
СУТОЧНЫЙ ПРОФИЛЬ МИКРОАЛЬТЕРНАЦИЙ ЭКГ ПО ДАННЫМ ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ

Г.Г. Иванов

Отдел кардиологии

НИЦ Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, Россия, 119991

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН

Хорошевское шоссе, 76 А, Москва, Россия, 123007

Кафедра госпитальной терапии

Российский университет дружбы народов

ул. Трофимова, 26, ГКБ № 53, корп. 2, Москва, Россия, 109432

Е.Ю. Берсенева

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН

Хорошевское шоссе, 76 А, Москва, Россия, 123007

В.Е. Дворников, А.Х. Азаракш, Н.А. Чуйко,

Л.А. Эйхенвальд, А.А. Печерских

Кафедра госпитальной терапии

Российский университет дружбы народов

ул. Трофимова, 26, ГКБ № 53, корп. 2, Москва, Россия, 109432

Г. Халаби

Медицинский госпиталь 2000

PO Box 11-0237, Beirut, Lebanon 11072020

В настоящем сообщении представлены предварительные результаты анализа суточного профиля мониторинга показателей дисперсионного картирования. Исследованы записи ЭКГ у здоровых лиц в условиях свободной жизнедеятельности (1-я группа), данные, полученные в ходе исследований по программе «Марс-500» у 6 испытуемых (2-я группа), группе больных с артериальной гипертонией (3-я группа) и ИБС с эпизодами желудочковой эктопии I—II класса по Лауну (4-я группа). Для анализа «нарезались» участки длительностью в 15—20 минут из каждого часа. Показано, что исследование суточных показателей микроальтернации кардиоцикла является новым диагностическим подходом анализа электрофизиологического статуса и диагностическим тестом выявления поражения миокарда. Метод дисперсионного картирования может быть использован для получения новых данных о микроальтернационных характеристиках миокарда на протяжении суток и диагностики электрической гетерогенности миокарда.

Ключевые слова: дисперсионное картирование ЭКГ, ранняя диагностика поражения миокарда, микроальтернация ЭКГ-сигнала.

Актуальность проблемы. Современная электрокардиология далеко ушла от традиционного клинического анализа электрокардиограммы и располагает новыми технологиями, позволяющими на основе применения специальных методов анализа электрокардиосигнала судить об энергетических и обменных процессах в миокарде на клеточном уровне.

Существующие диагностические ЭКГ-системы являются отражением достигнутых больших успехов методов математического описания и обработки измерен-

ных данных с использованием в анализе более сложных и содержательных характеристик и параметров ЭКГ-сигнала, новым графическим представлением полученных результатов.

На концептуальном уровне, вероятно, можно признать, что необходимо совершенствование методов ЭКГ диагностики и разработка принципиально новых, надежных неинвазивных показателей электрической гетерогенности миокарда, в том числе для оценки различных дефектов перфузии и метаболизма, анализ их взаимосвязи с нарушениями электрофизиологических свойств, электрической нестабильностью и характером поражения миокарда.

Смена методов исследования подчас радикальным образом способна изменить взгляды на, казалось бы, уже давным-давно хорошо известные факты. Расширение уже имеющихся возможностей ЭКГ необходимо для решения целого ряда проблем по совершенствованию неинвазивной диагностики нарушений электрофизиологических свойств миокарда и тонкой организации на уровне **микропотенциалов** такой сложной системы, какой является сердце.

Одним из путей повышения надежности диагностики аритмогенной дисперсии де- и реполяризации миокарда, которые в настоящее время активно разрабатываются, является анализ микроальтернаций и их дисперсии, которые являются маркерами клеточных изменений.

Для улучшения диагностики нарушений электрофизиологических свойств и электрической нестабильности миокарда все шире используется метода дисперсионного картирования (ДК) ЭКГ. Он базируется на анализе микроальтернаций ЭКГ-сигнала на всем протяжении P-QRS-T комплекса. Это позволяет развивать доклиническую диагностику, направленную на исследование состояний, пограничных между нормой и патологией [1—3]. В настоящее время метод ДК применяется для скрининга, хотя диагностические его возможности потенциально значительно шире.

Известно, что в основе метода ДК ЭКГ лежит анализ малых колебаний характеристик низкоамплитудных хаотических колебаний регистрируемых параметров, которые при приближении к точкам потери структурной устойчивости начинают изменяться раньше, чем это проявится в величине средних значений регистрируемых параметров. По этой причине характеристики низкоамплитудных колебаний можно применять в качестве эффективных диагностических маркеров приближающейся структурной перестройки.

Опыт клинических исследований свидетельствует, что среди неинвазивных методов контроля по чувствительности к метаболическим изменениям в миокарде любого генеза метод ДК ЭКГ имеет наилучшие показатели, особенно в отношении преходящих функциональных нарушений, являющихся предвестниками патологии [4].

В процессе жизнедеятельности уровень функционирования организма подвергается непрерывной перенастройке внутренних связей между физиологическими системами, отражающихся в изменении их активности и регулирования. Было по-

казано, что метаболические процессы отличаются периодическими изменениями или колебаниями [4; 5].

В частности, колебания на молекулярном уровне характерны для многих ферментативных реакций, в том числе и для расщепления глюкозы с образованием АТФ, равной 2—3 минутам. Нарушение этих процессов ведет к недостаточности синтеза АТФ, а следовательно — к метаболическому энергодефициту. Между биохимическими и биофизическими колебательными изменениями в тканях существует несомненная связь. Показано, что на уровне клетки субмикроскопические колебания структуры совпадают с ритмикой окислительных процессов [6].

Циркадные ритмы — это суточные колебания различных физиологических и биохимических параметров организма, характерные для большинства живых существ, включая и человека. Практически в каждом органе нашего тела есть клетки, обладающие индивидуальным «молекулярным часовым механизмом». Однако природа ритмических процессов в биологических системах во многом остается не ясна.

Циркадный ритм присущ всем показателям функционирования сердечно-сосудистой системы — частоте сокращений сердца, структуре ритма сердца, объемной скорости кровотока, артериальному давлению. В течение суток изменяется не только деятельность отдельных звеньев системы кровообращения, но и их реактивность, чувствительность к различным воздействиям — физическим нагрузкам, вазоактивным веществам. В этой связи большой интерес представляет опыт клинического применения показателей дисперсионного картирования для оценки состояния электрофизиологических свойств миокарда и характеристик микроальтернаций ЭКГ-сигнала при длительном мониторинге и суточном наблюдении.

Цель исследования: изучить суточный профиль микроальтернаций ЭКГ-сигнала здоровых лиц и диапазоны их изменений у пациентов с артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца.

Материалы и методы. В настоящей работе представлены результаты длительного мониторинга ЭКГ-сигнала с анализом показателей микроальтернаций, исследованы записи суточного мониторинга у здоровых лиц в условиях свободной жизнедеятельности (1-я группа), данные, полученные в ходе исследований по программе «Марс-500» у 6 испытуемых (2-я группа), группе больных АГ (3-я группа) и ИБС с эпизодами желудочковой эктопии II—IV по Лаун (4-я группа). После проведенной суточной записи для анализа «нарезались» участки длительностью в 15—20 минут из каждого часа. Проводился стандартный анализ показателей ДК: интегрального показателя «Миокард» и индекса частотно-метаболической адаптации ($ЧСС_{\text{макс}}/ИММ_{\text{макс}}$), а также показателя «РИТМ».

Динамика показателя ИММ при суточном мониторинге в 1-й группе выявила колебания абсолютных значений индекса «Миокард» в пределах 5—10%, которые не превышали диапазон средних значений в 20% случаев. В 12% случаев колебания были большими — до 10—16%. Использовали в качестве порога нормальных значений индекса $ЧСС_{\text{макс}}/ИММ_{\text{макс}}$ параметры от 2,0 до 4,5; значения $ИММ < 20\%$ (как начальные критерии).

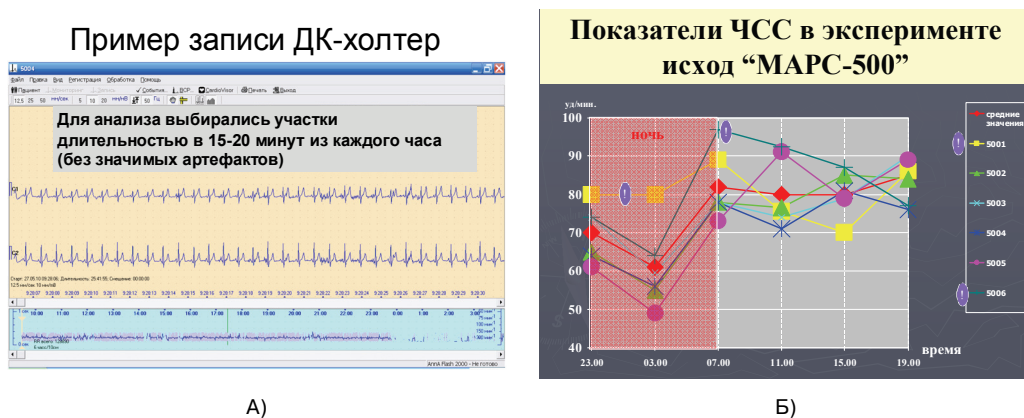


Рис. 1. А) Пример экранного отображения регистрации ДК-холтер, Б) Тренды ЧСС у 6 испытуемых в эксперименте «Марс-500»

Во 2-й группе выявлены индивидуальные особенности динамики изменений показателей микроальтернации. Установлено, что 6 испытуемых они различаются: по исходным данным показателей ДК, динамике мониторируемых показателей в различные фазы эксперимента, сдвигу оцениваемых показателей в дневное и ночное время. Причем сходные данные в исходе и их динамике отмечена у 1 и 3, 5 и 6, а так же у 2 и 4 испытуемых. Средние значения индекса ИММ до начала эксперимента были сходными в динамике суточного мониторирования у 1 и 3 испытуемого, но выше у 5, 6, 2 и 4 испытуемых. Наибольшее снижение индекса $ЧСС_{\text{макс}}/ИММ_{\text{макс}}$ отмечено в ночное время у 1 и 3, 5 и 6 испытуемых (относительно исходных данных), а характеристики в дневное время были устойчиво выше днем. На 2-й месяц эксперимента «Марс-500» отмечены устойчиво высокие средние значения индекса. Во второй половине эксперимента у 5 и 6 и 2 и 4 испытуемых выявлена нормализация (снижение в диапазон нормальных значений) показателей ДК в дневное время, а у 2 и 4 — в ранние утренние часы.

Полученные результаты могут свидетельствовать о неоптимальном соотношении ЧСС и метаболизма миокарда (повышении интегральной характеристики метаболизма — индекса $ЧСС_{\text{макс}}/ИММ_{\text{макс}}$) у 5 и 6 испытуемого на 3—6 месяц, устойчиво нормальные характеристики у 1 и 3 и нормальные значения у 2 и 4 испытуемых с первого месяца эксперимента. Подобный вариант ответа индекса $ЧСС_{\text{макс}}/ИММ_{\text{макс}}$ (превышающий 5,0) на нарастание ЧСС выявлен нами ранее при стресс-тесте у больных ИБС.

Таким образом, согласно полученным данным процесс адаптации организма к условиям невесомости протекает сугубо индивидуально; изменения ДК (в сравнении с исходом) на 2-й месяц эксперимента были максимальны, что может говорить о наличии стрессорной реакции; к году наблюдения показатели ДК нормализуются и достоверно приближаются к исходным значениям; к окончанию года наблюдения стираются различия дневных и ночных колебаний интегрального индекса «Миокард» и нарастают его ночные значения.

Показано, что данные у шести испытуемых различаются: 1) по исходным данным показателей ДК, 2) динамике мониторируемых показателей в различные фазы эксперимента, 3) сдвигу оцениваемых показателей в дневное и ночное время.

При последовательном анализе представленных показателей индекса ИММ обращает на себя внимание наличие в контрольной группе 2 пиков повышения — в дневное время (08—09 часов) и в вечернее (16—18 часов). Эти же пики сохранялись в группе испытуемых и в группе больных. При этом отмечались сходные значения по их абсолютной величине (в пределах 20—22%). Наибольшие изменения касались группы с ИБС, где при сохраненных временных интервалах выделяемых максимумов также отмечено повышение ИММ в интервал 8 часов утра и 19 часов. Одновременно выявлялись дополнительные пики меньшей амплитуды в 05, 10, 14 и 23 часа (табл. 1).

Таблица 1

Суточная динамика индекса ИММ (в %) в обследованных группах

Группа/ Время суток	Контрольная (n = 19)	МАРС-500 (n = 25)	Больные ГБ (n = 15)	Больные ИБС (n = 11)
01	18,0 ± 0,5	20,0 ± 0,5	17,5 ± 0,5	21,4 ± 0,5
02	16,5 ± 0,5*	16,5 ± 0,5*	16,9 ± 0,5*	24,0 ± 0,5*
03	17,1 ± 0,3*	17,1 ± 0,3*	18,5 ± 0,3*	21,0 ± 0,3*
04	17,2 ± 0,4*	15,2 ± 0,4*	19,3 ± 0,4*	23,2 ± 0,4*
05	16,6 ± 0,3*	19,6 ± 0,3*	19,2 ± 0,3*	25,2 ± 0,3*
06	17,8 ± 0,3	17,8 ± 0,3	20,9 ± 0,3*	21,3 ± 0,3
07	16,6 ± 0,5	18,8 ± 0,5	20,8 ± 0,5*	21,1 ± 0,5
08	20,4 ± 0,4	15,4 ± 0,4	22,5 ± 0,4	27,7 ± 0,4*
09	20,7 ± 0,5	20,7 ± 0,5	18,8 ± 0,5	23,9 ± 0,5
10	16,8 ± 0,5	16,8 ± 0,5	18,2 ± 0,5	24,9 ± 0,5*
11	19,4 ± 0,4	18,4 ± 0,4	17,7 ± 0,4	22,7 ± 0,4
12	18,3 ± 0,6	17,3 ± 0,6	16,9 ± 0,6	23,4 ± 0,6*
13	19,8 ± 0,5	21,8 ± 0,5	22,8 ± 0,5*	25,0 ± 0,5*
14	17,5 ± 0,6	16,5 ± 0,6	18,1 ± 0,6	25,1 ± 0,6*
15	18,9 ± 0,5	17,9 ± 0,5	18,5 ± 0,5	24,7 ± 0,5
16	21,6 ± 0,4	16,6 ± 0,4	18,5 ± 0,4*	26,1 ± 0,4*
17	20,7 ± 0,3	16,7 ± 0,3	18,5 ± 0,3*	25,0 ± 0,3*
18	21,0 ± 0,4	20,0 ± 0,4	17,8 ± 0,4*	26,8 ± 0,4*
19	19,8 ± 0,2	18,8 ± 0,2	21,8 ± 0,2	21,6 ± 0,2
20	16,2 ± 0,5	20,2 ± 0,5	17,7 ± 0,5	24,1 ± 0,5
21	18,0 ± 0,4	22,9 ± 0,4*	19,2 ± 0,4	24,4 ± 0,4
22	17,8 ± 0,3	15,8 ± 0,3	26,0 ± 0,3*	20,8 ± 0,3
23	19,2 ± 0,5	18,2 ± 0,5	19,9 ± 0,5	25,6 ± 0,5*
24	17,7 ± 0,4	16,7 ± 0,4	16,7 ± 0,4	19,9 ± 0,4

Примечание: * достоверность различий по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

Средние значения индекса ИММ в обследованных группах в ночное время (00—06) составили: в 1-й группе — 16,0%, во 2-й — 17,7%, в 3-й — 18,7% и в 4-й — 22,7%; в дневное время (07—24 часа) средние значения соответственно составили: 18,9%, 18,2%, 19,5% и 24,1% (см. табл. 1).

Сравнительный анализ показателя ЧСС выявил различия ночных и средних дневных значений. Так, в ночное время они составили $68,2 \pm 1,0$, $66,2 \pm 1,4$, $63,3 \pm 1,3$ и $67,8 \pm 1,3$ уд. в мин. В дневное время их значения составили $77,2 \pm 1,4$, $74,2 \pm 1,5$, $70,5 \pm 1,6$ и $74,4 \pm 1,2$ уд. в мин. соответственно. **Важно отметить и сохранение двух максимальных пиков положительных значений** в 1-й, 2-й и 3-й группах днем и снижение ночью. В группе ИБС отмечено большее повышение ЧСС в дневное время по сравнению с группой ГБ.

В группе здоровых лиц ($n = 19$) максимальные значения ЧСС/ИММ выявлены в 10 часов утра ($5,0 \pm 0,3$) и в 18 часов ($5,3 \pm 0,3$). Достоверное снижение индекса отмечено в период от 02 до 05 часов ($3,9 \pm 0,1$). В группе испытуемых в гермокамере максимальные пиковые значения устойчиво сохранялись в сходном временном интервале: 09—11 часов и 17—18 часов.

У больных с артериальной гипертонией пик утренних максимальных значений индекса частотно-метаболической адаптации также выявлялся в интервале 09—10 часов ($4,4 \pm 0,3$) и в 18 часов ($4,9 \pm 0,3$). Наибольшие отклонения в группе с ИБС, как и в двух предшествующих группах, выявлены в 10—11 и 17—18 часов. Кроме того, в ночное время выявлены также эпизоды повышения индекса ЧСС/ИММ до $3,0 \pm 0,1$ в 03 часа и в 6—7 часов до $3,3 \pm 0,2$ (табл. 2).

Таблица 2

Суточная динамика индекса частотно-метаболической адаптации (ЧСС/ИММ) в обследованных группах

Группа/ время суток	Контрольная ($n = 19$)	Марс-500 ($n = 25$)	Больные ГБ ($N = 15$)	Больные ИБС ($n = 11$)
01	$4,0 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,4^*$
02	$3,9 \pm 0,2^*$	$4,2 \pm 0,2^*$	$3,8 \pm 0,2^*$	$2,8 \pm 0,2^*$
03	$3,9 \pm 0,4^*$	$3,9 \pm 0,4^*$	$3,7 \pm 0,4^*$	$3,0 \pm 0,3^*$
04	$4,0 \pm 0,4^*$	$3,9 \pm 0,4^*$	$3,8 \pm 0,4^*$	$2,8 \pm 0,4^*$
05	$3,9 \pm 0,3^*$	$3,1 \pm 0,3^*$	$3,9 \pm 0,3^*$	$3,1 \pm 0,3^*$
06	$4,1 \pm 0,3$	$3,7 \pm 0,3$	$3,7 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,3$
07	$4,6 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2^*$
08	$4,8 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
09	$4,4 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3$
10	$5,0 \pm 0,3$	$4,4 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$3,0 \pm 0,3^*$
11	$4,8 \pm 0,4$	$3,9 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3^*$
12	$4,4 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3^*$
13	$4,5 \pm 0,3$	$4,9 \pm 0,4$	$4,2 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,4^*$
14	$4,9 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,5$	$2,7 \pm 0,5^*$
15	$4,4 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,3^*$
16	$4,7 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2^*$
17	$4,9 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,3^*$
18	$5,2 \pm 0,2$	$4,9 \pm 0,2$	$4,6 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,2^*$
19	$5,3 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,3^*$	$3,9 \pm 0,3^*$	$3,1 \pm 0,3^*$
20	$5,0 \pm 0,4$	$4,3 \pm 0,4$	$4,3 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,4^*$
21	$4,8 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,4$	$4,1 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,4^*$
22	$4,5 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,3^*$	$2,7 \pm 0,3^*$
23	$4,2 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,5$
24	$4,5 \pm 0,3$	$4,5 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,3^*$

* достоверность различий по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

При анализе показателя «РИТМ» в 4 группах установлено, что в ночное время (00—06 часов) максимальные значения выявлены в группе ИБС (56 отн. ед.) и далее по убывающей: в 3-й группе — 54 ± 3 , во 2-й группе — 52 ± 2 и в 1-й группе — 48 ± 3 . Соответственно, в дневное время (07—24 часа) средние значения составили: 52 ± 2 , 50 ± 4 , 46 ± 4 и 48 ± 3 отн. ед. В целом структура дневных и ночных максимумов прослеживалась отчетливо.

Как следует из приведенных в табл. 3 данных, показатели ИММ, ЧСС и ЧСС/ИММ прогрессивно снижались по мере нарастания тяжести ситуации. Это отражалось в прогрессивном снижении отношения средних значений представленных параметров в дневное и ночное время.

Таблица 3

**Средние значения отношения анализируемых показателей
в 4 обследованных группах день (07–24)/ночь (01–06)**

Группы	Отношение день/ночь			
	ИММ	ЧСС	ЧСС/ИММ	РИТМ
1 гр. Контрольная	1,18 ± 0,2	1,13 ± 0,2	1,20 ± 0,2	1,03 ± 0,2
2 гр. Марс-500	1,03 ± 0,1*	1,13 ± 0,2	1,14 ± 0,1	0,90 ± 0,3*
3 гр. ГБ	1,04 ± 0,2*	1,12 ± 0,1	1,08 ± 0,1*	0,93 ± 0,2*
4 гр. ИБС	1,06 ± 0,1*	1,11 ± 0,1	0,93 ± 0,2*	0,93 ± 0,3*

* достоверность различий по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

В табл. 4 представлены предварительные данные динамики показателя ЧСС/ИММ до и после эпизода аритмического события. Обращает на себя внимание, что 1-й вариант (снижение после аритмии) наблюдался в 11 случаях при высоких исходных средних значениях ($4,8 \pm 0,3$ до и $4,2 \pm 0,4$ после) в то время как «с уменьшением» было всего 4 случая.

Обратная картина выявлена в группе с низкими до эпизода аритмии значениями индекса ($1,6 \pm 0,3$), и это отмечено у 12 человек. То есть уменьшение индекса ЧСС/ИММ после эпизода аритмии более характерно для случаев с исходно более высокими его значениями, а увеличение — более характерно для низких значений.

Таблица 4

**Показатели динамики индекса ЧСС/ИММ в обследованной группе
больных ИБС с эпизодами аритмии I–II по Лауну**

ЧСС/ИММ	1-й вариант (с уменьшением)		n	2-й вариант (с увеличением)		n
	До аритмии	После аритмии		До аритмии	После аритмии	
> 4,0	4,8 ± 0,2	4,2 ± 0,2* ^	n = 11	4,5 ± 0,3	4,7 ± 0,2	n = 4
4,0–2,0	2,7 ± 0,2*	2,5 ± 0,3*	n = 15	3,0 ± 0,4*	3,2 ± 0,3*^	n = 17
< 2,0	1,8 ± 0,3*	1,5 ± 0,3*	n = 4	1,6 ± 0,3*	1,8 ± 0,2*	n = 12
Итого	3,35 ± 0,1*	2,99 ± 0,3*	n = 30	2,67 ± 0,2*,**	2,80 ± 0,3*	33

Примечание: * — достоверность различий по сравнению с данными группы ЧСС/ИММ > 4,0 ($p < 0,05$), ** — достоверность различий по сравнению с данными 1 варианта ($p < 0,05$), ^ — достоверность различий по сравнению с данными 1 варианта ($p < 0,05$).

Заключение. Биологические ритмы признаны важнейшим механизмом регуляции функций организма, обеспечивающим гомеостаз, динамическое равновесие и процессы адаптации в биологических системах. В целом представленные результаты свидетельствуют о возможности использования технологии суточного мониторинга микроальтернаций ЭКГ-сигнала в оценке электрофизиологического статуса миокарда и выявления имеющихся отклонений. Метод ДК позволяет отслеживать временную организацию изменений микроальтернаций ЭКГ и характеризовать новое звено в фундаментальных механизмах адаптационных реакций организма.

Биоритмическая система (биоритмы человека) — это пример сложной и биологически целесообразной организации живой материи. Чем значительнее размах ритмических колебаний различных физиологических функций, тем легче организму приспособливаться к изменяющимся условиям.

Наиболее детально изучены околосуточные (циркадианные) биоритмы человека. Полагают, что они являются определяющими в сложной иерархии ритмических колебаний. В настоящее время обнаружено и изучено более трехсот различных околосуточных биоритмов человека, которые, происходя в различных системах, органах и тканях, образуют стройную сопряженную по фазам систему биоосцилляторов, поддерживающих согласованность и нужную последовательность различных функций организма, согласованность работы различных органов.

Внутренняя синхронизация суточных ритмов обеспечивается не только совпадением акрофаз гемодинамических показателей, но и физиологическими фазовыми сдвигами суточных ритмов ряда параметров кровообращения. Так, для АД_с, АД_{ср}, ЧСС, УОС, МОС зоной «блуждания» акрофаз суточного ритма является период дневного бодрствования.

Установлено наличие циркадного ритма как адреналина, так и норадреналина. Биоритм норадреналина характеризовался относительно низкой амплитудой колебаний. Выявлены два пика секреции норадреналина — с 8 до 14 ч и с 18 до 22 ч, что соответствовало акрофазам АД. Секреция адреналина в период бодрствования также была двухфазной с максимумами в полдень и в период с 20 до 23 ч. Колебания артериального давления в течение суток также подвержены четкому циркадному ритму. Кривая суточного профиля АД в дневное время образует плато с двумя пиками — с 9 до 11 и с 18 до 19 ч.

После 19 ч АД начинает снижаться и достигает минимума в 2—4 ч. Затем наблюдают выраженное повышение АД в ранние утренние часы: приблизительно в период с 4 до 10 ч АД повышается от минимальных ночных значений до дневного уровня. Следовательно, регулярные и устойчивые колебания АД в течение суток имеют двухфазный ритм, который характеризуется ночным снижением АД на 10—20% по сравнению со среднедневным уровнем. Выраженность двухфазного ритма оценивают по степени снижения АД в ночное время в процентах (суточный индекс).

По нашим данным, исследование суточных показателей микроальтернации кардиоцикла является новым диагностическим подходом анализа электрофизиологического статуса и диагностическим тестом выявления поражения миокарда. Метод ДК может быть использован для получения новых данных о микроальтернативных характеристиках миокарда на протяжении суток и диагностики электрической гетерогенности миокарда.

При использовании метода ДК в режиме холтеровского мониторинга с обработкой за каждый час наблюдения пороговыми значениями показателей, разграничивающими «норму» и «патологию», являются: ИММ < 20%, индекс ЧСС/ИММ > 2,0 и показатель «РИТМ» < 55 отн. ед. Это выше нормативных значений первой версии прибора, где усреднение при регистрации ЭКГ-сигнала 30 сек и регистрация проводится с прекардиальных электродов. Показатели ДК у здоровых лиц находящихся в обычном рабочем режиме и при использовании специализированных внешних воздействий имеют сходный тренд циклических колебаний, характеризующийся 2 максимумами (6—8 и 17—18 часов) и ночным снижением (максимум в интервал 02—05 часов).

Соотношение дневных и ночных значений показателя ИММ и индекса ЧСС/ИММ максимально в контрольной группе. У больных с АГ и ИБС снижаются их средние значения. При этом сохраняется систематическая составляющая суточного профиля с 2 максимумами в дневное время, снижение в ночной период и появляются дополнительные колебания меньшей амплитуды на протяжении суток. Совпадение суточного профиля микроальтернаций в группах здоровых лиц (не изолированных от прямого воздействия факторов окружающей среды) с максимумами показателя ИММ и индекса ЧСС/ИММ у лиц в условиях тестовых воздействий может свидетельствовать о наличии фундаментальной физиологической закономерности — циркадных колебаний микроальтернаций ЭКГ-сигнала и возможном их эндогенном происхождении.

Предстоит глубже понять связь показателей ДК ЭКГ с электрофизиологической основой описанных выше изменений, их ассоциацию со всем спектром нарушений миокарда (спящий, оглушенный миокард и прекондиционирование), возможной гетерогенностью регионарной перфузии миокарда и метаболического баланса, а также показателями оксидативного стресса.

Мы должны улучшить наше понимание причин микрофлуктуационных показателей ДК и диапазоны их изменений в норме и патологии. Комплексное изучение корреляций показателей ДК ЭКГ с данными оценки изменений метаболизма, кровотока и микроваскулярной дисфункции, ишемического повреждения и различными методами ЭКГ диагностики даст возможность их идентификации и уточнения клинического значения

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сула А.С. и др. Комплекс для экспресс диагностики сердца. Патент РФ № 55266, 2006.
- [2] Сула А.С., Рябыкина Г.В., Гришин В.Г. Метод дисперсионного картирования ЭКГ. Биофизические основы метода дисперсионного картирования // Новые методы электрокардиографии / Под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина. — М.: Техносфера, 2007. — С. 369—425.
- [3] Иванов Г.Г., Сула А.С. Дисперсионное ЭКГ-картирование: теоретические основы и клиническая практика. — М.: Техносфера, 2009.
- [4] Баевский Р.М., Чернышов М.К. Некоторые аспекты системного подхода к анализу временной организации функции в живом организме // Теоретические и прикладные аспекты временной организации биосистем. — М.: Наука, 1976. — С. 174—186.
- [5] Аносов О.Л., Хасанов И.Ш., Хензель Б. и др. Метод мониторинга изменений паттерна возбуждения в миокарде *in vivo* // Вестник аритмологии. — 2007. — 48. — С. 28—34.
- [6] Хочачка П., Семеро Дж. Биохимическая адаптация / Пер. с англ. — М.: Мир, 1988.

REFERENCES

- [1] Sula A.S. et al. Complex for rapid diagnosis of heart diseases. RF Patent № 55266, 2006.
- [2] Sula A.S., Ryabykina G.V., Grishin V.G. ECG dispersion mapping. Biophysical basis of the method of dispersion mapping // New methods of ECG / Ed. S.V. Grachev, G.G. Ivanov, A.L. Syrkin. — M.: Technosphere, 2007. — P. 369—425.
- [3] Ivanov G.G., Sula A.S. ECG dispersion mapping: theoretical basis and clinical practice. — M.: Technosphere, 2009.

- [4] *Baevsky R.M., Chernyshov M.K.* Some aspects of a systematic approach to the analysis of the temporal organization of functions in a living organism // Theoretical and applied aspects of the temporal organization of biological systems. — M.: Nauka, 1976. — P. 174—186.
- [5] *Anosov O.L., Hasanov I.S., Hensel B.* et al. Monitoring method of changes in the excitation pattern in myocardium in vivo // Bulletin of arrhythmology. — 2007. — N 48. — P. 28—34.
- [6] *Hochachka P., Semero J.* Biochemical adaptation / Transl. from English. — M.: Mir, 1988.

DAYLY PROFILE MICROALTERNATIONS OF ECG-SIGNALS ACCORDING TO DISPERSION MAPPING

G.G. Ivanov

Department of cardiology

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
Trubetskaya str., 8, bld. 2, Moscow, Russia, 119991

Russian Federation State Research Center "Institute of Biomedical Problems
of the Russian Academy of Sciences"
Horoshovskoe highway 76 A, Moscow, Russia, 123007

Medical faculty, People's Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198

E.Yu. Bersenev

Russian Federation State Research Center "Institute of Biomedical Problems
of the Russian Academy of Sciences"
Horoshovskoe highway, 76 A, Moscow, Russia, 123007

**V.E. Dvornikov, A.H. Asaraksh, N.A. Chujko,
L.A. Eihenvald, A.A. Pecherskikh**

Medical faculty

People's Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198

H. Halabi

Hospital Medical 2000

Beirut PO Box 11-0237, Beirut, Lebanon 11072020

Medical faculty

People's Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 8, Moscow, Russia, 117198

This report presents preliminary results of the analysis of the circadian monitoring factors of dispersion mapping (DM). Analyzed daily ECG monitoring in healthy individuals in a free life activity (I group), the data obtained during the research program "Mars-500" in 6 healthy men (2 group), in patients with hypertension (3 group) and IHD with episode of ventricular arrhythmia I-II class on Launu (4 group). For analysis areas by duration in 15—20 minutes from each hour «were cut". Study of the circadian factors of ECG-signal microalternations is a new diagnostic approach to the analysis of electrophysiological status and diagnostic test of the revealing of the myocardium lesions. DM method can be used to obtain new data on electrophysiological features of the myocardium during the day and the diagnosis of myocardium electrical heterogeneity.

Key words: ECG dispersive mapping, early diagnosis of myocardium disease, microalternations of ECG signal.