

63, 14 line street, Rostov-on-Don, Russia.
Phone: +78632519633.

Maschenko Natalia Mihailovna
E-mail: nataros@rambler.ru.

Zinkovich Sergey Anatolievich
E-mail: rnioi@list.ru.

Garkavi Lubov Haimovna
E-mail: nataros@rambler.ru.

Shepelev Igor Evgenievich
Research Institute of Neurocybernetics Southern Federal University.
E-mail: shepelev@krinc.ru.
194/1, pr. Stachki, Rostov-na-Donu, 344090, Russia.
Phone: +78632433088.

УДК 616.054.4:616

В.П. Омельченко, А.А. Демидова, К.С. Караханян

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ
СИСТЕМЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ**

Изменения variability ритма сердца наряду с электрической нестабильностью кардиомиоцитов являются признаками диабетического сердца при артериальной гипертензии и нарушениях углеводного обмена.

Артериальная гипертензия; диабетическое сердце; variability сердечного ритма.

V.P. Omel'chenko, A.A. Demidova, K.S. Karahanjan

**APPLICATION OF METHODS OF NONLINEAR DYNAMICS
FOR AN ESTIMATION OF A FUNCTIONAL CONDITION OF
CARDIOVASCULAR SYSTEM AT VARIOUS FUNCTIONAL ASSAYS**

Infringements of variability of an intimate rhythm in a combination to attributes of electric instability of a myocardium are one of factors of diabetic heart.

Arterial hypertension; diabetic heart; variability of an intimate rhythm.

Отклонения, возникающие в регулирующих системах сердца, как правило, предшествуют гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и, следовательно, являются наиболее ранними прогностическими признаками неблагоприятного исхода. Сердечный ритм служит индикатором этих отклонений, а потому исследование variability сердечного ритма (ВСР) у больных с такой сложной патологией, как артериальная гипертензия (АГ) на фоне нарушений углеводного обмена, имеет важное прогностическое и диагностическое значение. Одним из осложнений сахарного диабета (СД) является автономная кардиальная нейропатия (АКН), которая значительно повышает риск развития коронарного атеросклероза, инфаркта миокарда и внезапной смерти больных [1]. Развитие диабетической кардиомиопатии и нейропатии опосредовано прямым воздействием метаболических нарушений на нервную ткань, усилением неферментного глико-

зилирования белков клеток проводящей системы сердца [2]. Это объясняет несомненную актуальность поиска новых методов ранней диагностики АЖН у больных АГ и СД, среди которых ведущее место занимает исследование ВСП.

Целью нашей работы явилось выявление особенностей нарушения вегетативной регуляции ритма сердечной деятельности у больных АГ на фоне нарушения толерантности к глюкозе либо СД на начальных этапах болезни с помощью новых статистических подходов при различных функциональных пробах.

Обследовано 30 больных АГ с нарушением толерантности к глюкозе (НТГ) (1-я группа) и 32 больных АГ и СД 2-го типа (2-я группа). Контрольную группу составили практически здоровые люди. Всем больным помимо необходимого клинико-биохимического обследования проведено холтеровское мониторирование (ХМ) ЭКГ на аппаратно-компьютерном комплексе Кармин (г. Таганрог). Путем статистической обработки рассчитывали показатели временного и спектрального анализа ВСП. Среди показателей ВСП во временной области анализировали среднее квадратическое отклонение (СКО) RR-интервалов; рNN50 (%) – процент от общего количества последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс, полученных за весь период записи; rMSSD – квадратный корень средних квадратов разницы между смежными RR-интервалами, отражающий быстрые высокочастотные колебания в структуре ВСП. Кроме того, определяли среднюю частоту сокращений сердца (ЧСС) в дневное, ночное время суток, минимальную и максимальную ЧСС, циркадный индекс (ЦИ) как отношение среднедневной к средненочной ЧСС, вариабельность и дисперсию интервала QT. Для изучения нелинейных характеристик ВСП использовали показатель фрактальной размерности временного ряда (FrD) в динамике его изменения при проведении вегетативных проб – окклюзионной и с изометрической нагрузкой (максимальный жим недоминантной рукой в течение 1 мин). Для определения фрактальной размерности временного ряда интервалов кардиоинтервалограммы использовался дисперсионный метод, предложенный в работе Bassingthwaite P. et al. (1995).

Вегетативные тесты Шелонга (клиноортостатическую пробу), Вальсальвы, пробу с глубоким дыханием проводили по общепринятым методикам. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы STATISTICA 6.0.

В результате проведенного исследования было установлено, что у больных 1-й и 2-й групп в отличие от пациентов контрольной группы в дневное время выявлена тахикардия до $97,1 \pm 3,1$ и $103,2 \pm 3,4$ ударов в минуту соответственно. Средненочная ЧСС также превышала значения пациентов контрольной группы ($p < 0,05$) и составила $79,2 \pm 2,5$ и $85 \pm 2,9$ ударов в минуту, соответственно. Достоверных отличий ЧСС между больными 1-й и 2-й групп не выявлено, хотя прослеживалась явная тенденция к более высоким значениям показателей у пациентов с АГ и СД. Наряду с этим у больных двух групп регистрировалось уменьшение ЦИ относительно соответствующего показателя здоровых людей, равного $1,37 \pm 0,02$ ($p < 0,05$). Причем более значительно ЦИ снижался во 2-й группе: $1,21 \pm 0,03$ против $1,29 \pm 0,01$ в первой. Хотя средние значения данного показателя у больных АГ и СД не выходили за пределы нормальных величин, у шести пациентов (18,7 %) 2-й группы диагностирован ригидный циркадный профиль ЧСС, свидетельствующий о вегетативной денервации сердца, а у двух (6,2 %), напротив, усиленный, характеризующий повышение чувствительности основного пейсмекера к симпатическим влияниям. В 1-й группе уменьшение ЦИ имело место лишь у двух больных (6,7 %).

По результатам временного анализа ВСП у больных двух групп выявлено снижение функции разброса (на основании данных о среднеквадратическом отклонении) и усиление функции концентрации ритма, очевидно, вследствие ослабления

тонических влияний парасимпатической нервной системы. На это указывало уменьшение показателей рNN50 до $20,9 \pm 3,0$ мс и $10,1 \pm 4,2$ мс и rMSSD до $31,3 \pm 5,1$ % и $23,7 \pm 6,2$ % в 1-й и 2-й группах, соответственно, против $38,2 \pm 2,3$ % и $72,3 \pm 5,2$ % в контрольной группе ($p < 0,05$). Как видно из представленных данных, у больных 2-й группы данные изменения были статистически достоверно более выражены.

Спектральный анализ ВСП свидетельствовал о статистически достоверном уменьшении мощности всех компонентов спектра у больных АГ и нарушениях углеводного обмена: как медленных (LF) и очень медленных волн (VLF), отражающих степень активации симпатических сегментарных и церебральных центров регуляции, так и быстрых волн (HF), обусловленных парасимпатическими влияниями. Наряду с этим у больных исследуемых групп отмечалось относительное преобладание волн большого периода, свидетельствующих о доминировании симпатических влияний, тогда как у здоровых людей отношение LF/HF приближалось к 1.

Учитывая отсутствие четкой зависимости между показателями частотного и спектрального анализа ВСП, были сопоставлены полученные данные с результатами оценки вегетативных проб. У больных двух групп, в отличие от здоровых людей, происходило статистически достоверное изменение тестов, характеризующих поражение парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Патологические значения прироста АД при клиноортостатической пробе и незначительное увеличение ЧСС при вставании и физической нагрузке свидетельствовали о вовлечении в патологический процесс симпатической нервной системы.

Электрическая нестабильность миокарда, являющаяся еще одним характерным признаком АКН [1], выявлена при проведении ХМ ЭКГ у 18-ти больных (60 %) 1-й группы и у 26-ти пациентов (81,2 %) 2-й группы в виде альтернации зубца Т. Среди пациентов контрольной группы данный феномен не зарегистрирован. Особый интерес, на наш взгляд, представляют данные об увеличении дисперсии (по данным стандартной ЭКГ) и вариабельности (по результатам ХМ) интервала QT у больных АГ и с нарушениями углеводного обмена относительно пациентов контрольной группы. У больных АГ и СД 2-го типа признаки электрофизиологической неоднородности миокарда были более выражены.

В результате применения методов нелинейной динамики было установлено, что в спектре мощности кардиоинтервалограммы у больных 1-й и 2-й групп доля неперiodических хаотических компонентов, имеющих фрактальную природу, составляла, соответственно, 67 % и 87 %. У больных 1-й группы показатель FrD сердечного ритма находился в интервале 1,0-1,2, в среднем составил $1,09 \pm 0,003$. У пациентов 2-й группы происходило снижение фрактальной размерности, что свидетельствовало об усилении неперiodичности хаотической компоненты кардиоинтервалограммы. Так, показатель FrD сердечного ритма колебался в диапазоне 0,80-1,0, в среднем составил $0,91 \pm 0,002$. Снижение FrD у больных 2-й группы обратно коррелировало с усилением влияния симпатических нервов на сердце. Кроме того, усиление «хаоса» в структуре ритма сердца находилось в тесной прямой взаимосвязи с количеством экстравентрикулярных и вентрикулярных экстрасистол, появление которых связано с повышенным риском внезапной сердечной смерти. При проведении вегетативных проб показатель фрактальной мощности снижался. Процент снижения FrD у больных 2-й группы был выше, чем у пациентов 1-й группы. То есть, проведение вегетативных проб сопровождалось увеличением хаотических свойств сердечного ритма, более выраженным при усилении патологии углеводного обмена. Чем выраженнее было ослабление парасимпатических модуляций сердечного ритма и повышение симпатического тонуса в условиях проведения проб, тем выше был удельный вес хаотической перестройки сердечного ритма.

Итак, результаты исследования свидетельствовали об уменьшении ВСР у пациентов с АГ и нарушениями углеводного обмена и однозначно указывали на наличие у них признаков вегетативного дисбаланса. Известно, что наиболее чувствительным показателем ВСР, имеющим прогностическое значение, является СКО, которое характеризует вегетативную регуляцию сердечной деятельности в целом и зависит от воздействия как симпатического, так и парасимпатического отделов нервной системы. Другие показатели частотного анализа также свидетельствовали об уменьшении ВСР у больных двух групп вследствие ослабления тонуса блуждающего нерва и/или повышения активности центров, отражающих уровень симпатоадреналовой или эрготропной активации.

По мнению И.И. Дедова с соавторами эти процессы взаимосвязаны, поскольку активация высших вегетативных центров, отвечающих за метаболизм и энергетический обмен, сопровождается подавлением активности нижележащих уровней регуляции, снижением ВСР и уменьшением суммарной мощности спектра в диапазоне дыхательных волн и медленных волн 1-го и 2-го порядка [2]. По нашему мнению, логичным было бы обнаружение повышения мощности медленных волн за счет симпатикотонии.

Однако нам не удалось выявить подобной закономерности, что еще раз подтверждает широко распространенное мнение о трудности однозначной интерпретации данных анализа ВСР и сведения об отсутствии корреляции между показателями частотного и спектрального анализа. Сопоставление полученных данных с результатами оценки вегетативных проб указывало, что в формировании изменений ВСР у больных АГ и с нарушениями углеводного обмена заинтересованы оба отдела вегетативной нервной системы.

Известно, что вегетативный дисбаланс способствует развитию аритмогенной ситуации. Хотя спектр и выраженность сердечных аритмий у больных 1-й группы не отличались от контрольных, косвенным подтверждением наличия у них электрофизиологической неоднородности миокарда служило увеличение дисперсии и вариабельности интервала QT и наличие альтернации зубца Т. У пациентов 2-й группы, наряду с миграцией водителя ритма (31,2 %) и синоатриальной блокадой (12,5 %), нами была выявлена желудочковая экстрасистолия (18,8 %) и эпизоды наджелудочкового ускоренного ритма (28,1 %).

Вышеизложенное позволяет констатировать изменение вегетативной регуляции сердечного ритма у больных АГ и с нарушениями углеводного обмена, заключающееся в снижении активности парасимпатического и/или повышении симпатического отдела ВНС, которое можно рассматривать как дебют диабетической АЖН.

Выводы:

1. Нарушения ВСР в сочетании с признаками электрической нестабильности миокарда, снижением фрактальной размерности временного ряда RR-интервалов можно рассматривать как один из предикторов формирования диабетической кардионейропатии у больных АГ и с нарушением толерантности к глюкозе.

2. У больных АГ и СД 2-го типа происходит прогрессирующее снижение активности парасимпатического и/или повышение симпатического отдела ВНС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дедов И.И., Александров А.А. Диабетическое сердце: основные закономерности. – М.: ЭНЦ РАМН, 2004. – 20 с.
2. Соколов Е.И. Диабетическое сердце. – М.: Медицина, 2002. – 416 с.

Омельченко Виталий Петрович

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный медицинский университет Росздрава» в г. Ростове-на-Дону.

E-mail: aad@aanet.ru.

344010, г. Ростов-на-Дону, пр. Ворошиловский, 40/128, кв.55.

Тел.: 88632632352.

Демидова Александра Александровна

344068, г. Ростов-на-Дону, ул. Фурмановская, 100.

Тел.: 88632206301.

Караханян Карина Суменовна

344013, г. Ростов-на-Дону, пер. Рязанский, 2.

Тел.: 88632488352.

Omel'chenko Vitaly Petrovich

State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Rostov state medical university Roszdrava» in a Rostov-on-Don.

E-mail: aad@aanet.ru.

40/128, 55, Voroshilovsky street, Rostov-on-Don, 344010, Russia.

Тел.: +78632632352.

Demidova Alexandra Aleksandrovna

100, Furmanovskaya street, Rostov-on-Don, 344068, Russia.

Phone: +78632206301.

Karahanjan Karina Surenovna

2, Ryazan street, Rostov-on-Don, 344013, Russia.

Phone: +78632488352.

УДК 616.831-073.97

В.П. Омельченко

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
ГОЛОВНОГО МОЗГА ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ**

Предложен комплексный методический подход, позволяющий объективизировать функциональное состояние пациентов с различными психоневрологическими заболеваниями и повысить информативность ЭЭГ.

Электроэнцефалография (ЭЭГ); многомерное шкалирование; дискриминантный анализ; невралгия тройничного нерва (НТН); рассеянный склероз.

V.P. Omel'chenko

**COMPLEX ANALYSIS OF FUNCTIONAL STATE OF BRAIN
IN PSYCHONEUROLOGY**

Reviewed the complex method of evaluation the functional state of brain in psychoneurology and increasing informativeness of EEG.

Electroencephalography (EEG); multidimensional scaling; discriminant analysis; trigeminal neurology (TN); multiple sclerosis.

Оценка функционального состояния головного мозга по его биоэлектрической активности является объективной процедурой, позволяющей выявить наличие скрытых патологических процессов [1]. Однако, учитывая неспецифический