составляющей в фазе S-L

При остром коронарном синдроме в первую очередь важна симптоматика, а именно – чувство боли в груди и тошнота. В этом случае необходимо принимать экстренные меры и лишь позднее, когда будет возможность, записать ЭКГ и РЕО на «Кардиокоде». От быстроты действий зависит жизнь человека.

Здесь мы ограничимся оценкой критерия острого коронарного синдрома. В гл. 19, рассмотрев проблемы атеросклероза и тромбообразования, приведём пример, на котором покажем, как работают критерии оценки сложнейшей проблемы диагностики коронарного кровотока в ранний период возникновения проблемы.

#### Терапия

- 1. В экстренных случаях эффективно использовать фенобарбитал + этиловый эфир  $\alpha$  бромизовалериановой кислоты (препарат «Валокордин»).
- 2. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» (см. параграф 14), принцип

действия которого основан на стимулировании экспрессии генома. Это первый и единственный аппарат серийно выпускаемый, который возбуждает этот процесс. С точки зрения физиологии это единственный наилучший способ нормализовать естественным путём функции в мягких тканях. Практика это подтвердила.

- 3. Принимать таблетки «Гинкготропил» для нормализации микроциркуляции.
- 4. Принимать L-карнитин (в аптеках «Элькар»); не принимать спортивный вариант.
- 5. Принимать этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор» (янтарная кислота), периодически, не постоянно.
- 6. Во всех случаях показана иглотерапия: Neiguan (MC6) на меридиане перикарда. Gongsun (RP4) на меридиане селезёнки. ZusanJi (E36) на меридиане желудка. Sunyinjiao (RP 6) на меридиане селезёнки усиление выработки серотонина.

## 15.3 Экстрасистолия предсердий. Несколько Р-волн

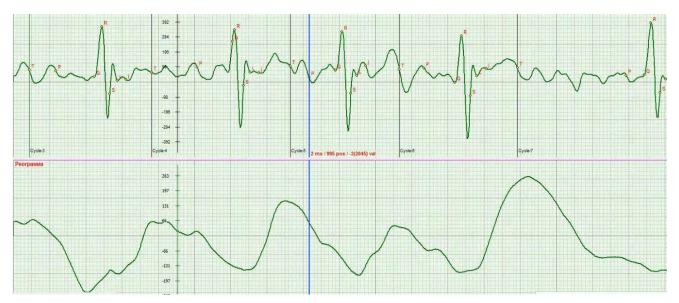
#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

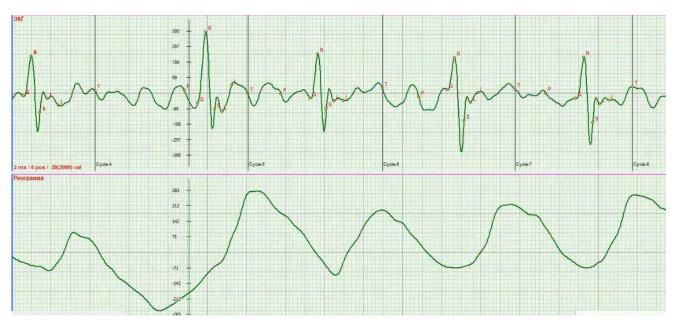
# Причина возникновения экстрасистолии предсердий

Причиной экстрасистолии предсердий является снижение коронарного кровотока желудочков и в первую очередь правого. Функция предсердий – закрытие предсердно-желудочковых клапанов. Если эластичность мышц миокарда снижена, а это происходит за счёт сужения ко-

ронарных артерий и снижения их кровенаполнения, то предсердиям необходимо закачивать кровь с большей силой до тех пор, пока давление в желудочках станет достаточным, чтобы вызвать срабатывания АВ-узла, который генерирует потенциал действия. Напомним, что АВ-узел – это барорецептор, поэтому при значительном снижении эластичности мышц миокарда, могут возникать несколько Р-волн (рис. 145). Одной Р волны будет недостаточно, чтобы заполнить необходимым объемом крови желудочки. Этому препятствуют жесткие мышцы миокарда.



а) лежа



б) сидя

Рис. 145. Экстрасистолии предсердий

- 1. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» (см. параграф 14). Дополнительно:
- 2. Принимать L-карнитин (в аптеках «Элькар»); не принимать спортивный вариант.
- 3. Принимать этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор» (янтарная кислота), периодически, не постоянно.
- 4. Во всех случаях показана иглотерапия: Neiguan (MC6) на меридиане перикарда. Gongsun (RP4) на меридиане селезёнки. ZusanJi (E36) на меридиане желудка. Sunyinjiao (RP 6) на меридиане селезёнки усиление выработки серотонина.

# 15.4 Исследование влияния интегральной гипоксической тренировки на метаболизм и гемодинамику сердца

В этом исследовании использовался гипоксикатор Go2Altitude австралийской компании BioTechMed. Пациенту мужского пола 60-ти лет, рост 182 см, вес 95 кг осуществлялась подача в чередующемся режиме, 5 минут / 3 минуты, смесь кислорода 12% и азота 88% через маску, с комнатным воздухом (приблизительно кислорода 20,9% и азота 79,1%) в течение 45 минутного сеанса. На рис. 146 ЭКГ и РЕОграмма, записанные до и после воздействия интервальной гипоксической тренировки (ІНТ). Наблюдается стабильная амплитуда РЕОграммы, что указывает на баланс большого и малого кругов кровообращения. Во-вторых, нормализовался сегмент Тк-Uн.

Приведенные в таблице 15.2 данные показывают эффективное влияние гипоксии на параметры сердечно-сосудистой системы, а именно:

1. Увеличение креатинфосфата (КрФ) в мышцах сердца. Это способствует увеличению запасов мгновенного расхода энергии в критических случаях, что указывает на увеличение ресурсов сердца (приводит к меньшей усталости).

- 2. При ортопробе показатель гемодинамики SV ударный объём указал на восстановление изменения распределения давления в организме, а именно на то, что при переходе тела из горизонтального в вертикальное положение восстанавливаются нормальные условия разности артериального давления в аорте и периферических сосудах, что способствует улучшению перенесения физических нагрузок.
- 3. Значительно восстанавливается коронарный кровоток.
- 4. Улучшается тип адаптационной реакции, устраняется реакция стресса (Стр), который переходит в реакцию тренировки (Тр.).

Как следствие, значительно улучшается системный показатель индекс напряжённости (ИН), что указывает на улучшение коронарного кровотока и на общее улучшение состояния организма.

Данные исследования показывают возможность регулировки сложных коронарных процессов за счёт нтегральной гипоксической тренировки.



а) До гипоксии



б) После гипоксии.

Рис. 146. ЭКГ и РЕОграмма до гипоксии и после

Таблица 15.2. Результаты воздействия гипоксии на метаболизм и гемодинамику сердца

Nº	Дата	Этап	0,6 0,7	0,55; .0,65; .0,85) e.		тат <sup>7</sup> ) у.е.	К <u>г</u> (24		фра	(62%) кция ания	(150. адаптап реак	
			Л	с	Л	С	Л	С	Л	С	Л	С
1	20.04.2017	До работы с прибором	0,57	0,47	3,76	4,73	6,9	8,87	59	59	1651 Сп.	474 Стр.
2	20.06.2017	После работы с прибором	0,50	0,52	4,49	4,12	10,4	11,9	59	59	452 Сп.	458 Tp.

где: Сп. – реакция спокойной активации, Тр. – реакция тренировки, Стр. – реакция стресс.

Таблица 15.3. Критерии диагностики, характерные признаки ЭКГ и РЕО, последствия и рекомендации

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Ранняя диагностика совокупности факторов, приводящих к снижению кровенаполнения коронарных артерий	В фазе Тк-Uн график РЕО имеет пологий участок или положительный подъём, указывающие на меньшее поступление количества крови в коронарные артерии в отведенное для заполнения время	Предрасположенность к инфаркту миокарда. Повышение нагрузки на миокард из-за снижения кровенаполнения коронарных артерий	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. «Диосклефит». 3. «Гинкготропил». 4. Настойка «Нуксен VI». 5. Дыхательный тренажёр-капникатор (типа «Самоздрав»). 6. Хвойный (кедровый) бальзам. 7. Иглотерапия общая, согласно симптоматике. 8. L-карнитин 9. «Мексикор»
Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Острый коронарный синдром	Смещение на ЭКГ постоянной со- ставляющей фазы S-L до уровня ам- плитуды R зубца	Повышение нагрузки на миокард из-за снижения кровенаполнения коронарных артерий. Предынфарктное состояние	<ol> <li>«Валокордин».</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».</li> <li>«Гинкготропил».</li> <li>Настойка «Нуксен VI».</li> <li>Иглотерапия.</li> <li>L-карнитин.</li> <li>«Мексикор»</li> </ol>
Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Экстрасистолия предсердий	Несколько Р волн	Развитый кардио- склероз миокарда	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. Иглотерапия. 3. L-карнитин. 4. «Мексикор». 5. Хвойный (кедровый) бальзам

## 16. Удлинение фазы Р-Q. Инфекционное поражение клапанов

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

### Причины удлинения фазы P - Q

Предназначение фазы – закрытие предсердножелудочковых клапанов. Для понимания причины удлинения фазы надо исходить из того, что АВ узел начинает генерацию импульса действия только от достаточного уровня давления крови, т.к. АВ узел, как и СА узел, – барорецептор (законы 2, 3, 4 гл. 6). Между узлами нет никакой связи через нервные волокна. На рис. 147 видно, что на РЕО рост АД начинается очень рано. Это может происходить только в случае слабого аортального клапана, который, пропуская кровь в аорту, не допускает нормального роста давления на АВ узел. Результатом является задержка по времени нарастания

давления на АВ узел, что на ЭКГ отражается в виде удлинения фазы P-Q. Это не регургитация потока, а инфекционное поражение клапана. Воспалительный процесс ослабляет и нарушает нормальную работу клапанов. Исследования показали на сопровождение эффекта удлинения фазы субъективной симптоматикой в виде болей в суставах.

### Терапия

Цель – избавиться от инфекции.

- 1. Наиболее эффективно действуют настойки «9-ка СТОПразит», «Юглон», «Нуксен-II».
- 2. Применяется L-карнитин.
- 3. Этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор»), повышающий КПД метаболизма.

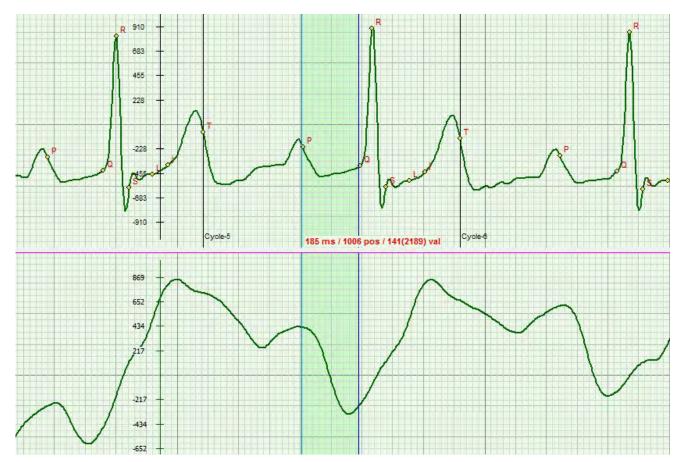


Рис. 147. Удлинение фазы P-Q. Это происходит только в случае слабого аортального клапана, который, пропуская кровь в аорту, снижает скорость роста давления на AB узел

Таблица 16.1. Кардиометрическая диагностика удлинения фазы P-Q и признаков инфекционного поражения клапанов

Выявляемые физиологи- ческие, функ- циональные, метаболиче- ские и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Слабость клапана аорты без регургитации кровотока	Удлинение фазы P-Q	Инфекционное поражение клапанов и суставов	1. Настойки Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен-II» (чёрный орех), пить два курса. 2. L-карнитин 3. Препарат Мексикор»

# 17. «Адреналиновое сердце». Избыток Са<sup>++</sup> в клетках разрушает митохондрии

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Форма ЭКГ в фазе S-L зависит от количества Са++ в мышцах, который именно здесь активен и активизирует процесс их сокращения. Важно, чтобы внутриклеточный и внеклеточный Са++ были сбалансированы. Адреналин, особенно его постоянное воздействие, устанавливает повышенное постоянное проникновение Са++ в клетку, в результате происходит разрушение мембран митохондрий. Форма ЭКГ в фазе S-L будет сглажена, вследствие чего не проявятся амплитудные колебания. Это опасное состояние, выражающееся в том, что при отсутствии достаточного разгонного течения крови в фазе быстрого изгнания и на РЕОграмме в фазе быстрого изгнания подъём давления будет значительно меньше (рис. 148). Последствия не заставят себя долго ждать и возникнет цепочка самых разных проблем с гемодинамикой.

- 1. Рекомендуется снизить постоянное психическое напряжение, стимулирующее непрерывное выделение адреналина.
- 2. Принимать препараты, содержащие Mg, который резко снижает действие адреналина.
- 3. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» (см. параграф 14).
- 4. Принимать L-карнитин (препарат «Элькар») при проблемах в работе митохондрий используется как поддерживающее средство для обеспечения доставки О<sub>2</sub>.
- 5. Принимать этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор» (янтарная кислота)) в целях постоянного динамичного расхода в процессах преобразования энергии.
- 6. Показана иглотерапия: Zhaohai (R6) и Hegu (Gi 4) для поддержания жизненной энергии; при тактильном воздействии на точки должен наблюдаться жёсткий тургор тканей.

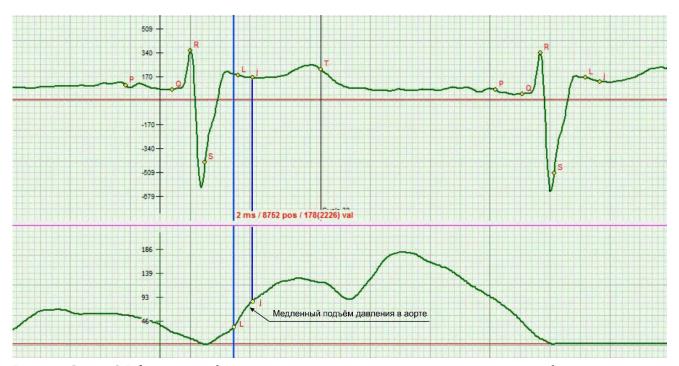


Рис. 148. Форма S-L фазы при избыточном постоянном воздействии адреналина способствует попаданию Ca<sup>++</sup> в клетку и воздействует на мембраны митохондрий

Таблица 17.1. Кардиометрическая диагностика признаков «Адреналинового сердца»

Выявляемые физиологи- ческие, функ- циональные, метаболиче- ские и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
«Адреналино-	Сглаживание волны	Опасно! Возможны рез-	1. Снять постоянное психиче-
вое сердце».	S-L. На РЕО слабо рас-	кие изменения состояния	ское напряжение для сниже-
Избыток Са++	тёт АД	и значительные измене-	ния выработки адреналина
в клетках,		ния гемодинамик	2. Принимать препараты с Mg
разрушающий			3. Волновая резонансная тера-
митохондрии			пия аппаратом «ЭЖ-2»
			4. Иглотерапия Zhaohai (R6) и
			Hegu Gi 4)
			5. «L-карнитин»
			6. «Мексикор»

## 18. Критерии оценки кальциноза дуги аорты

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Проблема кальциноза возникает не сразу, а накапливается на протяжении многих лет жизни. Если его не выявить на ранней стадии, то, развиваясь по аорте и доходя до коронарных артерий и клапана, он изменяет гемодинамику до патологического уровня. При неправильном лечении, которым является прием сосудорасширяющих препаратов, это может привести к катастрофе с летальным исходом.

Кальциноз начинает формироваться в дуге восходящей аорты. На рис. 139 показаны примеры кальзиноза и отклонение от нормы формы РЕОграммы. Это связано с центробежны-

ми силами, которые вытесняют избыточный кальций из потока крови, в результате чего он оседает на стенке аорты. Вследствие этого стенка аорты снижает эластичность. Кальциноз может по разному проявляться при ортопробе. Как правило, он оценивается в положении лёжа.

На рис. 149 показан типичный пример развитого кальциноза, поразившего коронарный кровоток. Данные коронарографии следующие: Стеноз ПМЖВ (сред 1/3) = 90%.

Стеноз ПКА (проксимально 1/3) = на грани окклюзии.

Стеноз ДВ (устье) = 80%.

Стеноз ОВ (сред 1/3) на грани окклюзии.



а) лёжа



б) сидя

Рис. 149. Ортопроба с проблемами коронарного кровотока от развитого кальциноза

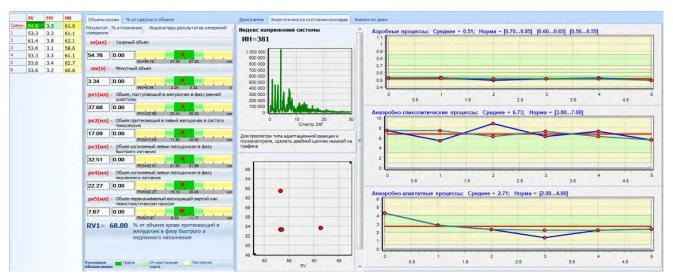
Внимательное рассмотрение фазовых соотношений ЭКГ и РЕО указывает на проблемы кровотока в коронарных артериях (рис. 149 а), б)). В положении лёжа на рис. 149 а) в точке ј начинается фаза медленного изгнания. С этой точки сглаживание РЕО указывает уже на развитый кальциноз. Коронарография подтверждает это. В положении сидя (рис.149 б)) видно как меняется форма РЕО. «Трёхгорбость» характерна для проблем кровотока в коронарных артериях. При этом она проявляется в каждом сердечном цикле и важно заметить, что «провалы», образующие «горбы», формируются от точки ј до конца волны Uк в период заполнения коронарных артерий.

Несмотря на сложность ситуации, форма ЭКГ нормальная. Здесь важно оценить субъективное проявление симптоматики.

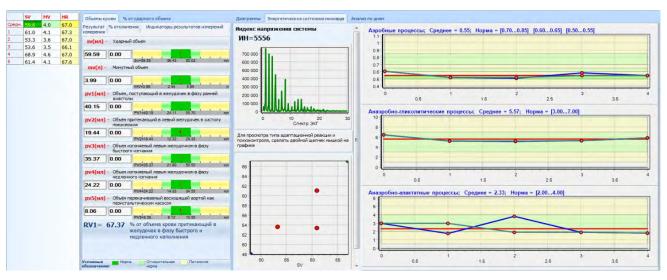
Для подтверждения диагноза используем дополнительные критерии, описанные в гл. 15.1.2, а именно индекс напряжённости (ИН). На рис. 150 видно, что все параметры стабильны при ортопробе и соответствуют хорошей норме, только ИН резко меняется. Его большая величина указывает на отсутствие дивиации ЧСС, что происходит в критических случаях. Однако подъёма фазы S-L нет и лактат в норме. Также фракция изгнания RV1 указывает на нормальную работу сердца.

Другой дополнительный критерий – тип адаптационной реакции, указывающий на переход от нормального типа адаптационной реакции на реакцию стресса (рис. 151).

Вышеотмеченное указывает на необходимость внимательной оценки формы РЕО.



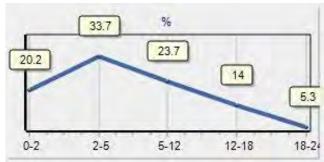
а) лёжа



б) сидя

Рис. 150. Кардиометрические данные ИН при ортопробе





- а) Адаптационная реакция спокойной активации
- б) Адаптационная реакция стресс

Рис. 151. Энергетическое состояние сердца при ортопробе (изменение с адаптационной реакции спокойной активации на адаптационную реакцию стресс)

### Терапия

1. «Диосклефит» – единственный эффективный без побочных явлений натуральный препарат, размягчающий кальций, осевший на стенках сосудов.

- 2. «Гинкготропил» эффективный натуральный препарат, восстанавливающий микроциркуляцию.
- 3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».

Таблица 18. Кардиометрическая диагностика признаков кальциноза дуги аорты

Выявляемые физиологи- ческие, функ- циональные, метаболиче- ские и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Кальциноз дуги аорты	На графике РЕО сглаживание вершины	Снижение функций сердечно-сосудистой	1. «Диосклефит» 2. «Гинкготропил»
		системы	3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

# 19. Атеросклероз и его влияние на гемодинамику. Тромбообразование

## Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Трудно разделить проблемы острого коронарного синдрома (гл.15) и общие проблемы тромбообразования. Однако полагаем, что для лучшего ведения аналитики на практике, имеет смысл их разделить.

В отличие от кальциноза, атеросклероз проявляется локально. Атеросклероз является защитной функцией и возникает в сосудах в местах повреждения эндотелия токсическими элементами, находящимися в крови. При этом возрастает производство внутреннего холестерина, цель которого – блокировать повреждённое место. Холестерин, получаемый из пищи, в этих процессах не участвует. Образующиеся бляшки могут развиваться как в тело сосуда, так и в магистральную полость, что, в свою очередь, стимулирует увеличение количества тромбоцитов. В результате образуется сужение просвета артерии, что отражается на гемодинамике в виде отражённых волн артериального давления. РЕОграмма фиксирует эти процессы.

Атеросклероз является первичным фактором тромбообразования.

Здесь необходимо выделить несколько факторов, оказывающих влияние на гемодинамику: Первый, процессы в сосудистой системе, второй – в венозной системе. Наряду с отмеченной причиной возникновения атеросклероза, тромбообразование является его развитием, в котором немалую роль играет повышение количества глюкозы в крови из-за снижения её вывода из крови. Оба процесса – звенья одной цепи. Проблема избытка глюкозы связана с питанием человека. Синтетические заменители сахара в сладких напитках и вообще в продуктах питания, а также избыточное потребление натурального сахара, не позволяют организму быстро в необходимом количестве выводить образованную глюкозу. Она остаточно накапливается в крови, что является основой сахарного диабета. Возникает вероятность токсического повреждения сосудов, влияющего на эндотелий. Для нормализации эндотелия изменяется реология крови с целью образования сгустка крови в месте повреждения. Это компенсационный механизм. Классическая медицина классифицирует результат этих процессов как нейропатия диабетическая.

### Критерии диагностики тромбообразования

Образование тромба будет увеличивать давление в локальном месте. Учитывая, что РЕОграмма является формой отражения изменения давления в аорте, а сердечно-сосудистая система является замкнутой системой, то увеличение давления будет перераспределяться по сосудам, что найдёт свое отражение в изменении её формы. Специфика этих изменений отражается в появлении нескольких максимумов на РЕОграмме (рис. 152, 153). Эти максимумы исчезают после операционного удаления тромба (рис. 154, 155). При этом метаболические параметры не отражают наличие тромба в периферических сосудах.

На рис. 156 показаны записи электрокардиосигналов, сделанные при ортопробе у другого пациента. На них также проявляются характерные особенности признаков тромбообразования, а именно «трёхгорбость» РЕО, и при переходе тела в вертикальное положение в одном из сердечных циклов отмечается значительный подъём графика РЕО в ранней диастоле (рис. 156 б). Это же отмечается и у первого пациента (рис. 153).

Учитывая очень короткое время, приходящееся для принятия решений при остром коронарном синдроме, рассмотрим ещё один пример, который закончился «happy end», но через систему скорой помощи. На рис. 157 показана ортопроба, из которой видно, что за два месяца до стентирования информативной является РЕОграмма в положении лёжа. Кардиометрические показатели при ортопробе мало отличались друг от друга, только лактат лёжа/сидя был 14,49/32,75. На это практически не обратили внимание. Через месяц проявилась боль в груди и тошнота. Была вызвана «скорая помощь» и незамедлительно сделано стентирование коронарных артерий.



Рис. 152. ЭКГ и метаболизм миокарда в положении лёжа до операции тромба на ноге



Рис. 153. ЭКГ и метаболизм миокарда в положении сидя до операции тромба на ноге



Рис. 154. ЭКГ и метаболизм миокарда в положении лёжа после операции тромба на ноге

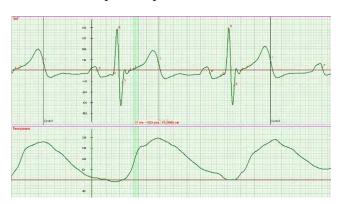
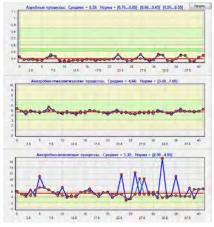
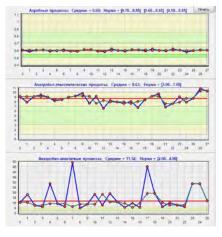


Рис. 155. ЭКГ и метаболизм миокарда в положении сидя после операции тромба на ноге









На рис. 158 обе РЕОграммы после стентирования почти в идеальном состоянии. А лактат

лёжа/сидя стал 12,14/11,00. В течение года рецидива не было.



а) лежа



б) сидя

Рис. 156. РЕОграмма при ортопробе, характеризующая признаки тромбообразования

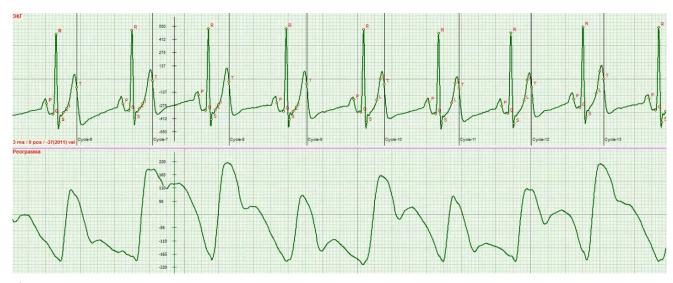


а) лежа



б) силя

Рис. 157. Кардиометрические показатели при ортопробе за два месяца до стентирования. Все показатели мало отличались друг от друга, только лактат лёжа/сидя был 14,49/32,75



а) лежа



б) сидя

Рис. 158. Кардиометрические показатели после стентирования. Все показатели мало отличались друг от друга. Лактат лёжа/сидя стал 12,14/11,00

### Терапия

Для успешного лечения атеросклероза и тромбообразования важно соблюдать культуру здорового питания. В первую очередь умеренно питаться и употреблять натуральные продукты. 1. «Нуксен» венотон. Состав: плоды чёрного ореха, корень диоскореи кавказской, плоды и бутоны софоры японской, плоды и цветы каштана конского, каллизия душистая (золотой ус), лист облепихи, лист лещины, лист крапивы, корень аира, зверобой, рябина красная, вода очищенная, остаточный спирт до 0,5%.

Биологически активные вещества растительных компонентов бальзама способствуют устранению симптомов варикозного расширения вен, предупреждают застой крови, появление внешних и внутренних варикозных узлов, препятствуют образованию тромбов и трофических язв, очищают, обновляют, разжижают кровь, уменьшают уровень тромбоцитов, усиливают кровоток, укрепляют стенки сосудов и капиляров, уменьшая их хрупкость и проницаемость. Оказывают лимфодренажное, общеукрепляющее, успокаивающее, противовоспалительное, противоотечное, антибактериальное, ранозаживляющее, венотонизирующее действие.

- 2. Препарат «Диосклефит». Для поддержания холестерина в норме.
- 3. Ацетилсалициловая кислота (аспирин). Воздействуя на систему свертывания тромбоци-

ты, блокируется весь каскад биохимических реакций запуска свертывания крови. Выраженность такого действия не сильна, чтобы вызывать сильный эффект кроворазжижения. Но его вполне достаточно для поддержания крови в относительно жидком состоянии, что является хорошей профилактикой.

- 4. Льняное масло в отношении свертываемости крови связано с тем, что оно нормализует липидный обмен. При этом происходит уменьшение атерогенных свойств крови за счет инактивации избытка холестериновых частиц и триглицеридов. Происходит насыщение крови липидами, которые способствуют поддержанию её в жидком состоянии, уменьшая развитие атеросклероза и тромбов в местах имеющихся атеросклеротических бляшек. Как следствие снижение риска развития инфаркта и ишемического инсульта.
- 5. Волновая-резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». Экспрессия генома, пожалуй, самый мощный восстанавливающий метод, очень простой и весьма эффективный.
- 6. Принимать таблетки «Гинкготропил» для нормализации микроциркуляции кровотока.
- 7. Дополнительно препараты против тромбообразования.

Важно питание: стараться исключить из рациона искусственный сахар и химические добавки.

Таблица 19. Кардиометрическая диагностика атеросклероза и признаков тромбообразования

Список возможных диагнозов	Выявленные ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Атеросклероз. Признаки тромбо- образования	Три вершины на РЕОграмме	Опасно!	1. «Нуксен венотон» 2. Ацетилсалициловая кислота (аспирин) 3. «Гинкготропил» 4. «Диосклефит» 5. Льняное масло. 6. Дополнительно препараты против тромбообразования 7. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» 8. Дополнительные препараты из таблицы на стр.189 п.6

## 20. Венозный кровоток

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

### Причина изменений венозного кровотока

Гемодинамика обеспечивается разностью давлений в сердечно-сосудистой системе. Кровоток изменяется под влиянием четырёх факторов: насосной функции сердца, функции лёгких, эластичности сосудов и токсичных элементов в крови. Отмеченные факторы проявляются в фазе ранней диастолы, соответствующей активности венозного кровотока. При расслаблении желудочки сердца, всасывая кровь через открытые предсердно-желудочковые клапаны, обеспечивают движение венозной крови. При этом в венах не поддерживается структура кровотока, которая существует в артериях (гл. 2). Задача вен – течение крови только за счёт насосной функции сердца и только в одном направлении без колебаний кровотока, которые существуют в сосудах. Поэтому в венах имеются клапаны, обеспечивающие движение жидкости только по направлению к сердцу.

Снижение скорости кровотока может происходить и в нормальных условиях гемодинамики при изменении положения тела. Многое зависит от функции лёгких и правильности дыхания. Это очень важный фактор, на который надо обращать особое внимание.

Существенную роль играет эластичность сосудов, влияющая на разность давления между артериями и венами. Необходимо учитывать и возрастные особенности.

Также в венозной системе на клапанах могут оседать положительно заряженные частицы, которые попадают в наш организма извне, например, токсины, микробы, шлаки, вирусы, инфекции, паразиты, грибы и т.д. В результате течение крови будет существенно затрудняться, так как нормальные элементы крови имеют отрицательный заряд. Положительные заряды будут притягиваться к ним, изменяя вязкость крови.

Ещё раз отметим, что венозный кровоток в значительной степени зависит от работы лёгких, поэтому нормализация дыхания долж-

на рассматриваться в первую очередь. Кроме того, должен быть обеспечен баланс кислорода и углекислого газа.

# Критерии диагностики изменения венозного кровотока

Диагностика венозного кровотока ведётся по РЕОграмме в фазе ранней диастолы Тк-Рн. При нормальном течении крови форма РЕОграммы имеет равномерно спадающую форму (рис. 159). При снижении насосной функции сердца наблюдается стабильность на графике РЕО в фазе ранней диастолы (рис. 160 а), а при более сложных процессах – подъём на графике (рис. 161 а).

Существует ещё одна проблема – работа анастомозов (гл. 9.1). Учитывая, что система сосудов является замкнутой системой и объёмы крови в систолу и диастолу должны быть одинаковы, при патологии периферических органов, снижающих нормальное прохождение крови в локальном месте, возникает необходимость этот объём крови пропустить мимо этого места. Для этого используется система анастомозов. Работает она таким образом, что для преодоления сопротивления начинает расти давление от цикла к циклу. При достижении достаточного давления для открытия ближайшего анастомоза происходит это и через него сбрасывается непрошедший объём крови. Таким образом, артериальная кровь с кислородом попадает в венозный кровоток. Этот процесс отражается на РЕОграмме. После сброса крови следующий цикл РЕО будет малой амплитуды, так как необходимо набрать объём снова (рис. 162). Этот процесс модулируется циклом дыхания.

#### Терапия

1. «Нуксен» венотон (состав: плоды чёрного ореха, корень диоскореи кавказской, плоды и бутоны софоры японской, плоды и цветы каштана конского, каллизия душистая (золотой ус), лист облепихи, лист лещины, лист крапивы, корень аира, зверобой, рябина красная, вода очищенная, остаточный спирт до 0,5%).

Биологически активные вещества растительных компонентов бальзама способствуют устранению симптомов варикозного расширения вен, предупреждают застой крови, появление внешних и внутренних варикозных узлов, препятствуют образованию тромбов и трофических язв, очищают, обновляют, разжижают кровь, уменьшают уровень тромбоцитов, усиливают кровоток, укрепляют стенки сосудов и капилляров, уменьшая их хрупкость и проницаемость. Оказывают лимфодренажное, общеукрепляющее, успокаивающее, противовоспалительное, противоотечное, антибактериальное, ранозаживляющее, венотонизирующее действие.

- 2. Важным фактором является нормальное дыхание, которое обеспечивает нормальное динамическое изменение давления в лёгких, что способствует естественному венозному кровотоку. Используют дыхательный тренажёр типа «Самоздрав».
- 3. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».
- 4. Дополнительно рекомендуются препараты против тромбообразования.

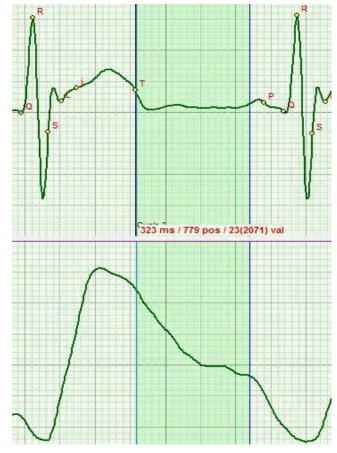
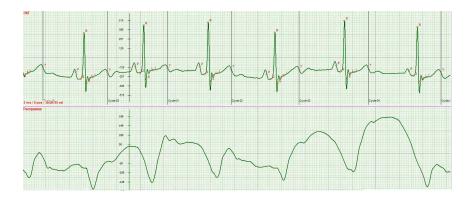


Рис. 159. Нормальный венозный кровоток в фазе ранней диастолы диагностируется по РЕОграмме



а) лежа



б) сидя

Рис. 160. Венозный кровоток затруднён. График РЕО имеет стагнацию в фазе ранней диастолы. При ортопробе ЭКГ остаётся в норме



а) лежа



б) сидя

Рис. 161. Венозный кровоток затруднён. График PEO указывает на значительное затруднение кровотока, выраженное в подъёме PEO в фазе ранней диастолы, при этом ЭКГ – в норме

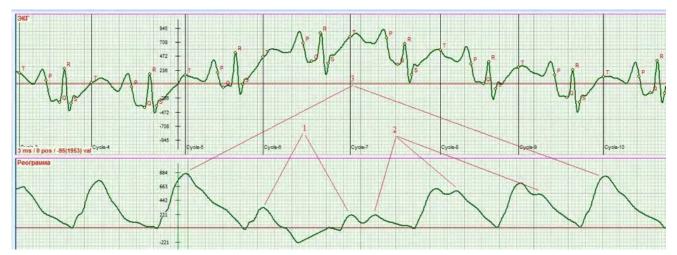


Рис. 162. Работа анастомозов. После достижения достаточного давления срабатывает анастомоз для сброса крови из артерий в вену и следующий цикл PEO имеет малую амплитуду

Таблица 20. Кардиометрическая диагностика венозного кровотока

Выявляемые физиологи- ческие, функ- циональные, метаболиче- ские и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Венозный кровоток	Нет спада РЕО в фазе Т-Р	Нарушение нормальной гемодинамики и ограничение двигательной активности	1. Настойка «Нуксен венотон» 2. Нормализация питания с уклоном в щелочную среду 3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» 4. Дополнительно препараты против тромбообразования 5. Дыхательный тренажёр типа «Самоздрав»

## 21. Признаки недостаточности функции клапанов сердца

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Проблема качества функционирования клапанов основана на степени регургитации потока крови. Кровь движется за счёт разности давления и клапаны выполняют роль создания этой разницы. Если плотность створок клапанов изменяется, то разность давления нарушается и возникает обратный ход крови – регургитация. Существует естественная регургитация, наблюдаемая при ортопробе, но степень её мала и она не вносит изменений в гемодинамику, оставляя в пределах нормы. При проблемах клапанов активнее проявляется работа лёгких.

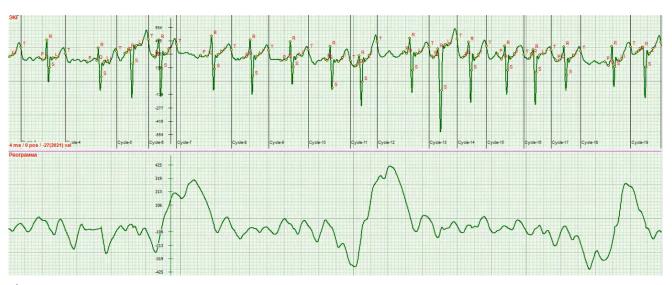
Рассмотрим пример, который можно отнести к сложным (рис. 163), когда одновременно клапаны промежуточные и выходные имеют значительную регургитацию.

Рассмотрим подробнее процессы, происходящие в данном случае. Разность давления всё равно будет создаваться, но только за счёт работы лёгких. Это видно из РЕОграммы на рис. 163 а). Говоря об ЭКГ, её амплитуда модулируется дыхательным циклом – это норма. Амплитуда больше при вдохе. На рисунке видно, что на вдохе нормализуется сердечный цикл, регистрируется РЕОграммой большой выброс крови. На ЭКГ появляется Р-волна. Этот цикл соответствует максимальному выбросу на РЕО.

Та же самая картина наблюдается и при вертикальном положении (рис. 163 б). Отличие лишь в том, что при вертикальном положении параметр PV1 находится под нагрузкой на 51,66 %, а лёжа – 0 %. Сила сердца характеризуется фракцией изгнания на уровне 25 % при обоих положениях тела. Это очень низкий показатель. В норме он должен быть равен 62 %.

Человек, у которого была сделана данная запись, ведёт активный образ жизни, много двигается, путешествует, несмотря на возраст.

- 1. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» (см. параграф 14).
- 2. Показана общая иглотерапия для поднятия энергетики.
- 3. Принимать «L-карнитин» (препарат «Элькар»). При проблемах в работе митохондрий он используется как поддерживающее средство для обеспечения доставки О2.
- 4. Принимать этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор» (янтарная кислота). Она необходима всегда, так как постоянно динамично происходит её расход в процессах преобразования энергии.
- 5. Последние исследования показали присутствие инфекционных процессов, влияющих на деформацию клапанов. Поэтому нелишним будет включение в курс лечения препаратов «Юглон», «9-ка СТОПразит» или «Нуксен-II» (чёрный орех).



а) лежа



б) сидя

Рис. 163. Одновременная регургитация предсердно-желудочкового и аортального клапанов

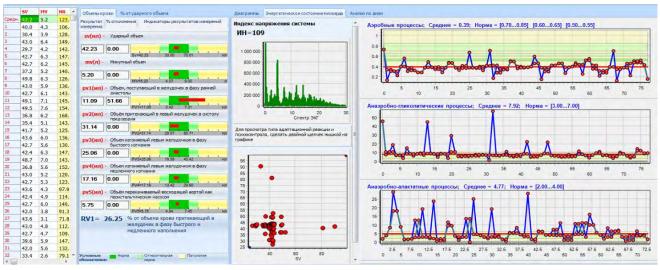


Рис. 164. Сравнительные данные при ортопробе параметров PV1 и RV1

Таблица 21. Кардиометрическая диагностика признаков недостаточности функции клапанов сердца

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Признаки недоста-	Значительная	Быстрая утомляемость,	1. Волновая резонансная
точности функции	неравномер-	снижение работоспособ-	терапия аппаратом «ЭЖ-2»
клапанов сердца	ность амплитуд	ности	2.Общая иглотерапия для
	РЕО. Периоди-		поднятия энергетики.
	чески фиксиру-		3. «L-карнитин»
	ются большие		4. «Мексикор»
	амплитуды АД		5. Настойки «Юглон», «9-ка
	на фоне малых		СТОПразит» или «Нуксен-II»
	амплитуд		(чёрный орех)

## 22. Признаки перикардита и миокардит

Перикардит – воспаление наружной оболочки желудочков сердца. В классической кардиологии он классифицируется по степени влияния на межжелудочковую перегородку. Однако, как показала кардиометрическая практика, причи-

ной возникновения перикардита в большинстве случаев является инфекция. Как правило, перикардит проявляется одновременно с эндокардитом, поэтому важно дифференцировать оба процесса для принятия эффективной терапии.

## 22.1 Кардиометрическая диагностика признаков перикардита

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

### Критерии диагностики признаков перикардита

При перикардите амплитуда QRS комплекса снижается, что связано с влиянием перикарда на миокард. Оно проявляется в его сжатии, что и вызывает уменьшение амплитуды сокращения миокарда. Как следствие, возрастает нагрузка на предсердия, что проявляется на ЭКГ в увеличении амплитуды их расширения. На рис. 165 показан типичный случай признака перикардита. Увеличение амплитуды волны Р указывает на большую нагрузку на предсердия.

Это происходит из-за противодействия со стороны сжатого миокарда, что требует нагрузки на предсердия. Интересен тот факт, что на гемодинамику перикардит не оказывает существенного влияния, но может сопровождаться экстрасистолией, как показано на рис. 165. На рис. 166 типичная ЭКГ с признаками перикардита.

На рис. 167 представлена ЭКГ с признаками перикардита и с малой амплитудой R зубца, который при амплитуде ниже 100 у.е. (см. рис) раздваивается. Это компенсационная функция. Такое явление проявляется и без признаков перикардита.



а) лежа



б) Сидя

Рис. 165. Увеличенная амплитуда волны Р является критерием признака перикардита



Рис. 166. Увеличенная амплитуда волны Р выше уровня R зубца



Рис. 167. Увеличенная амплитуда волны Р и изменение QRS комплекса, не связанное с перикардитом

### 22.2. Возможно ли выделить критерии диагностики миокардита?

При выяснении наличия миокардита необходимо учитывать наличие эндокардита, который возможен только за счёт токсичности крови и инфекций. При этом его возбудители скапливаются у основания межжелудочковой перегородки (гл. 14.1). Поэтому если воспалительный процесс развивается, то распространиться до миокарда он сможет только через блокаду функции сокращения межжелудочковой перегородки. Это будет сопровождаться симптомами тяжёлого состояния. Развитие эндокардита до миокардита при относительно нормальном состоянии пациента фактически нереально. Критерием этого развития является состояние межжелудочковой перегородки. Точнее говоря, степень снижения её функции сокращения, поэтому мы ставим на первое место диагностику эндокардита.

Отмеченное позволяет сформулировать правило практического действия, которое указывает на необходимость недопущения развития эндокардита.

Миокардит – это крайнее состояние, которое лучше не допускать.

- 1. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен-II» (чёрный орех), пить два курса. Практика показала эффективность этих препаратов, т.к. с их помощью достигается нормализация субъективной симптоматики и улучшается качество жизни.
- 2. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».

Таблица 22. Кардиометрическая диагностика признаков перикардита

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Признаки перикар- дита	Увеличенная амплитуда Р волны	Отдышка при нагрузке	1. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит» или «Нуксен-II» (чёрный орех). 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

## 23. Экстрасистолия

Экстрасистолия бывает нескольких типов: дыхательная, вызванная работой анастомозов и фибробластами. К экстрасистолии относят тип ЭКГ с раздвоением R зубца, формирующимся под воздействием фистул коронарных артерий в левом желудочке или проявляющимся при

очень малом потенциале R зубца. Однако мы рассматриваем этот феномен отдельно по причине его проявления у людей на протяжении длительного периода времени, как правило, в течение нескольких десятилетий. При этом качество их жизни не снижается.

### 23.1 Дыхательная экстрасистолия

#### Внимание!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Этот тип экстрасистолии проявляется при различных острых респираторных заболеваниях как краткосрочных, так и хронических. Как правило, он сопровождается кашлем, часто сухим. Также сухость дыхательных путей проявляется в результате регулярного вдыхания химических (косметических) средств. На рис. 168 показан пример дыхательной аритмии. После экстрасистолы недостаточен объём крови в

сердце и нет нормального выброса (см. РЕО на рис.). Следующий цикл удлинён для набора достаточного объёма крови.

- 1. «МИРТАбиотик» мощный безвредный природный антибиотик, показавший на практике наилучший результат при проблемах с кашлем.
- 2. Дыхательный тренажёр типа «Самоздрав» для нормализации кислорода и углекислого газа.
- 3. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».



Рис. 168. Критерий дыхательной аритмии – появление QRS комплекса после окончания U волны

### 23.2. Экстрасистолия, вызванная работой анастомозов

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Другим типом экстрасистолии является проявление QRS комплекса в следующем за открытием анастомоза сердечном цикле. Подробно это явление описано в гл. 9.1. Характерной особенностью этого типа является низкая амплитуда R зубца. Сам комплекс может проявляться в различное время диастолы, в зависимости от расстояния от места его срабатывания до сердца. Сброшенная часть крови через анастомоз приносит чистый кислород в венозную кровь. Симптоматически имеет место небольшое короткое головокружение, в зависимости от количества кислорода.



Рис. 169. Критерием экстрасистолии, вызванной работой анастомозов, является низкая амплитуда R зубца. Момент проявления в диастоле неоднозначен

# 23.3. Экстрасистолия, вызванная работой фибробластов. Признаки возможной внезапной сердечной смерти

#### ВНИМАНИЕ!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Данный тип экстрасистолии опасен, поскольку именно он может вызвать внезапную сердечную смерть (гл. 9.3). Фибробласты при расслаблении мышц миокарда генерируют большой амплитуды потенциал в виде QRS комплекса (рис. 170). В зависимости от амплитуды начинается спазмирование межжелудочковой перегородки. При уровне в три раза выше R зубца может произойти «заклинивание» межжелудочковой перегородки, что приведёт к полной остановке сердца.

Отметим, что форма S зубца может проявляться не очень явно при поднятии диафрагмы, но при этом амплитуда R зубца остаётся неизменной и сам QRS комплекс проявляется в положенное время (гл. 3.4, рис. 11). Эти изменения не следует сравнивать с проявлением фибробластов.

- 1. Решать проблему повышенной активности фибробластов.
- 2. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2» (многофакторный терапевтический метод, вызывающий экспрессию генома).



## а) с амплитудой QRS в два раза большей



б) с амплитудой QRS в четыре раза большей Рис. 170 – Фибробласты при расслаблении мышц миокарда генерируют большой амплитуды потенциал в виде QRS комплекса

Таблица 23. Кардиометрическая диагностика дыхательной экстрасистолии и вызванной фибробластами

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Экстрасистолия. Дыхательная	Появление QRS комплекса после окончания U волны	Инфекционная причина. Сухость дыхательных путей в результате регулярного вдыхания химических	<ol> <li>«МИРТАбиотик»</li> <li>Дыхательный тренажёр «Самоздрав».</li> <li>Волновая резонансная</li> </ol>
Экстрасистолия. Фибробласты	Экстрасистолия с амплитудой R зубца более чем в 2 или 3 раза	(косметических) средств Внезапное короткое по времени головокружение, вплоть до потери сознания	терапия аппаратом «ЭЖ-2»  1. Решать проблему повышенной активности фибробластов.  2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
Признаки возможной внезапной сердечной смерти	Экстрасистолия с амплитудой R зубца более чем в 2 или 3 раза	Внезапное короткое по времени головокружение, вплоть до потери сознания	1. Решать проблему повышенной активности фибробластов. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

## 24. Неотложное состояние. Ресурс работы сердца

#### Внимание!

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Кардиометрия позволяет оценить ресурс работы сердца с высокой точностью (см. гл. 11). При этом реально можно отслеживать результаты экстренной терапии. В гл. 11 подробно описан мониторинг критического случая, который позволил вычислить нижнюю границу параметров, ниже которой может наступить ситуация невозврата. Для этого надо отслеживать четыре параметра: PV2, уровни лактата, креатинфосфата и кислорода.

Параметр PV2 указывает на увеличение нагрузки предсердия при отказе миокарда. Мета-

болические параметры не должны синхронно снижаться, так как это указывает на критически малый уровень метаболизма. Как показала практика, остаточный ресурс работы сердца ограничен несколькими часами.

- 1. Показан полный покой.
- 2. Рекомендуется волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».
- 3. Принимать препарат «L-карнитин».
- 4. Принимать этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор»).
- 5. Нормализация параметра PV2.

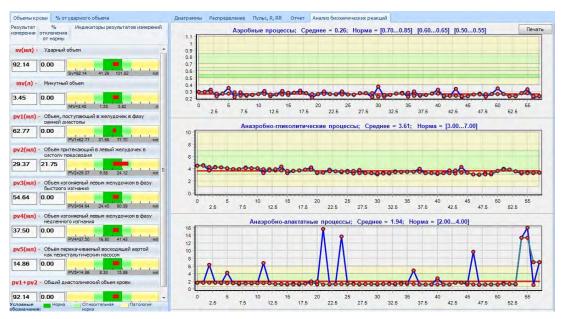


Рис. 171. Параметр PV2, указывающий рост нагрузки на предсердие и метаболические низкие параметры, характеризует малый ресурс работы сердца

Таблица 24. Кардиометрическая диагностика ресурса работы сердца

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Неотложное	Низкое содержа-	Опасно!	1. Полный покой.
состояние	ние: кислорода,	Состояние для	2. Волновая резонансная тера-
	лактата, КрФ.	стационарного лечения	пия аппаратом «ЭЖ-2».
	Высокий PV2		3. «L-карнитин»
			4. «Мексикор»
			5. Нормализация параметра PV2

## 25. Дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы

#### Внимание!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

# Причина возникновения фистул коронарных артерий и их влияние на работу сердца

Врождённая особенность анатомии коронарных артерий сердца представляет собой соединение самой артерии с камерой сердца. При сокращении межжелудочковой перегородки мышцами сердца оказывается давление на коронарные артерии, в результате чего через фистулу выходит некоторое количество крови в желудочек. Эта кровь является дополнительным объёмом, расширяющим желудочек. В результате этого в какой-то момент межжелудочковая перегородка вместо плавного сокращения совершит импульс обратного хода, после которого продолжится процесс плавного сокращения. Это отразится на форме ЭКГ.

# Критерии диагностики влияния фистул на работу сердца

Отмеченный импульс обратного хода межжелудочковой перегородки отразится на ЭКГ в виде раздвоения R зубца (рис. 172). Это явление также может проявляться регулярно в каждом сердечном цикле (рис. 173).

При малых амплитудах потенциала ЭКГ R зубец также может раздваиваться, но такое сокращение будет означать доработку до нормального сокращения МЖП, которое необходимо для выполнения функций следующей фазы S-L (рис. 174 а). Форма ЭКГ с реверсом, но с врождённой индивидуальной особенностью мышц сердца вблизи предсердно-желудочкового клапана, показана на том же рис. 174, а также при ортопробе на рис. 175.

При этих особенностях функционирования сердца люди живут нормально и долго. Единственное, что некоторые ощущают давление в области верхушки сердца при реверсе МЖП.



Рис. 172. Раздвоение R зубца в результате противодействия сокращению межжелудочковой перегородки от впрыскивания через фистулу небольшого объёма крови в левый желудочек

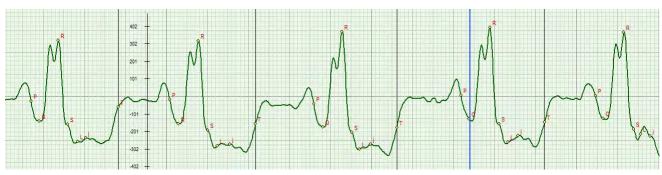
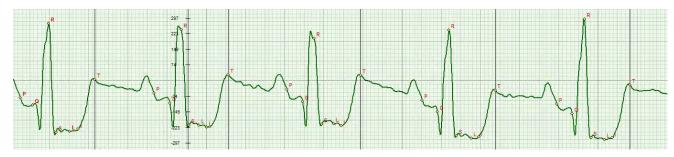


Рис. 173. Проявление реверса МЖП при большом потенциале ЭКГ



## а) лёжа



## б) сидя

Рис. 174. Изменения R зубца при малых амплитудах потенциала ЭКГ и врождённая индивидуальная особенность мышц сердца вблизи предсердно-желудочкового клапана



### а) лёжа



## б) сидя

Рис. 175. Врождённая индивидуальная особенность мышц сердца вблизи предсердно-желудочкового клапана, проявляемая при ортопробе

TI ( 25 I(	U
Таблица 25. Кардиометрическая диагностика	реверса межжелупочковои перегоролки
140/11/14 25. Rupphonerph reckun gharnoerma	реверей мелокелудо товой перегородки

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Реверс МЖП: дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы коронар- ных артерий	Раздвоение R-зубца или реверс сокраще- ния МЖП	Последствий не вызывает	1. Здоровый образ жизни, поддерживать параметры сердечно-сосудистой системы в пределах нормы. 2. Не допускать снижения амплитуды R зубца ЭКГ, что возможно только при регулярных нормированных физических упражнениях

# Критерии диагностики влияния малой амплитуды R зубца на его раздвоение

Потенциал ЭКГ изменяется с возрастом. При регистрации прибором «Кардиокод» может быть зарегистрирована амплитуда R зубца около 150 точек по шкале, которая отображается на ленте ЭКГ. Практика показывает, что при снижении амплитуды ниже этого значения начинается раздвоения R зубца. Это компенсационный механизм. Его лечение связано только с регулярными физическими нагрузками, которые позволяют улучшить энергетику мышц.

# Дополнительные хорды в левом желудочке сердца

Влияние дополнительных хорд проявляется аналогично WPW синдрому на ЭКГ, описанному в п. 36. Отличие состоит только в регистрируемой форме ЭКГ (рис. 173, 174, 175).

### Терапия

Специальной терапии нет, поскольку это индивидуальные особенности организма человека. Предлагаем две рекомендации:

- 1. Здоровый образ жизни, поддержание параметров сердечно-сосудистой системы в пределах нормы.
- 2. Не допускать снижения амплитуды R зубца ЭКГ, что возможно только при регулярных нормированных физических упражнениях.

## 26. О.О.О. Открытое овальное окно в межжелудочковой перегородке

#### Внимание!

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Очень редкое явление, характерное для людей старшего возраста, проявляющееся при изменении положения тела. В кардиометрии его наличие регистрируют при ортопробе. На рис. 176 видно, что при положении лёжа ЭКГ и РЕО идеальны. Но при переходе в вертикальное положение на РЕО проявляются нескольких резких изменений АД (рис. 177). Это происходит из-за проникновения крови из левого в правый желудочек, при этом обогащённая кислородом кровь попадает в венозную. Симптоматика проявляется в краткосрочном ощущении шума в голове.

На рис. 179 показаны гемодинамические параметры при проявлении О.О.О. Видно, что только параметр PV2 в систолу предсердия снижен до 4,75%, но остаётся в пределах нормы. Через 1 минуту после перехода в вертикальное положение при ортопробе абсолютно нормальная гемодинамика (рис. 180).

Приведенный пример был зарегистрирован у женщины средних лет, родившей двух детей с разницей несколько лет. Анализ показал, что к диагнозу О.О.О. люди относятся достаточно спокойно.

### Терапия

Вести здоровый образ жизни, поддерживать параметры сердечно-сосудистой системы в пределах нормы.

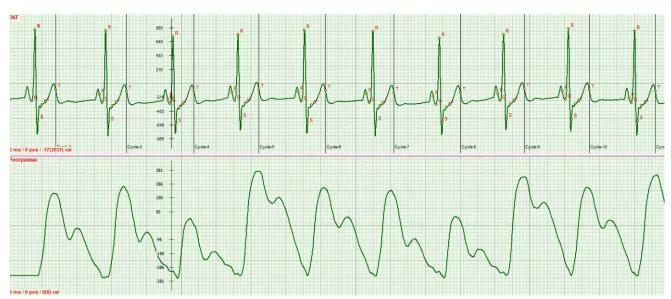


Рис. 176. Отсутствие проявления открытого овального отверстия в МЖП в положении лёжа

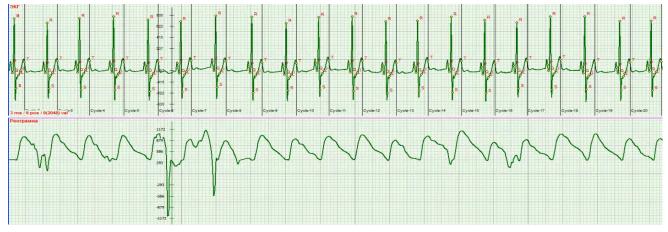


Рис. 177. Положение сидя. Влияние проникновения крови из левого в правый желудочек отражается на РЕОграмме в виде нескольких резких изменений АД

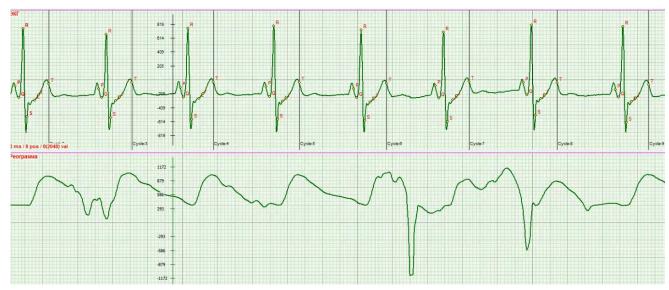


Рис. 178. Увеличенный просмотр явления О.О.О., отмеченного на рис. 177

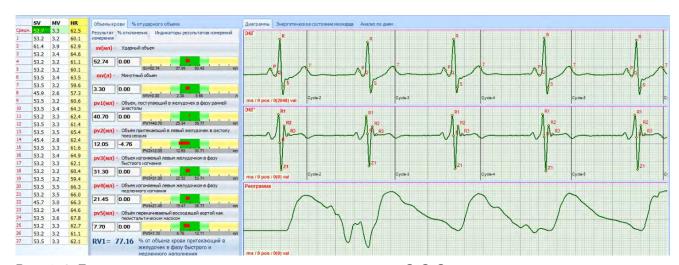


Рис. 179. Гемодинамические параметры при проявлении О.О.О.



Рис. 180. Через 1 минуту после перехода в вертикальное положение при ортопробе абсолютно нормальная гемодинамика

Таблица 26. Кардиометрическая диагностика открытого овального отверстия в МЖП (О.О.О.)

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
О.О.О. «Открытое овальное отверстие в межжелудочковой перегордке»	При ортопробе на РЕО немногочисленные короткие и резкие колебания АД	Кратковременное ощущение шума в голове	Нормальный образ жизни, поддержание параметров сердечно-сосудистой системы в пределах нормы

## 27. Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави

#### Внимание!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

В главе 8.3 описан принцип косвенной оценки типа адаптационной реакции с использованием ЭКГ. Это очень важный параметр, указывающий на связь работы сердца с центральной нервной системой (ЦНС). Сам тип реакции – системный параметр и его оценить по форме «на глазок» не представляется возможным, поскольку это энергия работы сердца, благодаря которой мы живём.

Адаптационных реакций пять: стресс, тренировки, спокойная активация, повышенная активация, переактивация. У каждой реакции есть уровни, характеризующиеся реакциями метаболизма. Их четыре. Верхний уровень соответствует экономичному затрату энергии, нижний – более затратному. Наилучшей естественной реакцией является реакция спокойной активации высоких уровней. В этих условиях организм поддерживает максимальное здоровье при минимальных энергетических затратах. Для спортсменов необходимо поддерживать реакцию повышенной активации.

Тип адаптационной реакции отражается в поведении человека, эмоциях, характере, метаболизме и работе иммунной системы. Поэтому принципиально важно это понимать и учитывать при диагностике.

Оценка связи работы сердца с ЦНС производится косвенным методом измерения через оценку энергии ЭКГ. Для этого из ЭКГ выделяется её частотный спектр. Он представлен на рис. 181. Видно, что ЭКГ состоит из 24 гармоник с частотами от 1 до 24 Гц. Исследования показали, что адаптационные реакции отражаются в ЭКГ в энергии пяти групп гармоник: 0...2; 2...5; 5...12; 12...18; 18...24. По результатам измерения энергии в каждой группе строится график. Форма графика соответствует типу адаптационной реакции. Отметим, что наша работа с энергией ЭКГ привела к пониманию влияния экспрессии генома на терапию самых различных заболеваний, что впервые было реализовано в серийном физиотерапевтическом аппарате для воздействия низкоинтенсивным электромагнитным излучением «ЭЖ-2». Это указывает на важность оценки энергии ЭКГ. Именно поэтому оценку типа адаптационной реакции включили в список обязательно диагностируемых.

В процессе диагностики прибор «Кардиокод» автоматически выдаёт график адаптационной реакции. Оператору остаётся идентифицировать его принадлежность типу реакции.

#### Терапия

- 1. Принимать биостимуляторы (элеутерококк) по схеме Л. Гаркави.
- 2. Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».

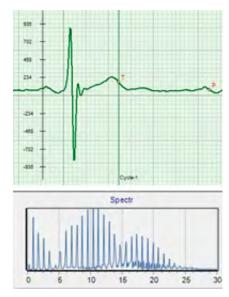


Рис. 181. Спектральные составляющие ЭКГ от 1 до 24 Гц

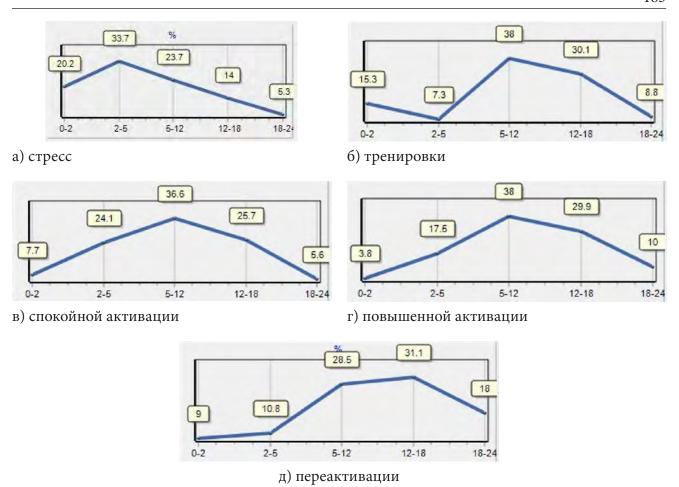


Рис. 182. Типы адаптационных реакций: а) стресс, б) тренировки, в) спокойной активации, г) повышенной активации, д) переактивации

Таблица 27. Кардиометрическая диагностика типа адаптационной реакции

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Тип адаптационной реакции по Л. Гар- кави	Спектр ЭКГ	Определяет тип адаптационной реакции: стресс, тренировки, спокойной активации, повышенной активации, переактивации	<ol> <li>Пить биостимуляторы         <ul> <li>(элеутерококк) по схеме Л.</li> </ul> </li> <li>Гаркави.</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»</li> </ol>

### 28. Концентрация внимания

#### Внимание!

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Параметр отмечает связь сердца и ЦНС. Он важен тем, что позволяет понять, адекватен ли в своих действиях или нет находящийся перед Вами человек. Причиной этому служит концентрация внимания на себе. На рис. 183 показаны спектральные характеристики ЭКГ. Ширина гармоники указывает на степень концентрации внимания. Так, из трёх представленных спектров нижних гармоник ЭКГ видно, что первая – узкая и высокая. При внимательном рассмотрении видны спереди и сзади её импульсы малой амплитуды. Это сигналы симпатической и парасимпатической нервной системы, запускающие потенциал действия и тормозящие его. Форму этого импульса относим к нормальным.

На среднем рисунке потенциал действия меньше амплитудой и шире. Он немного перекрывает импульсы симпатической и парасимпатической систем. Это потенциал действия спортсмена за месяц до победы на чемпионате мира. Всё внимание сосредоточено на себе, с максимальной концентрацией энергии.

Третий вариант – широкий импульс с малой амплитудой, полностью перекрывающий действие симпатической и парасимпатической систем. Это характерно для замкнутого и неадекватного поведения человека. Через три месяца данный пациент совершит суицид.

Как показали проведенные исследования, использование в диагностике этого параметра целесообразно и очень полезно.

#### Терапия

Показана волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».

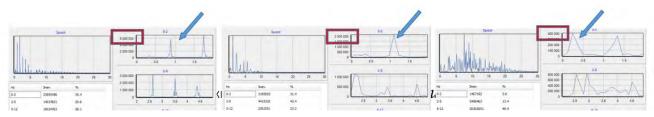


Рис. 183. Ширина гармоники указывает на степень концентрации внимания. Одновременно с увеличением ширины уменьшается амплитуда гармоники

Таблица 28. Кардиометрическая диагностика концентрации внимания и её коррекция

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Концентрация внимания	Спектральные характеристики ЭКГ	Адекватность восприя- тия окружающей среды	Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

# 29. Эффективность фракции изгнания RV1. (Норма 62%)

#### Внимание!

Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

Фракция изгнания RV1 – интегральный показатель эффективности работы сердца. Мы считаем, что в норме этот параметр должен быть на уровне 62%. Если же он выше 68%, то это указывает на гипертрофию сердца. Если ниже 50%, то это указывает на слабость сердца и надо внимательно разбираться, какой фактор является ведущим в его снижении. Величины ниже 35 % указывают на значительную слабость сердца.

#### Терапия

Весь комплекс методов и средств, определяющих нормальную физиологию.

Таблица 28. Кардиометрическая диагностика концентрации внимания и её коррекция

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Эффективность	% отношения SV	Эффективность работы	Весь комплекс методов и
фракции изгнания	от диастоличес-	сердца	средств, определяющих
RV1. (Норма 62%)	кого объёма		нормальную физиологию

#### 30. Устойчивость состояния

#### Внимание!

# Не забывайте проверять правильность автоматической расстановки фаз на ЭКГ.

После проведения всего комплекса диагностики и выбора терапии, важно убедиться в стабильности данного состояния пациента. Для этого используются графики зависимости ударного объёма SV от вариабельности сердечного ритма (рис.184). Подробное их описание представлено в гл. 8.4. Здесь отметим, что график а) в виде квадрата со сторонами 2х2 точек указывает на стабильность состояния во времени. Это лучший вариант.

Квадрат со сторонами 3х3 точек соответствует среднеустойчивому состоянию (рис. 184 б). Как правило, он наблюдается у людей юношеского возраста, не занимающихся регулярны-

ми физическими упражнениями. У людей же старшего возраста он является переходным состоянием от устойчивого к неустойчивому.

График в неопределённой форме (на рис. 184 в) указывает на неустойчивость состояния. Это свидетельствует о том, что при регистрации у пациента новых данных через некоторое время могут быть получены другие показатели.

Нужно быть уверенным, что зарегистрированные параметры стабильны и не могут измениться в ближайшее время. Только тогда терапия даст хороший эффект, поскольку можно уверенно моделировать развитие процесса.

#### Терапия

Весь комплекс методов и средств, определяющих здоровое физиологическое и психологическое состояние.

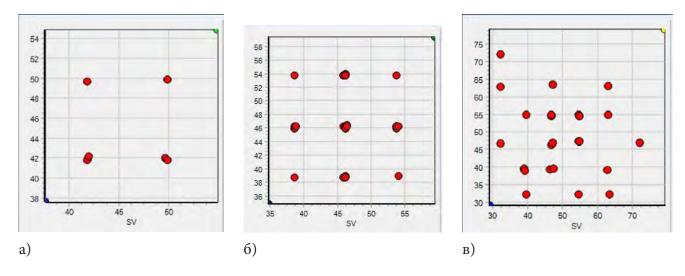


Рис. 184. Графики для определения устойчивости состояния на основе вариабельности ударного объёма SV

Таблица 28. Кардиометрическая диагностика концентрации внимания и её коррекция

Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные последствия	Рекомендации
Устойчивость состояния	Вариабельность параметра гемо- динамики SV	Стабильность состояния	Весь комплекс методов и средств, определяющих здоровое физиологическое и психологическое состояние

### 31. Общие рекомендации для постановки диагноза

Все критерии диагностики, характерные признаки, последствия и рекомендации, описанные во второй части, представлены в таблице в конце главы.

Главная цель специалиста, проводящего диагностику, быть уверенным в поставленном диагнозе, что является надёжной основой успешной терапии. Простота и эффективность предлагаемых средств терапии позволяет достичь хороших результатов.

Диагностика построена по принципу «от сложного к простому». В первую очередь выявляют состояние двух важных факторов: чистоты крови и кровенаполнения коронарных артерий. Это ведущие факторы, обеспечивающие нормальное функционирование сердечно-сосудистой системы. При чистой крови отсутствует много симптомов, ухудшающих качество жизни, а предпринимаемая терапия весьма эффективна. При проблемах коронарного кровотока вообще может наступить критическая ситуация, поэтому важно точно диагностировать заполнение коронарных артерий.

Последовательность выявления изменений ЭКГ-признаков должна соответствовать последовательности, приведенной в таблице. Это позволит выстроить логику диагноза и будет способствовать уверенности специалиста в правильности выбранного решения.

После анализа первых двух пунктов таблицы (чистоты крови и наполнения коронарных артерий) целесообразно посмотреть на длительность фазы P-Q, которая связана с инфекцией суставов, дающую болевую симптоматику и резко снижающую качество жизни.

Последующее выявление диагнозов также важно, но они в средней стадии своего развития без резкой симптоматики не требуют экстренного вмешательства. Такие диагнозы как: «адреналиновое сердце», кальциноз дуги аорты, атеросклероз, тромбообразование, изменение венозного кровотока можно планово взять под контроль и получить хорошие результаты лечения.

Следующий ряд диагнозов связан со сложной симптоматикой, но также не типичной

для экстренных случаев: это недостаточность функции клапанов, перикардит, экстрасистолии, за исключением вызываемых фибробластами. Данные типы патологий требуют повышенной длительности лечения и встречаются достаточно редко.

Неотложное состояние, которое сразу видно без кардиометрии, присуще только тяжелобольным людям, находящимся в реанимации. Однако именно кардиометрия покажет ресурс работы сердца с точность до нескольких часов.

К заключительной части диагнозов мы относим врождённые фистулы и О.О.О. С ними люди живут очень долго и, как правило, вырабатывают тип поведения, который не оказывает влияние на качество жизни.

В заключение для получения полной картины о пациенте, приобретения уверенности в постановке диагноза и выбора эффективной терапии анализируют тип адаптационной реакции (т.е. оценку иммунной системы), концентрацию внимания (способность человека воспринять ваши рекомендации) и показатель фракции изгнания (интегральную оценку всей работы сердца).

И, наконец, последний просмотр – устойчивость (стабильность) состояния. Если оно нестабильно, то потребуется более частый контроль при терапии для ее коррекции.

Важно! Видеть симптоматику, что позволит сразу по ведущему симптому быстро установить патологию, а это, в свою очередь, поможет выявить её причину и правильно прогнозировать развитие.

Как показала практика, освоить технологию «Кардиокод» несложно. Нужно больше практиковаться, вести пациента до его выздоровления, отслеживая правильность выбранной терапии, своевременно её корректируя.

Можно считать освоение технологии на достаточном уровне, когда специалист ещё при записи ЭКГ и РЕО сразу поймёт проблематику пациента.

Чем она сложнее, тем более корректно следует сказать о ней пациенту, при этом не повлияв на ухудшение его состояния.

Знания, позволяющие устанавливать истину, могут быть основаны только на законах естествознания и точных измерениях, а не на номенклатурных бюрократических положениях. Медицина больше похожа на искусство и не

имеет своего предельного уровня познания. Поэтому необходимо постоянно совершенствовать свои знания и опыт, а кардиометрия – это тот мир, который поможет Вам в этом.

Таблица 31. Критерии диагностики, характерные признаки ЭКГ и РЕО, последствия и рекомендации

№№ пп	Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные по-	Рекомендации
1 (гл.14)	Признаки эндо- кардита. Влияние изменения соста- ва крови на функ- цию сокращения МЖП	Изменение амплитуды фазы Р-Q при ортопробе	Быстрая утомляе- мость, возможные скачки АД и вне- запные короткие головокружения	1. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен II» (чёрный орех): пить два курса. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».
2 (гл.15)	Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Ранняя диагностика совокупности факторов, приводящих к снижению кровенаполнения коронарных артерий	В фазе Тк-Uн график РЕО имеет пологий участок или положительный подъём, указывающие на меньшее поступление количества крови в коронарные артерии в отведенное для заполнения время	Предрасположенность к инфаркту миокарда. Повышение нагрузки на миокард из-за снижения кровенаполнения коронарных артерий	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. «Диосклефит». 3. «Гинкготропил». 4. Настойка «Нуксен VI». 5. Дыхательный тренажёр-капникатор (типа «Самоздрав»). 6. Хвойный (кедровый) бальзам. 7. Иглотерапия общая, согласно симптоматике. 8. L-карнитин 9. «Мексикор»
	Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Острый коронарный синдром	Смещение на ЭКГ постоянной со- ставляющей фазы S-L до уровня ам- плитуды R зубца	Повышение нагрузки на миокард из-за снижения кровенаполнения коронарных артерий. Предынфарктное состояние	<ol> <li>«Валокордин».</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».</li> <li>«Гинкготропил».</li> <li>Настойка «Нуксен VI».</li> <li>Иглотерапия.</li> <li>L-карнитин.</li> <li>«Мексикор»</li> </ol>
	Снижение кровенаполнения коронарных артерий. Экстрасистолия предсердий	Несколько Р волн	Развитый кардио- склероз миокарда	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. Иглотерапия. 3. L-карнитин. 4. «Мексикор». 5. Хвойный (кедровый) бальзам

NºNº	Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные по- следствия	Рекомендации
3 (гл.16)	Слабость клапана аорты без регур- гитации крово- тока	Удлинение фазы P-Q	Инфекционное поражение клапанов и суставов	1. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит», «Нуксен II» (чёрный орех): пить два курса. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
4 (гл.17)	«Адреналиновое сердце». Избыток Са <sup>++</sup> в клетках, разрушающий митохондрии	Сглаживание волны S-L. На РЕО слабо растёт АД	Опасно! Возможны резкие изменения состояния и значительные изменения гемодинамики	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. Иглотерапия Zhaohai (R6) и Hegu (Gi 4). 3. L-карнитин.
5 (гл.18)	Кальциноз дуги аорты	На графике РЕО сглаживание вершины	Снижение функ- ций сердечно- сосудистой системы	1. «Диосклефит». 2. «Гинкготропил». 3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
6 (гл.19)	Атеросклероз. Признаки тром- бообразования	Три вершины на РЕО	Опасно!	1. «Нуксен венотон». 2. Ацетилсалициловая кислота (аспирин). 3. Дополнительно препараты против тромбообразования. 4. «Гинкготропил». 5. «Диосклефит». 6. Употреблять льняное масло. 7. Волновая-резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
7 (гл.20)	Изменение веноз- ного кровотока	Нет спада РЕО в фазе Тк-Рн	Нарушение нор- мальной гемоди- намики и ограни- чение двигатель- ной активности	1. Настойка «Нуксен венотон», 2. Нормализация питания с уклоном в щелочную среду. 3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 4. Дополнительно препараты против тромбообразования. 5. Дыхательный тренажёр- капникатор (типа «Самоздрав»)

№№ пп	Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные по- следствия	Рекомендации
8 (гл.21)	Признаки недостаточности функции клапаннов сердца	Значительная неравномерность амплитуд РЕО. Периодически фиксируются большие амплитуды АД на фоне малых амплитуд	Быстрая уста- лость. Снижение работоспособно- сти	1. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2». 2. Общая иглотерапия для поднятия энергетики. 3. L-карнитин. 4. «Мексикор». 5. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит» или «Нуксен II» (чёрный орех)
9 (гл.22)	Признаки пери- кардита	Увеличенная ам- плитуда Р волны	Отдышка при нагрузке	1. Настойки «Юглон», «9-ка СТОПразит» или «Нуксен II» (чёрный орех). 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
10 (гл.23)	Экстрасистолия Дыхательная	Появление QRS комплекса после окончания U волны	Инфекционная причина. Сухость дыхательных путей от регулярного вдыхания химических (косметических) средств	1. «МИРТАбиотик» мощный безвредный природный антибиотик. 2. Дыхательный тренажёркапникатор (типа «Самоздрав»). 3. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
	Экстрасистолия Работа анастомо- зов	Появление QRS комплекса после окончания U волны	Проблемы периферического кровообращения	1. Поиск и устранение причин увеличения локального повышения гемодинамического сопротивления. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
	Экстрасистолия Фибробласты	Экстрасистолия с амплитудой R зубца более чем в 2 или 3 раза	Внезапное корот- кое по времени головокружение, вплоть до потери сознания	<ol> <li>Решать проблему повышенной активности фибробластов.</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»</li> </ol>
11 (гл.23.3)	Признаки воз- можной внезап- ной сердечной смерти	Экстрасистолия с амплитудой R зубца более чем в 2 или 3 раза	Внезапное корот- кое по времени головокружение, вплоть до потери сознания	1. Решать проблему повышенной активности фибробластов. 2. Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»

№№ пп	Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные по- следствия	Рекомендации
12 (гл.24)	Неотложное со- стояние	Низкое содержание кислорода, лактата, КрФ. Высокий PV2	Опасно! Состояние для стационарного лечения	<ol> <li>Полный покой.</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2».</li> <li>L-карнитин.</li> <li>Препарат «Мексикор».</li> <li>Нормализовать параметр PV2</li> </ol>
13 (гл.25)	Реверс МЖП: дополнительные хорды, малая амплитуда R-зубца, врождённые фистулы коронарных артерий	Раздвоение R-зубца или реверс сокраще- ния МЖП	Последствий не вызывает	1. Нормальный образ жизни, оддерживать параметры сердечно-сосудистой системы в пределах нормы. 2. Не допускать снижения амплитуды R зубца ЭКГ, что возможно только при регулярных нормированных физических упражнениях
14 (гл.26)	О.О.О. «Открытое овальное отверстие»	При ортопробе на РЕО немного-численн ые короткие и резкие колебания АД	Кратковременный шум в голове	Нормальный образ жизни, поддерживать параметры сердечно-сосудистой системы в пределах нормы
15 (гл.27)	Тип адаптационной реакции по Л. Гаркави	Спектр ЭКГ	Определяет тип адаптационной реакции: стресс, тренировки, спокойная активация, повышенная активация, переактивация	<ol> <li>Пить биостимуляторы         (элеутерококк) по схеме Л.         Гаркави.</li> <li>Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»</li> </ol>
16 (гл.28)	Концентрация внимания	Спектральные характеристики ЭКГ	Адекватность восприятия окружающей среды	Волновая резонансная терапия аппаратом «ЭЖ-2»
17 (гл.29)	Эффективность фракции изгнания RV1 (норма 62%).	% отношения SV от диастоличе- ского объёма	Эффективность работы сердца	Весь комплекс методов и средств, определяющих нормальную физиологию

NºNº	Выявляемые физиологические, функциональные, метаболические и другие изменения	ЭКГ признаки	Возможные по- следствия	Рекомендации
18 (гл.30)	Устойчивость со- стояния	Вариабельность параметра гемо- динамики SV	Стабильность со- стояния	Весь комплекс методов и средств, определяющих физиологическое и психологическое здоровье
				Во всех случаях как профилактика:  1. Акупунктура:     Neiguan (МС6) на меридиане перикарда Gongsun (RP4) на меридиане селезёнки ZusanJi (Е36) на меридиане желудка Sunyinjiao (RP 6) – усиление выработки серотонина.  2. Экспрессия генома как универсальная основа терапии, вызываемая аппаратом «ЭЖ-2», воздействующим волновым резонансом.  3. Дыхательный тренажёркапникатор (типа «Самоздрав»).  4.Этилметилгидроксипиридина сукцинат (препарат «Мексикор»).  5. L-карнитин (препарат, раствор, «Элькар»).  6. В экстренных случаях используются препараты на основе валерианы типа фенобарбитал + этиловый эфир α- бромизовалериановой кислоты (препарат «Валокордин»)

# Часть III. ОБЩЕЕ СИСТЕМНОЕ ПОНИМАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭКГ И РЕОграмме. РЕДКИЕ СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

# 32. Нормальные изменения РЕОграммы под воздействием модуляции дыхания

РЕОграмма отражает изменение артериального давления в аорте. В совокупности с ЭКГ она даёт важную информацию о состоянии сердечно-сосудистой системы. Кардиометрия начиналась с анализа только ЭКГ, но в процессе стало ясно, что полную картину работы сердечно-сосудистой системы невозможно получить без анализа потока крови.

На западе РЕОграфию называют импедансная электрокардиография. Мы склонны считать, что более корректно использовать термин «рео», а не «импеданс». Рео (от слова «реология») – отражает изучение крови, а «импеданс» – отражает тип физического сигнала,

используемого для получения информации. РЕОграмма всегда показывает, нормально ли течёт кровь.

На рис. 185 и 186 показано влияние дыхания на РЕОграмму и ЭКГ. Фазовая структура РЕО описана в п. 4.3. Здесь лишь отметим общее восприятие нормального изменения формы сигнала, которое проявляется на границе фаз быстрого и медленного изгнания в виде амплитудного раздвоения. На рис. 185 цифрой 1 обозначена амплитуда фазы быстрого изгнания, цифрой 2 – амплитуда фазы медленного изгнания. Именно от амплитуды зависит качество и количество наполнения кровью коронарного

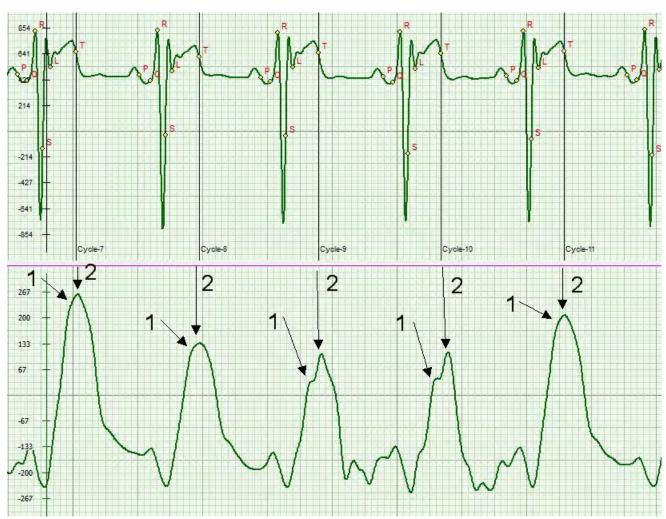


Рис. 185. Модуляция формы РЕОграммы дыханием

кровотока. Это используют для прогнозирования развития коронарного кровотока.

На рис. 186 наиболее ярко выражена модуляция амплитуды ЭКГ от дыхания. Здесь ЭКГ в норме.



Рис. 186. Изменение амплитуды  $ЭК\Gamma$  в норме от дыхания. Синхронно оказывается влияние на форму РЕОграммы

# 33. Чередование нормальной и минимальной амплитуды R-зубца, вызванное задержкой малого круга кровообращения

На рис. 187 и 188 показаны ЭКГ и РЕОграмма с особенностями модуляции R-зубца под воздействием разбаланса движения крови между большим и малым кругами кровообращения. PEO показывает замедление венозного кровотока.

Накопление крови в правом желудочке увеличивает его объём, что снижает S-зубец, а недостаток крови в левом определяет малую амплитуду сокращения межжелудочковой перегородки, вследствие этого – малая амплитуда R-зубца.



Рис. 187. Чередование амплитуды R-зубца на ЭКГ. Форма PEO отражает проблемы разбаланса большого и малого круга кровообращения

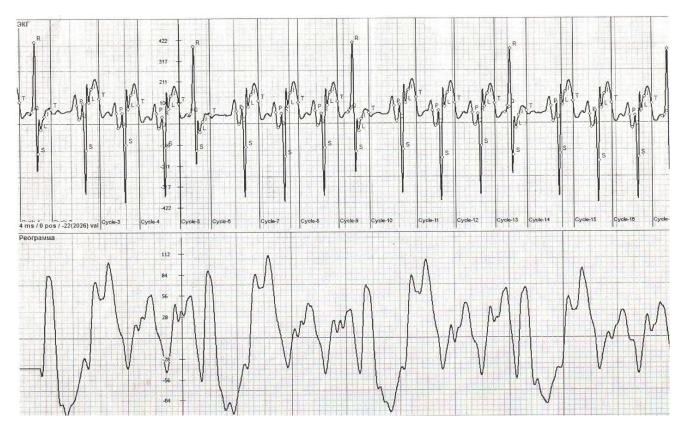


Рис. 188. Фазе с нормальным R-зубцом на ЭКГ соответствует нормальное PEO. Впоследствии затруднение венозного кровотока, отражаемое на PEO, приводит к экстрасистолии и низкой амплитуде S-зубца

# 34. Как правильно определить точку S на ЭКГ. «Зазубрина» на РЕО

Иногда очень трудно бывает определить местоположение точки S на ЭКГ. Бывает даже так, что при ортопробе открытие клапана аорты смещается. Как правило, это зависит от перераспределения соотношения сокращения межжелудочковой перегородки и миокарда. На рис. 189 показан подобный случай. На помощь при-

ходит РЕОграмма. Было замечено нормальное явление, проявляемое во многих синхронных записях: в момент начала фазы напряжения S-L, а именно в точке S, на PEO проявляется «зазубрина». На рис. 189 а) и б) выделена эта зона. Это безошибочное правило, которое периодически помогает в фазовом анализе.





б) сидя Рис. 189. Точное определение местоположения точки S на ЭКГ с помощью РЕО

# 35. Редкий случай из практики. Феномен «плавающей» Р-волны

К нам обратился пациент с жалобой на дискомфорт состояния из-за неравномерности сердечного ритма. После регистрации сигналов было установлено, что причиной является миграция волны Р на ЭКГ. Такого второго случая мы не встречали. Пациент никаких данных дополнительного обследования не представил, поэтому пришлось разбираться на основании только фазового анализа. В чём особенность миграции волны Р?

Заметим, что местоположение волны Р связано с ритмом дыхания. На рис. 190 а) зафиксировано её смещение. Она может образовываться только при внешнем раздражении СА-узла. Учиты-

вая, что причиной WPW синдрома являются дополнительные хорды, которые образуются в левом желудочке, то можно предположить, что вне зависимости от сердца, в правом предсердии, где расположен CA-узел, также оказывается влияние на него со стороны лёгких. При этом наблюдается высокий лактат в мышцах сердца. Адаптационная реакция по Л. Гаркави – стресс (рис. 191).

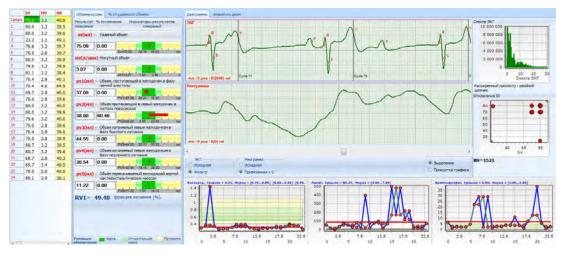
Пациенту на момент обследования было более 40 лет, с данным синдромом он живёт более 20 лет. К сожалению, никаких дополнительных данных он не представил и больше к нам не обращался.



а) лежа



### б) лёжа



#### в) сидя

Рис. 190. Миграция волны Р. Гемодинамические и метаболические данные. Высокий лактат мышц сердца

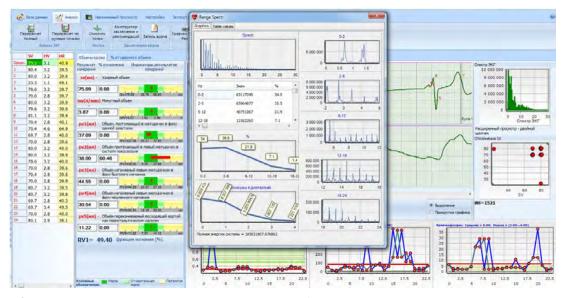


Рис. 191. Энергетика, тип адаптационной реакции АР по Л. Гаркави – стресс

### 36. WPW синдром на ЭКГ: его причины и как с ним жить

Синдром WPW, это аббревиатура фамилии авторов Вольфа-Паркинсона-Уайта, впервые описавших его в 1930 г. Частота встречаемости этого синдрома небольшая и не превышает 3%, а точная причина его проявления на ЭКГ в кардиологии не установлена. Это не позволяет прогнозировать его последствия. Общепринято, что он возникает из-за аномальных связей между СА и AV узлами. Авторами книги этот вопрос был изучен и мы пришли к другому выводу. WPW синдром определяется наличием ложных хорд в левом желудочке сердца, не связанных со створками клапанов, и в процессе сокращения миокарда, в начальной стадии систолы, они определяют немного другую траекторию сокращения, что и отражается в форме ЭКГ фазы P-Q. В классической кардиологии ложные хорды относят к малым аномалиям развития сердца - анатомическим врожденным изменениям сердца, не приводящим к грубым нарушениям функционирования сердечно-сосудистой системы, и не связывают с синдромом WPW.

Внесём ясность в этот вопрос, потому что не было единого мнения, можно ли заниматься спортом с синдромом WPW.

К нам обратилась 16-летняя спортсменка, которой врачи установили синдром WPW на ЭКГ и предупредили, что при активных физических упражнениях может наступить смерть. ЭКГ девушки показана на рис. 192. Проявление синдрома связывают с так называемой «дельта волной» в фазе P-Q. Ознакомившись с анамнезом, мы исследовали спортсменку кардиометрическим методом. Результаты представлены на рис. 193, 194,195.

При сравнении ЭКГ на рис. 192 и 193 видны различия в фазе P-Q. Наиболее контрастно они отражены на рис. 194. На рисунке видно, что обычная ЭКГ II отведения и кардиометрическая в положении лёжа значительно различаются. В кардиометрической Р волна раздваивается, а в обычной – имеет пологий подъём без фиксации Q-зубца.

При ортопробе в кардиометрическом методе в положении сидя и после нагрузки появляется

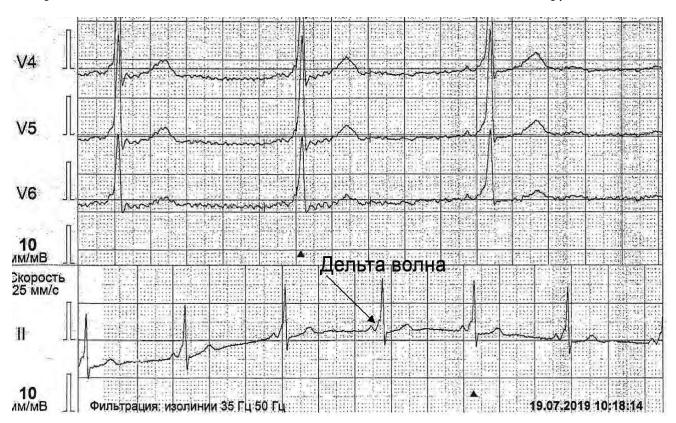


Рис. 192. Синдром WPW характеризуется в классической кардиологии наличием «дельта волны» в фазе P-Q

большой Q-зубец (рис. 193). Важно заметить, что такой Q-зубец проявляется у детей от рождения почти до пяти лет. Это указывает на слабость сухожилий вообще. Поэтому ВАЖНО до полного созревания ребёнка, которое наступает в возрасте примерно 15 лет, занятия профессиональным спортом противопоказаны, особенно для девочек.

Для синдрома WPW мы оценили гемодинамику функциональных и метаболических параметров (рис. 195, 196). Всё в пределах нормы.

Заметим, что ложные хорды влияют на форму желудочка при его сокращении. Это проявляется при ортопробе, что отражено на рис. 193 а) и б).



#### а) лёжа



#### б) сидя



в) после нагрузки

Рис. 193. Синдром WPW на стандартном ЭКГ в виде проявления «дельта волны» в фазе P-Q закрытия предсердно-желудочковых клапанов

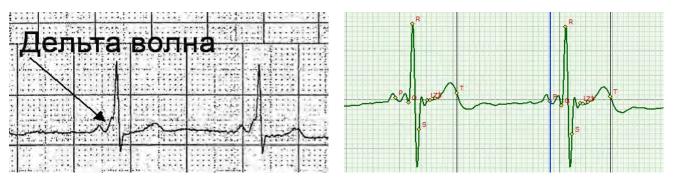
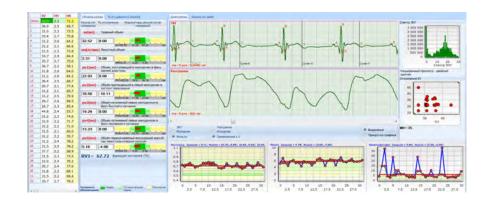


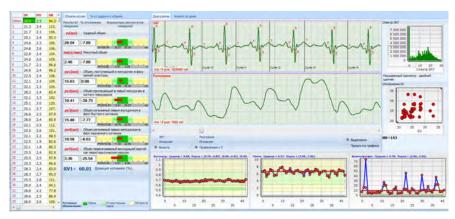
Рис. 194. Сравнение формы ЭКГ в фазе P-Q, зарегистрированные обычным и кардиометрическим способами



#### а) лёжа



### б) сидя



в) после нагрузки

Рис. 195. Гемодинамические показатели при WPW синдроме при ортопробе а) б) и после нагрузки в) в пределах нормы



#### а) лёжа



б) сидя



в) сидя

Рис. 196. Синдром WPW на ЭКГ, зарегистрированный у молодого спортсмена

На практике встречаются различные случаи проявления WPW синдрома. На рис. 196 представлен другой случай, зарегистрированный у молодого футболиста. Видно, что при горизонтальном положении Р-волна присутствует как при нормальной ЭКГ, а вот при вертикальном положении – на ЭКГ присутствует «дельта вол-

на». При дыхательной аритмии на рис. 196 в) фиксируется Р-волна. Здесь нагрузка на желудочки меньше и форма сокращения также другая, ближе к нормальной, без влияния ложных хорд.

Можно сделать выводы, что синдром WPW не является критичным и при его проявлении занятия спортом допускаются.

# 37. Инверсия РЕОграммы при значительном разбалансе дыхания и сокращений миокарда



Рис. 197. «Синусоидальная» РЕОграмма. Рассинхронизация дыхания и ритма сердца

Встречается случаи кажущегося смещения при синхронизации ЭКГ и РЕО (рис. 197). Мы его фиксировали у пациентов, лечащихся в стационарах. Как правило, это нелёгкие случаи. При этом субъективная симптоматика также

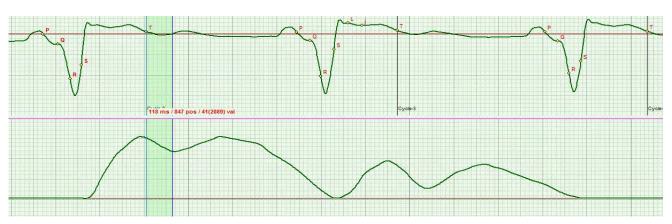
сложная. При анализе ситуации было установлено, что развитие давления в фазе быстрого изгнания не происходит из-за рассинхронизации ритма и сердца и дыхания.

# 38. Исследование влияния искусственного клапана аорты на гемодинамику

Развитие техники создания клапанов основано на теоретических расчётах надёжности механической подвижности его створок без учёта влияния на гемодинамику. Нами впервые исследованы объёмные параметры гемодинамики, функции сердечно-сосудистой системы и метаболические процессы мышц сердца при работе

искусственного клапана аорты, полученные методом фазового анализа сердечного цикла.

Была использована ортопроба. На рис. 198 показаны соответствующие записи. В таблице 38.1 показаны фазовые объёмы крови. В таблице 38.2 представлены величины, характеризующие метаболизм мышц сердца.



а) лёжа



б) сипя

Рис. 198. Ортостатическая проба для анализа работы искусственного клапана аорты

Таблица 38.1. Фазовые объёмы крови

Фазовые объёмы крови	лёжа	сидя
SV (ml)	78.34	59.86
MV (l/min)	4.32	3.70
PV1 (ml)	58.23	42.16
PV2 (ml)	20.10	17.70
PV3 (ml)	46.49	35.51
PV4 (ml)	31.85	24.35
PV5 (ml)	11.18	9.23

Таблица 38.2. Метаболические характеристики мышц сердца (условные единицы)

Метаболическая	норма	лёжа	сидя
составляющая	•		, ,
Кислород	0,50,82	0,21	0,02
Лактат	3,0 7,0	0,25	34,0
Креатинфосфат	2,04,0	1,06	0,1

На рисунках видно, что на ЭКГ отсутствует R-зубец. Амплитуда фазы S-L имеет постоянный подъём над изолинией. Первое – указывает на полное отсутствие сокращения межжелудочковой перегородки (МЖП), второе – на то, что миокард находится в постоянном напряжении. Это компенсационный механизм, который компенсирует отсутствие сокращения МЖП.

При вертикальном положении тела параметры гемодинамики фактически в норме. В положении лёжа – они увеличены. Это связано с увеличением сопротивления кровотоку со стороны лёгких, на что указывает подъём реограммы в фазе ранней диастолы.

Интересными являются показатели метаболических процессов. Аэробный процесс изменяется в десять раз при ортопробе, анаэробный – более чем в сто раз. Это указывает на нестабильность процессов и в первую очередь на то, что мышцы находятся под большой нагрузкой.

Искусственный клапан открывается точно в положенное время, в начале фазы быстрого изгнания.

По словам пациента, после операции он стал чувствовать лучше, но симптомы слабого сердца полностью не исчезли.

# 39. Искусственный клапан аорты. Данные из реанимации

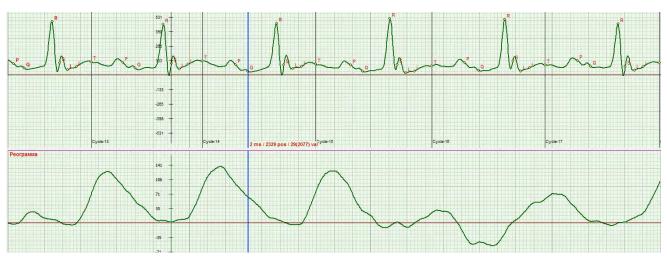
Представленные данные были получены в реанимации после операции на открытом сердце с заменой клапана аорты. На рис. 199 представлены ЭКГ и РЕО пациента. Нет волны Т. Задержка открытия клапана. Клапан открывается в точке ј, а не в точке L. Параметры гемодинамики в норме. Количество кислорода в норме. Лактат ниже нормы, что указывает на слабость миокарда. Лактат не накапливается из-за неинтенсивной работы миокарда. Креатинфосфат в норме.

Для активизации работы аорты было принято решение о введении лекарства. Появилась волна Т, характеризующая правильный выбор

лекарства, однако ухудшилось состояние миокарда (рис.200). Недостаточность объёма крови, поступающего в желудочек в фазу ранней диастолы, составила 33%. На ЭКГ появилась волна Т. Клапан аорты стал открываться раньше, в пределах нормы.

Параметр PV1 – объём крови, поступающий в желудочек в фазу ранней диастолы, снизился на 33,11 %. Это отрицательный эффект.

Таким образом, кардиометрический метод показал свою эффективность при мониторинге сердечно-сосудистой системы пациентов в реанимации.



#### а) До введения лекарства



б) После введения лекарства

Рис. 199. ЭКГ и РЕО, сделанные в реанимации после операции по замене аортального клапана

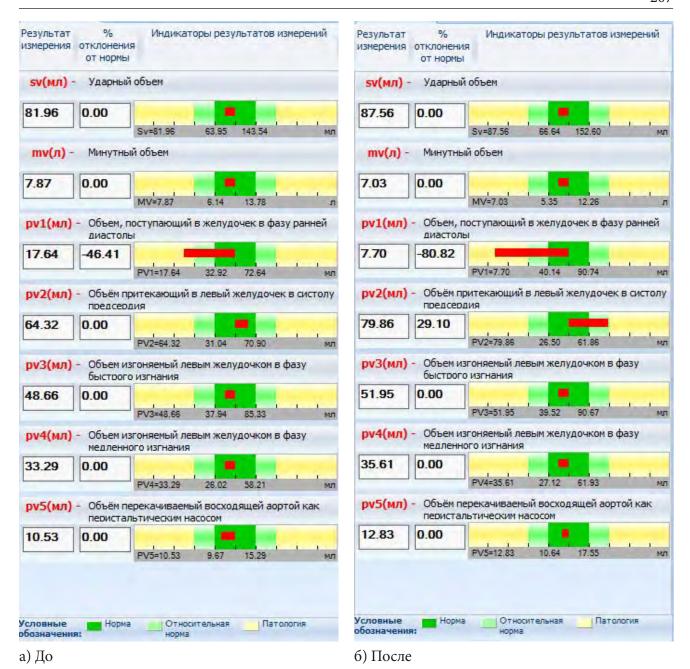


Рис. 200. Гемодинамические параметры у пациента с искусственным клапаном аорты и частью аорты, зарегистрированные в реанимации через день после операции

# 40. Регургитация предсердно-желудочкового клапана

Мы получили данные о пациенте с проблемой предсердно-желудочкового клапана (рис. 201). РЕОграмма показывает влияние регургитации на развитие давления в аорте. Только после экстрасистолии, которая происходит от избыточного давления обратного тока крови на СА-узел и подкачки предсердиями крови в желудочек,

фиксируется нормальная форма РЕО. Параметры гемодинамики представлены на рис. 202. Фракция изгнания RV1=12,06 %. Это очень низкий показатель. Все другие системы сердечно-сосудистой системы находятся под нагрузкой, хотя сам миокард не насыщен лактатом. Других данных от лечащего врача пациент не представил.



Рис. 201. ЭКГ и РЕО в положении лёжа при проблеме клапана межжелудочковой перегородки

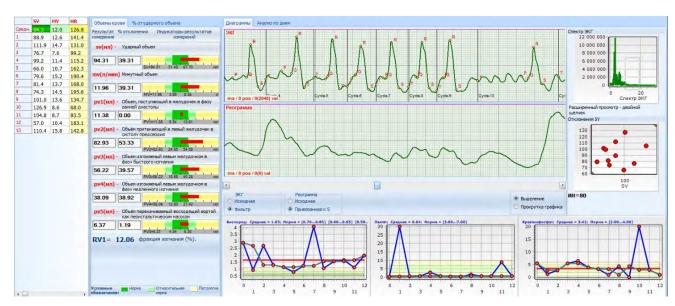


Рис. 202. Параметры гемодинамики при регургитации предсердно-желудочкового клапана

#### Часть IV. Выводы

### 41. Преодоление проблем освоения нового в медицине

Кардиометрия, как и физика, наука из области естествознания. В её основе лежат законы, аксиоматика и логика анализа и доказательства, используемые в естествознании. На момент написания данной книги было открыто 9 законов. Первый из них описан математически. Математика раскрывает весь основной механизм фазового анализа сердечного цикла и объясняет границы нормы и патологии в работе сердечно-сосудистой системы.

Аксиоматика необходима при доказательстве соответствия истине наблюдаемых явлений. К сожалению, в классической кардиологии, как и медицине вообще, изучение принципов аксиоматики отсутствует в учебных курсах мединститутов. Используется лишь доказательная медицина, основанная на вероятностном статистическом анализе.

Логика анализа и доказательства удостоверяет факт результата как такового, что и позволяет прогнозировать и моделировать развитие диагноза.

В классической медицине в большей степени вынуждены руководствоваться номенклатурными документами, в том числе и методическими пособиями, утверждёнными различного рода организациями. Практика не позволяет свободно интерпретировать субъективную симптоматику и регистрируемые данные. При таком подходе очень трудно учесть индивидуальные особенности пациента.

Преодоление проблемы возможно только при переориентации образовательного процесса в сторону естествознания. Можно много дискутировать на эту тему, но факт заключается в том, что современная система медицинского образования, увы, не готова к этому.

В какой-то степени для врачей общей практики решает эту проблему телемедицина, которая, благодаря своей мобильности и двухсторонней координации усилий высококлассных специалистов, может непосредственно рядом с пациентом применять новые методы и средства, поставить диагноз по принципу «здесь и сейчас» и дать рекомендации. Естественно, надо учитывать индивидуальное физиологическое и психологическое состояние пациента.

Большую роль кардиометрия может играть и в профилактике различных заболеваний.

Имеется значительный опыт применения кардиометрии в спорте, подтвержденный и мировыми рекордами, и наградами чемпионатов мира и Олимпийских игр. Методика позволяет безошибочно вывести организм спортсмена на оптимальный физиологический уровень.

В детско-юношеской возрастной категории также имеется немалый практический опыт, позволивший понять особенности молодого организма и влияние на него психофизиологической нагрузки в процессе спортивных занятий.

Результаты масштабного применения кардиометрии обнадёживают и позволяют надеяться на дальнейший успех.

# 42. Рекомендации по сохранению здоровой сердечно-сосудистой системы

Надо знать ряд основных проблем организма, возникающих с возрастом.

Сосуды – это магистрали, по которым циркулирует кровь. Эластичность сосудов определяет качество гемодинамики. Под влиянием очень многих факторов эластичность снижается. Кислорода в крови достаточно, но клетки его недоиспользуют. При снижении двигательной активности создаются условия гиподинамической гипоксии, что способствует снижению энергетики и метаболизма клетки. Слабеет энергетика, слабеют специализированные функции клетки. Эти процессы полностью связаны с состоянием и активностью клеток. В частности, возникают мембранно-сенсорные нарушения, то есть снижение чувствительности клеток к глюкозе, холестерину и использованию коллагена. Слабеют и дряхлеют мышцы, внешне изменяется кожа. Вследствие этого возникают условия недостаточной утилизации. Внутренний механизм старения приводит к склерозу сосудов, в то время как внешние факторы приводят к атеросклерозу. В результате гемодинамика подвергается изменениям, которые достаточно хорошо фиксирует кардиометрия.

До 40 лет организм успешно справляется с противодействием внешним паталогическим факторам. Дальше нарастает рассогласование функций и подключается другой механизм – снижения внутренних защитных функций изза внутреннего возрастного старения клеток.

Успешная борьба с внешними факторами вполне реальна и после 40 лет. Здесь надо стремиться поддерживать окислительно-восстановительный потенциал клеток, который зависит от нормального функционирования мембраны клеток. Надо заметить, что амплитуда ЭКГ в какой-то степени отражает эту проблематику.



Рис. 203. Снижение амплитуды ЭКГ ниже 100 у.е. приводит к раздвоению R-зубца

На рис. 203 показан пример ЭКГ и РЕО человека в возрасте 65 лет. Амплитуда ЭКГ регулируется дыханием. При выдохе амплитуда R-зубца ниже 100 у.е. При этом наблюдается его раздвоение. Это происходит из-за необходимости дважды сокращать межжелудочковую перегородку, повышая давление в желудочках. Раздвоенным R-зубцам соответствуют РЕО с меньшей амплитудой – меньшим систоличе-

ским давлением. При вдохе R-зубец нормальный и систолическое давление выше.

С возрастом важно понимать возрастные эпигенетические механизмы в хромосомах, связанные с делением клеток. Поэтому борьбу против старения необходимо вести на всех уровнях иерархии организма, а индикатором успеха будут являться кардиометрические показатели сердечно-сосудистой системы.

При хроническом стрессе изменяется работа генов, участвующих в производстве энергии митохондриями и синтезе белков. В клетках крови людей с паническим расстройством работа генов также меняется. Рекомендуется активный бег, который препятствует непредсказуемым мутациям в митохондриальной ДНК, являющихся одной из важных причин старения. Анализ влияния двигательной активности показал увеличение синтеза белков, связанных с работой белков, в 500 раз.

Важную роль играет мелатонин – основной защитник сосудов. Он вырабатывается в тёмное суток во сне. Правильный режим сна – не менее 9 часов.

Обращаем внимание на поддержание в организме витамина С – аскорбиновой кислоты. Её роль заключается в нормализации метаболизма холестерина: снижении слишком высокого содержания и повышении слишком низкого.

# 43. Физиотерапевтическое воздействие низкоинтенсивным электромагнитным излучением. Экспрессия генома

В сводной таблице 31 даны рекомендации по использованию физиотерапевтического аппарата «ЭЖ-2» для воздействия низкоинтенсивным электромагнитным излучением (РУ Росздравнадзора № РЗН 2018/7145) (рис. 204). Название аппарата – это аббревиатура словосочетания «энергия жизни». Аппарат излучает электромагнитные волны в диапазоне природных волн, благодаря которым мы живём. Модуляция этих волн, иначе говоря, частота воздействия ими на организм, взята из спектральных характеристик ЭКГ, о которых говорилось выше при рассмотрении адаптационных реакций. Именно такая комбинация возбуждает экспрессию генома.

В результате восстанавливается нормальное функционирование мягких тканей вне зависимости от патологии. Также восстанавливается потенциал действия нейрона, что обеспечивает снятие боли.

Аппарат имеет два режима работы. Первый – направлен на переход организма из состояния стресса в адаптационную реакцию спокойной активации, второй – из спокойной активации в повышенную активацию.

Как показала практика, аппарат «ЭЖ-2» является надёжным помощником в жизни для любого человека.



Рис. 204. Использование физиотерапевтического аппарата «ЭЖ-2» для воздействия низкоинтенсивным электромагнитным излучением

#### Литература

- 1. Оганов, Р.Г. Национальные клинические рекомендации / Р.Г. Оганов, М.Н. Мамедов. М.: МЕДИ-Экспо, 2009. 389 с.
- 2. Большая медицинская энциклопедия: в 30-х т. Т. 5 / под ред. Б.В. Петровского; Акад. мед. наук СССР.— 3-е изд.— М.: Сов. энциклопедия, 1977. 568 с.
- 3. Механика кровообращения / К. Каро, Т. Педли, Р. Шротер, У. Сид. – М.: Мир, 1981. – 624 с.
- 4. Уиггерс, К. Динамика кровообращения: физиол. исследования / К.Дж. Уиггерс; пер. с англ. Ю.И. Лорие; под ред. Е.Б. Бабского. М.: Изд-во иностр. лит., 1957. 134 с.
- 5. Фолков, Б. Кровообращение / Б. Фолков, Э. Нил; пер. с англ. Н.М. Верич. М.: Медицина, 1976. 464 с.
- 6. Педли, Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов: пер. с англ. / Т. Педли. М.: Мир, 1983. 400 с.
- 7. Моделирование физиологических систем организма / В.Н. Шумаков, В.Н. Новосельцев, М.П. Сахаров, Е.Ш. Штенгольд; под ред. Б.В. Петровского.— М.: Медицина, 1971.— 352 с.
- 8. Lighthill, M.J. Mathematical biofluid dynamics, S.I.A.M / M.J. Lighthill. Philadelphia, 1975.
- 9. Джонсон, П. Периферическое кровообращение: пер. с англ. / П. Джонсон; под ред. и с предисл. Г.И. Косицкого.— М.: Медицина, 1982.— 440 с. 10. Ландау, Л.Д. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.— 3-е изд., испр.— М.: Наука, 1986.— 736 с.
- 11. Регирер, С.А. Лекции по биологической механике: в 3-х ч. / С.А. Регирер. М.: Изд-во МГУ, 1980.
- 12. Левтов, В.А. Реология крови / В.А. Левтов, С.А. Регирер, Н.Х. Шадрина. М.: Медицина, 1982. 270 с.
- 13. Лищук, В.А. Математическая теория кровообращения / В.А. Лищук. М.: Медицина, 1991. 256 с.
- 14. Математическая модель гемодинамики сердечно-сосудистой системы / М.В. Абакумов, К.В. Гаврилюк, Н.Б. Есиковаин [и др.] // Дифференциальные уравнения. 1997. Т. 33. № 7. С. 892-898.
- 15. Беллман, Р. Математические методы в медицине / Р. Беллман. М.: Мир, 1987. –200 с.

- 16. Application of tornado-like flow fundamental hydrodynamic theory to the study of blood flow in theheartand main vessels-design of new implantable and accessory devices for cardiovascular surgery / L. Bockeria, G. Kiknadze, A. Gorodkov [et al.]; Proc. of ASME, 87403; Houston, USA, 2012.
- 17. Chefranov, S.G. Hydro-Mechanical Foundations for the Blood Swirling Vortex Flows in Cardio-Vascular System: Proc. of Eur. Soc. Colloquium 529 «Cardiovascular Fluid Dynamics: From Theoretical Aspects to Diagnostic and Therapeutic Support» / S.G. Chefranov, A.G. Chefranov, A.S. Chefranov; Univ. Cagliari, Cagliari, Italy, 27-29 Jun 2011.
- 18. Чефранов, А.С. Экстремумы энергии и скорости ее диссипации в гидродинамических закрученных потоках / А.С. Чефранов, С.Г. Чефранов // Доклады РАН. 2003. Т. 393. № 5. С. 624-628.
- 19. Чефранов, С.Г. Математическое моделирование макроструктурной масштабно-подобной организации сна и интегрального показателя его эффективности / С.Г. Чефранов, Г.В. Ковров // Доклады РАН. 2006. Т. 407. № 5. С. 706-711.
- 20. Чефранов, С.Г. Максимальный объемный расход жидкости и «золотой» угол закрученного потока в трубе / С.Г. Чефранов // Доклады РАН. 2009. Т. 426. № 3. С. 328-333.
- 21. Здоровье населения России: влияние окружающей среды в условиях изменяющегося климата / С.Г. Чефранов, М.С. Артамонова, Л.А. Бокерия [и др.]; под ред. А.И. Григорьева.— М.: Наука, 2014.
- 22. Поединцев, Г.М. Третий режим / Г.М. Поединцев, О.К. Воронова // Наука в России.– 1993.– № 1.– С. 22-23.
- 23. Способ определения функционального состояния левого желудочка сердца и сопряженных с ним кровеносных сосудов: заявка на изобретение RU 94031904 A16A61B5/02 Комитет РФ по патентам и товарным знакам / Г.М. Поединцев, О.К. Воронова; заявитель АОЗК «Олвик»; заявл. 05.08.1994; опубл. 27.08.1996.
- 24. Chefranov, S.G. On conditions of negativity of friction resistance for nonstationary modes of blood flow and possible mechanism of affecting of environmental factors on energy effectiveness of cardiovascular system function / S.G. Chefranov // Cardiometry. 2013. № 2. P. 40-50.

25. Womersley, J.R. Oscillatory flow in arteries: the constrained elastic tube as a model of arterial flow and pulse transmission / J.R. Womersley // Phys. Med. Biol. – 1957. – Vol. 2. – № 2. – P. 178-187.

- 26. Чефранов, С.Г. Энергетически оптимальные нестационарные течения вязкой несжимаемой жидкости / С.Г. Чефранов // Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2017. № 2. С. 36-49. 27. Il'ichev, A.T. Stability of aneurysm solutions in a fluid-filled elastic membrane tube / A.T. Il'ichev, Y.B. Fu // Acta Mechanica Sinica. 2012. Vol. 28. № 4. Р. 1209-1218.
- 28. Черноусько, В.Ф. Оптимальная структура ветвящегося трубопровода / В.Ф. Черноусько // Прикладная математика и механика (ПММ).– 1977.– Т. 47.– Вып. 2.– С. 376-383.
- 29. Руководство по кардиологии: в 4-х т. Т. 1 / под ред. Е.И. Чазова. М.: Медицина, 1982. С. 195. 30. Чижевский, А.Л. Структурный анализ движущейся крови / А.Л. Чижевский. М.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 3.
- 31. Селезнев, С.А. Комплексная оценка кровообращения в экспериментальной патологии / С.А. Селезнев, С.М. Вашетина, Г.С. Мазуркевич. Л.: Медицина, 1976. С. 49.
- 32. Розен, Р. Принцип оптимальности в биологии / Р. Розен. М.: Мир, 1969. С. 71.
- 33. Воронова, О.К. Разработка моделей и алгоритмов автоматизированной оценки транспортной функции сердечно-сосудистой системы: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.13.09 / О.К. Воронова; Воронеж. гос. техн. ун-т.– Воронеж, 1995.– 155 с.
- 34. Поединцев, Г.М. О режиме движения крови по кровеносным сосудам / Г.М. Поединцев // Развитие новых неинвазивных методов исследования в кардиологии: сб. науч. тр.— Воронеж, 1983.— С.17-35.— (Тр. Воронеж. гос. мед. ин-та им. Н.Н. Бурденко).

- 35. Теоретические основы фазового анализа сердечного цикла. М.; Хельсинки: Изд-во ИКМ, 2007. 336 с.
- 36. Андреев, Л.Б. Кинетокардиография / Л.Б. Андреев, Н.Б. Андреева. Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1971. 308 с.
- 37. Карпман, В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности / В.Л. Карпман. М.: Медицина, 1965. 328 с.
- 38. Воронова, (Струмските) О.К. Математические способы определения минутного, ударного и фазовых объемов сердца по длительностям фаз сердечного цикла / О.К. Воронова (Струмските) // Развитие новых неинвазивных методов исследования в кардиологии: сб. науч. тр.– Воронеж, 1983.– С. 36-48.– (Тр. Воронеж. гос. мед. ин-та им. Н.Н. Бурденко).
- 39. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Республика, 2001. С. 90.
- 40. Rudenko, Mikhail Y. New philosophy of validation and verification for cardiology: classical proof theory imported from natural sciences / M.Y. Rudenko, Goran Krstačić // Cardiometry.–2014.– № 4 (May).– P. 16-30; doi: 10.12710/cardiometry.2014.4.1630. Available from: http://www.cardiometry.net/no4-may-2014/verification.
- 41. Prokopov, Aleksandr V. Justification for measurement equation: a fundamental issue in theoretical metrology / A.V. Prokopov // Cardiometry.– 2013.– № 3 (November).– P. 58-68; doi: 10.12710/cardiometry.2013.3.5868 Available from: www.cardiometry.net/no3-november-2013/justification-for-measurement-equation.
- 42. Потоцкий, В.В. Регистрация научных открытий. Методология и практика / В.В. Потоцкий. М.: МААНОИ, 2004. С.14-31.
- 43. Гаркави, Л.Х. Активационная терапия / Л.Х. Гаркави. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. 256 с.

Научно-практическое издание

Под общей редакцией РУДЕНКО Михаила Юрьевича

КАРДИОМЕТРИЯ. Основы теории и практики

Редактор и корректор
Карикова Екатерина Васильевна
Технический редактор
Руденко Сергей Михайлович
Обложка
Руденко Марина Николаевна
Федосова Татьяна Владимировна

Подписано к печати 08.07.2020 г. Бумага офсетная. Формат  $60X84\ 1/8$  Тираж 100 экз. Усл. п. л. 24,99. Уч.-изд. л. 19,16. Заказ № 3015 Отпечатано в типографии ИП Гончаренко А.Б.

Издательство ИКМ Таганрог