

УДК 616.12-008.318:669.052

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ СТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У РАБОЧИХ, ЗАНЯТЫХ ДОБЫЧЕЙ И ОБОГАЩЕНИЕМ ХРОМОВОЙ РУДЫ

М.К. Жалимбетов

Национальный центр гигиены труда и профзаболеваний МЗ РК, г. Караганда

В статье дан анализ спектральной структуры сердечного ритма рабочих, занятых добычей и обогащением хромовой руды. В динамике смены выявлены изменения, которые обусловлены больше активностью внутрисистемного контура управления сердечным ритмом с мобилизацией энергетических и метаболических резервов организма.

Ключевые слова: сердечный ритм, адаптация, рабочие добычи и обогащения хромовой руды, сердечно-сосудистая система

Проведенные полносменные хронометражные исследования характера трудовых процессов у рабочих ДГОК - филиала ТНК «Казхром» показал, что трудовая деятельность рабочих, занятых добычей и обогащением хромовой руды, сопровождается тяжелым физическим трудом и нервно-эмоциональным напряжением. Так, труд машинистов по управлению технологическим оборудованием по степени тяжести труда соответствует 3 классу 1 степени, а по напряженности 3 классу 3 степени. Следует подчеркнуть, что внедрение частичной автоматизированной системы управления технологическим процессом позволило значительно снизить тяжелый физический труд при доставке, разгрузке, взвешивании, засыпке рудных материалов. Однако, трудовая деятельность основных профессиональных групп рабочих, обслуживающих флотационные машины, сушильные агрегаты, аппараты сгустителей и др., на протяжении смены сопровождались неудобной рабочей позой, региональной нагрузкой, наклонами туловища. Так, труд рабочих, обслуживающих флотационные машины, сушильные агрегаты, аппараты сгустителей и др., по степени тяжести и напряженности труда соответствует 3 классу 2 степени. Труд рабочих вспомогательных профессий (грузчиков, электрослесарей, электросварщиков) по степени тяжести труда соответствует 3 классу 2 степени, а по напряженности 3 классу 1 степени.

Работа в таких условиях требует оценки функционального состояния рабочих. Учитывая особенности труда, нами была проведена оценка сердечной деятельности, а именно, медленноволновых особенностей регуляции структуры сердечного ритма с целью диагностики адаптивной регуляции организма.

Цель исследования. Выявление особенностей в регуляции структуры сердечного ритма у рабочих занятых, добычей и обогащением хромовой руды.

Материалы и методы. Всего в динамике смены обследовано 260 рабочих. Оценка вегетативной регуляции проводилась по данным математического анализа сердечного ритма. Огибающую ритмограммы сердца формировали на основе I стандартного отведения ЭКГ. Массивы чисел, представляющих собой длительность последовательных кардиоинтервалов, обрабатывали спектральным методом [1,2]. Рассчитывали вторичный показатель - индекс напряжения (ИН, усл.ед.), отражающий степень централизации управления сердечным ритмом $ИН = A Mo / (2DX * Mo)$, проводили анализ мощности медленных волн первого, второго, третьего порядков и дыхательных волн ($S_{MVI}, S_{MVII}, S_{MVIII}, S_{DV}$), периоды медленных волн трех порядков и период дыхательных волн ($T_{MVI}, T_{MVII}, T_{MVIII}, T_{DV}$), суммарную мощность медленных волн и суммарную мощность дыхательных волн ($SP_{MVI}, SP_{MVII}, SP_{MVIII}, SP_{DV}$). Вычисляли пять важных индекса: индекс централизации (ИЦ) и индекс подкорковых нервных центров первого (ИАПЦ₁) и второго (ИАПЦ₂) порядков, индекс общей активности (ИОА), индекс функционального состояния (ИФС).

Результаты и обсуждение. Изменение мощности волновых составляющих в структуре СР к концу смены проявилось у рабочих основных профессиональных групп доминированием в спектре автокорреляционной функции медленно- и среднечастотных компонентов.

Спектральный анализ структуры СР показал, что к концу смены высокая активность медленных волн III порядка, т.е. участие высших центров в регуляции СР, что можно считать признаками усиления регуляции на межсистемном уровне. Причем, контроль со стороны центрального контура остается ведущим. Такое преобладание в контуре регуляции, согласно публикаций многих авторов, свидетельствуют о состоянии перенапряжения, т.к. именно медленноволновые составляющие СР обусловлены активностью гипоталамо-лимбических и корковых структур и тесно связаны с общим тонусом парасимпатического отдела ВНС [3,4].

В отношении интегральных характеристик нами отмечено, что после смены увеличивается активность показателя индекс общей активности (ИОА).

На рисунке, у рабочих к концу смены была высокой спектральная мощность волн III порядка ($S_{MB3} - 0,112 \pm 0,016$). Высокие значения свидетельствуют об активном включении в процесс управления более высоких уровней.

Активность кардиостимулирующего центра (ИАПЦ₂ - $5,27 \pm 1,23$), по сравнению с кардиоингибирующим (ИАПЦ₁ - $2,15 \pm 0,26$), рассматривается нами, как признак усиления составляющих в модуляторном сердечно-сосудистом центре, что указывает на усиление в спектре мощностей волн 1-го и 2-го порядков.

Анализ скаттерограмм показал, что у исследуемого контингента отмечается выраженное сгущение «авторегрессионного облака» именно к концу смены,

что также является свидетельством высокого функционирования центрального контура и преобладании в автокоррелограммах низкочастотного и среднечастотных компонентов [2].

Таким образом, спектральный анализ структуры сердечного ритма у рабочих, проведенного в динамике смены, показал, что преобладание симпатического отдела вегетативной нервной системы выразилось в увеличении контроля со стороны высших уровней управления, на что указывали высокие значения спектральной мощности волн III порядка.

Проведенный математико-статистический анализ структуры сердечного ритма свидетельствовал об увеличении нагрузки на аппарат кровообращения и снижении индекса функционального состояния (ИФС), что характеризовало мобилизацию физиологических резервов сердечно-сосудистой системы, направленных на поддержку оптимального состояния организма рабочих.

Таким образом, оценка вегетативного звена в динамике смены имели различия, которые касались активности как центральных, так и автономных контуров управления.

В целом, физическая нагрузка в динамике смены проявилась выраженной активностью симпатического контура с преобладанием активности среднечастотных компонентов.

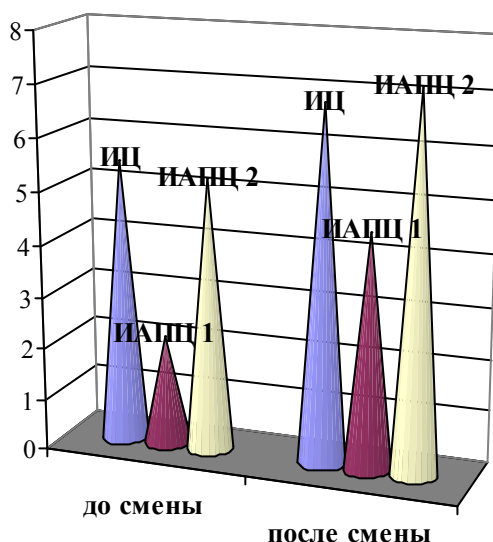


Рисунок 1 - Показатели индексов спектрограммы сердечного ритма в динамике смены

Анализ свидетельствует, что в регуляции сердечно-сосудистой системы активны следующие звенья: парасимпатической регуляции в виде мощности спектра в диапазоне дыхательных волн (ДВ), активности СКО, статический разброс

которых имеет запас перестройки; баланс активности хронотропного звена симпатической регуляции при этом держится в границах возрастных норм (ИН).

«Физиологическая цена» адаптации к концу смены проявляется со стороны вегетативного звена «ценой» напряжения, которое у большинства рабочих проявляется состоянием высокого уровня функционирования центрального контура (ИЦ, ИФС), преобладанием в состоянии подкорковых механизмов активности вазомоторных центров (ИАПЦ, МВ-3).

В целом, физическая нагрузка ведет к напряжению нижележащих звеньев регуляции структуры СР и включению в регуляцию центров более высокого уровня.

Анализ структуры и условий деятельности показывает в целом ряде случаев неизбежность неблагоприятных состояний, следовательно, и снижение надежности системы «человек-производство». Постоянное воздействие стрессфакторов в условиях круглосуточной производственной деятельности формирует различного рода неблагоприятные функциональные состояния.

Дисгармония между психофизиологическими и трудовыми ритмами значительно повышают напряженность регуляторных механизмов центральной нервной системы, а в последующем – формируют состояния напряжения и перенапряжения, особенно при сильных внешних раздражителях, носящих хронический характер.

Динамика показателя M_0 в начале и в конце смены была без выраженных изменений, а показатель AM_0 к концу смены имел рост. Оценка состояния регуляторных систем показала (+6 – +7) баллов, что соответствует состоянию выраженного функционального напряжения.

Математико-статистические показатели сердечного ритма, отражающие состояние регуляторных систем организма, как это следует из представленных данных, в значительной степени зависят от возраста и степени адаптации организма к условиям производственной среды. Полученные нами в ходе исследования данные указывают на то, что воздействие производственной нагрузки в динамике смены вызывает сокращение возможного диапазона адаптивных реакций и свидетельствует о наличии явлений дисрегуляции, т.е. на несоответствие нервных и гуморальных влияний на сердце с тенденцией больше к состоянию «срыв адаптации».

Таким образом, физическое напряжение у рабочих в динамике смены приводит к кумуляции утомления и к формированию переутомления в регуляции структуры сердечного ритма, о чем свидетельствует тенденция изменения всех показателей сердечного ритма, смещение гуморального контура регуляции в сторону активации симпатического отдела вегетативной нервной системы (рост показателей AM_0 , ИН, CV%). Комбинаторный анализ структуры сердечного ритма показал, что «ценой адаптации» структуры сердечного ритма является смещение баланса на гомеостатическом уровне в сторону усиления эрготропных влияний на ритм, формированию более жестких связей, как признака неэкономного расхо-

дования резервных возможностей автономного контура, что в дальнейшем будет способствовать дестабилизации сердечного ритма [3]. К окончанию смены дефицит энергии способствует смещению контура регуляции в сторону активности трофотропных процессов, вызванных в течении смены большим усилением энергетических процессов.

Динамика спектральной мощности волн первого порядка (SMB_I) в течении смены не меняется, значения остаются в тех же диапазонах (до смены $0,04 \pm 0,09$; после смены $0,055 \pm 0,01$). По отношению показателей спектральной активности волн второго порядка (SMB_{II}) достоверных изменений нет, но отмечается рост знаковых значений по окончании смены ($0,06 \pm 0,02$; $0,09 \pm 0,03$). Достоверно увеличивается амплитуда медленных волн третьего порядка (SMB_{III}) ($0,047 \pm 0,006$; $0,153 \pm 0,074$).

После смены контроль со стороны центрального контура является ведущим, активнее включаются в процесс управления нервные центры все более высоких уровней. Усиление как медленных, так и средней мощности дыхательных волн спектра сердечного ритма к концу смены свидетельствует, что процесс централизации в управлении протекает со смещением в сторону парасимпатической системы вегетативного звена. Физиологически это свидетельствует о процессе возбуждения подкоркового сердечно-сосудистого центра, в составе которого имеются как стимулирующий (симпатический), так и ингибиторный (парасимпатические) центры.

Анализ значения суммарной плотности медленных волн (SP_{MB}) достоверных значений не выявил, отмечается незначительный рост числовых значений. Хотя к концу смены достоверно растет ($p < 0,01$) показатель плотности дыхательных волн (SP_{MBD}) ($0,009 \pm 0,0009$; $0,22 \pm 0,01$), что еще раз свидетельствует о парасимпатической активности.

Оценка участия центрального контура в регуляции структуры сердечного ритма показала, что значения периодов волн, а именно T_{MBD} , T_{MBII} , T_{MBI} к концу смены несколько снижаются, но идет достоверный рост участия высших подкорковых центров, как ингибитор активности адренергических механизмов, а именно отмечается рост показателя периода медленных волн третьего порядка ($45,69 \pm 6,71$; $60,41 \pm 0,07$), что свидетельствует о включении в регуляцию сердечного ритма все больших звеньев активной регуляторной деятельности.

Динамика индекса централизации (ИЦ), который показывает насколько более мощной является активность центрального контура по отношению к автономному, показала, что к концу смены отмечается тенденция к повышению этого показателя (от $10,41 \pm 3,37$ у.е. до $18,52 \pm 5,48$ у.е.). Преобладание симпатической активности при напряженной трудовой деятельности свидетельствует, что профессиональная деятельность протекает со стороны вегетативного звена последова-

тельным включением в процесс адаптации более высоких уровней управления физиологическими функциями.

Активация дополнительных адаптационных механизмов проявляется мобилизацией и активностью таких показателей как ИЦ, СКО, МВ-2 (надсегментарного уровня регуляции). Показатель общей активности (ОА) к концу смены у рабочих вырос ($p < 0,01$), что связано с активацией подкоркового звена управления сердечного ритма. Соотношение динамики значений индекса функционального состояния (ИФС) и ОА позволяет нам говорить, о росте и активности внутрисистемного звена, с напряжением адаптационно-компенсаторных механизмов регуляции структуры сердечного ритма.

Оценка активности показателей индексов модуляторного центра показала, что непосредственно в производственных условиях у рабочих в начале смены отмечается активность более высоких внутрисистемных уровней регуляции ритма, так значения индексов кардиоингибиторного и кардиостимуляторного (ИАПЦ₁, ИАПЦ₂) выше чем после смены, кроме того динамика значения ИФС, свидетельствует о высоком напряжении регуляторных механизмов [4], после смены это напряжение резко снижается.

Соотношение активностей индексов ИЦ, ИАПЦ₁, ИАПЦ₂, ИФС, а также ОА позволяет нам сделать вывод, что ведущими основными звеньями, участвующими во внутрисистемной регуляции сердечного ритма при росте рабочего напряжения у рабочих, являются звенья больше подкоркового звена.

Высокая подвижность компенсаторно-приспособительных механизмов внутрисистемного уровня способствует активному участию больше центральных звеньев управления СР. Деятельность и контроль со стороны центральных механизмов осуществляется, в основном, изменением спектральной структуры волн третьего порядка, который курирует синусовый узел (автономного контура) как ингибитор.

Таким образом, анализ спектральной структуры сердечного ритма рабочих показал наличие определенных изменений, связанных с нервно-эмоциональными напряжениями в течении рабочего времени. Эти изменения обусловлены активностью внутрисистемного звена, включающие активность надсегментарных уровней регуляции (МВ-2) и высших вегетативных центров (рост СКО, ИЦ, ИН).

В данном случае активация мощности «очень» низкочастотной составляющей спектра (медленные волны второго порядка) свидетельствует о том, что процесс адаптации в течение рабочей смены протекает с активацией надсегментарного уровня регуляции. Это вызвано состоянием значительного физического напряжения, поскольку именно эта амплитуда тесно связана с функциональным состоянием коры головного мозга. Согласно данным Флейшмана А.Н. [5], эти волны можно также считать индикаторами управления метаболических процессов, отражающие энергодефицитные состояния. Можно считать, что у рабочих к кон-

цу смены отмечается мобилизация энергетических и метаболических резервов, т.е. гиперактивизация. По активности S_{MB2} можно считать, что степень связи сегментарных уровней регуляции кровообращения с надсегментарными к концу смены усиливается, что вызвано влиянием высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр.

Литература

1. Баевский Р.М., Кукушкин Ю.А., Марасанов А.В., Романов Е.А. Методика оценки функционального состояния организма человека // Медицина труда и промышленная экология. -1995.-№3.-С.30-33.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Введение в донологическую диагностику. –М: Слово, 2008. -175 с.
3. Богожин С.В., Щенкова И.М. Анализ variability сердечного ритма в условиях стрессовых нагрузок // Физиология человека. -2008. -Т.34, №6. -С.80-87.
4. Панкова Н.Б., Надоров С.А., Карганов М.Ю. Анализ variability сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин // Физиология человека. -2008. -Т.34, №4. –С.64-72.
5. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. –Новосибирск: Наука, 1998. – 263 с.

Тұжырым

Мақалада хром кенін байытушы жұмыскерлердің жүрек ырғағының спектралді құрылымына талдау берілді. Жүрек ырғағын басқару жүйе ішілік контурдың ағзаның энергетикалық және метаболикалық қорларын мобилизациялаумен тығыз белсенділігіне байланысты ауысым динамикасында өзгеріс білінді.

Түйінді сөздер: жүрек ырғағы, бейімделу, хром кенін өндіруші және байытушы жұмысшылар, жүрек-тамыр жүйесі

Summary

In article is given analysis of the spectral structure of the warmhearted rhythm of workers occupied by enrichment chrome ore. During work process are revealed change, which are conditioned more by activity inwardly system sidebar of management warmhearted rhythm with mobilization energy and metabolic reserve of the organism.

Key words: warmhearted rhythm, adaptation, worker of the mining and enrichments chrome ore, heartily-vascular system