

УДК 57034

С. Алимова, Л. Гумарова\*, У. Амзеева, А. Талдыбай

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Республика Казахстан, г. Алматы  
\*E-mail: Lyazzat.Gumarova@kaznu.kz

### Влияние экзаменационного стресса на циркадианную структуру сердечного ритма

Проанализированы циркадианные ритмы некоторых характеристик ЭКГ (ЧСС и количество завершенных QRS) студентов, обучающихся на старших курсах университета в обычные учебные дни и во время экзаменационных сессий. Парный t-тест суточной динамики усредненных данных ЧСС и QRS во время экзаменов и контроля безотносительно сезона выявил достоверное повышение мезора ( $p=0,019$ ) и сдвиг акрофазы во время экзаменов ( $p=0,008$ ). Анализ спектра временных рядов в суточной динамике ЧСС показал высокую статистическую значимость для 24-часового периода для контрольных записей ( $p<0,001$  летом и  $p=0,001$  зимой), во время летней экзаменационной сессии достоверность немного снижается ( $p<0,005$ ), во время же зимней сессии 24-часовой ритм недостоверен ( $p=0,07$ ). Во время сессии проявляются также ультрадианные ритмы с периодами 12 ч, 8 ч и 2,7 ч, в основном у студентов-отличников, у студентов со средней успеваемостью 24-часовой ритм сохраняет ведущие позиции.

**Ключевые слова:** циркадианные ритмы, экзаменационный стресс, студенты, QRS, ЧСС.

S. Alimova, L. Gumarova, U. Amzeyeva, A. Taldybay

### Influence of exam stress on the structure of the circadian heart rate

We analyzed the circadian rhythms of some characteristics of the ECG (heart rate and the number of completed QRS) of students of an university during examinations. Paired t-test daily dynamics of average heart rate and QRS data during examinations and control, regardless of the season showed a significant increase of MESOR ( $p = 0.019$ ) and a shift of acrophase during exams ( $p = 0.008$ ). Spectrum of heart rate of students showed high statistical significance for 24-hour rhythm in control ( $p<0,001$  at summer and  $p=0,001$  at winter), during summer exam session significance for this rhythm decreased ( $p<0,005$ ), during winter exam session 24-hours rhythm is not significant ( $p=0,07$ ). Also during exam days appear ultradian rhythms with periods 12 h, 8 h and 2,7 h, in most of cases for student в students with good academic performance.

**Key words:** circadian rhythms, exam stress, students, QRS, heart rate.

С. Алимова, Л. Гумарова, У. Әмзеева, А. Талдыбай

### Емтихан стресінің циркадианды құрылымында жүрек соғысына әсері

Университет студенттерінде емтихан және сессиядан тыс кездерінде ЭКГ-ның кейбір сипаттамаларының (ЧСС және аяқталған QRS саны) тәуліктік ырғақтары талданады. Емтихан және бақылау кезінде орташа жүрек соғу жиілігі мен QRS деректер жұпталған t-тест маусымға қарамастан, мезордың айтарлықтай өсуін ( $p = 0,019$ ) және емтихандар кезінде акрофазаның жылжуын ( $P = 0,008$ ) көрсетті. ЖСЖ тәуліктік динамикасының спектр талдауы 24 сағаттық ырғағының бақылауда жоғары статистикалық сенімділігін көрсетті ( $p<0,001$  жазда және  $p=0,001$  қыста), жазғы емтихан сессия кезінде осы ырғақтың сенімділігі түседі ( $p<0,005$ ), ал қысқы емтихан сессияда 24 сағаттық ырғақ сенімді емес ( $p=0,07$ ). Онымен қатар сессия кезінде ультрадианды 12 сағат, 8 сағат и 2,7 сағаттық ырғақтар пайда болады, көбісінде үздік студенттерде, ал орташа және нашар оқитын студенттерде 24 сағаттық ырғақ негізгі болып қалады.

**Түйін сөздер:** тәуліктік ырғақ, емтихан стресс, студенттер, QRS, жүрек соғу жиілігі.

## Введение

Одной из самых существенных проблем для состояния здоровья в современном обществе в 21 веке, являясь в то же время, неотъемлемой частью нашей жизни, является стресс. Уровень резистентности организма человека при адаптации к стрессу определяет успешность его как объекта социума, критические достижения в различных аспектах жизни существенно зависят от адаптивных возможностей его организма в нужный момент времени. Время же предъявления стресс-фактора, повышенных нагрузок на организм, имеет неоспоримое значение. Многочисленные исследования, посвященные сменному труду, показали неравноценность одних и тех же нагрузок при предъявлении их в разное время суток [1], известны сезонные колебания целого ряда физиологических показателей, сезонный характер имеют многие заболевания [2]. Цель данного исследования – выявить влияние сезонов года на суточные характеристики системы кровообращения, как одного из важных реализующих компонентов стресс-системы организма, при стрессе.

## Материалы и методы

Была исследована группа практически здоровых студентов-добровольцев в возрасте 21-35 лет, постоянно проживающих в условиях города Алматы. Непрерывную суточную регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) осуществляли на аппарате SHILLER MT-200 HOLTHER-EKG V 2.10. использовался 3-х канальный кардиограф. Регистратор ЭКГ по Холтеру использует биполярную систему отведений (одно положительное и одно отрицательное отведение) для каждого канала. Канал 1 приблизительно соответствует измененному отведению V5, канал 2 примерно соответствует V2, а канал 3 – V3. Испытуемые вели обычный образ жизни, без ограничений в их повседневной активности. Стресс был вызван экзаменационной сессией, непрерывная регистрация осуществлялась до, во время и после экзамена, экзамен проводился в одно и то же время суток, в период с 9 до 12 часов дня. Регистрации суточной ЭКГ одних и тех же испытуемых повторялись в течение летней и зимней экзаменационных сессий, контрольные регистрации проводились во время текущего учебного процесса в соответствующие сезоны года.

## Результаты и их обсуждение

Согласно выполненному анализу суточной динамики ЧСС студентов экзаменационный стресс вызывает ряд изменений, имеющих неодинаковую степень выраженности в различные сезоны года. Эмоциональный стресс, вызванный экзаменом, вызывает достоверное повышение ЧСС в утренние часы. Усредненные по выборке и по 1-часовым интервалам показатели ЧСС имеют максимальные значения зимой при стрессе  $95,83 \pm 6,96$  уд/мин в 9 часов утра, в норме  $93,88 \pm 3,38$  уд/мин в 14 часов, когда повышение было связано с двигательной активностью. В летнее время максимум ЧСС при стрессе отмечен в 9 утра и составил  $100,86 \pm 4,87$  уд/мин, в норме  $91,38 \pm 3,23$  уд/мин днем в 16 часов. Минимальные значения в зимний сезон года при стрессе отмечен в 4 утра (зимой  $66,83 \pm 6,14$  уд/мин, летом  $64,43 \pm 2,4$  уд/мин), вне сессии минимальные значения у них зарегистрированы в 5 утра ( $66,88 \pm 1,46$  уд/мин зимой,  $60,25 \pm 2,17$  уд/мин летом).

Анализ ЭКГ показал, что в начале экзамена и непосредственно перед ним ЧСС повышается до 165-200 уд/мин. После первоначального подъема следует спад до уровня 90-120 уд/мин, окончательная стабилизация ЧСС наступает только после окончания экзамена.

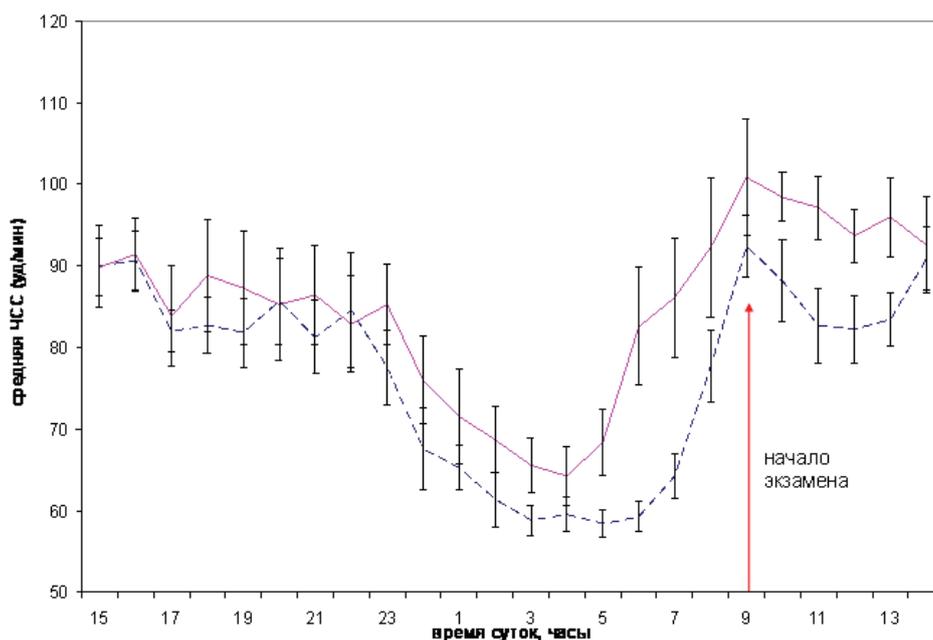
Различные показатели ЧСС, традиционно применяемые в клинике, изменяются под влиянием экзаменационного стресса неоднородно. Количество полностью завершенных комплексов QRS во время зимней сессии демонстрирует достоверное повышение в достаточно узком временном промежутке, только с 8 до 10 утра. Максимальные значения ЧСС показали достоверное повышение показателей с 7 до 9 утра, а также в 13 часов дня, в момент получения результатов экзамена, минимальные значения ЧСС значимо повышаются только непосредственно перед экзаменом, в 9-10 часов. Усредненные значения ЧСС значимо повышаются в наибольший промежуток времени, с 8 до 11 часов. Однако процентное соотношение по отношению к контрольным записям этого же параметра демонстрирует понижение ЧСС в 20-21 час (снижение физической активности в вечер перед экзаменом) и повышение ЧСС с 06 до 11 часов, эмоциональный стресс, достигающий пика во время начала экзамена.

Во время летних экзаменов количество QRS оказалось выше по сравнению с контрольными

значениями в 3 часа ночи и затем с 5 до 8 утра, в 10–13 часов дня. В 9 часов утра, во время начала экзамена, отмечается пик повышения ЧСС, однако в контрольное время, вне сессии, студенты в это время спешили к началу практики, поэтому различия между этими пиками, ассоциированными с эмоциональным возбуждением (экзамен) и физической активностью (быстрая ходьба) недостоверны. Максимальные значения ЧСС превышают контрольные значения с 5 до 8 утра, с 11 до 13 часов. Минимальные значения ЧСС превышают контрольные значения в 23 часа ночи, и так же, как и максимальные, с 5 до 8 утра, с 10 до 13 часов (рис.1). Процентное соотношение по отношению к контрольным записям средней ЧСС превышает таковые в течение 11 часов, то есть почти половину суток, волнение нарастает уже с 2 часов ночи и продолжается до 13 часов, то есть до времени получения результатов экзамена.

Сравнение суточной динамики средних значений ЧСС в зимнюю и летнюю сессиях в проце-

нтном соотношении обнаруживает превышение летних значений в 23 часа ночи перед экзаменом, в 11-12 часов дня (во время экзамена) и в 13 часов, во время получения результатов экзамена. В отсутствие экзаменов сравнение летних и зимних записей показало различия в ночных значениях, с 3 до 6 утра, причем более низкие значения были у летних записей, летом превышение имело место в 9 часов, что было связано с началом практики в это время. Анализ спектра временных рядов в суточной динамике ЧСС показал высокую статистическую значимость для 24-часового периода для контрольных записей ( $p < 0,001$  летом и  $p = 0,001$  зимой), во время летней экзаменационной сессии достоверность немного снижается ( $p < 0,005$ ), во время же зимней сессии 24-часовой ритм недостоверен ( $p = 0,07$ ). Во время сессии проявляются также ультрадианные ритмы с периодами 12 ч, 8 ч и 2,7 ч, в основном у студентов-отличников, у студентов со средней успеваемостью 24-часовой ритм сохраняет ведущие позиции.



Обозначения: - - контроль, — сессия

Рисунок 1 – Суточная динамика усредненных значений ЧСС студентов в период летней сессии

Мезор суточного 24-часового ритма в дни зимних экзаменов составил  $83,58 \pm 10,94$  уд/мин с амплитудой  $10,76$  уд/мин, в контрольные дни –  $80,99 \pm 5,45$  уд/мин с амплитудой  $13,76$  ( $9,67 \div 17,85$ ) уд/мин, акрофаза 24-часо-

вого ритма сдвигается с  $-246^\circ$  ( $-231^\circ \div -258^\circ$ ) в контроле до  $-207^\circ$  при экзаменационном стрессе, статистическая достоверность сдвига составляет  $p = 0,076$ . Во время летней экзаменационной сессии мезор составил  $84,81 \pm 10,35$  уд/

мин с амплитудой 12,13 (7,91÷16,35) уд/мин, незначительно превысив контрольные летние данные: мезор 77,03±4,58 уд/мин, амплитуда 13,99 (10,27÷17,71) уд/мин, акрофаза также незначительно ( $p = 0,07$ ) сдвигается с  $-230^{\circ}$  ( $-204^{\circ}$ ÷ $-262^{\circ}$ ) в контроле до  $-202^{\circ}$  ( $-169^{\circ}$ ÷ $-228^{\circ}$ ) во время летних экзаменов. Однако при сравнении (парный  $t$ -тест) биоритмологических параметров суточной динамики усредненной ЧСС во время экзаменов и контроля безотносительно сезона высокую статистическую достоверность имеют повышение мезора ( $p=0,019$ ) и сдвиг акрофазы во время экзаменов ( $p=0,008$ ).

Таким образом, во время экзаменов наблюдается сокращение суточного периода, сдвиг его акрофазы на 2-3 часа на более раннее время и расщепление на 12- и 8-часовые периодичности. Однако в летнее время на суточной кривой также обнаруживается более значительное и более долгое повышение ЧСС во время, предшествующее экзамену и во время него, в зимние же месяцы повышение ЧСС в ответ на психоэмоциональный стресс, вызванный экзаменом, является более кратким по времени. Кратковременная реакция гипоталамо-гипофизарно-

надпочечниковой системы (ГГНС) весьма эффективна при появлении опасности, но в то же время длительное напряжение ГГНС ослабляет организм, потребляя значительное количество запаса энергии, необходимого для зимнего выживания [2, 3, 4]. Фотопериодическое регулирование ГГНС может обеспечить баланс между положительным и отрицательным влиянием гормонов стресса, что было показано нами ранее при изучении влияния гипокинезии на уровень катехоламинов и кортикостероидов у крыс в разное время года [2].

Отсутствие статистически значимых различий в среднесуточном уровне ЧСС между днем сдачи экзамена и в период вне сессии указывает на то, что данная нагрузка является адекватной и не выходит за пределы адаптационных возможностей организма. В то же время на наличие стресса указывает расщепление ритма и другие признаки десинхроноза (сдвиг акрофазы, дестабилизация ритма и т.д.). Стрессовые состояния характеризуются нарушениями фазовой архитектоники циркадианнных ритмов, десинхроноз является обязательным компонентом общего адаптационного синдрома [5-6].

#### Литература

- 1 Haus E., Smolensky M. Biological clock and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. *Cancer Causes Control* (2006) 17:489-500
- 2 Гумарова Л.Ж. О влиянии биологических ритмов на изменения уровня гормонов надпочечников при стрессе. // Вестник КазНУ. Серия экологическая. -2010, №2(28). –с.48-53 .
- 3 Гумарова Л.Ж. Хронобиологические аспекты адаптации к стрессу. //Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология». 2011. Выпуск 22, №12 – С.149-160
- 4 Baigent S.M. Peripheral corticotropin-releasing hormone and urocortin in the control of the immune response. // *Peptides*. – 2001 May; Vol. 22 (5), pp. 809-20.
- 5 Buckley T.M., Schatzberg A.F. On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders. //*The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2005 May; Vol. 90 (5), pp. 3106-3114.
- 6 De Scalzi M, De Leonardis V., Calzolari F., Barchielli M., Cinelli P., Chiodi L., Fabiano F.S., Vergassola R. Heart rate and premature beats: a chronobiological study. // *Giornale Italiano di Cardiologia*, 1984 Jul. – Vol.14(7), pp. 465–470.

#### References

- 1 Haus E., Smolensky M. Biological clock and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. *Cancer Causes Control* (2006) 17:489-500
- 2 Gumarova L. About the influence of biological rhythms on level of adrenal hormones during stress. // *Bulletin KazNU. Ecological science series*. – Almaty. -2010, №2(28). – pp 48-53.
- 3 Gumarova L Chronobiological aspects of adaptation to stress. // *Vestnik TvGU. Series «Biology and Ecology»*. 2011. Issue 22, №12 – Pp.149-160
- 4 Baigent S.M. Peripheral corticotropin-releasing hormone and urocortin in the control of the immune response. // *Peptides*. – 2001 May; Vol. 22 (5), pp. 809-20.
- 5 Buckley T.M., Schatzberg A.F. On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders. //*The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2005 May; Vol. 90 (5), pp. 3106-3114.
- 6 De Scalzi M, De Leonardis V., Calzolari F., Barchielli M., Cinelli P., Chiodi L., Fabiano F.S., Vergassola R. Heart rate and premature beats: a chronobiological study. // *Giornale Italiano di Cardiologia*, 1984 Jul. – Vol.14(7), pp. 465–470.