

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
СВЕРДЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Т. П. ВОЛЬХИНА

МАТЕРИАЛЫ К ХАРАКТЕРИСТИКЕ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск 1967

На правах рукописи

Т. П. ВОЛЬХИНА

МАТЕРИАЛЫ К ХАРАКТЕРИСТИКЕ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Работа выполнена в отделе физиологии труда и функциональной диагностики (руководитель — профессор **В. В. Розенблат**) Свердловского института гигиены труда и профзаболеваний (директор—кандидат медицинских наук **Б. Т. Величковский**).

Научный руководитель — профессор, доктор медицинских наук **В. П. Низовцев**.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Заслуженный деятель науки РСФСР, профессор, доктор биологических наук **П. Ф. Солдатенков**.

Доцент, кандидат медицинских наук **Р. А. Шабунин**.

Защита состоится «*16*» *мая* 1967 г.

Автореферат разослан «*16*» *апреля* 1967 г.

Коммунистическое воспитание подрастающего поколения неразрывно связано с его трудовым воспитанием, в ходе которого предстоящий молодежи общественно полезный труд— труд по преимуществу физический. «Глубочайшим заблуждением является утверждение, что вместе с автоматизацией производства в коммунистическом обществе исчезает и физический труд. Гигантский технический прогресс будет неизмеримо облегчать физический труд, многие профессии, изнуряющие человека, исчезают и будут исчезать в дальнейшем. Но физический труд сохранится»¹.

Проблема рациональной организации трудового процесса подростков в первую очередь касается проблемы нормирования физического труда. Однако существующее в Советском Союзе законодательство (1921) предусматривает лишь ряд цифровых величин, регламентирующих физическую нагрузку подростков при переноске и передвижении тяжестей. Не имея достаточного физиологического обоснования, эти цифры, как указывает С. М. Громбах (1959), должны быть проверены в настоящее время.

Рассматривая вопросы нормирования труда подростков в свете решения задач возрастной морфологии, физиологии и биохимии, Н. А. Аршавский, А. А. Маркосян, В. Н. Никитин, В. И. Пузик (1962) считают, что «...интересы здоровья детей настоятельно требуют установления допустимых для каждого возраста норм нагрузок в различных видах деятельности». Для этого, по их мнению, как и по мнению В. С. Фарфеля (1960), С. М. Громбаха (1961), И. А. Арнольди (1962), Р. Е. Мотылянской (1964), А. А. Маркосяна, М. М. Король (1964) и других, прежде всего, необходимо детальное изучение границ резистентности, функциональных и адаптивных возможностей организма подростков в каждом возрастном периоде. Решение указанных вопросов в настоящее время,

¹. См. «Правда» от 25 декабря 1958 г.

очевидно, должно занимать центральное место в проблеме нормирования труда.

В отличие от анатомии и физиологии покоя, где накоплен конкретный материал о возрастных особенностях внутри подростковой группы, функциональные сдвиги в организме подростков разного возраста при различных нагрузках изучены совершенно недостаточно. Мало изучена специфика влияния физического труда на организм подростков в связи с физическим развитием, характером нагрузки, условиями ее выполнения и т. д. Недостаточно разработаны и общие принципы нормирования.

Задачей настоящей работы явилось изучение особенностей физиологических реакций подростков разного возраста и физического развития на физические нагрузки различного характера, интенсивности и длительности с целью получения материалов, которые могли бы быть использованы для физиологического обоснования допустимых трудовых нагрузок подростков.

Исследования проводились как в производственных, так и в лабораторных условиях, при выполнении различной мышечной работы юношами 15—17 лет разного физического развития. В лабораторной обстановке применен прием возрастающих по интенсивности нагрузок (три степени тяжести), облегчающий выявление особенностей адаптивных сдвигов у испытуемых подростков.

Функциональное состояние основных систем организма (кровообращения, дыхания, нервной системы) оценивалось с помощью комплекса современных физиологических методов исследования.

Проведенные исследования позволили выявить ряд особенностей реакций основных систем организма подростков разного возраста и физического развития на мышечную работу различного характера, наметить некоторые подходы и критерии к обоснованию допустимых физических нагрузок, а также затронуть и отдельные общие вопросы, связанные с совершенствованием производственного обучения и профотбора подростков различных возрастных групп.

ФИЗИЧЕСКИЙ ТРУД И АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ПОДРОСТКОВ

(по данным литературы)

Подростковый период является переходным в жизни человека. Это период полового созревания, в течение которого происходят сложные качественные и количественные анатомо-физиологические изменения. Любая физическая нагрузка в период ускоренного роста и полового созревания является не безразличной для организма и в зависимости от ряда условий может стимулировать или тормозить развитие подростка. Именно поэтому особое внимание в подростковый период необходимо уделять изучению специфики влияния физического труда на отдельные функциональные системы организма. Без правильного понимания и учета этой специфики, а также и без учета физического развития, возраста и половых различий внутри подростковой группы невозможны научно обоснованные подходы к выбору оптимальных величин физических нагрузок, рационализация режима труда, производственного обучения и т. д.

В подростковый период наблюдается интенсивный рост тела ребенка. Огромное влияние на процессы роста и развития оказывают железы внутренней секреции — половые, щитовидная, гипофиз. Резкая активация функции этих желез, их взаимодействие с другими гормональными системами приводит к перестройке регуляции отдельных органов и тканей, что в свою очередь оказывает влияние на анатомо-морфологическую организацию (А. А. Кеворкян, 1950; А. З. Колчинская, 1961, и др.). В подростковом периоде особое значение приобретает возникновение новых связей в кортиковисцеральной сфере. Повышается возбудимость и лабильность разных отделов центральной нервной системы, изменяется течение окислительно-восстановительных процессов в организме и т. д. Все

эти изменения придают подростковому возрасту характерную эмоциональную неустойчивость. Целый ряд авторов (Н. П. Гундобин, 1906; Н. И. Осинковский, 1938; А. М. Гельфанд, 1944; В. И. Пузик, А. А. Харьков, 1948; Г. Ю. Коваль, 1955, и др.) отмечают в подростковом периоде значительные изменения со стороны сердечно-сосудистой системы, особенно в возрасте 14—15 лет (Л. И. Абросимова, 1954, и др.). В связи с общей перестройкой нейро-гуморальных отношений значительные сдвиги происходят и в регуляции внешнего дыхания (Н. А. Шалков, 1951; А. З. Колчинская, 1964; А. Ф. Тур, 1949, и др.). В возрасте до 18 лет еще продолжается процесс формирования опорно-двигательного аппарата (А. И. Струков, 1936; В. Г. Штефко, 1947, и др.), хотя развитие двигательного анализатора к подростковому периоду достигает большого совершенства (В. С. Фарфель, 1960; В. П. Крапивинцева и соавт., 1962, и др.).

Литература, посвященная физиологической оценке влияния трудовых нагрузок на организм подростков, относительно немногочисленна. Имеющиеся литературные данные касаются, в основном, работоспособности и состояния основных систем организма под влиянием производственного обучения в различных областях промышленности (И. Б. Крамаренко, 1957; Е. Ф. Альбицкая и соавт., 1958; Н. В. Ростомбекова, 1960; С. А. Косилов, 1962; С. И. Крапивинцева и соавт., 1962; П. Л. Краснянская, 1962; И. Н. Яковлева, 1962, и др.). И лишь как исключение в литературе встречаются самостоятельные физиологические исследования, направленные на установление функциональных возможностей подростков разного возраста при изменении интенсивности физической нагрузки в процессе производственной деятельности (Schwarz, 1963).

Однако полученные физиологические данные, очевидно, в силу неодинаковых условий исследования, часто противоречивы. Недостаточно выявлены адаптивные возможности подростков в связи с возрастом, физическим развитием, характером труда и т. д.

Относительно многочисленные лабораторные исследования по влиянию физической нагрузки на организм подростков (В. С. Фарфель, 1947; Н. А. Шалков, 1951; К. М. Смирнов, 1959; Ф. Янда, 1963; М. Нова, М. Губач, 1963, и др.) не внесли еще окончательной ясности в вопрос о функциональных возможностях подросткового организма. Если некоторые авторы указывают на функциональную зрелость подростков по ряду систем организма (Н. Н. Яковлев и соавт., 1962), то все-таки

имеются и такие, которые высказывают противоположную точку зрения (Nöcker, 1955; И. Б. Крамаренко, И. Н. Яковлева, 1963, и др.).

Недостаточно внимания в литературе уделяют и физиологическому обоснованию границ допустимости физических нагрузок у подростков, в частности определению физиологических критериев тяжести нагрузки. Отсутствие общепринятых критериев тяжести нагрузки, наряду с недостаточной изученностью специфики влияния на организм подростков физической нагрузки различной интенсивности и длительности, требует дальнейших исследований по физиологическому обоснованию допустимых величин физических нагрузок для подросткового организма. По мнению большинства авторов, внимание следует уделять наименее изученным и наиболее перспективным в определении функциональных возможностей подростков разного возраста, пола и физического развития адаптивным способностям организма подростков. Наиболее полно они проявляются при выполнении возрастающей по интенсивности физической нагрузки.

ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в два этапа: первый этап — производственные исследования, второй — лабораторные.

В производственной обстановке исследовались функциональные возможности подростков разного возраста и физического развития при выполнении одной и той же производственной нагрузки: в виде шестичасового рабочего дня с одинаковым заданием по основной операции — опиливанию. Наличие свободного режима работы на протяжении каждого часа рабочей смены (академический час) давало возможность судить о состоянии утомления подростков не только на основании физиологических сдвигов, но и по данным занятости (хронометражные наблюдения).

Лабораторные исследования проводились в связи с необходимостью уточнить данные производственных исследований и провести те эксперименты, которые невозможно проводить в условиях производственной обстановки.

Будучи естественными в смысле предоставления подростку свободы поведения и работы в коллективе, производственные условия в то же время таят в себе отрицательные элементы для физиологических исследований. Отсутствие регламентированного режима работы не позволяет выяснить влияние

дозированных нагрузок на организм подростка, а работа в коллективе связана с такими эмоциональными моментами, которые не могут не отразиться на исследуемых физиологических сдвигах.

Лабораторные условия позволяют вычлени из производственной обстановки определенный рабочий момент, дозировать величину выполняемой работы по интенсивности, длительности и темпу, исключив влияние такого важного социального фактора, как коллектив.

Испытуемые (учащиеся ремесленного, технического училищ и школы-интерната) на каждом этапе исследований подбирались в соответствии с целями и задачами экспериментов. Всего было обследовано 235 подростков мужского пола разного физического развития от 15 до 17 лет включительно. Из указанного числа у 125 испытуемых исследования проводились в производственных условиях, у 110 — в лабораторных. И, кроме того, была исследована контрольная группа взрослых (10 человек).

Примененные нами методы исследования и методические приемы непосредственно вытекали из задач данной работы и были направлены на всестороннее изучение ответных реакций организма.

Стремление проследить взаимосвязь и взаимозависимость между отдельными функциональными системами в процессе выполнения заданной физической нагрузки и на протяжении восстановительного периода как в условиях свободного поведения испытуемых, так и в строго регламентированных условиях, поставило нас перед необходимостью использовать большое число различных методов исследования, в том числе такой новый метод исследования сердечно-сосудистой системы, как динамическая радиопульсометрия. В зависимости от целей и условий отдельных экспериментов использовались те или иные методы исследования, применялась нужная модификация.

В настоящей работе определялись следующие физиологические показатели: частота пульса, артериальное кровяное давление, легочная вентиляция, частота дыхания, оксигинация крови, величина энергозатрат, мышечная сила и статическая выносливость, реобазис и хронаксия двигательного и зрительного анализаторов, латентный период зрительно-моторной и слухо-моторной реакции, порог слуховой чувствительности, показатель видимости и координационный показатель.

Количественные и качественные показатели работоспособ-

ности подростков определялись по данным производительности труда, нагрузочным тестам (корректирующие таблицы Анфимова). Использовался также метод микро- и макрохронометража рабочего дня подростков.

При выборе мышечных нагрузок в зависимости от условий эксперимента мы руководствовались следующими моментами: в производственных мастерских выбирали ту производственную операцию, которая была наиболее распространенной и доступной для подростков разного возраста (операция опиливания); в лабораторных условиях—ту, которая могла быть дозируемой по мощности работы и в то же время была доступна для выполнения как подростками, так и взрослыми (подъем и опускание груза, работа на велоэргометре и операция опиливания).

Полученные нами данные анализировались с помощью статистических методов. Достоверность различий показателей проверялась по Студенту.

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ ПРИ РАБОТЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Выполнение операции прубой опилки в производственных условиях накладывает особый отпечаток на функциональное состояние работающих подростков. Совместная работа в коллективе 15, 16 и 17-летних испытуемых разного физического развития обязывает к выполнению в определенный срок определенного задания. Создается рабочая настройка, которая мобилизует организм подростка на выполнение этого задания. Большая способность к мобилизации своих сил, концентрации внимания может объяснить больший процент занятости 17-летних подростков непосредственно работой (в среднем 17-летние — 75% рабочего времени, 15-летние — 67% рабочего времени), а также их меньшую отвлекаемость от основной работы. Так, на основании данных хронометражных наблюдений после регламентированного перерыва на обед на протяжении 30 минут работы число отвлечений от нее по различным причинам определялось у подростков старшего возраста цифрой 3, у подростков младшего возраста—цифрой 28. Частое переключение внимания у подростков младшего возраста, очевидно, связано с повышенной возбудимостью и лабильностью центральных отделов нервной системы и неспособностью этих подростков концентрировать

свое внимание. Именно эта особенность обуславливает то, что 15-летние подростки имеют частый отдых от основной работы. Это, очевидно, определяет несколько большую производительность их труда по данным не только веса металлических опилок, снятых при выполнении операции опиливания за рабочий день (в среднем на 13%), но и процента выполнения дневной «нормы» (в среднем на 12%). Во время работы 15-летние испытуемые опиливают деталь в более быстром темпе (90—100 движений в минуту), чем подростки старшего возраста (70—80 движений в минуту).

Относительно большая производительность (не по качеству опиливания, а только по количеству) в данном случае отнюдь не может говорить о более значительной работоспособности. Напротив, несмотря на наличие частых отвлечений от работы, дающих широко известный эффект «активного» отдыха, у подростков младшего возраста наблюдаются наиболее неблагоприятные физиологические сдвиги со стороны таких показателей, как статическая выносливость, частота пульса, латентный период двигательной реакции и т. д. Так, если у 15-летних подростков среднего физического развития под влиянием шестичасовой работы в производственных мастерских величина статической выносливости снижалась на 18%, то у 17-летних подростков — только на 5%. Величина частоты пульса у подростков младшего возраста до начала работы в среднем составляла $87 \pm 2,7$ удара в минуту, во время работы — $110 \pm 2,1$ удара в минуту, в то время как у подростков старшего возраста она соответственно равнялась $81 \pm 3,0$ и $90 \pm 2,0$ удара в минуту. Латентное время двигательной реакции у подростков 15 лет относительно замедлено после шестичасовой работы.

Выполнение производственного задания у подростков младшего возраста сопровождается увеличением количества ошибок по корректурным таблицам (второе задание), что, очевидно, связано с нарушением дифференцировочного торможения и ослаблением способности к концентрированию основных нервных процессов в коре головного мозга.

Внутри каждой возрастной группы отмечено заметное влияние уровня физического развития на работоспособность — у подростков с лучшим физическим развитием по большинству показателей наблюдаются меньшие физиологические сдвиги под влиянием шестичасовой работы в производственных мастерских.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Из литературы известно, что данному вопросу уделяется исключительно мало внимания, хотя именно «...прием «нарастающих» дополнительных физических нагрузок, при котором последующая нагрузка значительно превышает предыдущую (по мощности и продолжительности), расширяет наши возможности оценки влияния физических нагрузок» (Л. И. Аброимова, 1957). Именно этот прием может быть использован для научного обоснования нормирования физического труда подростков.

С общебиологической точки зрения, изучение приспособительных реакций организма — это конкретный путь к оценке постоянного взаимодействия двух систем — живой организм и внешняя среда, к раскрытию механизмов саморегулирования, которые определяют нормальное протекание физиологических процессов (З. И. Коларова-Бирюкова, 1965).

Проведенные нами лабораторные исследования при дозированной по времени, темпу, интенсивности и одинаковой для подростков разного возраста среднего физического развития мышечной нагрузке еще раз подтвердили предположение о существенных различиях в функциональных возможностях подростков разного возраста. Примером этого служат выявленные нами особенности адаптационных и восстановительных сдвигов у подростков на физические нагрузки по подъему и опусканию груза (мощность работы 24, 48 и 77 ватт) и при работе на велоэргометре (мощность работы 45, 110 и 165 ватт).

У подростков младшего возраста отмечается большая напряженность функций со стороны сердечно-сосудистой системы, системы дыхания и возбудимости нервно-мышечного аппарата, частая неадекватность физиологической реакции величине интенсивности нагрузки, снижение эффективности физиологических затрат и замедление реституции. Так, если в покое частота пульса составляла $74 \pm 5,8$ удара в минуту (средние данные), то на 2-й минуте работы по подъему и опусканию груза (мощность нагрузки 24 ватта) частота пульса составляла $108 \pm 16,9$, на 4-й — $111 \pm 21,2$, на 6-й — $120 \pm 28,3$, на 10-й — $128 \pm 17,1$ удара в минуту. У подростков 17 лет частота пульса в покое в среднем составляла

64±2,5 удара в минуту, при работе той же мощности частота пульса увеличивалась соответственно до 106±5,9, 112±5,5, 107±10,6, 110±10,3 удара в минуту. С увеличением мощности нагрузки частота пульса увеличивалась также более интенсивно у 15-летних подростков. Восстановление данного показателя у этих подростков затягивалось, особенно после второй (48 ватт) и третьей (77 ватт) нагрузки. Следует отметить, что при нагрузке мощностью 77 ватт, несмотря на укороченные периоды работы до 4 минут, 15-летние подростки имели значительно больший период реституции, чем 17-летние подростки, выполнявшие ту же нагрузку в течение 10 минут.

Проведенный анализ изменений показателей кровяного артериального давления после мышечной нагрузки различной интенсивности по подъему и опусканию груза выявил увеличение как систолического, так и диастолического давления крови у всех испытуемых подростков. Степень увеличения была различна и зависела от возраста: 15-летние подростки имели наиболее выраженное увеличение диастолического давления (до 92±5,0 мм рт. ст. при нагрузке мощностью 77 ватт), 17-летние — систолического давления (до 140 мм рт. ст. при нагрузке мощностью 77 ватт).

Величина показателей пульсового давления свидетельствовала о наибольшем кровоснабжении работающих органов у подростков старшего возраста.

Со стороны внешнего дыхания с увеличением интенсивности выполняемой работы у всех испытуемых подростков наблюдается увеличение легочной вентиляции и снижение степени насыщения крови кислородом. Степень увеличения легочной вентиляции выше у подростков младшего возраста. Большую степень гипоксемии выносили старшие подростки. При оценке индивидуальных данных обращает внимание неадекватное изменение легочной вентиляции величине интенсивности мышечной нагрузки у 15-летних подростков (величина данного показателя после нагрузки мощностью 48 ватт больше, чем после нагрузки мощностью 77 ватт).

Результаты исследования возбудимости нервно-мышечного аппарата правой руки у подростков 15 лет свидетельствуют о повышении возбудимости после выполнения первой нагрузки (24 ватта) и снижении ее — после второй и третьей нагрузок (48 и 77 ватт). У подростков 17 лет наблюдаются менее выраженные изменения показателей реобазы и хронаксии двигательного анализатора.

При работе на велоэргометре частота дыхания, подобно

частоте пульса, преобладает у 15-летних подростков как в покое (15-летние — $21 \pm 2,4$ дыхания в минуту, 17-летние — $16 \pm 1,4$ дыхания в минуту), так и в восстановительном периоде.

Легочная вентиляция, будучи в покое относительно большей у подростков младшего возраста (в среднем на 9%), практически не зависела от возраста подростков при выполнении ими возрастающей по интенсивности мышечной нагрузки на велоэргометре. Однако следует отметить тот факт, что величина легочной вентиляции в восстановительном периоде после 3-й минуты нагрузки до утомления у 15-летних подростков достигла величин, отмеченных у 17-летних подростков только после 6-й минуты работы.

Возрастающая по интенсивности нагрузка на велоэргометре не ухудшает функциональное состояние двигательного анализатора взрослых испытуемых. По мере увеличения тяжести нагрузки при практически неизменной величине двигательной хронаксии величина двигательной реобазы плавно уменьшается и не изменяется на протяжении всего восстановительного периода. У подростков только первая нагрузка (45 ватт) вызывает благоприятные изменения со стороны функционального состояния двигательного анализатора, повышая уровень гальванической возбудимости и скорость возникновения возбуждения. Увеличение интенсивности мышечной нагрузки (до 165 ватт) ведет к резкому снижению возбудимости двигательного анализатора, особенно у подростков 15 лет. Отмечается увеличение как реобазы, так и хронаксии. Возрастная разница исследуемых показателей между взрослыми и подростками статистически достоверна.

Таким образом, наблюдаемые в лабораторных условиях у подростков 15 лет физиологические сдвиги под влиянием работы по подъему и опусканию груза и работы на велоэргометре являются результатом неспособности организма подростков младшего возраста эффективно координировать работу систем дыхания и кровообращения при мышечных нагрузках возрастающей интенсивности. Наряду с этим порог возбудимости нервно-мышечного аппарата 15-летних подростков возрастает с возрастанием тяжести мышечной нагрузки, независимо от ее характера. В то же время у 17-летних подростков реакция физиологических систем более адекватна величине физической нагрузки, у них удается отметить явления *steady state*, меньшие изменения величины физиологических показателей в ответ на возрастающие нагрузки и более быстрое восстановление, приближающееся к взрослым, у

которых эта нагрузка не нарушает функционального состояния двигательного анализатора. Очевидно, в данном случае адаптация к нагрузке происходит за счет каких-то внутренних резервов, возникающих с возрастом (Astrand, 1963, и др.) и может быть обусловлена большей тренированностью подростков старшего возраста к мышечной работе переменной интенсивности (Е. В. Логинова, 1957, и др.). Очень вероятно, что при этом играют роль и многочисленные перестройки, обуславливающие функциональное совершенствование двигательного анализатора (Л. С. Гамбарян, 1963) и улучшение не только регуляторной, но и трофической функции вегетативной нервной системы (А. И. Крестовников, 1951; М. Г. Бабаджанян, 1952; С. А. Косилов, К. С. Тоцилов, 1952; В. Георгиев, 1963, и др.). Одним из важных факторов, обеспечивающих адаптацию организма к направленной мышечной деятельности, является подвижность вегетативных процессов (Э. Б. Коссовская, 1964).

Специальные исследования в лабораторных условиях при выполнении производственной операции опилования (но с заданной интенсивностью по времени и темпу), как и следовало ожидать, показали большую (в 1,5 раза) производительность труда подростков старшего возраста. При этом наблюдался различный уровень величины исследуемых физиологических показателей (частота пульса и дыхания, кровяное давление, легочная вентиляция, энергозатраты) и как следствие—различный период реституции (больший у подростков младшего возраста).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные нами физиологические сдвиги у подростков мужского пола среднего, ниже и выше среднего физического развития свидетельствуют о различных функциональных возможностях организма подростков 15 и 17 лет. На характер рабочих и восстановительных сдвигов систем дыхания, кровообращения и нервной системы оказывает влияние как сама физическая нагрузка, ее интенсивность, длительность, сочетание динамической работы со статической, так и окружающая обстановка.

Еще И. П. Павлов (1932) писал, что организм является саморегулирующей системой. С возрастом появляется более совершенная саморегуляция для быстрого «вхождения» в работу, растет способность центральной нервной системы

локализовать постоянно идущий к ней афферентный поток импульсации и эффективно приспосабливать деятельность различных систем к потребностям организма. У взрослых отмечается высокая степень приспособления к изменяющимся условиям внешней среды, которая выражается в сочетании доминантной установки на физическую нагрузку с повышением мобилизационной способности организма (И. П. Байченко, 1963). У 15-летних подростков с этой точки зрения ответные реакции на мышечную нагрузку являются весьма генерализованными, не всегда целесообразными и совершенными. В свете этого у них иногда легко наступает дискоординация рабочих функций даже при легких степенях нагрузки. Ответные реакции на мышечную нагрузку у 17-летних подростков по своему характеру приближаются к реакциям взрослых. Это положение подтверждается данными ряда авторов (В. М. Волков, 1965; А. Н. Кабанов, 1963; Nöcker, 1955, и др.).

Наблюдаемая нами у подростков младшего возраста физиологическая неустойчивость показателей вегетативных функций (З. И. Бирюкова и соавт., 1961), очевидно, также может быть объяснима несовершенством регуляторных механизмов. П. И. Гиmenerом (1963) физиологическая неустойчивость расценивается как способ сохранения работоспособности организма на определенном уровне. О вариабельности функций в подростковом возрасте свидетельствуют данные и ряда других авторов (Teimar, 1963; Ф. А. Иорданская, 1965, и др.).

Относительно быстрое наступление ощущения усталости у подростков младшего возраста при выполнении наибольшей по интенсивности мышечной нагрузки, независимо от ее характера, подтверждает несовершенство их центрально-нервного механизма регуляции функции. Отмечаемые при этом объективные изменения возбудимости двигательного и зрительного анализаторов можно трактовать как наступление одной из фаз парабютического состояния, которое обуславливается длительной импульсацией с периферии в центральную нервную систему. Л. П. Павлова (1957) полагает, что в любом случае в основе раннего падения работоспособности лежит развитие парабютического торможения в коре головного мозга. Не следует забывать и о следовых реакциях в нервных центрах (Г. П. Конради, А. Д. Слоним, В. С. Фарфель, 1935; М. И. Виноградов, 1958; К. М. Смирнов, 1961, и др.), которые в силу анатомо-физиологических особен-

ностей подростков, их высокой степени возбудимости и эмоциональности оказывают большое влияние на функциональное состояние всей центральной нервной системы.

Полученные нами данные подтверждают точку зрения ряда авторов, согласно которой абсолютная величина физиологических показателей служит наиболее адекватным физиологическим критерием тяжести нагрузки (Г. П. Конради, 1961; В. П. Низовцев, 1961; З. М. Золина, 1962; Б. А. Кацнельсон, В. В. Розенблат, 1962; О. Ф. Максимова, 1963; Kerkhoven, 1963; Brown et al., 1963, и др.). Это положение особенно важно, т. к. до настоящего времени не существует общепринятых критериев тяжести и напряженности трудового процесса (М. В. Лейник, 1960; М. В. Волков, 1960; С. И. Горшков, 1961; З. М. Золина, 1961, и др.), несмотря на то, что учет физиологических сдвигов в процессе работы должен быть одним из практических критериев при нормировании нагрузки (Ю. Г. Солонин, 1965). Особое внимание в этом отношении привлекает частота пульса.

Рассматриваемые нами физиологические сдвиги под влиянием различного рода физических нагрузок возрастающей интенсивности позволяют говорить не только о физиологических критериях тяжести физической нагрузки, но и наметить основные подходы к физиологическому обоснованию допустимых физических нагрузок. Для выявления допустимой величины тяжести физической нагрузки динамического характера может быть рекомендовано выполнение ее в виде так называемых функциональных проб, которые должны представлять собой возрастающую по интенсивности нагрузку. В этом случае открываются большие возможности для определения функциональных способностей подросткового организма.

ВЫВОДЫ

1. При решении вопросов физиологически обоснованного нормирования физического труда подростков в настоящее время основное внимание следует уделять изучению резистентности, функциональных и адаптивных возможностей организма в каждом возрастном периоде и при различных видах деятельности.

2. Физиологические исследования подростков в процессе производственного обучения и трудовой деятельности приобретают большую актуальность, ибо, если по вопросам анатомии и физиологии покоя в литературе накоплен материал о

возрастных особенностях внутри подростковой группы, то особенности функциональных сдвигов в организме подростков разного возраста при разнообразных нагрузках изучены совершенно недостаточно.

3. В производственных условиях оценка физиологических сдвигов затруднена в силу ряда причин, в том числе из-за несовершенства способов определения производительности труда и психологически различного отношения к работе у подростков разного возраста и физического развития. Частые отвлечения младших подростков, обусловленные не производственной необходимостью и опытом, а возрастными особенностями (большая реактивность, лабильность, возбудимость и в силу этого более выраженная реакция на присутствие исследователя) приводят к эффекту активного отдыха, который может оказывать определенное влияние на работоспособность.

Внутри каждой возрастной группы отмечено заметное влияние уровня физического развития на работоспособность— у подростков с лучшим физическим развитием отмечаются по большому числу показателей меньшие физиологические сдвиги под влиянием шестичасовой работы в производственных мастерских.

4. В выяснении физиологических особенностей реакции подростков на работу в связи с возрастом и выборе критериев напряженности физиологических функций как показателя тяжести работы большее место должно принадлежать специальным лабораторным исследованиям, позволяющим строго регламентировать режим работы по тяжести и сравнивать результаты исследования в разных возрастных группах.

Лабораторные исследования расширяют круг методов и позволяют изучать различные функции в их взаимосвязи. Лабораторные нагрузки могут моделировать производственные нагрузки как по участию отдельных мышц, ритмике, так и по элементам статических напряжений и т. д. Лабораторные исследования дают возможность дозировать величину выполняемой работы (подъем и опускание груза, работа на велоэргометре) по интенсивности, длительности и темпу.

5. Подъем и опускание груза являются элементами любой производственной работы и характеризуются определенными биомеханическими закономерностями. Как показало использование приема возрастающих нагрузок типа подъема и опускания груза (24, 48 и 77 ватт), работоспособность подростков младшего возраста среднего физического развития резко

ограничена. При одинаковом объеме работы у них наблюдается большая напряженность физиологических функций уже в самом начале работы, что и выражается в большей амплитуде частоты пульса, дыхания, в изменениях кровяного давления, насыщения крови кислородом, в фазных изменениях со стороны центральной нервной системы. У подростков младшего возраста обращает на себя внимание резкая неадекватность физиологических реакций на нагрузку, отсутствие устойчивого состояния как условия длительного поддержания работы на высоком уровне, затрудненность в восстановительных сдвигах и т. д.

6. Нагрузки на велоэргометре, хотя и необычны в сравнении с производственными нагрузками, однако в них находят выражение ряд особенностей любой производственной работы: необходимость значительного статического напряжения для поддержания позы, ритмическая работа больших мышечных групп и т. д. При ступенеобразных нагрузках на велоэргометре до предельных (когда испытуемые вынуждены быстро прекращать работу), так же, как и при подъеме тяжести, были выявлены существенные возрастные различия.

При максимальной работе младшие подростки прекращали нагрузку уже на третьей минуте, старшие — на шестой. При этом на третьей минуте напряжение сердечной деятельности у младших было значительно больше, чем у старших на шестой минуте. Возрастные различия выявились в неадекватности реакций дыхательной, сердечно-сосудистой систем, в различных изменениях уровня возбудимости двигательного и зрительного анализатора в процессе работы. По показателям возбудимости эти различия имели место как между общей группой подростков и группой взрослых, так и внутри самой подростковой группы. Если у взрослых ярко проявлялась тенденция к постоянству в послерабочий период, то у подростков, особенно младших, показатели возбудимости изменились фазно.

7. Операция грубой опиловки металла в лабораторных условиях при строго регламентированных ритме и длительности работы в отличие от производственных условий выявила резко выраженные возрастные различия производительности труда (количество опиливаемого металла). Получены отчетливые сдвиги в ряде показателей физиологического состояния (дыхательная, сердечно-сосудистая системы, обмен веществ), характеризующие меньшую эффективность физиологических затрат у подростков младшего возраста.

8. Абсолютная величина физиологических показателей служит наиболее адекватным физиологическим критерием тяжести нагрузки. При таких видах нагрузок, как подъем и опускание груза и работа на велоэргометре (работы динамического характера), показатель частоты пульса, уровень легочной вентиляции и другие показатели могут быть использованы в качестве меры нагрузки на организм.

9. Для выявления допустимой величины тяжести физической нагрузки у подростков может быть рекомендовано выполнение этой нагрузки в виде так называемых функциональных проб, в которых целесообразно использовать работу возрастающей интенсивности.

10. Полученные материалы исследования обосновывают необходимость комплектования ученических групп первого года производственного обучения строго по возрастам (14—15 и 16—17 лет) и разработки дифференцированных программ производственного обучения в соответствии с возрастом подростков, а также и учета данных физического развития при профотборе (подростки с физическим развитием ниже среднего не должны допускаться к работе и производственному обучению основным профессиям металлообрабатывающей промышленности).

В соответствии с результатами работы подготовлены предложения по совершенствованию производственного обучения подростков разного возраста и по дополнению перечня медицинских противопоказаний к работе и производственному обучению подростков основным профессиям металлообрабатывающей промышленности в разделе профотбора по данным физического развития. Материалы направлены в Государственные комитеты Совета Министров СССР и Совета Министров РСФСР по профессионально-техническому образованию.

Основные положения диссертации доложены:

1. На XII научной сессии Свердловского института гигиены труда и профпатологии, Свердловск, 1962.

2. На XIII научной сессии Свердловского института гигиены труда и профпатологии, Свердловск, 1964.

3. На научной конференции по гигиене политехнического и производственного обучения, М., 1962.

4. На IV объединенной Уральской конференции физиологов, фармакологов и биохимиков, Челябинск, 1962.

5. На IV научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А. А. Ухтомского, Ленинград, 1963.

РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ПЕЧАТИ

1. О физиологических реакциях подростков разного возраста на физическую нагрузку в условиях производственного обучения. В кн. Материалы XII научной сессии Свердловского института гигиены труда и профпатологии. Свердловск, 1962, 20—22. Соавторы: Клейнер А. М., Буткина Т. К., Пастухина Р. И.

2. О физиологических реакциях подростков разного возраста на физическую нагрузку в условиях производственного обучения. В кн. Материалы научной конференции по гигиене политехнического и производственного обучения. М., 1962, 35—37. Соавторы: Клейнер А. М., Буткина Т. К., Пастухина Р. И.

3. О некоторых особенностях физиологических реакций подростков на производственную работу в процессе обучения профессии слесаря. В кн. Материалы IV объединенной Уральской конференции физиологов, фармакологов и биохимиков. Челябинск, 1962, 118—119. Соавторы: Клейнер А. М., Буткина Т. К., Пастухина Р. И.

4. Функциональные особенности реакций некоторых систем организма подростков при возрастающей по величине физической нагрузке. В кн. Материалы IV научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А. А. Ухтомского. Изд. Ленинградского университета, 1963, 47—48. Соавторы: Клейнер А. М., Буткина Т. К., Пастухина Р. И.

5. О физиологических реакциях подростков разного возраста на физическую нагрузку в условиях лабораторного эксперимента. В кн. Материалы XIII научной сессии Свердловского института гигиены труда и профпатологии. Свердловск, 1964, 521—524. Соавторы: Клейнер А. М., Пастухина Р. И.

6. К вопросу о нормировании физического труда подростков. «Гигиена и санитария», 1964, № 12, 38—43. Соавтор: Клейнер А. М.

7. О физиологических реакциях подростков на физическую нагрузку в условиях производственного обучения. В кн. Гигиена политехнического и производственного обучения. Москва, 1963, 95—101. Соавторы: Клейнер А. М., Буткина Т. К., Пастухина Р. И.

8. Функциональные сдвиги у подростков разного возраста при дозированной нагрузке. В кн. Вопросы охраны здоровья подростков. Свердловск, 1964, 95—97. Соавторы: Клейнер А. М., Мезенина Л. Б.

9. Некоторые особенности физиологических реакций подростков разного возраста при трудовой нагрузке возрастающей интенсивности. X съезд Всесоюз. физиологическ. об-ва им. И. П. Павлова. Тезисы научн. сообщений, т. II, вып. I. Ереван, 1964. Соавторы: Клейнер А. М., Мезенина Л. Б.

10. О физиологической оценке напряженности различных физических упражнений и нагрузок у детей школьного возраста. Рефераты докладов IV научно-практической конференции «Актуальные проблемы врачебного контроля и лечебной физкультуры». Киев, 1965. Соавтор: Шабунин Р. А.

РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ, СДАННЫЕ В ПЕЧАТЬ

1. Электрофизиологические исследования двигательного и зрительного анализаторов у подростков 15, 17 лет и взрослых при физической нагрузке возрастающей интенсивности. Сб. трудов Свердловского научно-исследовательского института гигиены труда и профпатологии, 1967. Соавторы: Васильченко Н. К., Марченкова В. И., Шмидт Н. А.

2. Об одном из способов дозирования внешней механической работы. Сб. трудов Свердловского научно-исследовательского института гигиены труда и профзаболеваний, 1967. Соавтор: Низовцев В. П.

3. Материалы к физиологическому обоснованию нормирования физического труда подростков. В сб. материалов 5-й Всесоюзной конференции по физиологии труда.