

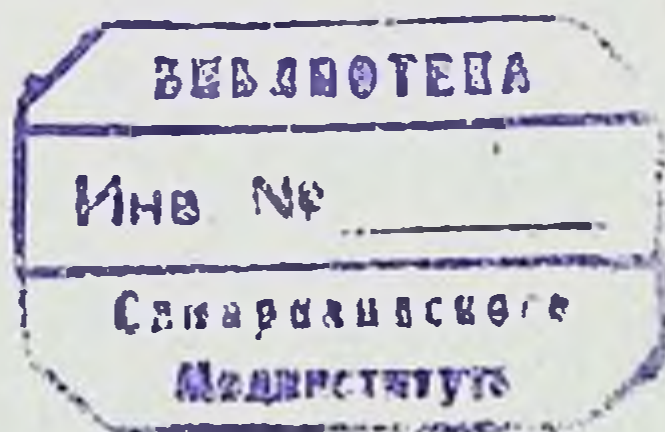
9598
КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ имени акад. А. А. БОГОМОЛЬЦА

О. В. ЧЕБАНОВА

МЫШЕЧНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И НАРУШЕНИИ
ДВИГАТЕЛЬНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО
СТЕРЕОТИПА РАЗЛИЧНОЙ СЛОЖНОСТИ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук



КИЕВ — 1965

КИЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ имени акад. А. А. БОГОМОЛЦА

О. В. ЧЕБАНОВА

МЫШЕЧНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И НАРУШЕНИИ
ДВИГАТЕЛЬНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО
СТЕРЕОТИПА РАЗЛИЧНОЙ СЛОЖНОСТИ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Леран
20/12

КИЕВ — 1965

Диссертация выполнена в Киевском научно-исследовательском институте гигиены труда и профессиональных заболеваний (директор института — доктор медицинских наук, профессор Л. И. Медведь).

Научный руководитель работы — доктор медицинских наук **В. В. ФРОЛЬКИС**.

Диссертация изложена на 275 страницах машинописи, состоит из введения, обзора литературы, 3-х глав собственных исследований, заключения, выводов. Указатель литературы содержит 396 наименований работ (339 отечественных и 57 зарубежных авторов). Работа иллюстрирована 67 таблицами, 36 рисунками. Приложение (том 2-ой) содержит первичные материалы.

Научное учреждение, давшее отзыв о работе — Харьковский медицинский институт.

Официальные оппоненты:

Член корреспондент АМН СССР, доктор медицинских наук,
профессор **Г. Х. ШАХБАЗЯН**

Кандидат медицинских наук, доцент

И. В. МУРАВОВ

Защита диссертации состоится в Киевском /медицинском институте (Киев, Б. Шевченко, 13) 14 мая 1965 г.

Автореферат разослан 9/5 1965 г.

Современный уровень производства, применение кибернетики, распространение новых электронно-вычислительных машин и программирующих устройств, широкое внедрение автоматизации и комплексной механизации резко изменяет характер, формы и условия трудовой деятельности человека в нашей стране. Основным содержанием трудового процесса становится сложный комплекс умственной деятельности с элементами легкого физического труда.

Необходимость самостоятельного руководства технологическим процессом требует расширения производственного профиля рабочих, овладения новыми и сложными профессиями на базе основной специальности.

В связи с этим первостепенное значение приобретает проблема обучения и переподготовки. Возрастает роль производственного обучения в средней школе.

Одна из первоочередных задач физиологии труда состоит в создании новых, совершенных форм производственного обучения, основой которого является учение о высшей нервной деятельности.

Механизмы трудовой деятельности от самых примитивных ее проявлений до бесконечно усложненных форм, характеризующих труд в современном обществе, могут быть поняты только на основе изучения процессов, связанных с высшей нервной деятельностью.

В основе производственного обучения и переподготовки, всей трудовой деятельности человека вообще, с физиологической точки зрения лежит формирование и нарушение двигательного динамического стереотипа различной сложности, представляющего по определению И. П. Павлова (1933) систему условных рефлексов, образующихся в результате взаимодействия организма с окружающей средой.

Учение И. П. Павлова о системности в деятельности коры больших полушарий головного мозга, о динамической стереотипии как частной форме ее проявления, представляет новый и важный этап в развитии физиологии высшей нервной деятельности и лежит в основе изучения сложных форм работы головного мозга.

Динамический стереотип как своеобразное установление наиболее выгодных приспособительных реакций, которым сопровождается всякая трудовая деятельность (М. И. Виноградов, 1954, 1957; А. А. Летавет, 1962; С. А. Брандис, Г. Х. Шахбазян, 1963), закономерности формирования и нарушения его, раскрытие физиологических механизмов этих процессов — привлекает широкое внимание исследователей.

Начиная с 30-х годов, исследования в этой области, в основном на животных, ведутся в самых различных аспектах и касаются: значения при формировании динамического стереотипа порядка следования условных раздражителей, характера и силы их, рефлекса на время, типа высшей нервной деятельности, сложности системы условных раздражителей, влияния механизма динамической стереотипии на направленность иммунно-биологических и аллергических реакций, динамического стереотипа суточной периодики. (П. С. Купалов, 1933, 1954; Э. А. Асратян, 1934, 1938; И. В. Маликман, 1936; О. М. Фуголь, 1936; М. К. Петрова, 1937; Г. В. Скипин, 1938; Д. И. Соловейчик, 1940; Л. О. Зевальд, 1941; С. В. Клещов, 1941; Н. А. Подкопаев, 1941; Э. Г. Вацуро, 1947; Э. Ш. Айрапетьянц, 1948; А. О. Долин, 1949; Э. П. Ольнянская, 1950; А. Д. Слоним, 1954; Э. А. Алексанян, 1958; В. И. Лукьяненко, 1961; П. Ф. Здродовский, 1962; Н. Гамар, И. Шазадос и др.; С. И. Рутенберг, Е. Л. Склярчик, 1963 и другие).

Несколько позже начались исследования двигательного динамического стереотипа. Результаты этих исследований в спорте и трудовой деятельности приводят к выводу о том, что изучение и раскрытие общих закономерностей двигательного динамического стереотипа, формирования, нарушения и перестройки его дают теоретическое обоснование для проблемы усталости как основы обучения, не менее важной и тесно связанной с ней проблемы утомления и проблемы режима труда и отдыха (С. А. Косилов, 1938, 1955, 1957, 1958, 1959, 1963; З. М. Золина и М. Г. Тихая, 1953; З. М. Золина с соавторами,

1958, 1960; М. Г. Тихая, 1957; К. С. Точилор, 1957; М. А. Грицевский, 1958, 1959; Г. К. Киршнер, 1959; В. С. Воробьева, 1960; С. И. Крапивинцева, 1960; Ю. В. Мойкин, 1960, 1962; Е. П. Подоба, 1960; Р. С. Персон, 1960; Г. В. Попов, 1960; З. Н. Брикс и С. А. Косилов, 1963 и другие).

Однако целый ряд вопросов требует дальнейшего изучения. Одним из них является вопрос о влиянии сложности динамического стереотипа на мышечную работоспособность и состояние вегетативных функций, на процессы формирования, упрочения и поддержания его.

Это влияние особенно ярко находит свое проявление в производственном обучении, когда двигательный динамический стереотип непрерывно усложняется и совершенствуется, способствуя повышению профессионального уровня обучающихся.

Поэтому мы полагали целесообразным и важным изучить изменения мышечной работоспособности и некоторых вегетативных функций при формировании и нарушении простого и сложного двигательного динамического стереотипа.

Полученные данные рассматривались в свете современных представлений о решающей роли центральных изменений в механизмах, определяющих не только само движение как условно рефлекторный акт, но и мышечную работоспособность (М. И. Сеченов, 1863; А. Моссо, 1893; Ш. Фере, 1904; Б. О. Богуславский, 1891; Л. Л. Васильев, 1923; В. М. Бехтерев и В. М. Васильев, 1926; Д. И. Шатенштейн, 1935, 1939; М. Е. Маршак, 1936, 1961; Г. В. Фольборг, 1941; М. И. Виноградов, 1944; М. В. Лейник, 1951; Леман, 1953; С. А. Косилов, 1955, 1962, 1963; Ю. И. Кундиев, 1955; В. Миссуро, 1955; Д. Матеев, 1955, 1957; Л. П. Павлова, 1957; Н. Н. Хавкина, 1957, 1958; Ю. И. Данько, 1960; Е. И. Иорданская, 1960; А. Д. Слоним, 1960; В. В. Розенблат, 1961 и другие).

Методика исследований

Для выяснения зависимости изменений мышечной работоспособности и некоторых вегетативных функций от сложности двигательного динамического стереотипа были проведены экспериментальные и производственные исследования. В них

принимали участие практически здоровые лица мужского пола в возрасте от 17 до 20 лет: учащиеся вузов, техникумов и средней школы с политехническим обучением. Всего исследованиям подвергался 31 человек.

Экспериментальные исследования включали в себя изучение мышечной работоспособности, показателями которой служили: общее количество работы в кгм, выполняемой исследуемыми, количество одномоментных работ (эргограмм), количество работы, выполняемой за одну эргограмму, выносливость и утомляемость в сопоставлении с некоторыми показателями деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем (частота пульса и дыхания, насыщенность артериальной крови кислородом). Изучалось также состояние зрительно-моторной реакции.

Для изучения мышечной работоспособности был применен метод эргографии в модификации М. В. Лейника (1952, 1953). При изучении вегетативных функций использовалась методика С. А. Танина и С. Ф. Головченко (Институт геронтологии АМН СССР), дающая возможность вести одновременную запись изучаемых вегетативных показателей в работе и отдыхе. Зрительно-моторная реакция изучалась при помощи хроноскопа конструкции Н. К. Витте.

При выработке простого двигательного динамического стереотипа (8 исследуемых) работа выполнялась на пальцевом эргографе конструкции Киевского института гигиены труда и профзаболеваний и на кистевом эргографе конструкции И. В. Муравова с соавторами. Груз, поднимаемый исследуемыми, на пальцевом эргографе составлял 4 кг, на кистевом — 6 кг.

Динамический стереотип расценивался как простой в связи с тем, что он вырабатывался на один звуковой раздражитель — слово экспериментатора; и работа при этом выполнялась в одном определенном ритме (60 поднятий груза в минуту).

Простой двигательный динамический стереотип состоял из определенной системы чередования работы и отдыха. Он включал в себя 20 одномоментных работ и перерывы на отдых между ними различной длительности (от 30 секунд до 5 минут), составлявшие в общей сложности 17 минут.

Нарушение сформированного простого двигательного динамического стереотипа заключалось в изменении чередования периодов работы и отдыха и было проведено в один из дней наблюдений после упрочения его.

Формирование сложного двигательного динамического стереотипа основывалось на выработке у исследуемых системы положительных и отрицательных условных рефлексов на звуковые и световые раздражители различной силы, т. е. на комплекс условных раздражителей. С исследуемыми было обусловлено сигнальное значение раздражителей, в зависимости от которого работа на кистевом эргографе выполнялась в трех различных ритмах: 45, 60, 90 поднятий груза в минуту.

В систему условных раздражителей входили также условный тормоз и дифференцировка, носившие характер отрицательных раздражителей. Порядок и время чередования условных раздражителей в стереотипе строго соблюдались. После каждой одноминутной работы следовал отдых длительностью от 30 секунд до 5 минут. Режим работы и отдыха в общем состоял из 12 минут работы и 11 минут 30 секунд отдыха.

С целью нарушения сложного двигательного динамического стереотипа было полностью изменено сигнальное значение условных раздражителей.

Время, которое требовалось исследуемым с первого дня наблюдений до выполнения всего количества заданных одноминутных работ в первый раз, условно рассматривалось как период выработки — формирования двигательного стереотипа. Прочно выработанным — упроченным двигательный динамический стереотип признавался при неоднократном выполнении исследуемыми заданного количества одноминутных работ без признаков утомления и соблюдении правильности ритма.

Следует подчеркнуть, что принятое нами деление на простой и сложный динамический стереотип является чрезвычайно условным. Несомненно, что в трудовой деятельности человека сложность двигательного динамического стереотипа весьма различна и зависит от сложности профессии, выполняемых трудовых операций, формируемых трудовых навыков.

Изучение работоспособности при формировании двигательного навыка различной сложности в производственных условиях проводилось у 14 учеников, обучающихся профессии токаря, при обработке ими детали различной сложности.

Наблюдения велись в течение 76 рабочих дней. При этом осуществлялся детальный хронометраж рабочего дня и микрохронометраж трудового процесса.

Формирование простого двигательного навыка наблюдалось при обработке детали, требующей выполнения двух основных операций и ряда вспомогательных элементов. Работа выполнялась при одном и том же скоростном режиме работы станка.

Формирование сложного двигательного навыка наблюдалось при обработке детали, требующей выполнения четырех основных операций и большего количества вспомогательных элементов. Работа выполнялась при различных скоростных режимах работы станка.

Показатели, полученные в результате хронометражных наблюдений: время, затрачиваемое на обработку детали в целом, на отдельные операции и элементы их, вариабельность продолжительности обработки детали, количество обработанных деталей в единицу времени, плотность работы — давали возможность оценить работоспособность обучающихся.

Нарушение двигательного навыка производилось при его упрочении путем изменения последовательности операций. Критерием упроченности двигательного навыка служила выработка рефлекса на время, о чем свидетельствовала незначительная вариабельность продолжительности обработки детали.

Изучались также частота пульса и состояние зрительно-моторной реакции у учеников до работы и после нее.

Следует отметить, что наблюдения за изменениями работоспособности при формировании двигательного навыка различной сложности проводились при различных формах обучения.

При групповой форме обучения проводилось на специально выделенном для этой цели участке под руководством опытных, квалифицированных мастеров, занимающихся только учебным процессом.

При индивидуальной форме ученики для обучения прикреплялись к квалифицированным рабочим.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований был установлен ряд особенностей в характере изменений мышечной работоспособности при фор-

мировании и нарушении двигательного динамического стереотипа различной сложности.

При формировании простого двигательного динамического стереотипа отмечается наличие четырех четко выраженных периодов изменений мышечной работоспособности: 1) низкой мышечной работоспособности; 2) скачкообразного повышения мышечной работоспособности, характеризующегося различной упорченностью; 3) постепенного повышения мышечной работоспособности; 4) устойчивой мышечной работоспособности.

При формировании сложного двигательного динамического стереотипа отмечается три периода в изменениях мышечной работоспособности, характеризующихся большими индивидуальными особенностями: 1) низкой мышечной работоспособности; 2) повышения мышечной работоспособности с различным течением его; 3) устойчивой мышечной работоспособности.

Длительность периода низкой мышечной работоспособности при формировании простого двигательного динамического стереотипа была меньшей (до 3-х дней), чем при формировании сложного двигательного динамического стереотипа (до 5-ти дней).

После периода низкой мышечной работоспособности при формировании простого двигательного динамического стереотипа у большинства исследуемых наблюдается одно быстро наступающее скачкообразное повышение мышечной работоспособности, при котором количество выполненной в кгм работы увеличивается в 2—5 раз. При формировании сложного двигательного динамического стереотипа такой закономерности не наблюдается.

В связи с вышесказанным, мы полагали возможным выделить скачкообразное повышение мышечной работоспособности, характерное для процесса формирования простого двигательного динамического стереотипа, в отдельный период.

Период повышения мышечной работоспособности также характеризуется различным течением его в зависимости от сложности динамического стереотипа. При формировании простого двигательного динамического стереотипа в этом периоде количество работы в кгм, выполняемой исследуемыми, постепенно увеличивается без существенных колебаний в сторону уменьшения его; при формировании сложного двига-

тельного динамического стереотипа колебания в сторону уменьшения имеют место.

Преобладание постепенно-колебательного характера изменений мышечной работоспособности присуще всему процессу формирования сложного двигательного динамического стереотипа.

Наряду с различным течением изменений мышечной работоспособности при формировании простого и сложного двигательного динамического стереотипа отмечается также существенная разница и в уровне мышечной работоспособности, т. е. в количестве выполненной работы.

Эта разница заключается в том, что при формировании простого двигательного динамического стереотипа рост мышечной работоспособности более значителен.

При формировании простого двигательного динамического стереотипа уже на второй день наблюдений количество работы, выполненной исследуемыми в кгм, по сравнению с первым днем увеличивается, в среднем, на 250,0%, в то время, как при формировании сложного двигательного динамического стереотипа это увеличение было значительно меньшим и составляло в среднем 26,4%.

Существенное различие в уровне мышечной работоспособности наблюдается и в периодах повышения ее и устойчивого уровня. При упрочении простого двигательного динамического стереотипа количество работы в кгм, выполненной исследуемыми, по сравнению с исходными данными возрастает, в среднем, в 13 раз; при упрочении сложного двигательного динамического стереотипа — в 7 раз.

Увеличение количества выполненной в кгм работы, наблюдающееся при упрочении простого двигательного динамического стереотипа, по сравнению с увеличением его на стадии формирования носит достоверный характер. Как показала статистическая обработка данных каждого исследуемого на стадии формирования, количество работы в кгм, выполненной на пальцевом эргографе, составляло $5,3 (\pm 0,1) - 6,3 (\pm 0,2)$ и при упрочении $6,9 (\pm 0,02) - 9,3 (\pm 0,02)$. Показатель достоверности 8,7—24,5.

У работавших на кистевом эргографе количество работы в кгм при формировании составляло $35,6 (\pm 0,2) - 50,2 (\pm 0,2)$ и при упрочении $54,9 (\pm 0,1) - 56,0 (\pm 0,1)$. Показатель достоверности 16,7—47,1.

Увеличение выполненной в кгм работы при упрочении сложного двигательного динамического стереотипа не носит достоверного характера. При этом количество выполненной в кгм работы на стадии формирования сложного двигательного динамического стереотипа составляло $47,2(\pm 1,5)$ — $61,7(\pm 4,3)$ и на стадии упрочения $58,8(\pm 3,4)$ — $62,6(\pm 4,5)$. Показатель достоверности 0,1—2,0. Устойчивый уровень мышечной работоспособности при формировании двигательного динамического стереотипа может достигаться двумя путями: во-первых, за счет увеличения количества одноминутных работ (эргограмм) и, во-вторых, за счет увеличения количества работы, выполняемой за одну минуту (эргограмму).

Проведенный анализ полученных данных показал, что эти пути при формировании простого и сложного двигательного динамического стереотипа различны.

При формировании простого двигательного динамического стереотипа увеличение общего количества выполняемой в кгм работы достигается у большинства исследуемых за счет роста количества одноминутных работ (эргограмм). Общее количество выполняемой работы в кгм и количество одноминутных работ изменяются однонаправленно. Увеличение количества работы, выполняемой за одну минуту, носит при этом постепенный характер.

При формировании сложного двигательного динамического стереотипа увеличение общего количества выполняемой в кгм работы происходит, в основном, за счет увеличения ее при выполнении отдельной одноминутной работы (эргограммы).

Таким образом, процесс формирования двигательного динамического стереотипа, как простого, так и сложного, сопровождается повышением мышечной работоспособности, но характер и степень этого повышения различны и зависят от сложности формируемого двигательного динамического стереотипа.

Различный характер изменений мышечной работоспособности наблюдается и при нарушении простого и сложного двигательного динамического стереотипа.

Нарушение простого двигательного динамического стереотипа не отражается на состоянии мышечной работоспособности исследуемых. Нарушение сложного двигательного динамического стереотипа у большинства исследуемых проявляется снижением мышечной работоспособности, которое выра-

жается в уменьшении количества выполняемой в кгм работы от 5,9 до 13,7%, ухудшении ее ритмичности, а у некоторых исследуемых даже отказом продолжать работу.

Улучшение работоспособности в процессе формирования динамического стереотипа, т. е. в процессе тренировки, отмечают ряд авторов (С. А. Косилов, 1953; Г. и Г. Бомские, 1957; М. И. Виноградов, И. Минайла, Р. Элиас, С. Бердан, 1958; В. С. Фарфель, 1962 и другие).

Нарастание работоспособности при тренировке связано с установлением более высокого уровня приспособительных реакций, что убедительно показано Г. В. Фольбортом (1924, 1941, 1958) и его сотрудниками (Н. И. Путилин, А. В. Семернина, В. В. Фролькис, 1951 и другие). Наличие фазы повышенной работоспособности в период отдыха после мышечной работы подтверждено М. В. Лейником (1951).

В настоящее время концепция Г. В. Фольборта об утомлении и восстановлении получила дальнейшее развитие. Вопрос о взаимоотношениях этих процессов рассматривается с позиций их саморегуляции. Это дает возможность использовать общие закономерности для анализа течения утомления и восстановления, наметить возможные пути влияния на эти процессы, на работоспособность организма (В. В. Фролькис, 1964).

Механизм тренировки, упражнения чрезвычайно сложен, однако в условиях выработки трудовых навыков в основе его лежит степень упроченности динамического стереотипа, которая и дает возможность судить о характере и состоянии тренированности, определяющих уровень мышечной работоспособности.

Накопился большой фактический материал, свидетельствующий о решающей роли центральных изменений в механизмах, определяющих мышечную работоспособность и ее состояние в ходе трудовой деятельности.

Наряду с этим изменения, наступающие в рабочих органах — мышцах, также имеют существенное значение в механизмах изменения мышечной работоспособности (В. В. Ефимов, 1930; А. А. Рогов, 1951; Т. Н. Павлова, 1953; Ю. И. Данько, 1955; Д. Б. Шмульян, 1956; В. С. Воробьева, 1957; И. В. Муравов, 1960 и другие).

В. В. Фролькис и В. П. Замостьян, 1963, показали, что обратная информация с работающих мышц сказывается на

функциональном состоянии центров, влияя на изменение мышечной работоспособности.

Оценивая характер и уровень изменений мышечной работоспособности при формировании двигательного динамического стереотипа различной сложности с позиций саморегуляции функций, следует основное внимание сосредоточить на внутрицентральных изменениях, в формировании которых существенное значение имеет обратная информация с работающих органов. Сложность механизмов этих изменений подтверждается данными о многообразии взаимодействия процессов возбуждения, торможения, утомления и восстановления.

Ряд авторов, изучавших формирование двигательного навыка в спорте и трудовой деятельности, приходит к единодушному мнению о том, что определенная стадийность, периодичность этого процесса обуславливается состоянием движения основных нервных процессов коры головного мозга (А. Н. Крестовников, 1953; М. А. Алексеев, 1955; Н. В. Зимкин, 1955; М. Я. Горкин, 1956; В. Д. Мазниченко, 1956; М. И. Виноградов, 1958; С. А. Косилов, 1960; К. С. Точиллов, 1960; Г. П. Мануковская, 1960; Ю. В. Мойкин, 1963 и другие).

Результаты наших исследований, подтверждая положение о наличии определенных периодов в процессе формирования двигательного навыка, одновременно дают возможность отметить зависимость их характера от сложности формируемого и нарушаемого динамического стереотипа. Это можно, вероятно, объяснить тем, что различная сложность формируемого двигательного динамического стереотипа влечет за собой и создание различной сложности корковой мозаики, различной динамики физиологических процессов в коре головного мозга.

Неналаженность межцентральных и центральнопериферических отношений в периоде низкой мышечной работоспособности проявляется в более быстром наступлении утомления при формировании сложного двигательного динамического стереотипа и выражается в более быстром прекращении работы.

При выработке сложного двигательного динамического стереотипа на систему условных раздражителей существенное значение имеет неравномерность выработки отдельных компонентов этой системы, различный характер образующихся при этом условнорефлекторных связей, так как они вырабатываются с неодинаковой скоростью на различные сигналы

и ритмы работы. За счет неравномерного упрочения отдельных звеньев сложной системы условнорефлекторных связей, вероятно, и наблюдается колебательный характер в изменениях показателей мышечной работоспособности.

Выполнение исследуемыми работы при формировании сложного двигательного динамического стереотипа в трех различных ритмах, частое их чередование затрудняет выработку и закрепление рефлекса на время, который является весьма непрочным, на что обращают внимание Ю. П. Фролов и А. В. Изергина, 1936.

Одно быстро наступающее скачкообразное повышение мышечной работоспособности при формировании простого двигательного динамического стереотипа, можно полагать, является следствием того, что при этом образуются более простые, однотипные, условнорефлекторные связи, которые быстро упрочаются и способствуют уточнению корковой мозаики.

О различной прочности условных связей, возникающих в процессе формирования простого и сложного двигательного динамического стереотипа, свидетельствует, по нашему мнению, также и различный характер изменений мышечной работоспособности при нарушении динамического стереотипа. Образующиеся условные связи оказываются менее прочными и более ранимыми при сложном двигательном динамическом стереотипе, так как закрепление определенных взаимоотношений между процессами возбуждения и торможения в центральной нервной системе в данном случае является более трудной задачей.

Одним из показателей состояния корковой нейродинамики могут служить данные об изменении латентного периода зрительно-моторной реакции. В условиях наших исследований зрительно-моторная реакция определялась (в сотых секунды), до и после двигательной деятельности, т. е. после воздействий, происходящих на фоне изменений в двигательном анализаторе.

При формировании простого двигательного динамического стереотипа в экспериментальных условиях наблюдалось достоверное укорочение латентного периода простой и дифференцировочной зрительно-моторной реакции, сопровождающееся уменьшением числа ошибочных реакций. Ряд авторов рассматривает такого рода изменения как благоприятный вариант сдвигов при работе, являющийся следствием возросшей

концентрации процесса возбуждения и углубления процесса внутреннего торможения (В. А. Нови, 1956; М. П. Иванова, 1958; З. И. Бирюкова, 1963).

Латентный период простой зрительно-моторной реакции до выполнения работы составлял у исследуемых $22,6 (\pm 0,2)$ и после работы — $21,1 (\pm 0,2)$ при t 4,1.

Латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции до выполнения работы составлял $32,3 (\pm 0,3)$ и после выполнения работы — $30,4 (\pm 0,3)$ при t 3,5.

Укорочение скрытого периода расценивается также как косвенный показатель увеличения лабильности двигательной функциональной системы (А. Н. Крестовников, В. В. Васильева, 1956). Эти же авторы указывают на то, что уменьшение скрытого периода двигательной реакции может наблюдаться после легкой, малоутомительной работы наряду с улучшением подвижности, выработки дифференцировки.

Иной характер носят изменения латентного периода зрительно-моторной реакции при формировании сложного двигательного динамического стереотипа. При этом наблюдается недостоверное удлинение латентного периода простой зрительно-моторной реакции и достоверное дифференцировочной, сопровождающейся увеличением числа ошибочных реакций. При простой зрительно-моторной реакции латентный период до выполнения работы составлял $25,0 (\pm 0,2)$ и после работы — $25,4 (\pm 0,2)$, при t 1,3.

Латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции до работы составлял $35,1 (\pm 0,3)$ и после работы — $36,8 (\pm 0,3)$, при t 3,5. Такого рода изменения указывают на ослабление внутреннего торможения и процесса возбуждения и рассматриваются как менее благоприятные (З. И. Бирюкова).

Совершенно ясно, что при формировании даже самого простого двигательного динамического стереотипа возникают сложные взаимоотношения в разных звеньях системы регулирования движения: во взаимоотношениях между корковой частью анализаторов, воспринимающих соответствующие условные сигналы, и двигательной зоной коры головного мозга, посылающей соответствующие импульсы в подкорковые центры и далее, к мотонейронам спинного мозга, обратными связями — с работающими мышцами — и, наконец, комплексом информации анализаторов, контролирующей ход выполнения рабо-

ты. Однако все эти и без того сложные взаимоотношения еще усложняются при формировании сложного двигательного динамического стереотипа.

Данные о характере изменений производительности труда, полученные при наблюдении за процессом формирования и нарушения двигательного навыка различной сложности, в производственной обстановке согласуются с данными эксперимента и свидетельствуют о том, что характер изменений производительности труда и уровень ее зависят от сложности формируемого двигательного навыка.

Так, при обработке детали, требующей выполнения двух простых операций, при одном и том же скоростном режиме работы станка производительность труда быстро возрастала. Уже на втором часу работы при групповой форме обучения отмечалось резкое увеличение числа обработанных деталей, в среднем, на 54,1% по сравнению с первым часом. В дальнейшем число обработанных деталей увеличивалось постепенно; и при упрочении двигательного навыка к концу смены оно было большим, чем в первый час работы, на 95,8—97,9%.

При обработке детали, требующей выполнения большего количества и более сложных операций при различном скоростном режиме работы станка резкого увеличения числа обработанных деталей не отмечалось. На втором часу работы, по сравнению с первым, число обработанных деталей увеличилось только на 7,3%. В дальнейшем это увеличение носит постепенно-колебательный характер и при упрочении сложного двигательного навыка, по сравнению с первым часом, число обработанных деталей увеличивается на 52,2—54,7%.

Аналогичный характер носят изменения и других показателей производительности труда обучающихся — среднего времени, затрачиваемого на обработку детали, и вариативности продолжительности его.

М. И. Виноградов (1958) выделял три характерных этапа в изменениях производительности труда при упражнении: начальный этап низкой производительности, переходной этап, когда производительность быстро возрастает, и конечный этап — высокой и устойчивой производительности. Проведенные нами наблюдения дают возможность прийти к выводу о том, что отличие в изменениях производительности, обуславливаемое сложностью формируемого двигательного навыка, наиболее ярко проявляется в течение второго переходного

этапа упражнения (по М. И. Виноградову) и заключается в наличии скачкообразного повышения ее показателей при формировании простого двигательного навыка и постепенно-колебательного характера при формировании сложного двигательного навыка.

Нарушение двигательного навыка, которое заключалось в изменении последовательности операций, не отразилось на производительности труда при обработке простой детали — количество обрабатываемых деталей не уменьшилось, время, затрачиваемое на обработку детали, и вариабельность продолжительности его не изменились.

При нарушении последовательности операций в процессе обработки сложной детали наблюдалось уменьшение количества обработанных деталей у исследуемых, в среднем, на 27,3%, увеличение времени, затрачиваемого на обработку детали, и вариабельности продолжительности его.

Однако следует отметить, что снижение производительности труда при нарушении последовательности операций не было длительным.

Производственные исследования дали возможность изучить зависимость процесса формирования двигательного навыка от формы обучения и оценить ее эффективность с этой точки зрения.

Наиболее распространенными формами подготовки кадров в настоящее время являются индивидуальная и групповая. Наблюдения показали, что более рациональной формой обучения является групповая. При этой форме обучения создаются оптимальные условия для успешной, правильной выработки и закрепления двигательного навыка, его непрерывного совершенствования как с точки зрения правильного использования психических и физических способностей учеников, так и с организационной точки зрения. Так, станочно-ручное время, т. е. время, затрачиваемое учениками на обработку деталей (основную работу), при групповой форме обучения распределялось по часам рабочего дня, примерно, одинаково и составляло, в среднем, 62,9%, колеблясь в пределах 10—15%. Простои отсутствовали. При индивидуальной форме обучения время, затрачиваемое на обработку деталей, составляло, в среднем, 50,3% и распределялось крайне неравномерно, колеблясь в отдельные часы работы от 8 до 62%. Простои со-

ставляли 7,4% рабочего времени. Неравномерность нагрузки, наличие простоев затрудняли выработку двигательного навыка, приводили к его нарушению.

При групповой форме обучения, когда занятия проводит инструктор, являющийся мастером учебного цеха или специально выделенного для этой цели производственного участка, создается возможность строго придерживаться программы практического и теоретического обучения, построения его по определенной системе, обеспечивающей полное и последовательное овладение трудовыми приемами и операциями, предусмотренными каждой темой, закрепления их; это определяет успешное формирование и закрепление двигательного навыка.

При индивидуальной системе обучения, в ряде случаев, ученики длительное время не имеют постоянных рабочих мест, их прикрепляют к рабочему, не всегда в должной мере теоретически подготовленному и, кроме того, совмещающему обучение со своей основной работой. В связи с этим обучающий вынужден приспособлять методику и организацию обучения к конкретным условиям технологии производства, что нарушает системность и последовательность обучения и неблагоприятно сказывается на формировании двигательного навыка.

При этом отмечается трудность в увязке практического обучения с теоретическим.

При групповой форме обучения имеется более широкая возможность использования раздражителей второй сигнальной системы (подтверждение правильности представления обучающегося о производственном задании и применяемых способах труда, успешном достижении результатов работы и др.), являющихся важным условием формирования рабочего динамического стереотипа (З. Д. Горкин, М. С. Карминский и другие, 1953; Б. Г. Ананьев, 1955; М. Г. Бабаджанян, А. М. Волков, 1960; А. И. Копецкий, 1958; С. А. Косилов, 1960, 1962, 1963; З. И. Брикс и С. А. Косилов, 1963 и другие).

Более низкие показатели производительности труда, трудность выработки рефлекса на время, который рассматривается Е. Ф. Альбицкой и З. Д. Горкиным (1957), как показатель состояния высшей нервной деятельности, убеждают нас в том, что индивидуальная система обучения менее благоприятна для успешного формирования двигательного навыка.

Подтверждают высказываемое нами положение данные об изменении латентного периода зрительно-моторной реакции у учеников.

При индивидуальной системе обучения отмечалась тенденция к увеличению длительности скрытого периода как простой, так и дифференцировочной реакции, а также увеличение числа ошибок после работы. Подобного рода сдвиги рассматриваются как результат некоторого ослабления как внутреннего процесса торможения, так и процесса возбуждения и наблюдаются при утомительном характере работы (З. И. Бирюкова, 1963).

Сложные межцентральные взаимоотношения обеспечивают приспособительную деятельность внутренних органов к текущим потребностям двигательного аппарата.

Наличие изменений в деятельности вегетативных систем в процессе формирования двигательного динамического стереотипа и зависимость их от стадии его формирования показаны многими авторами. Особенности протекания вегетативных функций у тренированных лиц при спортивной и трудовой деятельности посвящены работы А. Н. Крестовникова, 1951, 1954; М. Е. Маршака, 1947, 1948, 1955, 1961; Н. В. Зимкина, А. В. Коробкова и других, 1951, 1955; Н. В. Зимкина, 1964; В. С. Гилпенрейтера, 1953; Л. Б. Губмана, 1956; З. И. Бирюковой, 1954, 1961; С. П. Летунова, 1957; Н. Н. Яковлева, А. В. Коробкова, С. Н. Янанис, 1957; М. И. Виноградова, 1958; Ю. И. Данько, 1959; И. В. Муравова, 1960; В. С. Фарфеля, 1960 и многих других.

Однако вопрос о том, существует ли зависимость в характере изменений вегетативных функций от сложности двигательного динамического стереотипа, не нашел достаточного освещения в доступной нам литературе, в связи с чем мы полагаем целесообразным и важным изучить его и подвергнуть соответствующему обсуждению.

Результаты изучения физиологических сдвигов в деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем в процессе формирования двигательного динамического стереотипа различной сложности разрешают прийти к выводу о том, что этот процесс сопровождается функциональной перестройкой деятельности вегетативных систем, характер и степень которой в значительной мере определяется сложностью динамического стереотипа.

При формировании как простого, так и сложного двигательного динамического стереотипа, более существенно были выражены изменения частоты дыхания, менее заметно — изменения частоты пульса и насыщения артериальной крови кислородом.

Так, например, при формировании простого двигательного динамического стереотипа отмечалось учащение дыхания у исследуемых, по сравнению с исходными данными, в среднем на 74—86%; учащение пульса — на 24—31%; при упрочении динамического стереотипа отмечалось учащение дыхания на 36—37%; учащение пульса — на 11—12%. Та же закономерность наблюдалась и при выработке сложного двигательного динамического стереотипа — при формировании его отмечалось учащение дыхания на 85—100%, учащение пульса — на 13—18%, и при упрочении дыхание учащалось на 71—74%, а пульс — на 14—15%.

Приведенные данные свидетельствуют также о том, что в процессе формирования простого двигательного динамического стереотипа более четко, чем это выражено при формировании сложного двигательного динамического стереотипа, отмечается зависимость характера изменений вегетативных функций от стадии его формирования.

По мере упрочения простого двигательного динамического стереотипа частота пульса и дыхания постепенно урежалась. При формировании сложного двигательного динамического стереотипа эта зависимость менее выражена — отмечается колебательный характер изменений частоты пульса и дыхания, как на стадии становления, так и на стадии упрочения динамического стереотипа. Обращает внимание и тот факт, что при упрочении сложного двигательного динамического стереотипа, несмотря на то, что количество выполняемой работы в кгм было меньшим, чем при формировании простого двигательного динамического стереотипа, физиологические сдвиги оставались существенными и носили более выраженный характер, чем при формировании простого двигательного динамического стереотипа. Наиболее отчетливо это видно при рассмотрении такого показателя, как частота дыхания.

Как показала статистическая обработка данных каждого исследуемого, урежение частоты дыхания при формировании простого двигательного динамического стереотипа у всех работавших является достоверным. Показатель достоверности

3,0—19,2. Урежение частоты дыхания при формировании сложного двигательного динамического стереотипа было достоверным только у пяти из девяти исследуемых.

Полученные данные о насыщении артериальной крови кислородом свидетельствуют о ее снижении при выполнении мышечной работы. Однако, выявить четкую зависимость в характере изменений этого показателя от сложности двигательного динамического стереотипа и стадии его формирования не удалось.

Различный характер изменений вегетативных функций, наблюдавшийся в процессе формирования двигательного динамического стереотипа в зависимости от его сложности, находит, как нам кажется, свое объяснение в том бесспорном общепризнанном влиянии, которое оказывает кора головного мозга на деятельность внутренних органов (К. М. Быков, 1930; А. Д. Слоним, 1937; В. Н. Черниговский, 1940; Р. П. Ольнянская, 1939; В. Е. Делов, 1939; Е. Г. Петрова, 1942; А. Т. Пшоник, 1952; М. Е. Маршак, 1961, 1964 и другие). Однако, при этом следует дифференцировать степень кортикализации различных вегетативных функций. Р. П. Ольнянской, 1931; А. И. Шатенштейном, 1939; М. Е. Маршаком, 1950; М. В. Сергиевским, 1950; А. И. Ройтбаком, 1959 и многими другими исследователями убедительно показана роль коры головного мозга в регуляции дыхания. Общеизвестно, что дыхание регулируется произвольно. Можно предположить, что поэтому изменения корковой нейродинамики при формировании двигательного динамического стереотипа так существенно сказываются на частоте дыхания.

Изменения частоты пульса при выработке двигательного динамического стереотипа менее существенны, чем изменения частоты дыхания. При этом также следует учитывать данные об условнорефлекторном влиянии на сердечно-сосудистую систему (И. С. Цитович, 1918; А. И. Смирнов, 1926, 1951; А. Д. Рогов, 1929, 1933; А. Т. Пшоник, 1951, 1955; М. А. Усевич, 1951; В. В. Фролькис, 1955, 1959 и другие). Однако, это влияние не носит все же характера произвольной регуляции.

Единого мнения о характере изменений насыщенности артериальной крови кислородом при мышечной работе не существует. Одни исследователи отмечают повышение насыщения артериальной крови кислородом при мышечной работе (Б. Ф. Антелидзе), другие указывают на ее снижение (Дилл

и сотрудники, 1930; М. Е. Маршак, 1953; Л. П. Павлова, 1957 и другие). Гимвич и Барр (1933) сообщают о том, что степень насыщения артериальной крови кислородом во время работы не претерпевает изменений. В. И. Войткевич (1955) и О. К. Кубяк (1961) обращают внимание на зависимость насыщения артериальной крови кислородом от интенсивности выполняемой работы.

Отсутствие ярко выраженной зависимости в изменениях насыщения артериальной крови кислородом от стадии формирования двигательного динамического стереотипа и его сложности, как нам кажется, является следствием того, что этот показатель интегральный. Он зависит от изменения многих регулирующих величин — частоты и глубины дыхания, гемодинамики (скорость кровотока, величина просвета сосудов, объем циркулирующей крови и т. д.).

Изменения вегетативных функций при мышечной работе имеют чрезвычайно сложные механизмы. Однако, тот факт, что в наших исследованиях вегетативные сдвиги были более выражены на этапе становления двигательного динамического стереотипа, чем при упрочении его, когда количество выполняемой мышечной работы значительно больше, позволяет сделать вывод о том, что эти механизмы в большей мере связаны с процессом установления определенных межцентральных изменений, чем с количеством выполняемой мышечной работы.

В правильности этого вывода убеждает также и различный характер изменений вегетативных функций при формировании простого и сложного двигательного динамического стереотипа.

Полученные данные о зависимости изменений мышечной работоспособности и вегетативных функций от стадии формирования двигательного динамического стереотипа и его сложности, дают возможность, основываясь на теоретических предпосылках, прийти к заключению о том, что методика производственного обучения должна учитывать физиологические законы упражнения и формирования трудовых навыков на всех периодах обучения. Особое значение должно придаваться принципу системности и последовательности. После изучения и освоения трудовых приемов необходимо их закрепление. Длительность закрепления двигательного навыка определяется его сложностью.

Различия в изменениях работоспособности, наблюдавшиеся в зависимости от сложности двигательного навыка, должны учитываться и при рационализации трудовых приемов. Нерациональные трудовые приемы могут приводить к неоправданному усложнению структуры двигательного навыка, что сопровождается более длительным его формированием и более легким нарушением, отрицательно сказываясь на производительности труда.

При подборе ученикам учебного задания и смене его в течение рабочего дня, следует учитывать их подготовленность, т. е. период обучения и сложность задания.

Существенную роль в правильном и успешном овладении двигательным навыком играет форма производственного обучения. Более рациональной является групповая форма обучения.

Изучение физиологических процессов, лежащих в основе производственного обучения, и, в частности, состояния высшей нервной деятельности обучающихся, использование выявленных закономерностей будет способствовать разработке научно обоснованной методики производственного обучения.

В Ы В О Д Ы

1. Характер и уровень изменений мышечной работоспособности и вегетативных функций зависит от сложности формируемого и нарушаемого двигательного динамического стереотипа.

2. При формировании простого двигательного динамического стереотипа отмечается четыре четко выраженных периода в изменениях мышечной работоспособности: 1) низкой мышечной работоспособности; 2) скачкообразного повышения мышечной работоспособности, характеризующегося различной упроченностью; 3) постепенного повышения мышечной работоспособности; 4) устойчивой мышечной работоспособности.

3. При формировании сложного двигательного динамического стереотипа отмечается три периода в изменениях мышечной работоспособности, характеризующихся большими ин-

дивидуальными особенностями: 1) низкой мышечной работоспособности; 2) повышения мышечной работоспособности с различным течением его; 3) устойчивой мышечной работоспособности.

4. Уровень мышечной работоспособности является более высоким в процессе формирования и упрочения простого двигательного динамического стереотипа.

5. Нарушение простого двигательного динамического стереотипа, заключающееся в изменении последовательности чередования времени работы и отдыха, не отражается на состоянии мышечной работоспособности.

Нарушение сложного двигательного динамического стереотипа путем изменения сигнального значения условных раздражителей приводит к снижению мышечной работоспособности у большинства исследуемых.

6. Зависимость характера изменений производительности труда от сложности формируемого двигательного навыка, периодичность этих изменений, подобная наблюдавшейся в экспериментальных исследованиях, отмечается и в условиях производства. При формировании простого двигательного навыка наблюдается быстрое повышение производительности труда, упрочение рефлекса на время, уменьшение вариабельности продолжительности обработки детали.

При формировании сложного двигательного навыка повышение производительности труда носит постепенный характер; значительно медленнее вырабатывается рефлекс на время, колебания вариабельности продолжительности обработки детали являются более существенными.

7. Нарушение простого двигательного навыка, заключающееся в изменении последовательности операций при обработке детали, не отражается на производительности труда обучающихся, не нарушает выработанного рефлекса на время и вариабельности продолжительности обработки детали.

Нарушение сложного двигательного навыка приводит к кратковременному снижению производительности труда, нарушению рефлекса на время и сопровождается увеличением вариабельности продолжительности обработки детали.

8. В ходе формирования и нарушения двигательного динамического стереотипа характер изменений показателей вегетативных функций не идентичен. Наиболее существенными яв-

ляются изменения частоты дыхания. Изменения частоты пульса и насыщения артериальной крови кислородом выражены менее значительно.

9. Изменения частоты дыхания, пульса и насыщенности артериальной крови кислородом выражены более значительно на стадии формирования двигательного динамического стереотипа, чем при его упрочении. Однако зависимость характера этих изменений от стадии формирования динамического стереотипа является более существенной при формировании и упрочении простого двигательного динамического стереотипа.

Упрочение простого двигательного динамического стереотипа сопровождается постепенным урежением частоты дыхания и пульса.

Изменения вегетативных функций при формировании сложного двигательного динамического стереотипа носят колебательный характер и при его упрочении.

10. Нарушение простого двигательного динамического стереотипа сопровождается разнонаправленными изменениями в состоянии вегетативных функций у исследуемых. Нарушение сложного двигательного динамического стереотипа сопровождается учащением пульса и дыхания, снижением насыщения артериальной крови кислородом у большинства исследуемых.

11. Характер и направленность вегетативных сдвигов в ходе формирования двигательного динамического стереотипа связаны с установлением корковой нейродинамики основных физиологических процессов и зависят от степени кортикализации вегетативных функций.

12. Изменения латентного периода зрительно-моторной реакции при формировании простого и сложного двигательного динамического стереотипа носят неидентичный характер. Формирование простого двигательного динамического стереотипа сопровождается укорочением скрытого периода зрительно-моторной реакции, уменьшением количества ошибок при дифференцировке.

Формирование сложного двигательного динамического стереотипа сопровождается удлинением латентного периода зрительно-моторной реакции и увеличением числа ошибок при дифференцировке.

13. Процесс формирования двигательного динамического стереотипа как простого, так и сложного характеризуется

повышением работоспособности различных систем организма и улучшением координации в их функциях, что выражается увеличением мышечной работоспособности и более экономным характером вегетативных сдвигов.

14. Существенную роль в успешном формировании двигательного навыка играет форма обучения. Из двух наиболее распространенных в настоящее время в производственных условиях форм обучения с физиологической точки зрения более рациональной является групповая форма обучения.

С П И С О К

опубликованных работ, отражающих содержание диссертации

1. Мышечная работоспособность в процессе формирования и нарушения простого двигательного динамического стереотипа.

Журнал «Врачебное дело», 1961, № 9, 118.

2. Изменения мышечной работоспособности в процессе формирования двигательного динамического стереотипа различной сложности.

Сборник тезисов научной конференции, посвященной XXX-летию Душанбинского института эпидемиологии и гигиены, 1962.

3. Изменения мышечной работоспособности в процессе формирования и нарушения двигательного динамического стереотипа различной сложности.

Материалы IV научной конференции по физиологии труда. Изд. Ленинградского университета, 1963, 346.

4. Изменения мышечной работоспособности в процессе формирования и нарушения двигательного динамического стереотипа различной сложности.

Журнал «Гигиена труда и профессиональные заболевания», 1963, № 10, 21.

5. Некоторые особенности изменений мышечной работоспособности и вегетативных функций при формировании и нарушении двигательного динамического стереотипа различной сложности.

Сборник «Гигиена и физиология труда, производственная токсикология, клиника профессиональных заболеваний». Госмедиздат УССР, 1963, 145.

6. Об изменениях мышечной работоспособности при овладении двигательным навыком различной сложности.

Сборник «Гигиена и физиология труда, производственная токсикология, клиника профессиональных заболеваний». Выпуск II, УССР, 1963, 209.

7. Изменение работоспособности при формировании двигательного динамического стереотипа.

Журнал «Врачебное дело», 1964, № 10, 87.

8. Некоторые особенности формирования двигательного навыка в процессе производственного обучения.

Гигиена. Сб. «Материалы к VII съезду гигиенистов УССР», 1964, 222.

БФ 02539 Подписано к печати 4. 2. 1965 г. Объем 1,75 печ. л.
Зак. 255. т. 300

Типография № 4 „Статистика“, Киев, Красноармейская, 8

