

**Төлеуханов С.Т.<sup>1</sup>, Салатова О.И.<sup>2</sup>, Жанабаев З.Ж.<sup>3</sup>,  
Оралбек А.Н.<sup>4</sup>, Жексебай Д.М.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>биология ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>3</sup>физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>4</sup>2 курс магистратураның студенті, e-mail: aiko-22.03.1993@mail.ru

<sup>5</sup>магистрант, e-mail: dauren\_92\_05@mail.ru

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

<sup>2</sup>биология ғылымдарының кандидаты, А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті,  
Қазақстан, Қостанай қ., e-mail: salatova@bk.ru

**ФИЗИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕГЕ ДЕЙІНГІ ЖӘНЕ  
КЕЙІНГІ АДАМДАРДЫҢ КАРДИОИНТЕРВАЛ  
ТЕРБЕЛІМДЕРІ МЕН ПУЛЬСТЕРІНІҢ ТӘУЛІКТІК ДИНАМИКАСЫНЫҢ  
ЭНТРОПИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

Физикалық жүктемеге дейінгі және физикалық жүктемеден кейінгі жас адамдардың кардиоинтервалдарының тербелімдері мен пульстерінің орта мәндерінің тәуліктік (циркадианды) динамикасының ерекшеліктері алғаш рет осы жұмыста анықталып, талданды. Физикалық жүктемеден кейін жүрек жиырылу жылдамдығының көлемі статистикалық маңызы бар көлемге дейін жоғарылады ( $P \leq 0,05$ ). Сонымен, физикалық жүктемеге дейін пульстің көрсеткіштері  $69,7 \pm 3,9$  соққы/мин-тан  $77,5 \pm 5,5$  соққы/мин-қа, ал физикалық жүктемеден кейін  $101,7 \pm 6,5$  соққы/мин-тан  $110,1 \pm 6,0$  соққы/мин-қа дейін өзгерді. Кардиоинтервал тербелімінің көлемі физикалық жүктемеге дейін  $0,127 \pm 0,09$  сек-тан  $0,127 \pm 0,09$  сек-қа дейін өзгерді, ал физикалық жүктемеден кейін  $0,087 \pm 0,01$  сек-тан  $0,111 \pm 0,08$  сек-қа дейін өзгерді. Кардиоинтервал көлемі физикалық жүктемеге дейінгіге қарағанда, физикалық жүктемеден кейін төмендігі анықталды. Физикалық жүктемеге дейін және кейін жас адамдардың пульстерінің орта мәндерінің тәуліктік динамикасы мен кардиоинтервал тербелімдерінің мәндерінің энтропиясы алғаш рет есептелінді. Сонымен, пульстің энтропиясының көлемі физикалық жүктемеге дейін –  $0,6165$ , физикалық жүктемеден кейін –  $0,6668$  тең, ал кардиоинтервал тербелімдерінің көлемі физикалық жүктемеге дейін –  $0,5749$ , ал физикалық жүктемеден кейін –  $0,5432$ . Пульстің тәуліктік динамикасының көрсеткіштері физикалық жүктемеден кейін жоғарылайды, ал кардиоинтервал тербелімі, керісінше азаяды.

**Түйін сөздер:** адам, тәуліктік (циркадианды ритмдер), пульс, кардиоинтервал тербелімі, физикалық жүктеме, энтропия.

Tuleukhanov S.T.<sup>1</sup>, Salatova O.I.<sup>2</sup>, Zhanabayev Z.Zh.<sup>3</sup>, Oralbek A.N.<sup>4</sup>, Zhexebay D.M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>doctor of biological sciences, professor, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>3</sup>doctor of physics and mathematical sciences, professor, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>4</sup>master student, e-mail: aiko-22.03.1993@mail.ru

<sup>5</sup>master, e-mail: dauren\_92\_05@mail.ru

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

<sup>2</sup>candidate of biological sciences, A. Baitursynov's Kostanay State University,  
Kazakhstan, Kustanay, e-mail: salatova@bk.ru

**The research of entropy characteristics of circadian dynamics with pulse  
and motion of rr interval from peoples before and after physical load**

First, the features of circadian dynamics of mean value with pulse and motion of RR interval have been formed and analyzed from young people before and after physical load. It is indicated that sizes of heart rates after physical load increased with respect of norm to statistically authentic value ( $P \leq 0,05$ ).

Thus, the characteristics of pulse are varied from  $69,7 \pm 3,9$  beats per minute up to  $77,5 \pm 5,5$  beats per minute before physical load, and after physical load they are varied from  $101,7 \pm 6,4$  beats per minute up to  $110,1 \pm 6,0$  beats per minute. The value of motion of RR interval before physical load are varied from  $0,127 \pm 0,09$  sec up to  $0,147 \pm 0,12$  sec and after physical load they are varied from  $0,087 \pm 0,01$  sec up to  $0,111 \pm 0,08$  sec. It is discovered that the values of motion of RR interval after physical load are lower than before physical load. So, the values of pulse entropy before physical load are equal to 0,6165 and after physical load to 0,6668 and the value of motion of RR interval before physical load is equal to 0,5749 and after load equal to 0,5432. The entropy characteristics of circadian dynamics with pulse after physical load grows and motion of RR interval reduces alternatively.

**Key words:** man, circadian rhythms, pulse, motion of RR interval, physical load, entropy.

Түлеуханов С.Т.<sup>1</sup>, Салатова О.И.<sup>2</sup>, Жанабаев З.Ж.<sup>3</sup>, Оралбек А.Н.<sup>4</sup>, Жексебай Д.М.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>доктор биологических наук, профессор, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>3</sup>доктор физико-математических наук, профессор, e-mail: kazgu.kz@gmail.com

<sup>4</sup>студент магистратуры, e-mail: aiko-22.03.1993@mail.ru

<sup>5</sup>магистрант, e-mail: dauren\_92\_05@mail.ru

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>кандидат биологических наук, Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова, Казахстан, г. Кустанай, e-mail: salatova@bk.ru

### Исследование энтропийных показателей суточной динамики пульса и размаха кардиоинтервала у людей до и после физической нагрузки

Впервые установлены и проанализированы особенности суточной (циркадианной) динамики средних значений пульса и размаха кардиоинтервала у молодых людей до и после физической нагрузки. Показано, что величины частоты сердечных сокращений после физической нагрузки повышаются относительно нормы на статически достоверную величину ( $P \leq 0,05$ ). Так, до физической нагрузки показатели пульса варьируют от  $69,7 \pm 3,9$  уд/мин до  $77,5 \pm 5,5$  уд/мин, а после физической нагрузки колеблются от  $101,7 \pm 6,4$  уд/мин до  $110,1 \pm 6,0$  уд/мин. Величины размаха кардиоинтервала до физической нагрузки варьируют от  $0,127 \pm 0,09$  сек до  $0,147 \pm 0,12$  сек, а после физической нагрузки колеблются от  $0,087 \pm 0,01$  сек до  $0,111 \pm 0,08$  сек. Выявлено, что величины размаха кардиоинтервала после физической нагрузки ниже, чем до физической нагрузки. Так, величина энтропии пульса до физической нагрузки равно 0,6165, а после физической нагрузки 0,6668, а величина размаха кардиоинтервала до физической нагрузки равна 0,5749, а после физической нагрузки 0,5432. Энтропийный показатель суточной динамики пульса после физической нагрузки вырастает, а размах кардиоинтервала, наоборот, уменьшается.

**Ключевые слова:** человек, суточные (циркадианные) ритмы, пульс, размах кардиоинтервала, физическая нагрузка, энтропия.

### Кіріспе

Қазіргі уақытта әлемде қалыпты жағдайда және стресс жағдайында (патологиялық) организмде болатын ритмдік процестерді үйренуге қызығушылық өте жоғары. Біздің елімізде және шет елдерде хронобиология және хрономедицина проблемаларына арналған үлкен жұмыстар жарияланған (Түлеуханов, 2002а:14, Түлеуханов, 2002б:95, Төлеуханов, 2006в:60, Рапопорт, 2012:480, Хайтун, 2013:62, Чайка, 2013:55, Цфасман, 2010:305, Степанова, 1989:34).

Қазіргі уақытқа дейін адамда уақытқа байланысты ырғақтылығы өзгеретін жүздеген физиологиялық процестер анықталған. Бүгінгі таңда хронобиология мен хрономедицинаның теориялық қана емес, практикалық жетістіктері жайлы нақты айтуға болады.

Организмдегі көптеген стресстік (патологиялық) процестер физиологиялық функция-

лардың уақытқа байланысты ұйымдасуының бұзылуымен анықталады. Сол уақытта организмде көрінген патологиялық процестердің дамуының бір себебі, ритмдердің сәйкес келмеуі болып табылады. Ол десинхроноз деп аталады. Ал десинхроноздың деңгейін энтропия көмегімен анықтауға болады, яғни энтропияның ретсіздігінің өлшемі болып табылатын жүйе жағдайының термодинамикалық функциясы. Жүйе ретсіздігі қанша жоғары болса, оның энтропиясы соншалықты жоғары болады (Slomczynski, 200:180). Энтропияны анықтау ритмдердің десинхронизациясының деңгейін орнатудың ең объективті әдісі болып табылады.

Осыған байланысты ғалымдардың хронобиологияның мәселелеріне қызығушылықтары түсінікті болады.

Қазіргі жұмыс жас, дені сау адамдардың физикалық жүктемеге дейінгі және физикалық жүктемеден кейінгі жүрек-қантамырлар жүйе-

сінің функционалдық көрсеткіштерінің тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштерін зерттеуге арналған.

### Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеудің объектісі ретінде университеттің дене салмағы  $70 \pm 5$  кг болатын, жынысы- еркек, 17-20 жас аралығындағы 1-3 курс студенттері алынды. Үш рет қайталанылған бақылауда 15 адам болды. Барлық зерттелушілер жүрек-қантамырлар жүйесі бойынша нормадан ауытқымаған, зиян әдеттері жоқ, денсаулық жағдайы бойынша дені сау топқа жатады. Зерттеу студенттердің келісімімен, жылдың күз мезгілінде (қыркүйек, қазан, қараша), лабораториялық жағдайда жүргізілді. Адамның жүрек-қантамырлар жүйесінің кейбір көрсеткіштерінің тәуліктік динамикасын анықтау мақсатында өлшем тәулік ішінде үш қайтара, сағат- 08; 09; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 00; 01; 02; 03; 04; 05; 06, яғни 12 рет жүргізілді. Хронодинамика бойынша маңызды көрсеткіштердің бірі, жүрек-қантамырлар жүйесінің жұмысын көрсететін пульстің нақты мәліметтері анықталды.

Негізгі мәліметтер вариациялық пульсометрия әдісімен және оның сапалық сипатымен (фазалық анализ әдісі) алынды. Ол үшін жүрек-қантамырлар жүйесінің физиологиялық тестілеу жүйесі – «ДОКТОР МАУС» (Наумов В.А., Клевцов В.А., Ресей) деп аталатын бағдарлама-аппараттық комплекс қолданылды. Бұл әдіс диагностикалық мақсатта қолданылатын, жалпыға танылған, заманауи әдіс. Жүрек-қантамырлар жүйесінің сипатын өлшеу әдісі инфрақызыл (ИК) сәулелендіргіштің және толқын ұзындығы шамамен 0,9 мкм болатын жарық қабылдағыштың көмегімен қолдың саусақтарының капиллярларының қанға толуын тіркеуге бағытталған.

Қалыптасқан сигнал программа арқылы өңделеді және виртуалды осциллограф режимінде жұмыс істейтін компьютер экранына шығарылады. Осылай жүрек-қантамырлар жүйесінің негізгі параметрлерінің өлшемдері, анализі, сақталуы жүзеге асырылады. Ритмнің анализінің қорытындысы бойынша келесі параметрлер «Pentium 4, 1.7 GHz» (Intel компаниясы, АҚШ) компьютерінің жүрек- қантамырлар жүйесінің функционалдық жағдайын және физикалық еңбекке қабілеттілігін анықтайтын бағдарламасы арқылы есептелді: пульс, кардиоинтервал тербелімі, жүректің соққы көлемі, тұрақтылық көрсеткіштері, қауырттылық индексі және вегетативті көрсеткіш.

Физикалық жүктеме (ФЖ) қуаты 800 Вт, уақыт интервалы 5 минут, жылдамдығы 12 км/сағ, дистанциясы 1,1 км болатын велоэргометрдің (Proteus Cycle Pec 3000, Proteus компаниясы, Тайвань) көмегімен берілді.

Нәтижелерді Microsoft Excel программасының көмегімен, орташа арифметикалық параметрлерді, орташа квадраттық ауытқуларды, орташа арифметикалық қатені есепке ала отырып өңдедік. Нәтижелерді нақты  $P \leq 0,05$  есептедік.

Энтропиялық көрсеткіштерді MATLAB (Matrix Laboratory, АҚШ, Нью-Мексико) – есептерді шешуге арналған программалар пакетінің көмегімен есептедік. Бұл пакетті миллионнан аса инженерлік және ғылыми жұмысшылар қолданады (Жанабаев, 2013:58, Zhanabaev, 2013:29, Аширбаев, 2017:206).

### Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

1-кестеде көрсетілгендей пульстің орта мәндерінің тәуліктік динамикасы тыныштық жағдайында біркелкі емес мәнге ие. Егер пульстің тәуліктік динамикасының таңғы периодтан (08 сағ) кешкіге бағытталған жалпы бейнесін қарайтын болсақ, тәуліктік қисықтың формасы толқын тәрізді сипатта, минималды көрсеткіші- сағат 04:00 және максималды көрсеткіші- 20:00, ал пульстің көрсеткіштері тәулік ішінде  $69,7 \pm 3,9$  соқ/мин-тан  $77,5 \pm 5,5$  соқ/мин-қа дейін өзгереді. ( $P \leq 0,05$ ).

Осылайша, жоғарыда көрсетілген мәліметтерді есептей келе, сағат 08:00-ден 20:00 дейінгі аралықта зерттелушілердің жүрек- қантамырлар жүйесінің жұмысының активациясы, сонымен қатар жүректің жиырылу жиілігінің (ЖЖЖ) өсуі байқалды.

Қисықтың басқа сипатын зерттелушіні велоэргометрмен дозаланған физикалық жүктеме жасалғаннан кейін пульстің өзгергенін 1-кестеден көруге болады. ФЖ кейін зерттелушілерде пульстің орта мәндерінің өсетіндігі анықталды. Тәулік ішінде ФЖ кейін пульстің көрсеткіштері  $101,7 \pm 6,4$  соқ/мин-тан  $110,1 \pm 60$ , соқ/мин-қа дейін өзгеріп, минималды көрсеткіштері сағат 02:00, ал максималды таңғы 08:00 байқалды. Алынған мәліметтер нақты. ( $P \leq 0,05$ ).

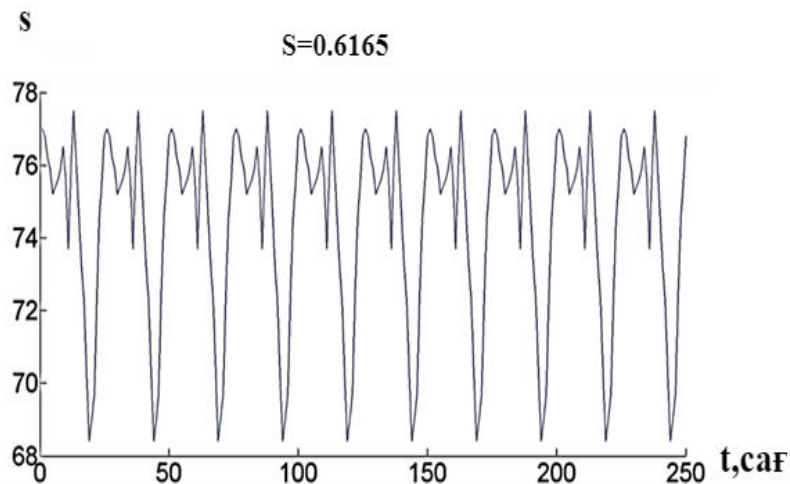
Жүрек-қантамырлар жүйесінің циркадианды ритмдерін зерттеген кейбір авторлардың айтуынша (Aschoff, 1981:320, Haus, 2006:489, De Scalzi, 1984:465, Smith, 2002:36), дені сау адамдардың физиологиялық функциясының бір ғана акрофазасы болған, ал біздің мәлімет бойынша екі акрофаза болды (1-кестені қараңыз). Физикалық жүктемеден кейінгі пульстің орташа өсуі 31,6% құрайды.

**1-кесте** – Физикалық жүктемеге (ФЖ) дейінгі және кейінгі адамның пульсінң орта мөндерінің тәуліктік динамикасы, сок/мин

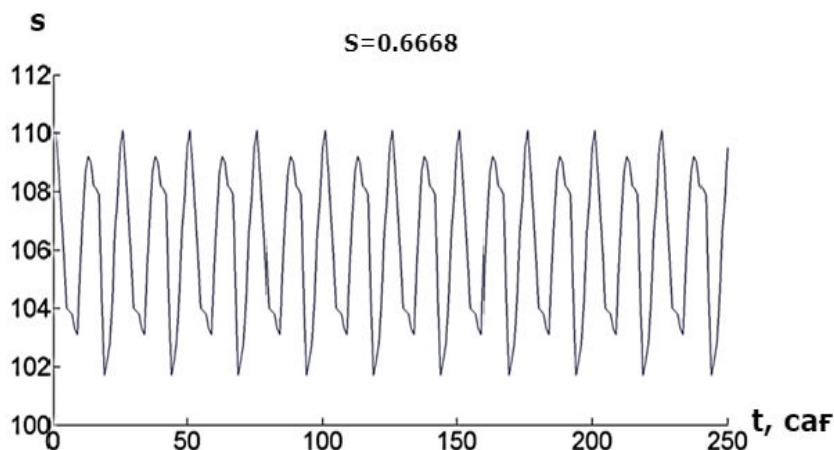
t (сағ)	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08
ФЖ дейін	77,0 ±5,3	76,8 ±5,6	76,2 ±5,9	75,9 ±3,4	75,2 ±3,7	75,4 ±3,6	75,6 ±3,9	75,9 ±4,1	76,5 ±4,4	75,6 ±4,8	73,7 ±5,0	75,9 ±5,3	77,5 ±5,5	76,1 ±5,0	74,7 ±5,1	73,3 ±2,9	72,3 ±3,1	70,3 ±3,2	68,4 ±3,3	69,0 ±3,6	69,7 ±3,9	72,4 ±4,0	74,5 ±4,2	75,5 ±4,4	76,8 ±4,5
ФЖ кейін	110,1 ±6,0	108,8 ±5,9	107,3 ±5,7	105,8 ±6,1	104,0 ±6,3	103,9 ±6,2	103,8 ±6,4	103,3 ±6,7	103,1 ±7,0	105,4 ±6,8	107,2 ±6,6	108,7 ±7,1	109,2 ±7,4	109,0 ±7,0	108,2 ±6,7	108,1 ±6,9	107,9 ±7,5	104,4 ±6,5	101,7 ±6,4	102,2 ±6,2	102,8 ±6,0	104,3 ±6,1	106,6 ±6,3	107,7 ±6,4	109,5 ±6,5

**2-кесте** – Физикалық жүктемеге (ФЖ) дейінгі және кейінгі адамның кардиоинтервал тербелімінің (КИТ) тәуліктік динамикасы, сек.

t(сағ)	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	00	01	02	03	04	05	06	07	08
ФЖ дейін	0,143 ±0,02	0,142 ±0,02	0,140 ±0,02	0,135 ±0,02	0,133 ±0,02	0,131 ±0,01	0,132 ±0,01	0,133 ±0,02	0,134 ±0,02	0,130 ±0,02	0,131 ±0,02	0,129 ±0,01	0,127 ±0,02	0,128 ±0,01	0,129 ±0,02	0,138 ±0,01	0,143 ±0,02	0,141 ±0,01	0,139 ±0,01	0,136 ±0,01	0,134 ±0,01	0,137 ±0,02	0,140 ±0,02	0,141 ±0,01	0,142 ±0,01
ФЖ кейін	0,089 ±0,02	0,088 ±0,02	0,087 ±0,02	0,095 ±0,02	0,099 ±0,02	0,097 ±0,02	0,096 ±0,02	0,094 ±0,02	0,092 ±0,02	0,091 ±0,02	0,090 ±0,02	0,102 ±0,03	0,111 ±0,03	0,107 ±0,03	0,099 ±0,02	0,097 ±0,02	0,096 ±0,02	0,094 ±0,02	0,092 ±0,03	0,091 ±0,03	0,090 ±0,02	0,090 ±0,02	0,091 ±0,02	0,093 ±0,02	0,095 ±0,02



**1-сурет** – Қалыпты жағдайдағы адамдар пульсінің орта мәндерінің (соқ/мин) тәуліктік динамикасы. Бұл жерде абсцисса осі – уақыт ( $t$ , сағ), ордината осі – энтропия ( $S$ , Дж/К).



**2-сурет** – Адамдардың физикалық жүктемеден кейінгі пульстерінің орта мәндерінің (соқ/мин) тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштері. Бұл жерде абсцисса осі- уақыт ( $t$ , сағ), ордината осі – энтропия ( $S$ , Дж/К).

1- суретте тәулік ішінде адамдардың қалыпты жағдайда, яғни ФЖ дейінгі пульстерінің (соқ/мин) орта мәндерінің энтропиялық көрсеткіштері бейнеленген. 1- суреттен пульстің энтропиялық мәндері тәулік ішінде екі ортодозамен және екі акрофазамен анық бейнеленген 68,3-тен 77,7 бірлікке дейін өзгереді. Ал, 2- суретте жас адамдардың ФЖ кейінгі тәулік ішінде пульстік көрсеткіштерінің (соқ/мин) энтропиялық мәндері көрсетілген. Пульстің энтропиясының көрсеткіштері тәулік ішінде ФЖ кейін анық байқалған төрт ортодозамен және төрт акрофазамен 102,0-ден 110,0 бірлікке дейін өзгергенін

байқауға болады. Суреттерден пульстің энтропиясының көрсеткіштері нормада және ФЖ кейін бір-бірінен шамасымен, жиілігімен ерекшеленетінін көруге болады. ФЖ кейінгі пульстің энтропиясының мәндері нормадан ( $S=0,6668$  Дж/К) жоғары ( $S=0,6165$  Дж/К) және ФЖ дейінгі энтропияның жиілігінің сипаты ФЖ кейінгіге қарағанда аз. Алынған нәтижелерде ФЖ кейін бос энергияның кинетикалық энергия түрінде шығуы нормаға қарағанда жоғары екендігі байқалады.

Осылайша, адамдардың ФЖ дейінгі және ФЖ кейінгі пульстерінің (соқ/мин) тәуліктік

динамикасының энтропиясының мәндері және физиологиялық мәліметтерге сәйкес, олардың ерекше қасиеттері анықталды.

Кардиоинтервал тербелімі (КИТ) – өлшеу кезінде алынған кардиоинтервалдардың ең ұзыны мен ең қысқасының уақытқа байланысты айырмашылығы. Бұл көрсеткіш қозудың электрлі импульстері пайда болатын синустық түйінмен байланысты, бұл ритмнің негізгі жүргізушісі. КИТ нормасы 0,16 секундтан аспайды. Нормадан өсуі синустық аритмияның бар екенін көрсетеді. Синустық аритмия- бұл ауру емес, тыныс алу процесімен байланысты болатын кейбір физиологиялық жағдайлар (Durgan, 2010:647). КИТ мәндерінің нормадан жоғарылауы экстрасистоляны білдіруі мүмкін. Экстрасистола- бұл керебои сияқты сезілетін, жүректің уақытынан бұрын жиырылуы. Экстрасистолалар әрдайым пульсограммада көрінеді. Олар ең алдымен, амплитуданың төмендеуі мен соққы арасындағы интервалдың азаюымен немесе бөлек соққылардың өтуімен байқалады.

2-кестеде жас адамдардың ФЖ дейінгі және ФЖ кейінгі кардиоинтервал тербелімінің тәуліктік динамикасының орта мәндерінің хронодинамикасы көрсетілген. КИТ көрсеткіштері тәулік ішінде организмнің барлық функционалдық жағдайында физиологиялық нормада болды. Тыныштық күйде алынған көрсеткіштердің 98% ФЖ кейін алынған көрсеткіштерден жоғары болды. Суреттегі қисықтар тұрақты емес екендігі анықталды және де құрылым тәуліктік цикл ішінде өзгеріп отырады. КИТ тәуліктік ритмдерінің тербелісінің амплитудасы 6,4 % тең. КИТ акрофазасы қалыпты жағдайда таңғы сағат 08:00 және кешкі 20:00 болады. Дозаланған физикалық жүктеме жасалғаннан кейін (2-кестені қараңыз) ең ұзын және ең қысқа кардиоинтервалдардың арасындағы уақыт бойынша айырмашылығы қалыпты жағдайға қарағанда төмен, ал тәулік бойынша тербелістің амплитудасы 26,7% тең болды.

2-кестеде біз бір және екі төбелі, акрофазасы сағат 08, 20 және 24 болатын қисықты байқаймыз. Бұл факт осы уақытта көптеген жағдайларда симпатикалық жүйке жүйесінің тонусының жоғарылауы болатындығын көрсетеді.

Алынған мәліметтер бойынша қорытындылай келе: тыныштық жағдайында КИТ тәулік ішінде аз ғана өзгеретіндігі, ал ФЖ кейін параметрдің тербелісінің амплитудасы жоғары болатындығы анықталды. ФЖ кейін ең қысқа және ең ұзын кардиоинтервалдың

арасындағы уақыт бойынша айырмашылығы азайды, ал тәулік ішінде тербелістің амплитудасы жоғарылады, яғни бұл синустық түйіннің қозуы нәтижесінде электрлі импульстардың күшеюінен кардиореспираторлық жүйенің жұмысының активтенгенін көрсетеді.

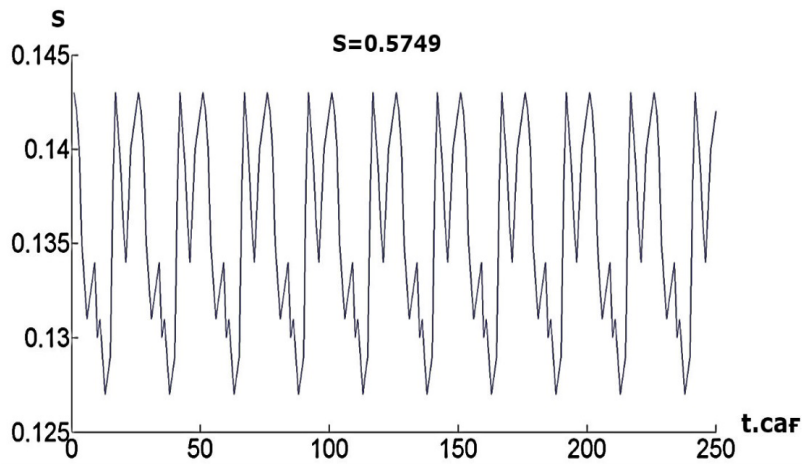
Зерттелушілерде көптеген ғалымдармен дәлелденгендей (Wertheimer, 1974:742, Kohno, 1998:337, Germano, 1988:266), тәулік ішінде кем дегенде бір акрофаза болды. Физикалық жүктемеден кейін зерттелушілердің көбісінде КИТ тәуліктік ритмдерінің мәндері төмендегені байқалды. Орташа көрініс былай көрінеді (2- кестені қараңыз): ФЖ дейін КИТ физиологиялық нормадан жоғарылағаны, тіпті 0,143 секундқа дейін жоғарылағаны байқалды. ФЖ кейін көрініс жақсарды- жоғарылаған көрсеткіштердің пайызы орташа есеппен төртке дейін төмендеді. Барлық критикалық көрсеткіштер тәулік ішінде бірдей бөлінді. Сондай-ақ, тәулік ішінде КИТ 64% құрады. Тыныштық жағдайда КИТ тәулік ішінде аз ғана өзгеріп, ФЖ кейін тербелістің амплитудасы жоғарырақ болды.

Сонымен, адамдардың тәулік ішінде ФЖ дейін және ФЖ кейін КИТ ерекшеліктерін анықтадық.

3 және 4 суреттерде адамның ФЖ дейінгі және ФЖ кейінгі КИТ тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштері көрсетілген. Суреттерден адамның әртүрлі функционалдық жағдайларда КИТ тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштерінің бір-бірінен ерекшеленетіні көрінеді. Қалыпты жағдайда КИТ энтропиялық көрсеткіштері 70,3-тен 77,2 бірлікке дейін, ал ФЖ кейін – 92,6-дан 99,1 бірлікке дейін өзгереді, сонымен қатар олар бір-бірінен қисықтың конфигурациясы бойынша да ерекшеленеді. Энтропия көрсеткіштерінің төмендеуі энергияның жылу түрінде шығуының төмендеуін көрсетеді.

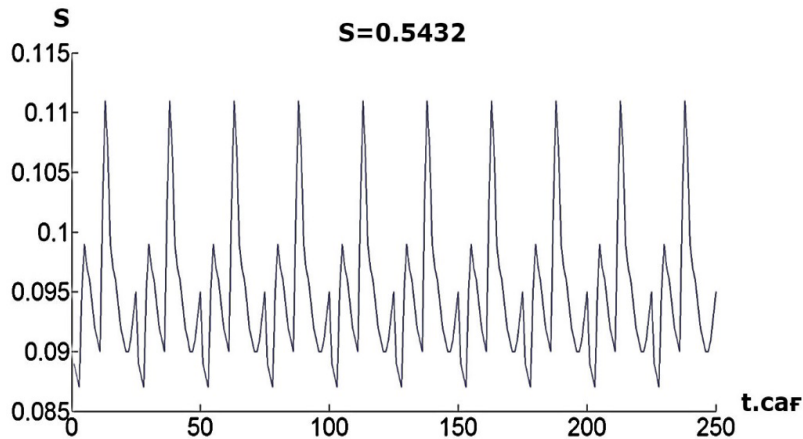
### Қорытынды

Адамның КИТ-ң ФЖ дейінгі және ФЖ кейінгі энтропиялық мәндерін анықтадық. ФЖ кейінгі энтропия мәндері ФЖ дейінгі энтропия мәндерінен төмендеуі физикалық жүктеменің кардиоинтервал көрсеткіштеріне әсерінен организмнің бос энергиясының шығуының төмендеуін көрсетеді. Кардиоинтервалды көрсеткіштер пульске қарағанда физикалық жүктемеге тұрақты.



**3-сурет** – Қалыпты жағдайдағы адам кардиоинтервал тербелімінің мәндерінің тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштері.

Бұл жерде абсцисса осі – уақыт ( $t, \text{сағ}$ ), ордината осі – энтропия ( $S, \text{Дж/К}$ ).



**4-сурет** – Физикалық жүктемеден (ФЖ) кейінгі адамдардың кардиоинтервал құлашының мәндерінің тәуліктік динамикасының энтропиялық көрсеткіштері.

Бұл жерде абсцисса – уақыт ( $t, \text{сағ}$ ), ордината – энтропия ( $S, \text{Дж/К}$ ).

Адам организмінде қозғалмалы және инертті ритмдер болады. Бізді қызықтыратыны қозғалмалы ритмге жататын еңбекке қабілеттілік, жүрек жиырылу жиілігі және басқалары, яғни қозғалмалы ритмдерге жататындар, осы параметрлер адаптациялық-гомеостатикалық процестердің жағдайын бейнелейді. Пульсограммамен жасалған анализ бойынша барлық зерттелушілерде ФЖ кейін пульстің мәндері өсті, бірақ та оның көлемі тәуліктік уақытқа байланысты: жоғарылауы таңғы уақыттарда (46,5% дейін өсті) және түн ортасында (өсім – 48,7% дейін). Азырақ өсуі кешкі сағаттарда (ЖЖЖ өзгерісі 25,1% ғана болды). Функционалды индивидуалды активтілікке қарамай,

барлық зерттелушілерде кем дегенде бір акрофаза байқалды, бұл дегеніміз олардың функционалдық күйі тербеліс жағдайында. Осыған ұқсас фактілер әдебиеттерде көрсетілген. (Brown, 1970:198, Khalsa, 2000:524, Rimmer, 2000:279, Culic, 2014:417, Curtis, 2007:3450)

Зерттелушілерге жасалған физикалық жүктеме КИТ азайтып, жүрек ритмін жоғарылатты. ФЖ кезінде КИТ мәндерінің өзгерісінің тәуліктік динамикасы КИТ максималды азаюы түстен кейін (25% дейін), ал КИТ минималды азаюы кешкі уақыттарда байқалды.

Сондай-ақ, есептелген функционалды көрсеткіштер әдеттегідей хронотәуелділікті көрсетеді, осылайша пульстің және КИТ тәуліктік

динамикасы бірыңғай емес, сызықтық емес, өзіндік бейнеге ие.

Пульстің және КИТ энтропиялық көрсеткіштерінің тәуліктік динамикасы ФЖ дейін және ФЖ кейін бір-бірінен ерекшеленеді. Сонымен, пульстің энтропиялық көрсеткіштері

қалыпты жағдайда ФЖ кейінгіге карағанда төмен, ал КИТ көрсеткіштері керісінше, ФЖ кейін төмен. Тәулік ішінде қалыпты жағдайда, ФЖ кейін КИТ көрсеткіштерінің тұрақтырақ, ал пульстің көрсеткіштерінің тұрақсыздау болатыны анықталды.

### Әдебиеттер

- 1 Тулеуханов С.Т. Биологические ритмы- фундаментальный закон живой природы // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская.- Алматы,2002- №6(234). – С.3-16.
- 2 Тулеуханов С.Т. Хронофизиология: достижения и перспективы развития // Вестник КазНУ. Серия биологическая,- 2002-№1(16).- С.94-101.
- 3 Төлеуханов С.Т. Биологиялық ырғақ- тірі табиғаттың іргелі заңы // Ғылым көкжиегінде: ғылыми-көпшілік жинақ.- Алматы, 2006 – 59-68 б.
- 4 Хронобиология и хрономедицина // Руководство.- под редакцией С.И. Рапопорта, В.А. Фролова, Л.Г. Хетагуровой.- М.: МИА, 2012-480с.
- 5 Жанабаев З.Ж. Критерии самоподобия и самоаффинности динамического хаоса // Вестник КазНУ. Серия физическая. – 2013– №1 (44). – С. 58-66.
- 6 Zhanabaev Z.Zh, Kozhagulov Y.T, Khokhlov S.A. Scale invariance criteria of dynamical chaos // International Journal of mathematics and physics 4.-2013- №2.- P.29-37.
- 7 Аширбаев Х.К., Кабылбеков Х.А., Абдрахманова А.И., Кыдырбекова Ж.Б. Организация компьютерной лабораторной работы по исследованию электрического и магнитного полей с использованием пакета программ MATLAB // Известия НАН РК, серия физ.мат.- Алматы,2017- №4. – С.206-213.
- 8 Хайтун С. Д. Трактовка энтропии как меры беспорядка и ее воздействие на современную научную картину мира // Вопросы философии. – 2013.- №2. –С.62-74.
- 9 Чайка В. Я. Биоритмы человека – ключ к прогнозированию работоспособности, надежности, совместимости // Научно-методический сборник. – Караганда, 2013. -№3. – С. 55.
- 10 Цфасман А.З., Алпаев Д.В. // Циркадная ритмика артериального давления при измененном суточном ритме жизни. Репроцентр М, М.: 2010 -Т.2 -С. 305-358.
- 11 Степанова С. И. Суточные ритмы показателей кардиореспираторной системы человека / Проблемы космической биологии. – 1989.- Т.64 – С.34-60.
- 12 Aschoff Y. Biological rhythms. – №Y-L., 1981-P.320.
- 13 Haus E., Smolensky M. // Biological clock and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. Cancer Causes and Control -2006.- №5. – P.489-500.
- 14 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 chronobiologic study // Giornale Italiano di Cardiologia, – 1984 – Vol.14(7). – P. 465–470.
- 15 Smith, S. Characterizing the effects of airborne vibration on human body vibration response // Aviation, Space, and Environmental Medicine. – 2002 – №73 (1). – P. 36-45.
- 16 Wertheimer, L, Hassen A, Delman A., et al. Cardiovascular circadian rhythm in man // Chronobiology, Igaku Shoin. Tokyo, -1974. – P. 742-747.
- 17 Kohno I, Iwasaki H, Okutani M., et al. Circadian blood pressure and heart rate profiles in normotensive patients with mild hyperthyroidism // Chronobiol. Int.- 1998- vol.15. – №4. – P. 337-347.
- 18 Germano G., Cornelissen G., Scarpelli P. T., et al. Age effects upon circadian characteristics of human blood pressure // Chronobiolog. – 1988. -vol. 15-№3.- P.266.
- 19 Brown F.A. The biological clock. Two views // F. A. Brown jun., J. W Hastings, J. D. Palmer. — N. Y.; London: Acad.,- 1970. — P.198.
- 20 Khalsa SBS, Jewett ME, Duffy JF, et al. The timing of the human circadian clock is accurately represented by the core body temperature rhythm following phase shifts to a three-cycle light stimulus near the critical zone. // J. Biol Rhythms. – 2000.- №15(6). -P.524–530.
- 21 Rimmer DW, Boivin DB, Shanahan TL, et al. Dynamic resetting of the human circadian pacemaker by intermittent bright light. // Am J Physiol.- 2000.-№3.- P.279
- 22 Culic V. Chronobiological rhythms of acute cardiovascular events and underlying mechanisms // Int. J. Cardiol. -2014.- №174. -P. 417–419.
- 23 Curtis A.M., Cheng Y., Kapoor S., Reilly D., Price T. S., Fitzgerald G. A. Circadian variation of blood pressure and the vascular response to asynchronous stress // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.- 2007. № 104. -P. 3450–3455.
- 24 Durgan D. J., Young M. E. The cardiomyocyte circadian clock: emerging roles in health and disease // Circ. Res. -2010.- №106.- P.647–658.
- 25 Slomeczynski W., Kwapien J., Zyczkowski K. Entropy Computing Via Integration over Fractal Measures // Chaos. – 2000. – Vol.10, №1. -P. 180-188.



## References

- 1 Aschoff J. (1981) Biological rhythms, no Y-L., pp.320.
- 2 Ashirbaev Ch. K., Kabyrbekov Ch. A., Abdrakhmanova A. I., Kydyrbekova Zh. B. (2017) Organizatsiya komp'yuternoi laboratornoi raboty po issledivaniu elektricheskogo i magnitnogo polei s ispol'zovaniem paketa program MATLAB [The organization of computer laboratory work on a research electric and magnetic water with use of the software package of MATLAB]. Izvestiya NAN RK, physical. mat series. no.4. – pp.206-213.
- 3 Brown F.A. The biological clock. Two views (1970) F. A. Brown jun., J. W Hastings, J. D. Palmer. N. Y.; London: Acad.,pp.198.
- 4 Cfasman A. Z., Alpaev D. V. (2010) Circadnaya ritmika arterial'nogo davleniya pri izmenennom sutochnom ritme zhizni [Circadian rhythmicity of arterial blood pressure at the changed daily rhythm of life]. Reprocentr M, vol.2, pp. 305-358.
- 5 Chaika V. Ya. (2013) Bioritmy cheloveka- kluch k prognozirovaniyu rabotosposobnosti, nadezhnosti, sovmestimosti [Biorhythms of the person – a key to forecasting of working capacity, reliability, compatibility]. Nauchno-metodicheski sbornik, no 3, pp. 55.
- 6 Chaitun S. D. (2013) Traktovka entropii kak mery besporyadka i ee vozdeistvie na sovremennuiu nauchnuiu kartinu mira [Interpretation of entropy as measures of a disorder and her impact on a modern scientific picture of the world]. Voprosy filosofii, no 2, pp. 62-74.
- 7 Chronobiologiya and Chronomeditsina (2012) [Chronobiology and chronomedicine]. Rukovodstvo-pod redakciei S.I. Rapoporta, V.A. Frolova, L.G. Hetagurovoi. - M.: MIA. – pp.480.
- 8 Culic V. (2014) Chronobiological rhythms of acute cardiovascular events and underlying mechanisms. Int. J. Cardiol., no 174, pp. 417–419.
- 9 Curtis A.M., Cheng Y., Kapoor S., Reilly D., Price T. S., Fitzgerald G. A. (2007) Circadian variation of blood pressure and the vascular response to asynchronous stress. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A, no 104, pp. 3450–3455.
- 10 De Scalzi M, De Leonardi V., Calzolari F., Barchielli M., Cinelli P., Chiodi L., Fabiano F.S., Vergassola R. (1984) Heart rate and premature beats: a chronobiologic study. // Giornale Italiano di Cardiologia, Vol.14(7), P. 465–470.
- 11 Durgan D. J., Young M. E. (2010) The cardiomyocyte circadian clock: emerging roles in health and disease. Circ. Res., no 106, pp.647–658.
- 12 Germano G., Cornelissen G., Scarpelli P. T., et al. (1988) Age effects upon circadian characteristics of human blood pressure. Chronobiolog.vol.15, no 3, pp.266.
- 13 Haus E., Smolensky M. (2006) Biological clock and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. Cancer Causes and Control. №5.- P.489-500.
- 14 Khalsa SBS, Jewett ME, Duffy JF, et al. (2000) The timing of the human circadian clock is accurately represented by the core body temperature rhythm following phase shifts to a three-cycle light stimulus near the critical zone. J. Biol Rhythms., no15(6). pp.524–530.
- 15 Kohno I, Iwasaki H, Okutani M., et al. (1998) Circadian blood pressure and heart rate profiles in normotensive patients with mild hyperthyroidism. Chronobiol. Int. vol. 15, no 4, pp. 337-347.
- 16 Rimmer DW, Boivin DB, Shanahan TL, et al. (2000) Dynamic resetting of the human circadian pacemaker by intermittent bright light. Am J Physiol., no 3, pp.279
- 17 Slomczynski W., Kwapien J., Zyczkowski K. (2000) Entropy Computing Via Integration over Fractal Measures. Chaos, vol.10, no 1, pp.180-188.
- 18 Smith S. (2002) Characterizing the effects of airborne vibration on human body vibration response. Aviation, Space, and Environmental Medicine, no 73 (1), pp. 36-45.
- 19 Stepanova S. I. (1989) Sutochnye ritmy pokazatelei kardiorespiratornoi sistemy cheloveka [Daily rhythms of indicators of cardiorespiratory system of the person]. Problemy kosmicheskoi biologii, vol.64, pp.34-60.
- 20 Toleukhanov S.T. (2006) Biologiyalyk yrgak- tiri tabigattyn irligi zany [Biorhythm - the fundamental law of wildlife]. Gylym kokjieginde- gylymi kopshilik zhinak. - pp.59-68
- 21 Tuleukhanov S.T. (2002) Biologicheskie ritmy- fundamental'nyi zakon zhivoi prirody [Biological rhythms - the fundamental law of wildlife]. Izvestiya NAN RK. Series biological and medical. no. 6(234), pp. 3-16.
- 22 Tuleukhanov S.T. (2002) Chronofiziologiya: dostizheniy i perspektivy razvitiy [Chronofiziology: achievements and prospects of development]. Vestnik KazNU. Biological series- no 1(16), pp. 94-101.
- 23 Wertheimer L, Hassen A, Delman A., et al. (1974) Cardiovascular circadian rhythm in man. Chronobiology, Igaku Shoin. Tokyo., pp.742-747.
- 24 Zhanabaev Z. Zh, Kozhagulov Y.T, Khokhlov S.A. (2013). Scale invariance criteria of dynamical chaos // International Journal of mathematics and physics 4.-no 2.- pp.29-37.
- 25 Zhanabayev Z. Zh. (2013) Kriterii samopodobiya i samoaffinosti dinamicheskogo haosa [Criteria of self-similarity and self-affinity of dynamic chaos]. Vestnik KazNU. Physical series, no 1(44), pp. 58-66.