

# Оглавление

Принятые сокращения.....	4
Предисловие автора.....	5
1. Значение электрокардиографического исследования в спорте.....	7
1.1. Характеристика ЭКГ у квалифицированных спортсменов.....	8
1.2. Особенности компьютерной интерпретации ЭКГ.....	12
2. Методика определения функционального индекса электрокардиограммы (ФИ ЭКГ).....	15
2.1. Регистрация потенциалов ЭКГ.....	16
2.2. Обработка полученных данных.....	16
2.3. Выявление признаков гипертрофии миокарда желудочков (ГПЖ и ГЛЖ).....	17
2.4. Диагностика нарушений ритма и проводимости на ЭКГ.....	17
2.5. Расчет параметров ФИ ЭКГ (ФИэкг, ФИ <sub>1</sub> и ФИ <sub>2</sub> ).....	17
2.6. Комплексная оценка кривой ЭКГ спортсменов.....	18
2.7. Амплитудный анализ зубцов ЭКГ.....	18
2.8. Примеры заполнения протокола исследования.....	20
3. Методические указания к оценке параметров ФИ ЭКГ.....	26
4. Практикум работы врача с методикой ФИ ЭКГ.....	31
5. Врачебные рекомендации спортсменам с учетом данных ФИ ЭКГ.....	53
6. Заключение.....	63
Приложение.....	65
Список литературы.....	73

## 2. Методика определения функционального индекса электрокардиограммы (ФИ ЭКГ)

Несмотря на многолетний опыт анализа ЭКГ, методика измерения ее параметров недостаточно унифицирована и обоснована электрофизиологически [21]. В отечественной литературе методика измерения ЭКГ-признаков получила свое развитие в 50–70-х годах XX века. Наиболее полно она была изложена Л.И.Фогельсоном (1957) и Г.Я.Дехтярем (1972). В спортивной кардиологии амплитудный анализ зубцов ЭКГ описан в работах С.П.Летунова, 1950, 1957; А.Г.Дембо, 1960–1989 [11]; В.В.Булычева, 1962 [4]; Л.А.Бутченко, 1963–1993 [5, 6, 7]; Л.Комадел, с/а, 1968 [16]; Л.А.Ерусалимского, 1972 [14]; Н.Д.Граевской, с/а, 1975–1995 [9, 10]; Э.В.Земцовского, 1985 [15]; А.М.Перхурова, 2000–2014 [26–38]; Е.А.Гавриловой, 2007 [8]; В.И.Павлова, с/а, 2004–2010 [24, 25]; и др. В 70–90-х гг. интерес к использованию методики амплитудного анализа ЭКГ спортсменов снизился, что в известной мере обусловлено распространением метода ЭхоКГ – исследования. В наступившем веке значимость метода стала повышаться, с нашей точки зрения, по методологическим причинам (например, изучение ГКМП, случаев ВСС при наличии ЭКГ-изменений и др.). Возросла необходимость изучения у спортсменов ФС миокарда в саногенетическом аспекте [25, 26, 28, 29]. В зарубежных странах чаще пользуются рекомендациями, принятых комиссиями Американской и Европейской кардиологических ассоциаций, основные из которых, учитывая необходимость унификации ФДИ во врачебно-спортивной практике, отмечены в настоящем пособии [22, 23, 38, 39, 40, 41, 43].

ЭКГ регистрируют на обычной скорости. Обычно скорость движения бумаги составляет 25 мм/сек, при этом 1 мм кривой равен 0,04 сек. В норме электрические импульсы автоматически генерируются в небольшой группе клеток, расположенных в предсердиях и называемых синоатриальным узлом. Поэтому нормальный ритм сердца называется синусовым. Когда электрический импульс, возникая в синусовом узле, проходит по предсердиям на электрокардиограмме появляется зубец Р.

ЭКГ является ценным диагностическим инструментом. По ней можно оценить источник (так называемый водитель) ритма, регулярность сердечных сокращений, их частоту. Все это имеет большое значение для диагностики различных аритмий. По продолжительности различных интервалов и зубцов ЭКГ можно судить об изменениях сердечной проводимости. Изменения конечной части желудочкового комплекса (интервал RS-T и T-волна) позволяют врачу определить наличие или отсутствие ишемических изменений в сердце (нарушение кровоснабжения).

Расшифровка и анализ электрокардиограмм, снятых в покое, в процессе и после выполнения различных нагрузок, производится по общепринятой методике. Однако при большой тахикардии, вызванной мышечной деятельностью, в связи со слиянием зубца Р и Т часто наблюдается отсутствие сегмента Т–Р, или изоэлектрической линии, снижение сегмента Р–Q, S–T, комплекса QRS, нисходящего колена зубца Р и восходящего колена Т-волны. Эти сдвиги при выраженной тахикардии обусловлены степенью смещения

интервала P–Ta, т.е. интервала от начала зубца P и до конца предсердного зубца T. В связи с этим измерение амплитуды зубцов P, T, Q, R, S обычным способом, т.е. от изоэлектрической линии, произведено быть не может. На рис. 2.1. представлена методика измерения элементов электрокардиограммы, учитывающая влияние на них интервала P–Ta (Bruschke, Butchenko, 1965) [5].

## 2.1. Регистрация потенциалов ЭКГ

2.1.1. Исследование спортсменов проводят спустя 1–1,5 часа после приема пищи, предпочтительно в 1-й половине дня, в состоянии физического и психического покоя; отдых перед исследованием 5 минут; накануне – тренировка без форсирования нагрузок.

2.1.2. Исключить наличие противопоказаний к исследованию (острые ЛОР-заболевания, гипертермия, гипертензия 140/90 мм рт.ст. и выше, тахикардия 90 уд/мин. и более, наличие жалоб).

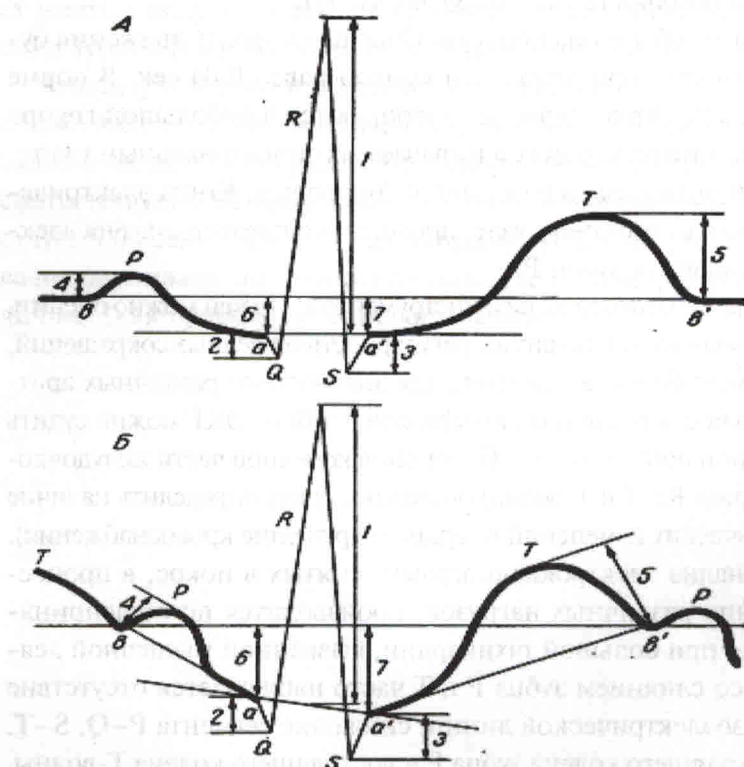
2.1.3. Специфика регистрации потенциалов ЭКГ в 12-ти отведениях заключена в записи дополнительного грудного отведения  $v_3R$ .

2.1.4. «Гигантские» зубцы R в грудных отведениях  $v_4-v_6$  регистрируют при 5,0 мм/мV.

## 2.2. Обработка полученных данных (проводится вручную)

2.2.1. Анализ проводят с помощью циркуля или прозрачной линейки с нанесенной на ней миллиметровой сеткой. Заполняют графы протокола ЭКГ-исследования (рис. 1, приложение).

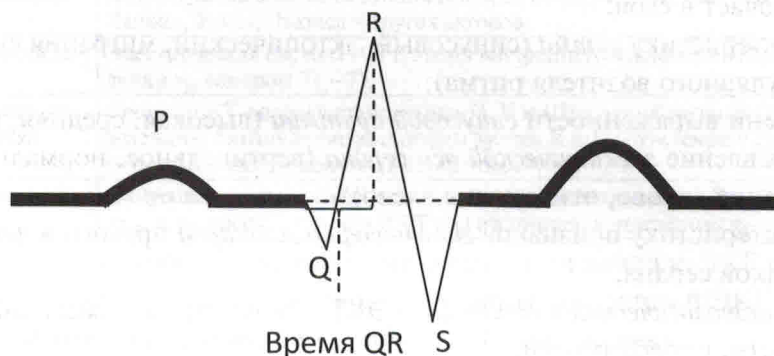
2.2.2. Вычисляют интервалы RR, числом не менее четырех, во 2-ом стандартном отведении, с расчетом показателя variability сердечного ритма  $\Delta RR$  (RR макс. – RR мин.).



А — при наличии сегмента T–P или изолинии; Б — при отсутствии сегмента T–P и снижении нисходящей ветви зубца P и восходящей ветви зубца T; aa' — изолиния; aa' — линия, соединяющая начало зубца Q и конец зубца S; 1 — амплитуда зубца R; 2 — амплитуда зубца Q; 3 — амплитуда зубца S; 4 — амплитуда зубца P; 5 — амплитуда зубца T; 6 — снижение сегмента P–Q относительно изолинии; 7 — снижение сегмента S–T относительно изолинии.

Рис. 2.1. Методика измерения элементов электрокардиограммы

- 2.2.3. Переводят значение интервалов RR в величину ЧСС (табл. 1, приложение).
- 2.2.4. Проводят во 2-ом стандартном отведении измерение интервалов PQ, QRS, QT; в грудных отведениях  $v_1$  и  $v_5$  подсчитывают ВВО (рис. 2.2).
- 2.2.5. Вычисляют нормативное значение интервала QTc при данной ЧСС и сопоставляют с его фактическим значением QT (табл. 2, приложение).
- 2.2.6. Проводят коррекцию величины ВВО в  $v_1$  и  $v_5$  для скорости ленты в  $50 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ , с переводом их величин в баллы (табл. 3, приложение).



**Рис. 2.2.** Определение времени внутреннего отклонения (ВВО) [3]

- 2.2.7. По величинам зубцов R и S грудных отведений, определяют «переходную зону».
- 2.2.8. Проводят векторный (аксонометрический) анализ процессов: а) деполяризации желудочков  $\bar{A}QRS$  (по формуле  $R-(Q+S)_I/R-(Q+S)_{III}$ ); б) деполяризации предсердий  $\bar{A}P$  (по формуле  $P_I/P_{III}$ ) и в) реполяризации желудочков  $\bar{A}T$  (по формуле  $T_I/T_{III}$ ); вычисляют дизаксию углов R/T (табл. 4, 5 и 6; рис. 1, приложение).
- 2.2.9. Проводят амплитудный анализ зубцов ЭКГ в стандартных и грудных отведениях:
  - 2.2.9.1. Измеряют величины зубцов P, Q, R, S, T и U, а также оценивают высоту сегмента RS-T от изолинии (рис. 2.2);
  - 2.2.9.2. Вычисляют соотношения величин зубцов R и S ( $R/S_{v_1}$ ,  $R/S_{v_5}$ ,  $R_1S_3-S_1R_3$ ), и зубцов R и T ( $R/T_{v_5}$ ,  $T_{v_1}-T_{v_6}$ ,  $R_{v_1}-T_{v_1}$ );
  - 2.2.9.3. Вычисляют суммарные амплитудные индексы ( $\Sigma R_{1,2,3}$ ,  $\Sigma T_{1,2,3}$ ,  $\Sigma R_{v_5}v_6$ ,  $\Sigma T_{v_5}v_6$ ,  $R_{v_1}+S_{v_5}$ ,  $S_{v_1}+R_{v_5}$ );
  - 2.2.9.4. Прочие расчетные показатели ( $R/S_{v_5}$ ;  $R/S_{v_1}$  и др.).

**2.3. Выявляют наличие признаков гипертрофии миокарда желудочков (ГЛЖ и ГПЖ) и дают им оценку (табл. 7 и 8, приложение)**

**2.4. Проводят диагностику нарушений на ЭКГ ритма и проводимости и др. и дают им клиническую оценку**

**2.5. Проводят расчет ФИ ЭКГ и его параметров (ФИ<sub>ЭКГ</sub>, ФИ<sub>1</sub> и ФИ<sub>2</sub>) (табл. 2.2.)**

- 2.5.1. Заносят величины функциональных показателей ФИ ЭКГ. (рис. 2, приложение);

- 2.5.2. Переводят средние величины параметров ФИ ЭКГ в баллы (табл. 9, приложение) и отображают их на графике (рис. 3 или 4, приложение);
- 2.5.3. Проводим оценку функциональной подготовленности спортсменов по параметрам ФИ ЭКГ (ФИ<sub>ЭКГ</sub>, ФИ<sub>1</sub> и ФИ<sub>2</sub>) (табл. 10, приложение) [33];
- 2.5.4. Производят сопоставление величин ФИ<sub>2</sub> и ФИ<sub>ЭКГ</sub> (рис. 5, приложение).

## 2.6. Комплексная оценка кривой ЭКГ

2.6.1. Комплексное врачебное заключение по анализу ЭКГ спортсменов включает в себя:

- Характеристику *ритма* (синусовый, эктопический, миграция суправентрикулярного водителя ритма);
- Степени выраженности *синусовой аритмии* (высокая, средняя, низкая);
- Направление *электрической оси сердца* (вертикальное, нормальное, отклонение вправо, отклонение влево);
- Характеристику признаков *гипертрофии миокарда* правого и левого желудочков сердца;
- Учет *патологических изменений* на ЭКГ (нарушение автоматизма, возбудимости, проводимости);
- Оценку уровня *функциональной активности и обменных процессов* в миокарде левого желудочка (высокий, средний, низкий);
- *Рекомендации спортсмену* (дополнительные диагностические назначения, мероприятия по коррекции тренировочного режима и фармакологической поддержке).

### Примечание.

- а) Вычисление высоты зубцов кривой ЭКГ, а так же подъема сегмента RS-T над изолинией, проводят с точностью не ниже 0,5 мм. При величине показателей, выходящих за рамки оценок в 0,5 или 5,5 балла (табл. 9, приложение), таковые для расчета опускаются, их оценивают дополнительно;
- б) При наличии двухвершинности зубцов комплекса QRS, расчет ведется по наибольшему из них;
- в) При оценке параметров ФИ ЭКГ у женщин-спортсменок от 1-го спортивного разряда и выше, к начальной величине среднего балла каждого из них прибавляют по 10%.

## 2.7. Амплитудный анализ зубцов ЭКГ

Для анализа амплитудных характеристик ЭКГ спортсменов, нами [24, 25, 26, 28, 31, 33] предложен и апробирован, так называемый, «функциональный индекс» (ФИ), который представляет собой среднюю величину ряда показателей ЭКГ, ранжированных по 5-бальной шкале. Они получены в результате статистического анализа данных ЭКГ-покоя квалифицированных лыжников-гонщиков. Для формирования ФИ использованы временные (4) и амплитудные (10) характеристики стандартных и грудных отведений ЭКГ. Часть из них отражает адаптивные признаки спортивного сердца (ЧСС, QT, ВВО); другие характеризуют функциональные возможности миокарда левого желудочка (величины зубцов комплекса QRS и их соотношения); третьи отражают состояние холинэргических влияний на сердечную деятельность и состояние механизмов регуляции (RR, Δ RR), кровоснабжения и метаболических процессов в миокарде (T-волна, сегмент RS-T). Как величина, ФИ ЭКГ

## 4. Практикум работы врача с методикой ФИ ЭКГ

Оценка ФП спортсменов с использованием методики ФИ ЭКГ успешно применена в видах спорта с преимущественным развитием выносливости у спортсменов разного возраста и спортивного разряда. Показательны также результаты сопоставления величин параметров ФИ ЭКГ (ФИ<sub>ЭКГ</sub>, ФИ<sub>1</sub> и ФИ<sub>2</sub>) с наличием (либо отсутствием) у них изменений на ЭКГ.

В целях лучшего и быстрого освоения методики ФИ ЭКГ врачами по спорту, приводим материал обследований, проведенных в разные годы на спортсменах высокого класса. Представлены данные на 45 спортсменов (включая 4-х женщин и двух тренеров). Возраст спортсменов был от 13 до 29 лет. По видам спорта: группа выносливости (лыжные гонки, велоспорт, плавание, триатлон) – 30 чел. (70%), сложно-технические виды – 7 чел. (16,3%), игровики – 5 чел. (11,6%), и прочее – 1 чел. (2,3%). По спортивной квалификации: от мастера спорта и выше – 11 чел. (25,6%), КМС – 13 чел. (30,2%), 1-го разряда – 15 чел. (35,0%), остальные – 4 чел. (9,3%), табл. 4.1.

На первом этапе подготовительного или в переходном периодах годового цикла, в ходе УМО, спортсмены прошли ЭКГ-исследование по стандартной программе. Анализ кривой ЭКГ был дополнен методикой ФИ ЭКГ (параметры ФИ<sub>ЭКГ</sub>, ФИ<sub>1</sub> и ФИ<sub>2</sub>).

Параметр ФИ<sub>ЭКГ</sub> является основным индикатором ФС миокарда ЛЖ, указывает на наличие (либо отсутствие) функционального резерва. Параметр ФИ<sub>1</sub> уточняет состояние обменных процессов, указывает на их снижение или на изменения в миокарде ЛЖ. Изучение параметра ФИ<sub>2</sub>, проводимого в его сопоставлении с ФИ<sub>ЭКГ</sub>, помогает оценить фазу адаптации миокарда к физическим нагрузкам (напряженность, загруженность, состояние дезадаптации и др.). Контингент спортсменов был ранжирован по величине ФИ<sub>ЭКГ</sub>, в порядке ее снижения от 4,6 до 1,2 балла. Все участники, по номерам общего списка, были распределены на две подгруппы: 1-я подгруппа (21 спортсмен) – с 1-го по 21-й (4,6–3,5 балла) и 2-я подгруппа (22 спортсмена и 2 тренера) – с 22-го по 45-й номер (3,4–1,2 балла).

Атлетов 2-й от 1-й подгруппы, при одинаковом возрасте, отличал более низкий уровень спортивного разряда; все функциональные показатели по методике ФИ ЭКГ были также значительно ниже, чем в 1-й подгруппе (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Основные показатели ФИ ЭКГ по подгруппам спортсменов ( $\bar{x} \pm m$ )

№ подгр.	Число лиц	Возраст, лет	Спорт. разряд, у.е.	ЧСС, уд/мин	ФИ, балл			
					ЭКГ	1	2	ГЛЖ
1	21	18,9±0,2	3,4±0,1	50,4±0,3	<b>4,0±0,02</b>	3,9±0,05	3,5±0,03	4,1±0,01
2	22	17,3±0,3	2,5±0,1	66,5±0,9	<b>2,7±0,04</b>	2,7±0,03	2,1±0,04	2,2±0,05
Р 1/2		—	**	***	***	***	***	***

Примечание (к таблицам 4.1, 4.4, 5.5, 5.6. и рис. 5.1), Т-критерий: «\*» –  $p < 0,05$ ; «\*\*» –  $p < 0,01$ ; «\*\*\*» –  $p < 0,001$ ; «\*\*\*\*» –  $p < 0,000$ .

При анализе случаев, ЭКГ норма отмечена у 25 чел. (58,1%), в том числе у спортсменов 1-й подгруппы – 17 чел. (81,0%) и 8 чел. (36,4%) – во 2-й подгруппе. Превышение данных по признакам брадикардии и синусовой аритмии у спортсменов 1-й подгруппы над 2-й составила 52,4% и 48,3% соответственно.

Списочный состав обследованных спортсменов

№ п/п	Ф.И.	Возраст, лет	Виды спорта	Сп. разряд, у.е.	ФИЭКГ, балл	Заключение по ЭКГ
1	З-ий В.	17	Велососсе	КМС	4,6	Норма
2	Ю-ов Д.	20	Коньки	МСМК	4,5	Норма
3	Бр-ов А.	21	Триатлон	МСМК	4,5	Хр. перенапряжение ПЖ, ав-блокада II ст., тип 1
4	Ж-кий Анд.	19	Велососсе	МС	4,4	Перенапряжение миокарда ЛЖ
5	Т-ов Ю.	22	Л. гонки	КМС	4,3	Норма. Функционально не загружен
6	П-вич Дм.	18	Велососсе	КМС	4,1	НПР в передней – перегородочной области пер. ст. ЛЖ, недовосстановление
7	Ж-кий Ал.	19	Велососсе	МС	4,1	Признаки перенапряжение миокарда ЛЖ
8	Тр-о Л.	28	Хоккей	МСМК	4,1	Норма
9	Л-ев М.	15	Плавание	1-й р.	4,1	Норма, загруженность миокарда ЛЖ
10	К-ов А.	17	Л. гонки	КМС	4,0	Норма. Неполная адаптация
11	К-цов Р.	19	Футбол	КМС	4,0	Норма
12	Б-ов М.	16	Л. гонки	КМС	3,8	Норма
13	П-шок С.	18	Сб-танцы	1-й р.	3,8	Норма
14	П-ин А.	23	Л. гонки	КМС	3,8	Норма
15	П-ов А.	15	Триатлон	1-й р.	3,8	Норма
16	С-кий И.	29	Сп. ходьба	МСМК	3,7	Норма
17	К-ов Дм.	24	Хоккей	МСМК	3,7	Норма
18	Г-ин Дм.	18	Велососсе	КМС	3,6	Норма. Загруженность миокарда желудочков
19	П-ов Дм.	18	Триатлон	КМС	3,6	Норма, загруженность миокарда ЛЖ
20	М-ов И.	16	Водн. поло	1-й р.	3,6	Норма, загруженность миокарда ЛЖ
21	Е-ов А.	15	Дзю-до	1-й юн.р.	3,5	Норма
22	Х-кий А.	15	Л. атл. бег	2-й р.	3,4	Перенапряжение миокарда ПЖ
23	К-ко К.	37	Водн. поло	Тренер	3,3	Норма. Состояние дезадаптации
24	Р-ов В.	18	Л. атл.	КМС	3,3	Норма
25	А-ев И.	18	Л. гонки	3 года в секции	3,3	Аневризма МПП, ПМК с регургитацией 0-1-й ст. Перегрузка миокарда ЛЖ
26	В-ов А.	28	Акад.гребля	МСМК	3,2	Норма. Дезадаптация
27	К-ов Л.	35	Плавание	тренер	3,2	Норма. Растренированность
28	П-ов И.	17	Сб-танцы	1-й р.	3,2	Норма
29	П-вич А.	18	Велососсе	КМС	3,2	НПР в области передней стенки ЛЖ
30	Шв-дзе И.	18	Футбол	1-й р.	3,1	Перенапряжение миокарда ПЖ. Дезадаптация
31	П-ва М.	15	Биатлон	1-й р.	3,1	Норма. Состояние дезадаптации
32	П-ва П.	15	Биатлон	1-й р.	3,0	Норма. Состояние дезадаптации
33	Т-ко Ф	19	Фехтование	МС	3,0	Перенапряжение миокарда ПЖ
34	В-ич А.	16	Плавание	1-й р.	3,0	Норма. Восстан. п. перегрузки
35	Т-ко К.	19	Фехтование	МС	2,9	Перенапряжение миокарда ПЖ\ Дезадаптация
36	В-на О.	22	Плавание	ЗМС	2,9	ДМФП
37	Д-ов Дм.	16	Акробатика	2-й р.	2,6	Норма
38	Т-ко М.	20	Р-н-ролл	КМС	2,6	ДМФП
39	А-на Е.	16	Л. гонки	1-й р.	2,6	Декстракардия. ДМФП. Дезадаптация
40	П-ов М.	18	Коньки	1-й р.	2,2	ВСД по гипертоническому типу. Перенапряжение миокарда ЛЖ. Низкий ФР
41	Л-ов Дм.	15	Триатлон	1-й р.	2,2	Перенапряжение миокарда ЛЖ 1-2-й ст.
42	С-ов А.	14	Прыжки в/в	КМС	2,1	Перенапряжение 1-2-й ст. Диффузные изменения в миокарде ЛЖ
43	С-ев А.	15	Биатлон	1-й р.	1,9	Перегрузка миокарда ПЖ. Напряж. адаптации.
44	С-ов С.	15	Плавание	МС	1,5	ДМФП. Напряженность адаптации
45	К-ин М.	13	Гребля	1-й юн.р.	1,2	Перенапряжение 2-й ст., изменения в миокарде ЛЖ

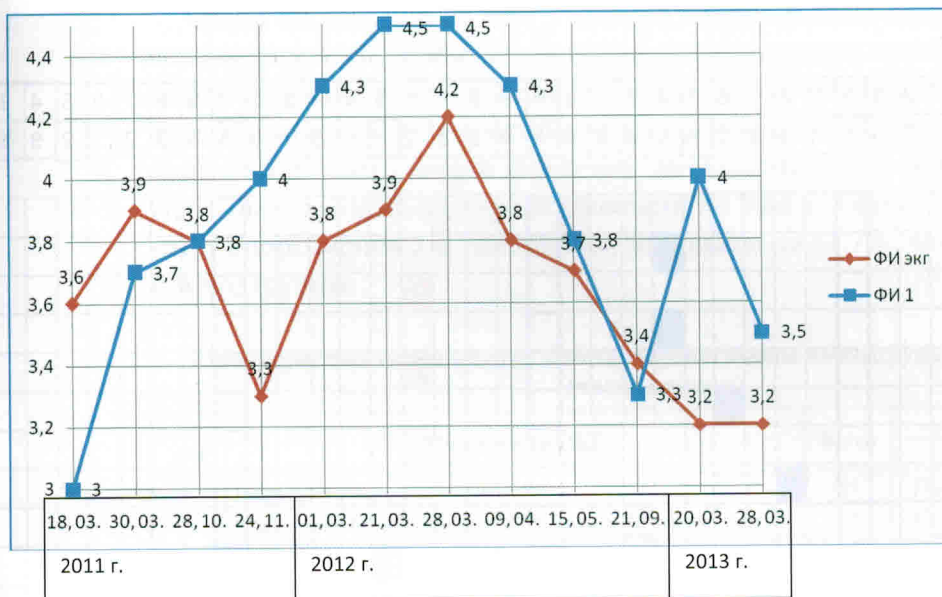
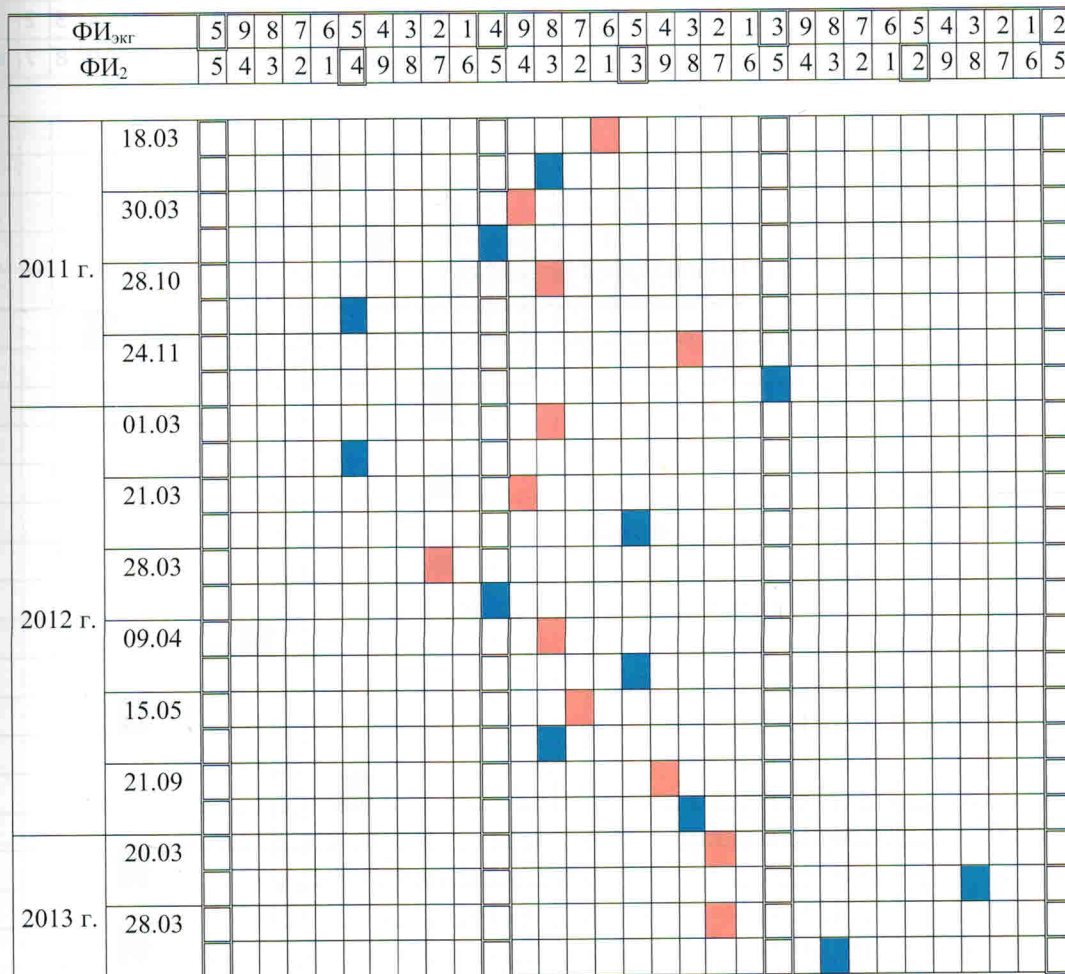


Рис. 3.2. Динамика параметров  $FI_{экг}$  и  $FI_1$  в годовом тренировочном цикле у спортсмена Щ-на Дм.



Примечание (к рис. 3.3 и 4.22):

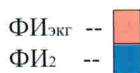


Рис. 3.3. (к таблице 3.6). Сопоставление параметров  $FI_2$  с  $FI_{экг}$  у спортсмена Щ-на Дм.