

УДК 612.766:1

В. А. Олейников

ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ И ПАРАМЕТРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЦА ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

В условиях интенсифицированного производства резко возрастают психо-эмоциональные нагрузки на человека [4]. Эмоциогенное действие на организм физического труда (мышечной работы) в литературе практически не освещено. Как и любой сенсорный раздражитель, мышечная активность обладает определенной эмоциональной значимостью. Известно, что регулярное поддержание мышечного тонуса на определенном уровне отражается на эмоциональном состоянии субъекта [11]. Выполнение человеком циклической мышечной работы может вызывать широкий диапазон субъективных переживаний (восприятий) осуществляемой активности — от «очень легкой» до «очень тяжелой» [15]. Привлекает внимание сходство сосудистой реакции на производственную нагрузку (послерабочее повышение диастолического давления) у работников умственного, нервно-напряженного труда [5] и некоторых групп работников физического труда [7], что можно рассматривать, как результат нервного, эмоционального напряжения [5], возникновению которого способствуют эмоциональные возбуждения отрицательного характера, обладающие длительным последствием [12].

Мы исследовали эмоциогенное влияние мышечной активности (статического и динамического характера) на организм человека, ориентируясь на объективные ЭКГ признаки эмоционального возбуждения [13, 14].

Методика исследований

Испытуемыми явились практически здоровые мужчины в возрасте 25—40 лет, уровень физической работоспособности которых соответствовал (по степ-тесту Ryhming) 4—5 группам, по кислородным грациям Купера [1]. Статическую работу испытуемые осуществляли удержанием кистью правой руки дозированного (0,75 от максимального) мышечного усилия «до отказа». В качестве динамической (циклической) работы применяли ручное и ножное педалирование на велоэргометре фирмы «Медикор». Частота педалирования была постоянной во всех сериях опытов и составила 45 об/мин.

ЭКГ регистрировали во II отведении Неба. При осуществлении динамической работы испытуемым предлагали в конце каждой минуты оценивать ее тяжесть по семибалльной шкале [15]: 1) очень легкая, 2) легкая, 3) ближе к средней, 4) средняя, 5) ближе к тяжелой, 6) тяжелая, 7) очень тяжелая.

Результаты исследований и их обсуждение

Особенности статической мышечной работы (быстрое развитие утомления [10], наличие «периода терпения» [3]) позволяют предполагать возникновение определенной эмоциональной окраски формирующихся при этом субъективных переживаний у исполнителя. Действительно, статическое усилие вполне можно рассматривать как эмоциогенную форму активности, при которой с момента возникновения чувства усталости человек испытывает субъективно все возрастающее препятствие к осуществлению поставленной цели — удерживать заданное усилие и, в конце концов, вынужден вопреки своему желанию и волевой установке прекратить производимое действие. Следовательно, возникает типичная ситуация «незавершенной цели» [2] — состояние, которое с позиций концепции П. К. Анохина о функциональной системе можно охарактеризовать как «конфликтную ситуацию с высоким уров-

нем эмоционального влияния» [6].

В пользу такой обратной связи (с ЧСС) в момент мышечного напряжения лиц в авариях поставление индекса мышечного напряжения, полученным из таблицы Платона тревожности Тейлора за» и уровнем тестам ($r=0,3$ —

В данной работе эмоционального напряжения увеличение индекса (УК) «до от выполняемого с испытуемого; с испытуемый осу

Исследованиями субъективные уменьшение зубца Р и УК, т. е. налицо период НП, при которой работы или чувств такой же ЧСС, изменялись, а не счет прироста з НП, когда испы приятных ощуще наблюдалось до (на 25—35 %).

Показатели биоэлект

Вид мышечной активности

Фон (покой)

Усилие кисти в 0,75 «устал»
«до отказа» «отказ»

Педалирование на велоэргометре

Усилие кисти на фоне «устал»
педалирования «отказ»

Примечание. *—

Предположено, что может быть вегетативное возбуждение, вызванное работой отвергнутости зубного цикла. Меж

нем эмоционального напряжения и подчеркнутым фоном неудовольствия» [6].

В пользу такого рассуждения свидетельствует наличие достоверной обратной связи между выраженностью вегетативной реакции (по ЧСС) в момент отказа горнорабочего от продолжения длительного мышечного напряжения и экспертными оценками поведения обследованных лиц в аварийной ситуации [8]. Кроме того, проведенное нами сопоставление индивидуальных величин ЧСС «отказа» при статическом мышечном напряжении с психологическими характеристиками этих же лиц, полученными в лаборатории психологии труда при использовании таблицы Платонова—Шультце [9], вопросника Куды [16] и шкалы тревожности Тейлор [17], выявлено прямые связи между ЧСС «отказа» и уровнем эмоциональной возбудимости по психологическим тестам ($r=0,3-0,5$, $p<0,05$).

В данной работе, ориентируясь на объективные ЭКГ признаки эмоционального возбуждения (снижение амплитуды зубца T [14] и увеличение индекса P/T [15]), мы сопоставили дозированное усилие кисти (УК) «до отказа»; ножное педалирование (НП) на велоэргометре, выполняемое с такой же ЧСС, как и ЧСС «отказа» при УК у этого же испытуемого; сочетанную статико-динамическую активность, когда испытуемый осуществлял УК на фоне НП.

Исследования показали (см. таблицу), что для «чистого» УК свойственны уменьшение амплитуды и продолжительности зубца T , увеличение зубца P и увеличение P/T , возрастающие по мере продолжения УК, т. е. налицо признаки эмоционального возбуждения [13, 14]. В период НП, при котором у испытуемых не возникало ощущения тяжелой работы или чувства усталости (хотя эта активность осуществлялась с такой же ЧСС, как и ЧСС «отказа» при УК), параметры зубца T не изменялись, а некоторое увеличение P/T было обусловлено целиком за счет прироста зубца P . И, напротив, при осуществлении УК на фоне НП, когда испытуемые в процессе УК тоже испытывали развитие неприятных ощущений от момента «устал» до момента «отказа», вновь наблюдалось достоверное уменьшение продолжительности зубца T (на 25—35 %).

Показатели биоэлектрической активности сердца при мышечной работе различного характера ($M \pm m$)

Вид мышечной активности	Амплитуда зубца P (мВ)	Амплитуда зубца T (мВ)	Продолжительность зубца T (с)	ЧСС (уд/мин)	Индекс P/T	$\Delta P/T$ (%)
Фон (покой)	$0,10 \pm 0,01$	$0,50 \pm 0,06$	$0,17 \pm 0,01$	$78 \pm 2,5$	$0,24 \pm 0,03$	—
Усилие кисти в 0,75	«устал» $0,14 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,06$	$0,16 \pm 0,01$	$96 \pm 2,3^*$	$0,36 \pm 0,05^*$	+50
«до отказа»	«отказ» $0,16 \pm 0,03^*$	$0,34 \pm 0,04^*$	$0,13 \pm 0,01^*$	$109 \pm 2,6^*$	$0,54 \pm 0,07^*$	+125
Педалирование на велоэргометре	$0,16 \pm 0,04^*$	$0,52 \pm 0,06$	$0,16 \pm 0,004$	$111 \pm 2,7^*$	$0,3 \pm 0,04$	+29
Усилие кисти на фоне	«устал» $0,18 \pm 0,04^*$	$0,48 \pm 0,04$	$0,14 \pm 0,01$	$123 \pm 3,3^*$	$0,38 \pm 0,05^*$	+58
педалирования	«отказ» $0,18 \pm 0,03^*$	$0,46 \pm 0,04$	$0,12 \pm 0,01^*$	$129 \pm 4,2^*$	$0,40 \pm 0,05^*$	+66

Примечание. *—различия достоверны по отношению к фону ($p \leq 0,05$).

Предположение о том, что продолжительность зубца T ЭКГ может быть вегетативным признаком отрицательного эмоционального возбуждения, высказывалось ранее [13]. Однако затем авторы в этой же работе отвергли сделанное допущение и связали сдвиги в продолжительности зубца T целиком с хронотропными изменениями сердечного цикла. Между тем из таблицы видно, что в проведенных нами

экспериментах мера укорочения продолжительности T не определяется текущей ЧСС, а связана именно с характером статической мышечной активности, для которой свойственны быстрое развитие утомления и отрицательные субъективные переживания, нарастающие к моменту «отказа» от деятельности.

Полученные результаты позволяют соотнести уменьшение продолжительности зубца T ЭКГ, возникающее при статическом мышечном

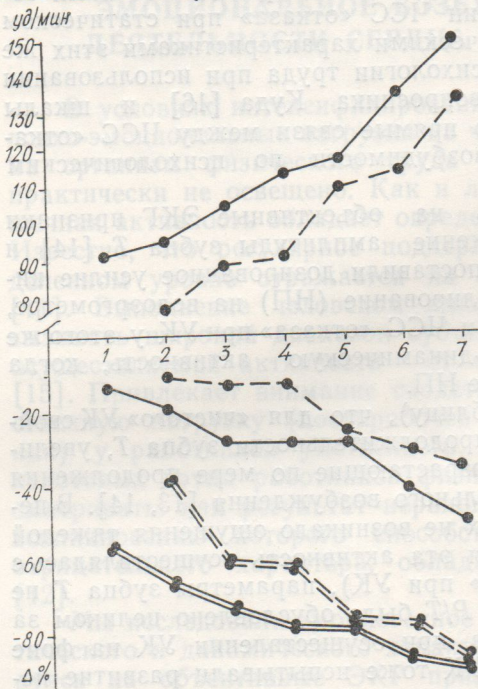


Рис. 1. Отношения ЭКГ характеристик и субъективного восприятия тяжести выполняемой циклической работы.

По горизонтали — субъективное восприятие тяжести выполняемой работы: 1 — очень легкая, 2 — легкая, 3 — ближе к средней, 4 — средняя, 5 — ближе к тяжелой, 6 — тяжелая, 7 — очень тяжелая. По вертикали: в верхнем квадранте — частота сердечных сокращений при работе (уд/мин), в нижнем квадранте — сдвиги (уменьшение) продолжительности зубца T ЭКГ (одинарная линия) и сдвиги интервала $T-R$ ЭКГ (сдвоенная линия), в % к исходному, дорабочему уровню. Сплошная линия — ножное педалирование, прерывистая — ручное педалирование.

Естественно, представлялось интересным определить, возникают ли аналогичные сдвиги продолжительности зубца T ЭКГ при изменении эмоционального состояния субъекта в процессе выполнения мышечной работы динамического (циклического) характера. С этой целью испытуемым предлагали совершить на велоэргометре ручное педалирование (РП) «до отказа» и НРП «до отказа» при ступенчатом нарастании нагрузки в конце каждой минуты на 20 Вт (начальное сопротивление на педали составляло 40 Вт). При этом обратили внимание на появление у испытуемых субъективного отношения к выполняемой работе, как к работе тяжелой, полагая, что подобное восприятие отражает формирование у субъекта отрицательного эмоционального состояния.

В проведенных исследованиях «отказ» испытуемых при НРП наступал на 8—10 мин опыта, а при РП на 6—7 мин ЧСС «отказа» составила соответственно $159 \pm 4,6$ и $142 \pm 4,1$ /мин.

Оказалось, что одинаковое субъективное восприятие работы (согласно оценкам тяжести) формировалось во время РП при меньших значениях ЧСС, чем во время НРП (см. рисунок). Меньшими при РП были и сдвиги (в сторону укорочения) продолжительности зубца T . Из рисунка видно, что кривая ЧСС и кривая изменений длительности сердечной паузы (интервал $T-R$) зеркально отражают друг друга. В то же время изменения кривых продолжительности зубца T имели более самостоятельный характер и обнаружили общие черты при РП и НРП. В частности, на каждой из них отчетливо прослеживается период стабильного уровня (при продолжающей нарастать ЧСС), включающий субъективные состояния 3 и 4 («близкая к средней» и «сред-

няя» тяжесть рассматривать низма, сменяю тающей нагрузе формируется о желой» (при Р

Именно эт объективный п зубца T в сторо

Нам предс (при циклическ занность динам довательности с личной биологи эмоциональные

Развитие у тяжести во вре и опережающе в длительности эмоциональности

ление субъекти чений ЧСС и с ЭКГ (см. рисун цательного эмо ЧСС 100/мин (с нагрузки ЧСС 1

Отрицатель боты и динамич ности) дает до ного синдрома забоев угольных тического мышс операторы крепс ского характера ЧСС), превыша для ручной рабо

Полученные ставления [1] о ной работы и о порога отрица индивидуального

Дозированно «до отказа», пре жения у человека

Возникновеи статической мыш выполняемой в н путствует уменьш

Отрицательно ты возникает при ской работе.

няя» тяжесть работы), которые в психологическом плане естественно рассматривать как некоторое «оптимальное» рабочее состояние организма, сменяющееся при дальнейшем выполнении навязанной возрастающей нагрузки качественно иным субъективным состоянием, когда формируется ощущение «тяжелой» работы (при НП) или «ближе к тяжелой» (при РП).

Именно этому периоду субъективных переживаний соответствует объективный признак — резкий ($p < 0,05$) сдвиг продолжительности зубца T в сторону дальнейшего уменьшения.

Нам представляется, что и в этой части проведенных наблюдений (при циклической мышечной работе) проявилась определенная привязанность динамики сдвигов продолжительности зубца T ЭКГ к последовательности формирования в организме качественных состояний различной биологической значимости (положительные — отрицательные эмоциональные состояния).

Развитие у испытуемых всего диапазона субъективного восприятия тяжести во время РП на фоне меньших величин ЧСС (чем при НП) и опережающее (по шкале тяжести) возникновение резкого сдвига в длительности зубца T можно рассматривать как проявление большей эмоциогенности ручной циклической работы против ножной. Сопоставление субъективных оценок тяжести работы, соответствующих им значений ЧСС и сопутствующих изменений продолжительности зубца T ЭКГ (см. рисунок) позволяет ориентировочно принять за порог отрицательного эмоциогенного влияния для ручной циклической работы ЧСС 100/мин (средняя между 91 и 109), а для ножной циклической нагрузки ЧСС 120—125/мин (между 117 и 134).

Отрицательное эмоциогенное действие статической мышечной работы и динамической работы (при определенном уровне ее интенсивности) дает достаточное объяснение развитию явлений гипертензивного синдрома и послерабочей гипертензии у горнорабочих очистных забоев угольных шахт, в деятельности которых очень велика доля статического мышечного компонента (машинисты угольного комбайна, операторы крепи), и выполнение большинства ручных работ циклического характера (рабочие в нише) происходит при интенсивности (по ЧСС), превышающей порог отрицательного эмоциогенного влияния для ручной работы [7].

Полученные результаты дополняют также существующие представления [1] о различиях в вегетативном обеспечении ручной и ножной работы и открывают возможность практического использования порога отрицательной эмоциональности для профилактического индивидуального нормирования интенсивности физического труда.

Выводы

Дозированное статическое мышечное напряжение, удерживаемое «до отказа», представляет адекватную модель эмоционального напряжения у человека.

Возникновению отрицательного эмоционального возбуждения при статической мышечной активности и работе циклического характера, выполняемой в навязанном темпе с нарастающей интенсивностью, сопутствует уменьшение продолжительности зубца T ЭКГ.

Отрицательное эмоциогенное действие ручной циклической работы возникает при меньших значениях ЧСС, чем при ножной циклической работе.

V. A. Oleinikov

EMOTIONAL EXCITATION AND CHARACTERISTICS
OF CARDIAC ACTIVITY DURING MUSCULAR EXERCISES

Summary

ECG-characteristics of cardiac activity and subjective relation of a patient to physical work were recorded simultaneously during muscular static, cyclic or composite exercises. When the patient experiences negative emotions (development of fatigue or sense of heavy work) there appears a significant decrease of the T-wave ECG duration. Negative emotional influence of arm cyclic exercises arises at a smaller heart rate, than during leg cyclic exercises.

Department of Labour Psychophysiology,
Central Institute of Economics and
Scientific and Technical Information of Coal Industry

Список литературы

1. Амосов Н. М., Бендет Я. А. Физическая активность в сердце.— Киев, 1975.— 255 с.
2. Вальдман А. В. Психофизиологические аспекты эмоционального стресса. Вестн. АМН СССР, 1975, № 8, с. 26—33.
3. Ильина М. Н. Возрастные изменения выносливости и ее компонентов.— В кн.: Психофизиология спортивных и трудовых способностей человека. Л., 1974, с. 122—132.
4. Казначеев В. П., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения.— Л.: Медицина, 1980.— 208 с.
5. Киколов А. И. Умственный труд и эмоции.— М.: Медицина, 1978.— 368 с.
6. Мамедов А. М., Шумилина А. И. Динамика корково-подкорковых взаимоотношений в условиях формирования болевого стресса.— Вестн. АМН СССР, 1975, № 8, с. 65—70.
7. Олейников В. А. Физиологические аспекты труда горнорабочих в очистных забоях.— Физиология человека, 1978, 4, № 5, с. 840—847.
8. Олейников В. А. Эмоционально-волевые характеристики горнорабочих.— Физиол. журн., 1979, 25, № 2, с. 182—186.
9. Платонов К. К. Основы психологии труда.— М.: Медицина, 1970.— 264 с.
10. Розенблат В. В. Статическая выносливость и оценка работоспособности человека.— В кн.: Человек и среда. Л.: Наука, 1975, с. 158—165.
11. Рейковский Я. Экспериментальная психология эмоций.— М.: Прогресс, 1979.— 302 с.
12. Судаков К. В. Нейрофизиологические механизмы артериальной гипертензии при экспериментальных эмоциональных стрессах.— Вестн. АМН СССР, 1975, № 8, с. 43—50.
13. Соколов Е. И., Подачин В. П., Белова Е. В. Эмоциональное напряжение и реакции сердечно-сосудистой системы.— М.: Наука, 1980.— 239 с.
14. Фролов М. В., Свиридов Е. П. Амплитуда зубца Т ЭКГ как коррелят эмоционального напряжения.— Журн. высш. нерв. деятельности, 24, № 5, с. 1052.
15. Ярмицкий Ю. Д. Психофизическое шкалирование как основа оптимизации программирования тренировочных нагрузок по частоте пульса.— Теория и практ. физ. культуры, 1974, № 6, с. 23—25.
16. Prodák v uhelném průmyslu. (Profesiografická studie).— Ostrava. 1970.— 103 p.
17. Taylor J. A. A personality scale of manifest anxiety. — J. Abnorm. and Social Psychol., 1953, 48, N 2, p. 285—290.

Отделение психофизиологии
и передовых методов труда Центрального института
экономики и научно-технической информации
угольной промышленности, Стаханов

Поступила в редакцию
27.08.81

КОРОНА
ПРИ

Применение
ца в составе «
эмпирическим
Инсулин был в
ишемических по
к миокарду и а
как показали
недостаточность
процессы в мио
и логично связ
углеводного обм
колиза в зоне
Для анализа м
обходима инфор
и системное кро
Мы изучали
коронарное и си
циональной акт
реакциях на в

Исследования
25 кг под морфин
зировали левую ко
специальной констр
крови. Определяли
ви (ультрамикрога
намические показат
Дыхание регистрир
вали переводением
кислорода в азоте
систему и флоуметр
10 собаках однокра
30 мин после инъек
хания. Реакцию на
(контроль) и через
погликемии. Получе
Стюдента.

Комплекс ре
ческой смеси воз
крови кислородс
легочной вентил
рода и углекисл
вышение артери
противления, по
ной артерии, па