

УДК 612;591.1:57.034

С.Т. Тулеуханов, Н.Т. Аблайханова\*, Г.Т. Сраилова, С.А. Шарипова,  
М.С. Кулбаева, А.Жатканбаева, А.Какимова

Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы

\*E-mail: Nurzhanat75@mail.ru

### Суточная динамика сердечно-сосудистой системы при сахарном диабете 2-го типа

**Аннотация.** В статье представлены новые факты об особенностях изменчивости сократительной функции сердца на протяжении целого года, корреляций сердечно-сосудистых ритмов и ритмов солнечной и геомагнитной активности. Выявлены вариации амплитуды и времени акрофаз циркадианного ритма сердца с сезонами года при сахарном диабете II типа, наличие типовой биоритмологической реакции сердца на воздействие различных внешних факторов, включая геомагнитную активность. Также были установлены особенности суточной динамики ЭКГ у здоровых и больных людей с диагнозом сахарный диабет 2 типа. Оценка вариабельности кардиоритма при диабетической ретинопатии может послужить важнейшим ранним индикатором течения и сложности сахарного диабета.

**Ключевые слова.** Хроноструктура биоритмов, сердечно-сосудистая система, сахарный диабет, сердце, вариабельность сердечного ритма, диабетическая ретинопатия.

В настоящее время возникла настоятельная необходимость проведения детальных исследований в области хроноструктуры ритмов сердечно-сосудистой системы, а также их изменений под воздействием факторов внешней среды. Фундаментальные экспериментальные исследования явлений десинхронизации сердечно-сосудистой системы и ее морфофункционального состояния весьма ограничены, поэтому предлагаемая статья затрагивает и исследует проблемы значительной актуальности. Авторам удалось выявить ряд неизвестных ранее характеристик циркадианной ритмики сердечно-сосудистой системы при сахарном диабете II типа, интересных с теоретической и практической точек зрения.

Например, впервые убедительно продемонстрировано наличие феномена изменчивости сократительной функции сердца на протяжении целого года, корреляций сердечно-сосудистых ритмов и ритмов солнечной и геомагнитной активности.

Выявлены вариации амплитуды и времени акрофаз циркадианного ритма сердца с сезонами года при сахарном диабете II типа, наличие типовой биоритмологической реакции сердца

на воздействие различных внешних факторов, включая геомагнитную активность.

Сахарный диабет (СД) представляет серьезную медицинскую, физиологическую и социальную проблему. Ежегодно количество новых случаев диабета неуклонно растет, и к 2025 году число людей с диабетом в мире достигнет 385 млн, причем на диабет I-го типа приходится 17 %, 2-го типа – 83 %. Наряду с этим особое опасение вызывают статистические данные о частоте осложнений диабета. Ежегодно в мире от отдаленных осложнений диабета погибает 3,2 млн людей [1].

Высокий уровень глюкозы в крови вызывает патологические изменения практически во всех органах и системах организма человека, в том числе на глазном дне, в почках (микроангиопатия), сосудистой системе сердца и головного мозга (макроангиопатия). При свежедиagnosticированном сахарном диабете 2-го типа процентное соотношение поражений различных тканей организма следующее: альбуминурия – 4 %, исчезновение рефлексов в нижних конечностях – 12 %, поражение сердечно-сосудистой системы – 13 %, ретинопатия – 18 % [2].

Таким образом, оценка вариабельности кар-

диоритма при диабетической ретинопатии может послужить важнейшим ранним индикатором течения и сложности сахарного диабета. Количественная и качественная оценка этой корреляции в свете циркадных биоритмов организма человека и стала целью данного исследования.

**Материалы и методы.** Нами было обследовано 12 человек. На основании клинических показателей их разделили на следующие группы: I группа (контрольная) – 6 пациентов, средние показатели артериального давления (АД) – 130/85 мм рт.ст.; II группа (основная) – 6 пациентов, в свою очередь, была разделена на две подгруппы: IIa (n = 43) – пациенты с СД 1-го типа и показателями АД 130/85 мм рт.ст.; IIб (n = 92) – пациенты с СД 2-го типа и показателями АД 160/90 мм рт.ст. Средняя продолжительность диабета составила  $7,0 \pm 1,6$ ,  $6,6 \pm 1,9$  и  $8,3 \pm 2,4$  года соответственно в I, IIa, IIб группах.

Параметры variability сердечного ритма (BCP) оценивали следующим методом:

При холтеровском мониторинговании ЭКГ в течение 24 ч проводился анализ BCP с расчетом средней, максимальной и минимальной частоты сердечных сокращений в дневной и ночной периоды, а также с оценкой следующих параметров: SDNN – среднее квадратичное отклонение длительности кардиоциклов; PNN50 (%) – процент кардиоциклов, длительность которых отли-

чается от предыдущего более чем на  $5 \times 10^{-2}$  с.

Анализ данных осуществлялся с использованием пакета программ для анализа ритма сердца HWR-W3. Полученные данные были обработаны с помощью программы STATISTICA фирмы StatSoft Inc. Достоверность различий внутри групп устанавливалась на основе параметральных и непараметральных критериев, методом анализа variability факторов ANOVA. Статистически достоверным считалось различие при  $p < 0,05$  [5].

**Результаты.** В группе пациентов с артериальной гипертензией (IIб) по сравнению с нормотензивными пациентами (I, IIa) отмечалось снижение суточных показателей variability сердечного ритма (BCP) и нарушение нормальной циркадной динамики.

Спектральный анализ проводился в диапазоне 0,002–0,5 Гц. Были выделены 3 диапазона частот: а) высокочастотный (дыхательные волны, High Frequency (HF), 0,4–0,15 Гц) отражает парасимпатический круг вегетативной регуляции; б) низкочастотный (Low Frequency (LF), 0,15–0,04 Гц), который называют вазомоторными волнами и считают маркером симпатической нервной системы; в) очень низкочастотный (Very Low Frequency (VLF), 0,04–0,003 Гц) и соотношение LF/HF, отражающее влияние высших вегетативных регуляторных центров на сердечный ритм (таблица 1).

**Таблица 1** – Показатели variability сердечного ритма у норма- и гипертензивных больных

Показатель	Нормотензивные пациенты (группы I и IIб)	Гипертензивные пациенты (группы IIб)
VLF <sub>с</sub>	2555,20±124,45	2481,80±127,90
VLF <sub>д,с</sub>	2400,88±105,80	1292,00±98,79
VLF <sub>н,с</sub>	2963,10±110,60	3041±232,08
LF <sub>с</sub>	823,65±78,50	675,80±39,35
LF <sub>д,с</sub>	759,22±30,16	433,60±33,03
LF <sub>н,с</sub>	992,50±42,30	1182,46±65,45
HF, с	146,80±18,24	206,60±21,79
HF <sub>д,с</sub>	93,92±4,10	86,80±8,32
HF <sub>н,с</sub>	286,15±56,80	465,20±64,76
LF/HF	5,12±1,16	4,75±0,94
Примечания: д-день, н-ночь		

В группе пациентов с артериальной гипертензией (IIб) по сравнению с нормотензивными пациентами (I, IIа) отмечалось снижение суточных показателей ВСР. Эти изменения особенно четко проявились в группе пациентов со среднеквадратичными отклонениями, что эквивалентно показателям общей интенсивности физиологического спектра [3, 4].

Особый интерес представляет нарушение нормальной циркадной динамики у лиц с артериальной гипертензией, которое сопровождается дисфункцией парасимпатического тонуса в ночное время и нормализацией соотношения LF/HF в дневные часы.

Существует мнение, что снижение циркадного ритма ВСР сопровождается увеличением выброса катехоламинов и недостаточным снижением АД ночью [2]. Было установлено, что суточный ритм интенсивности высокочастотно-

го показателя находится в корреляции с парасимпатической вегетативной системой, массой миокарда левого желудочка (ЛЖ) ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ), продолжительностью повышенного АД ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ), индексом времени систолического давления в дневное время ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,02$ ), а низкочастотный показатель (указывающий на активность симпатического тонуса) находился в прямой связи с массой миокарда ЛЖ ( $r = 4,61$ ;  $p = 0,04$ ), высокими показателями АД ( $r = 4,60$ ;  $p = 0,05$ ) и возрастом пациента с гипертензией ( $r = 16,6$ ;  $p = 0,05$ ).

Если проанализировать средние суточные и циркадные показатели ВСР, а также QT-интервала и скорректированного QT (QTс) при холтеровском мониторинге, видно, что пациенты с артериальной гипертензией отличаются от нормотензивных удлинением QT-интервала, особенно в дневное время (таблица 2).

**Таблица 2** – Средние показатели и скорректированные у больных с нормо- и гипертензией при холтеровском мониторинге

Показатель,с	Нормотензивные пациенты (группы I и IIб)	Гипертензивные пациенты (группы IIб)
QT	0,370 ± 0,005	0,360 ± 0,005
QTд	0,350 ± 0,005	0,340 ± 0,005
QTн	0,410 ± 0,005	0,400 ± 0,006
QTк	0,410 ± 0,004	0,420 ± 0,003
QTкд	0,380 ± 0,004	0,420 ± 0,003
QTкн	0,430 ± 0,004	0,420 ± 0,003
QTвар	0,100 ± 0,005	0,120 ± 0,006
QTвар.д	0,080 ± 0,005	0,080 ± 0,003
QTвар.н	0,040 ± 0,003	0,060 ± 0,004
QTвар.к	0,070 ± 0,005	0,110 ± 0,008
QTвар.кд	0,070 ± 0,004	0,07 ± 0,01
QTвар.кн	0,040 ± 0,004	0,040 ± 0,005

Еще одним показателем, который измеряли на фоне повышенной массы миокарда ЛЖ, был интервал QT и его дисперсия. У лиц с артериальной гипертензией по сравнению с нормотензивными пациентами было выявлено уменьшение средних суточных показателей ВСР. Полученные данные согласуются с мнением ряда авторов о том, что кардиальная автономная не-

вропатия выявляется у лиц с артериальной гипертензией [4].

Для определения связи между ВСР и дисперсией интервала QT был проведен корреляционный анализ. Выяснилось, что суточные показатели QT, QTс и их вариабельность связаны с общей мощностью спектра и с его высоко- и низкочастотными компонентами. Статистически

достоверной оказалась связь между QTc и массой миокарда ЛЖ, толщиной стенки ЛЖ, межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ.

Таким образом, повышенные показатели АД сочетаются с целым рядом нежелательных электрофизиологических сдвигов в миокарде ЛЖ, что ассоциируется с его гипертрофией и дисфункцией вегетативной нервной системы [3, 6]. Риск развития кардиальной автономной невропатии зависит от длительности диабета и степени гликемического контроля и возрастает параллельно с развитием и прогрессированием других осложнений заболевания. Поэтому целесообразно периодическое проведение 24-часового холтеровского мониторирования, что позволит на раннем этапе выявить даже незначительные нарушения вегетативного баланса, своевременно и адекватно скорректировать развитие патологии.

**Выводы.** Таким образом, повышение АД на фоне СД сочетается с целым рядом нежелательных электрофизиологических сдвигов в миокарде левого желудочка, что ассоциируется с его гипертрофией и дисфункцией вегетативной нервной системы. Риск развития кардиальной автономной невропатии зависит от длительности диабета и степени гликемического контроля и возрастает параллельно с другими осложнениями заболевания.

Также были установлены особенности суточ-

ной динамики ЭКГ у здоровых и больных людей с диагнозом сахарный диабет 2 типа.

### Литература

- 1 Kimura T., Ito M., Komatsu T., Nishiwaki K., Shimada Y. Heart rate and blood pressure power spectral analysis during calcium channel blocker induced hypertension // *Can. Anesth.* – 1999. – № 2.
- 2 Stratton I.M., Adler A., Neil H.A.W., Matthews D.R., Manley S.E., Cull C.A. et al., on behalf of the UK Prospective Diabetes Study Group. Association of glycemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study // *BMJ.* – 2000. – 321. – 405-412.
- 3 Perini R., Milesi S., Biancardi L., Pendergast D. Heart rate variability in exercising humans: effect of water immersion // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2000. – 97, 4. – 326-332.
- 4 Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применений // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* – 2001. – № 3. – 108-127.
- 5 Цибадзе А., Хуцишвили Л. Методы теории информации и математической статистики в медицине. – Тбилиси, 2003. – С. 160.
6. Williams M.E. Diabetic nephropathy: the proteinuria hypothesis // *Am. J. Nephrology.* – 2005. – 25. – 77-94.

С.Т. Тулеуханов, Н.Т. Аблайханова, Г.Т. Сраилова, С.А. Шарипова,  
М.С. Кулбаева, А. Жатқанбаева, А. Какимова

#### 2 типті қант диабеті кезіндегі жүрек-қан айналу жүйесінің тәуліктік динамикасы

Жүрек жиырылу қызметінің өзгеру ерекшеліктері, жүрек-қан тамыр ырғақтарының және күн мен геомагниттік активтілігінің корреляциясының жаңа мәліметтері көрсетілген. Екінші түрдегі қант диабеті барысында циркадианды ырғақтың акрофаза уақыты мен амплитуданың вариациясының жыл мезгіліне тәуелділігі, сонымен қатар сыртқы ортаның әртүрлі факторларының әсеріне жүректің биоырғақтық реакциясының болуы анықталды. Сау адамдармен екінші түрдегі қант диабетімен ауыратын адамдарда ЭКГ-нің тәуліктік динамикасының ерекшеліктері дәлелденді. Диабетикалық ретинопатия барысында кардиоырғақтың ауытқуларын бағалауды қант диабетінің ағымын және асқынуын анықтауға индикатор ретінде қолдануға болады.

S.T. Tuleukhanov, N.T. Ablaykhanova, G.T. Srailova, S.A. Sharipov,  
M. S. Kulbayev, A. Zhatkanbayeva, A. Kakimova

#### Daily dynamics of cardiovascular system at diabetes 2 types

This article presents new evidence about the features of the variability of contractile function of the heart throughout the whole year, the correlations of cardiovascular rhythms and rhythms of solar and geomagnetic activity. Identified variations of amplitude and acrophase time circadian rhythm of the heart with the seasons, with diabetes mellitus type II, the presence of a typical reaction Biorhythmological heart on the impact of various external factors, including geomagnetic activity. Also installed features diurnal ECG in healthy and sick people diagnosed with type 2 diabetes. Heart rate variability assessment of diabetic retinopathy can be an important early indicator of current and diabetes.