

Нарушения электрофизиологических свойств миокарда у больных артериальной гипертонией по данным комплекса новых методов ЭКГ-диагностики (магнитокардиография и дисперсионное картирование)

Г.Г.Иванов, С.Ю.Кузнецова, М.А.Примин, И.В.Недайвода, Ю.В.Масленников, Г.Халаби

Г.Г.Иванов- заведующий отделом кардиологии Первого МГМУ им. И.М.Сеченова, ведущий научный сотрудник ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН, ivgen2004@mail.ru

С.Ю.Кузнецова - аспирант.кафедры госпитальной терапии РУДН

М.А.Примин - ведущий научный сотрудник, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины.

И.В.Невойда - научный сотрудник, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины.

Ю.В.Масленников – старший научный сотрудник, Институт радиотехники и радиоэлектроники им. В.А.Котельникова РАН.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: магнитокардиография, дисперсионное картирование, артериальная гипертония, диагностика электрофизиологического ремоделирования

Целью исследования явилась оценка возможностей методов дисперсионного картирования (ДК) и магнитокардиографии (МКГ) в диагностике гипертрофии левого желудочка и электрофизиологического ремоделирования у больных артериальной гипертонией. Показано, что метод ДК по своей чувствительности и специфичности превосходит таковые ЭКГ-12, но уступает МКГ. Так, для показателей микроальтернаций и TWA чувствительность составила 54% и 56%, специфичность 71% и 77% соответственно. Разработанное программное обеспечение позволяет оценивать ряд параметров МКГ, разделяющих группу больных артериальной гипертонией и здоровых с чувствительностью 86% и специфичностью 98%;

ВВЕДЕНИЕ

Развитие гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) у пациентов артериальной гипертонией АГ имеет существенное клиническое и прогностическое значение. ГЛЖ является независимым предиктором сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности, как в общей популяции, так и среди пациентов с АГ вне зависимости от других факторов риска [1]. Выявление ГЛЖ, наряду с другими признаками поражения органов мишеней, существенным образом влияет на клинические решения и может служить основой для инициации гипотензивной терапии у пациентов с “мягкой” АГ [2]. Поэтому своевременное выявление ГЛЖ имеет не только диагностическое, но и важное прогностическое значение.

ЭхоКГ рассматривается в качестве “золотого стандарта” диагностики ГЛЖ, поскольку позволяет количественно определить не только массу миокарда левого желудочка (ММЛЖ), но и тип гипертензивного ремоделирования (ГРЛЖ), а также систолическую и диастолическую функцию левого желудочка. Вместе с тем ЭхоКГ имеет ряд ограничений - зависимость результатов исследования от квалификации оператора, достаточно высокую вариабельность результатов измерений и невозможность корректного определения ММЛЖ в связи с неоптимальным качеством визуализации примерно у 20-30 % пациентов.

С применением эхокардиографии стали очевидны ограничения ЭКГ-12 в распознавании синдрома ГЛЖ. Чувствительность этих двух методов существенно отличается, так например, чувствительность ЭКГ в зависимости от стадии ГЛЖ составляет 15-57%, в то время как чувствительность ЭхоКГ равна 57-98% [3, 4]. Выявляемость ГЛЖ, по данным ЭКГ, среди больных АГ I-II степени, составляет всего 3-

8%, в то время как по данным ЭхоКГ - 12-30%. ЭхоКГ в 5-10 раз более чувствительный, чем ЭКГ, метод диагностики ГЛЖ. В настоящее время ЭхоКГ при диагностике ГЛЖ является наиболее оптимальными среди других диагностических методов.

Однако в настоящее время возможности оценки нарушений электрофизиологических свойств миокарда в повседневной клинической практике по-прежнему ограничены. В этой связи обращают на себя внимание данные о возможности использования отдельных показателей дисперсионного картирования и магнитокардиографии у больных АГ для выявления электрофизиологического ремоделирования миокарда [5, 6].

Магнитокардиография (МКГ) — метод исследования сердечной деятельности, основанный на регистрации изменений во времени магнитной составляющей электродвижущей силы сердца. На настоящий момент имеются единичные публикации по вопросу диагностики ГЛЖ с помощью методов дисперсионного картирования (ДК) и МКГ. Причем МКГ обладает достаточно высокой разрешающей диагностической способностью в выявлении ГЛЖ. Так, предложенные еще в 1984 году критерии [7] доказали преимущество этого метода по сравнению с ЭКГ в специфичности (97.5% и 88.9%). При этом МКГ уступала ЭКГ-12 в чувствительности (44.3% и 48.6%) [8, 9]. Одним из преимуществ МКГ является чрезвычайная чувствительность и меньшая (по сравнению с ЭКГ-12) зависимость регистрируемых параметров магнитного поля от влияния многослойной анизотропной проводящей среды (грудной клетки). Кроме того, МКГ чувствительна к вихревым потокам магнитного поля (круговым токам), которые вообще не регистрируются на ЭКГ-12.

Несмотря на уже достаточно длительное исследование метода, масштабные многоцентровые исследования с использованием МКГ до сих пор организованы не были. Однако, как указано в обзоре по магнитокардиографии R. Fenici и соавторов [10], проведено уже несколько десятков исследований возможностей магнитокардиографии в диагностике ишемической болезни сердца. По данным авторов этого обзора, средняя точность МКГ покоя в диагностике ишемии миокарда составляла примерно 75%.

Целью исследования явилась оценка диагностических возможностей методов дисперсионного картирования и магнитокардиографии в выявлении гипертрофии левого желудочка и электрофизиологического ремоделирования у больных с артериальной гипертонией

Материалы и методы.

В исследование было включено 162 человека (99 женщин и 63 мужчин) в возрасте от 30 до 65 лет (средний возраст 47+/-5,8 лет). Из них 89 пациентов с АГ (49/40) и 73 здоровых участника (М/Ж – 50/23), у которых отсутствовали в анамнезе указания на какие-либо перенесенные заболевания, они не предъявляли жалоб, и по результатам клинического и лабораторно-инструментального обследования у них не было каких-либо значимых отклонений от нормы. Наличие артериальной гипертонии верифицировалось на основании повторных измерений АД в условиях стационара, анамнестических указаний на наличие повышения АД, суточного мониторирования АД, биохимического анализа крови, осмотра окулиста.

Критериями исключения из исследования были: блокады ножек пучка Гиса, кризовое течение АГ, постоянный прием антиаритмиков (III класса), хронический обструктивный бронхит, неадекватная визуализация по ЭХОКГ, документированный анамнез инфаркта миокарда, наличие патологических зубцов Q на ЭКГ-12, нарушения локальной кинетики левого желудочка, дилатационная кардиомиопатия, клапанные пороки сердца, гипертрофия и/или дилатация правого желудочка, постоянная форма

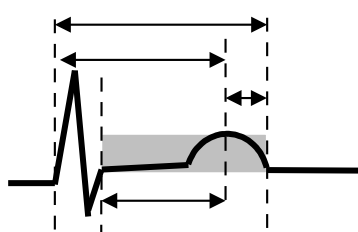
мерцательной аритмии. В исследование не включались больные: с выраженной сердечной недостаточностью (III-IV ФК по классификации NYHA), тяжелой артериальной гипертонией, почечной и печеночной недостаточностью, сахарным диабетом, больные с пороками сердца и ДКМП, а также больные с онкологическими заболеваниями.

Таблица 1. Инструментальные методы исследования

Методы	Название аппаратуры
Магнитокардиография	«МАГ-СКАН» (НПО КРИОТОН, РФ)
ЭКГ покоя	Cardiomax FX 326U “Fukuda Denshi” Япония
3. Дисперсионное картирование ЭКГ	Выносной блок для регистрации ЭКГ- сигнала «KARDI-2» и пакет прикладных программ «КардиоВизор-06СИ», МИЭТ, Россия
4. Эхо-КГ	“Toshiba aplio XG”, Япония
5. СМАД	«SCHILLER BR – 102 plus»
6. Холтеровское мониторир.	«SHILLER MT – 101»

ЭКГ регистрировалась на аппарате «SCHILLER BR – 102 plus» со скоростью 25-50 мм/с и усилением 1-2 мВ/см. Измерения ЭКГ-параметров проводили визуально не менее чем в трех кардиоциклах, с последующим расчетом средних значений. Используемые методы и измерения и расчета реполяризационных показателей ЭКГ-12 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 2. Измерение временных, амплитудных и вольтажно-временных реполяризационных показателей



Показатель	Способ измерения
QT _{end} -интервал, мс	От начала QRS до окончания Т-волны
QT _{арех} -интервал, мс	От начала QRS до вершины Т-волны
JT _{end} -интервал, мс	От точки J до окончания Т-волны
JT _{арех} -интервал, мс	От точки J до окончания Т-волны
T _{арех-end} -интервал, мс	От вершины до окончания Т-волны
Амплитуда Т-зубца (T _{амп.}), мВ	От изолинии Т-Р до вершины Т
Вольтажно-временное произв. Т-зубца (ВВП Т), мВ×мс	ВВП Т = T _{амп} (мВ) × JT _{end} (мс)

Окончание Т-волны (T_{end}) определялось в точке, где нисходящее колено Т-волны выходит на изолинию Т-Р. Вольтажно-временное произведение Т-зубца (ВВП Т) (табл 2) рассчитывалось как произведение длительности JT_{end}-интервала и амплитуды зубца Т. Нормализованные значения (Adj Disp) для дисперсии QT_{end}-, QT-, JT- или T_{арех}-T_{end} интервалов (рассчитывались по формуле “Disp/√n”, где n – количество отведений. По ЭКГ-12 измерялись амплитуды зубцов S и R в соответствующих отведениях для расчета критериев Соколова-Лайона (S_{v1}+R_{v5-6}>3,5 мВ) и Корнелла (S_{v3}+R_{AVL}>2,8 мВ для мужчин и >2.0 мВ для женщин)

Вычислялся интегральный показатель «Миокард» в %, где значение <15% соответствует отсутствию каких-либо значимых отклонений, 15-21% - пограничное состояние и >21% - значимые электрофизиологические отклонения. Кроме того определялся показатель альтернации Т зубца: $t_{\text{начало}}$, $t_{\text{максимум}}$, $t_{\text{окончание}}$

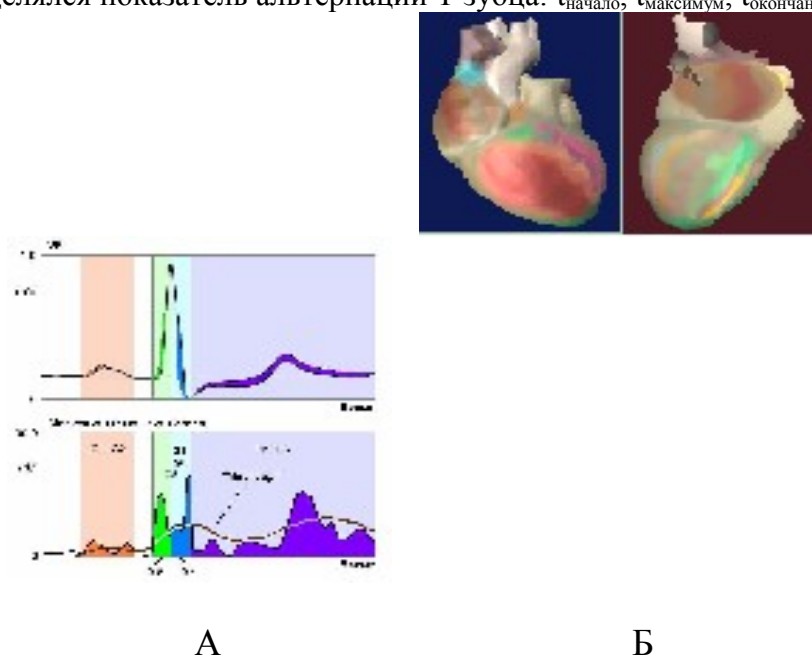


Рис. 1. А - схема анализа амплитудно-временных характеристик ЭКГ-12. Б – представление полученных результатов на квазиэпикарде

Основные принципы регистрации и анализа магнитокардиограммы (МКГ).

Суть этой технологии (МКГ) заключается в неинвазивном и бесконтактном измерении магнитного поля сердца в заданных точках пространства над грудной клеткой пациента с помощью высокочувствительной магнитометрической аппаратуры.

С использованием МКГ исследовали процессы деполяризации и реполяризации **желудочковой системы сердца**. Для этого анализировались последовательности карт распределения магнитного поля (МП) и соответствующие им последовательности карт распределения вектора плотности тока (полученные в ходе решения обратной задачи) на QRS и ST-T интервалах кардиокомплекса. Для оценки гомогенности процесса реполяризации желудочков в каждый момент времени ST-T интервала усредненного кардиоцикла в плоскости измерений определялась величина интенсивности градиентов магнитного поля сердца человека в заданных точках отрезка прямой, соединяющей точки положительного и отрицательного экстремумов МП (так называемый «пространственно-временной спектр»), а также изменение направлений вектора плотности тока в плоскости XY и топология его двумерного распределения. В качестве инструмента в исследованиях использовались отечественные диагностические комплексы анализа магнитокардиосигналов серии «МАГ-СКАН».

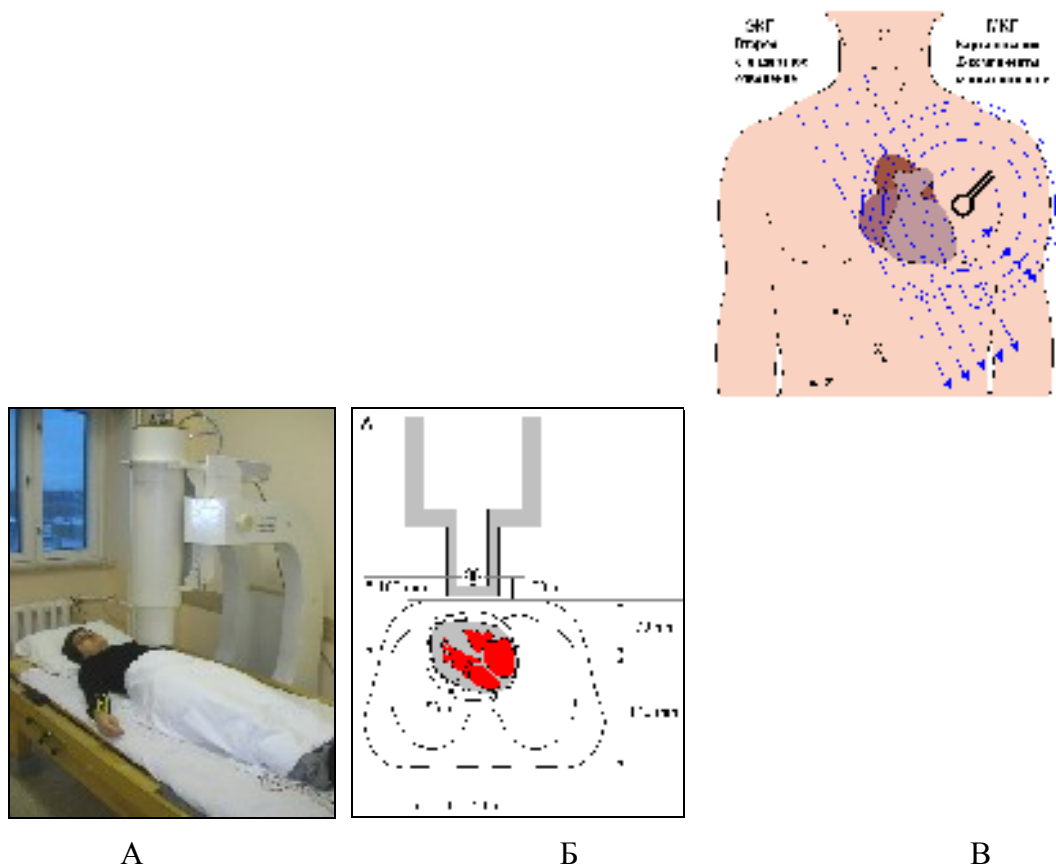


Рис 2 . А) Криостат Б) Принципиальная схема работы магнитокардиографа Б, В - область регистрации пространственного распределения магнитного поля сердца тангенциально ЭКГ-сигналу

МКГ-комплексы серии «МАГ-СКАН» работают в обычных клинических условиях без дополнительной магнитной экранировки. Диагностический комплекс «МАГ-СКАН-09» содержит 9 каналов регистрации магнитокардиосигналов (МКС) и 3 референтных, которые используются в системе электронного подавления помех. Девять измерительных каналов размещены в узлах квадратной сетки (3×3) с шагом 40 мм между центрами приемных градиометров. Каждое из четырех 9-канальных измерений занимает около минуты для накопления 30-60 кардиоциклов, т.е. полное время регистрации МКГ – около 5 минут. Пациента перемещают из одной позиции в другую на подвижном столе под неподвижным криостатом с измерительными зондами.

Усреднение (накопление) PQRSТ магнитокардиоциклов предполагает их синхронизацию относительно некоторого опорного момента времени в каждом повторяющемся QRS комплексе. Так как МКГ и ЭКГ обусловлены одними и теми же электрофизиологическими источниками, то опорные моменты времени и границы кардиоциклов можно выбрать, имея запись второго стандартного отведения ЭКГ. В целом очевидно совпадение основных характеристик ЭКГ и МКГ-сигналов (рис. 3).

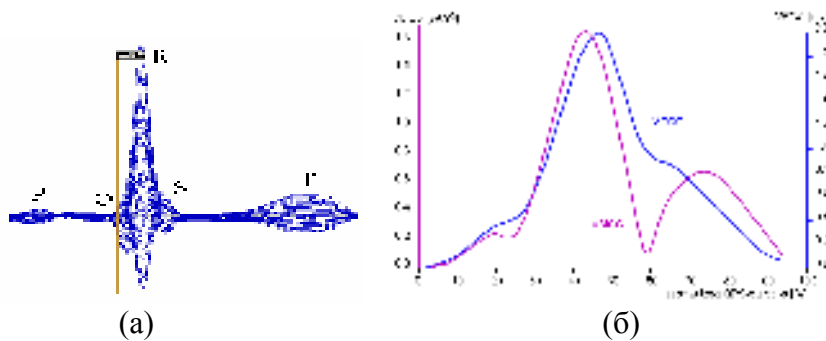


Рис.3 (а) результат МКГ при усреднении, (б) различия ЭКГ и МКГ на протяжении комплекса QRS при усреднении у 17 здоровых лиц

Пространственно-временной анализ МКГ сигнала и его источников включает программы: исследования усредненных кардиоциклов, гомогенности процесса реполяризации желудочковой системы сердца, решения обратной задачи магнитостатики для дипольной модели источника кардиомагнитного сигнала, решения обратной задачи магнитостатики для источника поля в виде плоской системы токов, распределенной в плоскости (или N плоскостях), параллельной плоскости измерений.

Табл. 3 Выделенные наиболее информативные параметры МКГ для диагностики АГ при проведении МКГ

<p>1. Показатель направления токов (ПНТ) ST-T Анализируется карта распределения магнитного поля для определения направления вектора плотности тока на сегменте ST-T</p>	
<p>1. Параметр «энтропия» (ПЭ) QRS ПЭ характеризует степень отличия пространственного распределения векторов плотности токов на интервале QRS в «норме» и у пациента</p>	
<p>2. Показатель синхронности и корреляций (ПСК) ST-T ПСК характеризует синхронность и корреляцию МКГ во всех 36 точках плоскости измерений МКГ на ST-T интервале</p>	
<p>4. Показатель средней variability магнитного поля (ПСВМП) ST-T На сегменте ST-T ПСВМП характеризует гомогенность амплитуды процесса реполяризации желудочков.</p>	

Обработка данных проводилась на персональном компьютере Toshiba Sattelit A50 с помощью пакета статистических программ Microsoft Excel, Statistica 6.0 for Windows. Результаты исследования представлены средние арифметические значения « \pm » стандартные отклонения ($M \pm \sigma$). Для определения значимости различий между данными исследования, полученными в разных группах больных использован t-критерий

Стьюдента для связанных и несвязанных выборок. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Полученные результаты

По результатам эхокардиографического определения индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) среди обследованных были выделены больные мужчины с нормальным ИММЛЖ ($n=34$) и с повышенным ИММЛЖ ($n=15$); а также женщины с нормальным ИММЛЖ ($n=9$) и с повышенным ИММЛЖ ($n=31$).

Результаты анализа показателей дисперсии интервала QT (QTd) для оценки асинхронности процесса реполяризации у больных с АГ представлены в таблице 4. Видны достоверно более высокие показатели дисперсии QT у больных с АГ по сравнению с контрольной группой, что свидетельствует о более выраженной негомогенности реполяризации у больных в этой группе (табл. 4)

Табл. 4. Вольтажно-временные показатели гетерогенности желудочковой реполяризации

Характеристики	Женщины (n=40.)		Мужчины (n=49.)	
	ГЛЖ- (n=9)	ГЛЖ+ (n=31)	ГЛЖ- (n=15)	ГЛЖ+ (n=34)
Вольтажно-временные произведения зубца Т				
Дисп. ВВП-12, мВ×мс	213 ±80	236 ±130	317 ±89	321 ±97
СКО ВВП-12, мВ×мс	65 ±23	76 ±44	97 ±28	103 ±32
Дисп. ВВП-6, мВ×мс	157 ±62	163 ±93	213 ±71	268 ±94#
СКО ВВП-6, мВ×мс	60 ±24	66 ±41	83 ±28	109 ±41*

Данные представлены в формате $M \pm SD$. Достоверность различий между группами ГЛЖ- и ГЛЖ+ * $p < 0.1$ ^ $p < 0.05$ # $p < 0.01$

Показатели гипертензивного ремоделирования левого желудочка (ГРЛЖ) в группе пациенток с ГЛЖ были увеличены в сравнении с группой без ГЛЖ, но различия достигали статистической достоверности только для показателей Дисп. QT_{end-} , СКО QT_{end-} и СКО JT_{end-} интервалов и пограничной достоверности для показателя Дисп. JT_{end-} интервалов.

У мужчин все временные показатели ГРЛЖ в группе пациентов с ГЛЖ были достоверно увеличены в сравнении с группой без ГЛЖ. Амплитудные и ВВПТ для ЭКГ-12 и отведений V_1-V_6 были увеличены у пациентов с ГЛЖ, однако межгрупповые различия были достоверными только при анализе этих показателей для отведений V_1-V_6 . Вероятно гипертрофия левого желудочка, которая увеличивает продолжительность потенциала действия, создает гетерогенность рефрактерности и реполяризации миокарда, так называемую дисперсию, которая является важным механизмом возникновения желудочковых тахикардий типа re-entry.

Средние значения ИММ в группах больных с АГ приведены в таблице 5. Считается, что граница нормы/патологии лежит в районе показателя индекса «Миокард» 15%, а показателем наличия выраженной патологии указывают 25%. В нашем исследовании (табл. 5.) доля лиц с «патологическим» значением данного индекса ожидаемо была максимальной в группе с ГЛЖ (+) и гипертонической болезнью (50%).

Таблица 5. Средние значения ИММ («МИОКАРД») в группах больных с АГ

Группы	Миокард	TWA
АГ с ГЛЖ (-) n=7	15,5±2,1	10,7±0,5
АГ с ГЛЖ (+) (n=24)	24,5±2,2*	15,0±0,7 *

Примечание: *- достоверность различий с контрольной группой (P<0,05).

В таблице обращает на себя внимание более высокие значения индекса в группе с ГЛЖ (+) (24,5±2,2%).

В ходе проведения **МКГ-обследований** обеих групп испытуемых программный комплекс, на основе принятых гипотез, автоматически рассчитывал более 100 параметров, характеризующих зарегистрированные распределения магнитного поля сердца пациентов и восстановленные, после решения обратной задачи, распределения векторов плотности тока в миокарде. На следующем этапе выполнен анализ информационной значимости найденных числовых параметров с помощью методов мультивариантной статистики (использован метод линейного дискриминантного анализа) и сформировано **решающее правило** для классификации исследуемых групп пациентов (табл.6)

Таблица 6. Средние значения анализируемых показателей МКГ (в отн. ед.) в обследованных группах

Параметры	Группы		Статистическая значимость (p-value)
	Группа нормы	Группа АГ с ГЛЖ (n=24)	
ПНТ	6.442 ± 6.748	30.545 ± 19.858	1.8 × 10-10
ПЭ	0.348 ± 0.185	0.270 ± 0.173	4.9 × 10-5
ПСК	0.307 ± 0.235	0.071 ± 0.129	3.3 × 10-5
ПСВМП	0.832 ± 0.687	2.146 ± 1.597	2.3 × 10-3
Результаты автоматической классификации групп	TP = 19	Sensitivity Se TP\ (TP+FN)	86.36 %
	FN = 3	Positive Predictivity +P TP\ (TP+FP)	95.00 %
	TN = 51	Specifity Sp TN\ (TN+FP)	98.07 %
	FP = 1	False Positive Rate FPR FP\ (TN+FP)	1.93 %
		Negative Predictivity -P TN\ (TN+FN)	94.44 %

Используя построение ROC-кривых, выявлены пороговые значения показателей с наибольшей чувствительностью и специфичностью в отношении диагностической ценности во всех представленных характеристиках МКГ.

Показатели диагностической ценности по данным исследованных показателей МКГ, ДК и ЭКГ-12 в группе с гипертрофией левого желудочка у больных АГ представлены в таблице 7.

Таблица 7. Показатели диагностической ценности по данным МКГ, ДК и ЭКГ-12 в группе с АГ и ГЛЖ

Параметры и Метод	Sensitivity Se TP\ (TP+FN)	Specifity Sp TN\ (TN+FP)	P
Показатели магнитокардиограммы			
Показатель направления токов (ПНТ < 15,0)	72	90	0,001
Показатель «энтропии», (ПЭ > 0,3)	90	56	0,002

Показатель синхронности и корреляций МКГ (ПСК >0,15)	56	87	0,02
Показатель средней вариабельности магнитного поля (ПСВМП < 2,0)	76	87	0,02
ПНТ + ПЭ + ПСК + ПСВМП	86	98	0,002
Показатели ЭКГ-12			
Критерий Соколова-Лайона	36	92	0,02
Критерий Корнелла	29	100	0,01
Disp JTend-T –интеграл ≥ 300 мс×мВ	42	95	0,02
Adj Disp JTend-T -интеграл ≥ 120 мс×мВ	45	91	0,01
Показатели дисперсионного картирования			
ИММ, %	54	71	0,01
TWA, мкВ	79	57	0,01
G1-2, отн ед.	56	30	0,02

Анализ полученных в ходе исследования данных показал, что методы магнитокардиографии и дисперсионного картирования можно использовать для диагностики гипертрофии левого желудочка и нарушений электрофизиологических свойств миокарда. В качестве критериев гипертрофии левого желудочка для метода магнитокардиографии можно использовать показатели: а) характеризующие направление токов процесса реполяризации желудочков (ПНТ < 15,0); б) топологии распределения векторов в комплексе QRS (параметр «энтропия» - ПЭ > 0,3); в) синхронности и корреляций магнитокардиограмм в 36 точках измерений в прекордиальной плоскости оцененных в ST-T интервале (ПСК > 0,15); г) средней вариабельности величин магнитного поля за период реполяризации желудочков (чувствительность 75%, 88%, 88%, 71% и специфичность 90%, 56%, 87%, 87%. соответственно) (СВП < 2,0). Интегральное использование данных четырех показателей разграничивает группы здоровых и больных артериальной гипертонией с чувствительностью 86% и специфичностью 95%;

Критерии гипертрофии левого желудочка, основанные на индексах дисперсии интегральных реполяризационных показателей (Disp JTend-T-интеграл > 300 мс×мВ и Adj Disp JTend-T-интеграл ≥ 120 мс×мВ), по своим диагностическим характеристикам не уступают критериям Соколова-Лайона (чувствительность 48% и специфичность 91%) и превосходят критерий Корнелла в чувствительности (29%). В группе пациентов с ГЛЖ (по данным ЭхоКГ) на фоне АГ значения индекса микроальтернаций «миокард» и показателя «ритм» составили $18,2 \pm 0,96$ и $43,5 \pm 7,3$, что достоверно выше таковых в группе контроля («Миокард» - $12,9 \pm 0,6$ %, «Ритм» - $24,3 \pm 1,8$).

Метод дисперсионного картирования по своей чувствительности и специфичности превосходит таковые ЭКГ-12, но уступает методу магнитокардиографии. Так, для показателей: индекс микроальтернации миокарда и альтернации Т зубца чувствительность составила 50% и 56% и специфичность 71% и 71% соответственно. При сравнении диагностических характеристик критериев гипертрофии левого желудочка для магнитокардиографии и реполяризационных показателей ЭКГ-12, можно заключить, что предложенные критерии превосходят известные критерии для стандартной ЭКГ. Разработанное программное обеспечение позволяет оценивать ряд параметров магнитокардиограммы, разделяющих группу АГ и здоровых, с чувствительностью 86% и специфичностью 98%;

Практическое значение выявленных изменений состоит в том, что наряду с другими изменениями миокарда (как например показателей ЭхоКГ), их следует рассматривать как маркеры поражения органа-мишени при артериальной гипертензии. Следовательно, представляется возможным использовать данные ДК для стратификации риска сердечно-сосудистых осложнений при АГ.

Обсуждение

В настоящем исследовании была предпринята попытка оценить возможности метода МКГ и ДК в выявлении ГЛЖ и, по возможности, разработать критерии диагностики ГЛЖ. В качестве золотого стандарта использовался метод ЭхоКГ, а в качестве референсных методов – различные критерии диагностики ГЛЖ для стандартной ЭКГ-12, ДК и МКГ.

Выявление ГЛЖ с помощью методов электрокардиографии и эхокардиографии основано на разных принципах и характеризует миокард в разных аспектах. За стандарт в настоящее время принят метод ЭхоКГ. Он позволяет визуально оценить и посредством специальных формул рассчитать массу миокарда левого желудочка на любой стадии гипертрофического процесса. Электрокардиография основана на регистрации биопотенциалов сердца, как источника кардиоэлектрического поля. Стандартная электрокардиография способна, оценить процесс развития гипертрофии миокарда качественно, и дает лишь ориентировочное представление о массе левого желудочка [11], позволяя диагностировать ГЛЖ по трем основным градациям: отсутствие ГЛЖ, умеренная ГЛЖ, выраженная ГЛЖ. При этом нужно отметить, что применяемые во врачебной практике признаки и алгоритмы для определения синдрома ГЛЖ являются эмпирико-морфологическими, что, несомненно, отражается на диагностических возможностях метода ЭКГ, которые, в целом, ниже, чем у ЭхоКГ. Широко распространенные амплитудные ЭКГ-критерии ГЛЖ обладают низкой чувствительностью при достаточно высокой специфичности. Другие, более сложные критерии, включающие в себя продолжительность комплекса QRS, изменения зубца P, изменения фазы реполяризации и демографические показатели лишь незначительно улучшают диагностические показатели в выявлении ГЛЖ [12, 13]. Известно, при увеличении массы левого желудочка происходит увеличение вольтажа и продолжительности комплекса QRS [78, 79], высокочастотной составляющей комплекса QRS на стандартной ЭКГ и векторкардиографии [14, 15].

Увеличение вольтажа комплекса QRS обладает в диагностике ГЛЖ высокой специфичностью, однако, чувствительность амплитудных критериев довольно низка. Имеются данные о том, что продолжительность комплекса QRS может быть использована для диагностики ГЛЖ. Несмотря на это, механизм увеличения продолжительности комплекса QRS при ГЛЖ до конца не установлен, это может происходить за счет того, что требуется больше времени для активации миокарда на увеличенном расстоянии от проводящих путей, снижения скорости проведения электрического импульса по гипертрофированному миокарду или за счет изменений в последовательности активации и относительной проводимости фиброзных внутриклеточных и внеклеточных пространств. Однако, продолжительность комплекса QRS также обладает низкой чувствительностью при достаточно высоком уровне специфичности в диагностике ГЛЖ [16].

Магнитокардиография имеет несомненные широко известные теоретические предпосылки диагностики поражения миокарда у трудных для диагностики больных с неинформативными результатами рутинных тестов. Однако, в области диагностики

наиболее распространенных заболеваний сердца, особенно ИБС, где в настоящее время имеется множество альтернативных методов, роль МКГ до сих пор интенсивно обсуждается. Потенциал этого метода еще далеко не исчерпан. Необходимы дальнейшие усовершенствования как технических, так и клинических аспектов технологии, особенно когда речь идет о МКГ в неэкранированном помещении. При условии реализации этих усовершенствований данный метод имеет все шансы стать широко востребованной в клинике методикой.

Безусловно, чтобы получить более достоверные результаты и исключить влияние малой выборки необходимо для подобных исследований использовать большие выборки. Это важно для оценки различий в параметрах МКГ и ДК для женщин и мужчин, т.к. в настоящий момент не возникает сомнений важности половых различий при диагностике ГЛЖ, а также различных типов ремоделирования миокарда левого желудочка. Для этого необходимо дальнейшее более углубленное изучение возможностей методов ДК и МКГ.

Infringements of electrophysiological properties of myocardium at patients with an arterial hypertension according to complex of new methods of ECG-diagnostics (magnetocardiography and dispersive mapping)

G.G. IVANOV, S.YU. KUZNETSOVA, M.A.PRIMIN, I.V.NEVOIDA. YU.V.MASLENNICOV, Gh.HALABI

The purpose of research was the estimation of opportunities of methods dispersive mapping and magnetocardiography (MCG) in diagnostics of a hypertrophy left ventricular and electrophysiological remodeling at patients with an arterial hypertension. It is shown, that the method of a recreation center on the sensitivity and specificity surpasses those ECG-12, but concedes MCG. So, for parameters IMM and TWA sensitivity of 54 % and 56 %, specificity of 71 % and 77 %. The developed software allows to estimate a number of parameters of the MCG dividing group with arterial hypertension and healthy with sensitivity 86 and specificity of 98 %.

Key words: *dispersive mapping, magnetocardiography, arterial hypertension, diagnostics of electrophysiological remodeling*

Список литературы

1. Дубов П.В., Фофанова Т.В., Остроумов Е.Н., Юренев А.П. Миокардиальный резерв перфузии и гипертрофия миокарда у больных гипертонической болезнью и немой ишемией миокарда. // Кардиология. – 1995. - № 6. – С. 126.
2. Sixth report of The Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. NIH Publication, 1997; 98:4080/
3. Devereux R.B. Is ECG still useful for detection of the left ventricular hypertrophy? // Circulation. – 1990. – V. 81. – P. 1144-1146.
4. Devereux R.B., Casale P.N., Hammond I.W. Echocardiographic detection of pressure-overload left ventricular hypertrophy: Effect of criteria and patient population. // J. Clin. Hypertens. – 1987. – V. 3. – P. 66-78.
5. Иванов Г.Г., Дворников В.Е., Стрельникова Ю.Н., Зенова Н.А., Эльгаили А., Ахмед М. Показатели микроальтернаций ЭКГ у больных с сердечно-сосудистой патологией при проведении тензорной пробы // Функциональная диагностика 2009, №2, с.13-21
6. Иванов Г.Г., Сула А.С. Длительный мониторинг амплитуды микроальтернаций ЭКГ у больных с ишемической болезнью сердца по данным дисперсионного картирования // Функциональная диагностика 2009 - №4 с.37-45.

7. *Fujino K., Sumi M., Saito K. et al.* Magnetocardiograms of patients with left ventricular overloading recorded with a second derivative SQUID gradiometer. *J Electrocardiol* 1984;7:219 — 221.
8. *Шабалин А.В., Никитин Ю.П., Гольшиев Н.В., Моторин С.В.* Использование магнитокардиографического метода в кардиологии (новые методические подходы) // *Российский кардиологический журнал*, 2000. № 3.- С.32-45.
9. *Кузнецова С.Ю., Ещерекова Е.Б., Дворников В.Е., Александрова М.Р., Иванов Г.Г.* Дисперсионное картирование в донозологической диагностике. // *Вестник РУДН* 2011, №1 с.159-161.
10. *Fenici R., Brisinda D., Maloni A.* Clinical application of magnetocardiography // *Expert Rev. Mol. Diagn.* – 2005. – Vol. 5. – P. 291-313.
11. *Юреньев А.П., Геращенко Ю.С., Дубов П.Б.* О прогнозе течения заболевания у больных гипертонической болезнью с коронарной недостаточностью. // *Тер. архив.* – 1994. - № 4. – С. 9-11.
12. *Casale P.N., Devereux R.B., Klogfield P. et al.* Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy: development and prospective validation of improved criteria. // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1985. – V. 6. – P. 572-580.
13. *Casale P.N., Devereux R.B., Alonso D.R. et al.* Improved sex-specific criteria of left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms: validation with autopsy findings. // *Circulation.* - 1987. - Vol. 75. - P. 565-572.
14. *Flowers N.C., Horan L.G.* Diagnostic import of QRS notching in high-frequency electrocardiograms of living subjects with heart disease. // *Circulation.* – 1971. – V. 44(4). – P. 605-611.
15. *Flowers N.C., Horan L.G., Thomas J.R., Tolleson W.J.* The anatomic basis for high-frequency components in the electrocardiogram. // *Circulation.* – 1969.- V. 39(4). – P. 531-9.
16. *Molloy T.J., Okin P.M., Devereux R.B., Kligfield P.* Electrocardiographic detection of left ventricular hypertrophy by the simple QRS Voltage-Duration product. // *JACC* 1992. – V. 5. – P. 1180-1186.