

Т.П.ВОЛЬХИНА

МАТЕРИАЛЫ

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ  
У ПОДРОСТКОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
доктор мед.наук, профессор  
В.П.НИЗОВЦЕВ

г.СВЕРДЛОВСК

1966 г.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

В В Е Д Е Н И Е . . . . .	1-3
<u>Обзор литературы</u>	
ГЛАВА 1. ФИЗИЧЕСКИЙ ТРУД И АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ПОДРОСТКОВ . . . . .	4-35
Анатомо-физиологические особенности организма подростков разного возраста	5-13
Влияние физических нагрузок на функ- циональное состояние организма под- ростков разного возраста	13-28
О некоторых вопросах нормирования физического труда подростков . . . . .	28-34
З а к л ю ч е н и е . . . . .	34-35
<u>Собственные данные</u>	
ГЛАВА П. ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .	36-48
Производственные исследования:	
1. Характеристика материала исследования	39-39
2. Применяемые в работе методы исследо- вания . . . . .	39-41
Лабораторные исследования:	
1. Характеристика материала исследования	41-41
2. Применяемые в работе методы исследо- вания . . . . .	41-42
3. Выбор мышечных нагрузок . . . . .	42-47
Методы обработки материала	47-47
З а к л ю ч е н и е . . . . .	47-48
ГЛАВА Ш. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	49-83
1. Результаты хронометражных наблюдений	50-55
2. Количественная оценка работоспособнос- ти . . . . .	55-64

3. Качественная оценка работоспособности	65-67
4. Состояние сердечно-сосудистой системы	67-69
5. Состояние двигательного аппарата . . .	69-79
6. Состояние зрительного анализатора	79-80
7. Состояние слухового анализатора . . .	82-83
З а к л ю ч е н и е . . . . .	82-83

ГЛАВА 1У. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СДВИГОВ У ПОДРОСТКОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	84-138
---	--------

Исследования при длительных нагрузках возрастающей интенсивности:

А. Подъем и опускание груза различной величины . . . . .	86-
1. Состояние сердечно-сосудистой системы	86-92
2. Состояние внешнего дыхания . . . . .	93-98
3. Состояние двигательного аппарата . . .	98-101
Б. Работа на велоэргометре с различной мощностью	
1. Состояние сердечно-сосудистой системы	102-107
2. Состояние внешнего дыхания . . . . .	107-111
3. Состояние двигательного аппарата . . .	111-119
4. Состояние зрительного анализатора . . .	119-127

Исследования при длительных нагрузках постоянной интенсивности:

В. Выполнение операции опилования . . . . .	127-128
1. Количественная оценка работоспособности . . . . .	128-129
2. Состояние сердечно-сосудистой системы	129-132
3. Состояние внешнего дыхания . . . . .	133-135
4. Энергозатраты . . . . .	135-137
З а к л ю ч е н и е . . . . .	137-138

ГЛАВА У. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ	139-157
ВЫВОДЫ . . . . .	157-162
У к а з а т е л ь л и т е р а т у р ы	163-197

## В В Е Д Е Н И Е

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".<sup>х/</sup>

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, И.А. Аршавский, А.А. Маркосян, В.Н. Никитин, В.И. Пузык (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. Мотылинской (1964), А.А. Маркосяна, В.М. Король (1964) и других, прежде всего, необходимо детальное изучение

---

х/ "Правда" от 25 декабря 1958 года.

границ резистентности, функциональных и адаптивных возможностей организма подростков в каждом возрастном периоде. Решение указанных вопросов в настоящее время, 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.

Физиологическое нормирование труда взрослого человека ограничено целым рядом моментов: на норму выработки влияют и общие социально-экономические условия с вытекающими из них требованиями к производительности труда, и технические условия производства, и отношение рабочего к труду, и т.д. (Г.П.Конради, А.Д.Слоним, В.С.Фарфель, 1935). При определении допустимой величины трудовой нагрузки у подростков перечисленные выше факторы в значительной мере исключаются, что облегчает использование в этих целях анатомо-физиологических критериев.

Задачей нашей 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 юношами 15-17-ти лет при

разном уровне физического развития различной мышечной работы с преобладанием статического или динамического компонента. 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

Разностороннее и гармоническое развитие подросткового организма возможно лишь при условии правильной организации труда и отдыха. Труд подростков должен иметь оздоровительный эффект (С.М.Громбах, 1961 ).

Влияние физического труда на организм подростков зависит от многих факторов, в том числе от характерных особенностей выполняемой физической работы (ее интенсивности, длительности, темпа и т.д.) и анатомо-физиологических особенностей самого подросткового организма, его возраста, пола, физического развития.

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.

Особое место в физиологическом обосновании норм физическо-

го труда занимают критерии тяжести работы. Отсутствие до настоящего времени общепринятых критериев тяжести труда затрудняет определение оптимальной и допустимой величины физических нагрузок. В результате решение многих вопросов организации труда и отдыха подростков все еще основывается не на строго научных данных, а на простом эмпирическом опыте.

При обзоре литературы наше основное внимание было обращено на возрастные различия внутри подростковой группы как в состоянии покоя, так и в ответ на физические нагрузки различного характера, интенсивности, длительности и т.д. Необходимо было выяснить и существующие подходы к определению норм физических нагрузок для подростков, т.к., по нашему мнению, единственно правильный путь состоял в их физиологическом обосновании с использованием физиологических критериев тяжести нагрузки и знанием функциональных возможностей подросткового организма на различных возрастных этапах.

#### А н а т о м о - ф и з и о л о г и ч е с к и е особенности организма подростков разного возраста

Из анатомии и физиологии покоя известно, что в переходный период за относительно короткий промежуток времени (примерно 4-5 лет) происходят значительные количественные и качественные изменения организма, которые превращают ребенка во взрослого человека. Наблюдается интенсивный рост тела в длину и увеличение массы тела. Так, прирост тела в возрасте от 14 до 17 лет в среднем равен 20 см, вес тела за это время увеличивается на 20 кг (А.Г.Цейтлин, 1963). Огромное влияние на процессы роста и развития в этом периоде оказывают железы внутренней секреции.

По мнению А.А.Кеворкьян (1950) имеются серьезные основания считать, что именно с ростом и установлением новых связей

в образованиях подбугорной области, а также между различными образованиями этой области (например, серого бугра) и корой больших полушарий головного мозга, связаны происходящие в подростковом возрасте эндокринные изменения. Эти изменения характеризуются активизацией деятельности одних (половых, щитовидной, гипофизарной) и угасанием функций других желез внутренней секреции (зобной, шишковидной и др.).

Происходящие в подростковом возрасте изменения эндокринных желез, в свою очередь, оказывают огромное влияние на возникновения и течения кортикальных реакций (К.М.Быков, 1947). Исследования Н.И.Красногорского (1935), указывают на то, что увеличение секреции половых гормонов в этом возрастном периоде резко повышают возбудимость центральной нервной системы и коры больших полушарий.

В период полового созревания наблюдается некоторая трудность образования условных связей, что А.Г.Иванов-Смоленский (1955) объясняет отрицательной индукцией с доминирующего полового центра. Вследствие этого образование условных связей может тормозиться. Последнее находит подтверждение в данных А.З.Колчинской (1958), которая показала, что у юношей и девушек в возрасте 14-16 лет отрицательные условные рефлексы - дифференцировка и условный тормоз - вырабатываются труднее, чем у взрослых и чаще нарушаются в процессе дальнейшей работы.

Некоторые авторы подчеркивают, что наибольшая возбудимость центральной нервной системы наблюдается в начальном периоде полового созревания. А.А.Соловьев (1959) отмечает, что выработка динамического стереотипа у подростков 15 - 16 лет происходит быстрее, чем у 12 - 13 -летних в препубертатный период. Р.Л. Рабинович (1965) приводит данные, которые свидетельствуют о преобладании подвижности основ-

ных нервных процессов у подростков 15-ти лет по сравнению с 17-летними подростками.

Нейро-эндокринные сдвиги, происходящие в пубертатном возрасте, приводят к значительным изменениям обмена веществ. Повышение обмена веществ обуславливается мощным ростом, прибавлением массы тела, скачком в физическом развитии (А.П.Тамбиева, 1958, и др.). Потребление кислорода в пубертатном периоде значительно выше, чем у взрослых людей. Гораздо большей в этом возрасте оказывается и теплопродукция.

В пубертатном периоде происходит интенсивный рост сердца. К 18 годам объем сердца увеличивается в 12 раз по сравнению с исходным. Г.Ю.Коваль (1955) обнаружил, что размеры сердца с возрастом увеличиваются заметно только до 19 лет. По Н.П.Гундобину (1906) сердце начинает усиленно расти у мальчиков - с 12 лет, но оно растет медленнее, чем у девочек до 16 лет, затем растет интенсивнее, чем у девочек.

В.И.Пузик (1937) указывает, что начиная с 11 лет и затем в препубертатном и пубертатном периодах отмечается резкое изменения микроскопической картины миокарда.

Перестройка мышечной ткани сердца протекает у мальчиков до 18 лет и дает основание выделять так называемое пубертатное сердце (В.И.Пузик, А.А.Харьков, 1948, и др.).

Особенно интенсивно сердце растет в возрасте от 14 до 15 лет (Л.И.Абросимова, 1954). Наименьшие величины минутного и систолического объема сердца наблюдаются в 15 лет, наивысшие - в 18 лет (Mullahn H., 1963).

Некоторые авторы (Л.К.Хочянов, 1949, и др.) отмечают, что за счет энергичного роста сердца, объем которого в подрост-

\*) Mullahn H. - Der Kreislauf des Jugendlichen unter Ruhebedingungen. Z. Kreislaufforsch, 1963, 52, 2.

ковый период увеличивается несколько быстрее массы тела, наблюдается отставание роста кровеносных сосудов. Их просвет (диаметр) в период полового созревания несколько не соответствует энергично увеличивающейся массе сердца. Эта относительная физиологическая узость кровеносных сосудов предъявляет к сердцу подростка повышенные требования при перемещении крови по узкому кровяному руслу.

Однако, по данным А.Ю.Грубиной и Д.Э.Наплуновой (1937) при клинико-рентгенологическом исследовании у подростков и юношей найдено, что преобладающим типом в подростковом периоде является вполне сформировавшееся сердце с такими внутренними соотношениями, которые характеризуют сердце взрослых. Встречающееся сравнительно редко, так называемое, "юношеское" сердце и "малое" сердце способны к дальнейшей эволюции и не содержат никаких патологических потенций. Отмечаемая гипертрофия юношеского сердца рассматривается авторами как компенсаторная форма развития при повышенном темпе физического развития. Эту точку зрения поддерживает А.М.Гельфанд (1944) и др.

Большинство авторов (Н.И.Осиновский, 1938; Д.Е.Штейнберг, 1933, и др.), характеризуя юношеское сердце с функциональной стороны, отмечают в его деятельности значительную функциональную лабильность, частую неадекватность ответа раздражению, нередко дисфункции и парадоксальные реакции, протекающие, в физиологических границах. Эти изменения обусловлены глубокой перестройкой всех звеньев регуляторного механизма сердечно-сосудистой системы, а именно: экстракардиальных нервно-гуморальных механизмов миоэвральных синапсов сердца и, наконец самого миокарда с его сложнейшей дифференцированной структурой и с его метаболизмом.

Анатомо-физиологические изменения со стороны нервной, эндокринной системы, сердца и сосудов не могут не повлиять на уровень и состояние кровяного давления подростков.

А.Д.Островский и Ф.Я.Брайнина (1935) отмечают, что возрастные колебания кровяного давления носят достаточно закономерный характер и стоят в несомненной связи с эндокринной деятельностью половых желез. По их данным, среднее кровяное давление (систолическое) у мальчиков 12 лет - 103; 13 лет - 108,2; 14 лет - 110,5; 15 лет - 112,7; 16 лет - 113; 17 лет - 114,3 и 20 лет - 113,9 мм рт.ст.

По данным института Охраны Здоровья детей и подростков кровяное давление у мальчиков 13 лет - 101,0 - 63,0 (систолическое - диастолическое), 14 лет - 105,0 - 64,0; 15 лет - 109,0 - 69,0; 16 лет - 109,0 - 71,0; 17 лет - 113,0 - 71,0; 18 лет - 117,0 - 71,0 мм рт.ст.

Как показали исследования ряда авторов (Н.П.Гундобин, 1906; Н.А.Шалков, 1951; А.З.Колчинская, 1964; А.Ф.Тур, 1949; Л.И.Израэ<sup>б</sup>лян, 1946, и др.) в подростковый период происходят значительные изменения и со стороны системы внешнего дыхания. Это касается морфологических и функциональных особенностей системы внешнего дыхания. Н.П.Гундобин показывает, что органы дыхания достигают максимального развития только к 20 годам. Трахея, легкие в возрасте 13-16 лет растут особенно интенсивно; объем легких значительно увеличивается, жизненная емкость их растет, причем у юношей заметно превосходит таковую у девушек.

С возрастом меняется тип дыхания. У девочек после 8 лет преобладает комбинированный тип дыхания, после 18 - грудной. У мальчиков после 14 лет появляется смешанный тип

дыхания; брюшной тип к 13 годам становится преобладающим.

Ритм дыхания в пубертатном периоде неровный. По своей частоте дыхания в пубертатном периоде хотя и приближается к дыханию взрослого человека, но все же, сохраняя признаки детского, оно продолжает быть более частым, чем у человека средних лет. Частота дыхания юношей и девушек во многом зависит от физической тренировки. У занимающихся спортом она не так велика, как у нетренированных (Н.А.Шалков, 1951).

С возрастом заметно растет глубина дыхания. Именно ее возрастание обеспечивает увеличение легочной вентиляции. Цифры легочной вентиляции у разных авторов различны. Если судить по данным Э.Гельмрейха, 1928; А.Ф.Тура, 1949; Л.И.Израильяна, 1946 и др.), легочная вентиляция в пубертатном возрасте значительно превосходит легочную вентиляцию у взрослых.

По мнению Н.В.Леуэр, А.Э.Колчицкой (1965) в период полового созревания уровень кислородного режима более высок, чем в непосредственно предшествующий период. В пубертатном возрасте кислородный режим сохраняет еще черты, свойственные более раннему возрасту, он менее экономичен и эффективен, чем в среднем возрасте. В период пубертатного развития относительно большая нагрузка в поддержании относительного кислородного гомеостаза еще падает на сердечно-сосудистую систему. Удовлетворение сравнительно больших запросов тканей в кислороде в пубертатном возрасте обеспечивается усиленным, по сравнению со взрослым организмом, кровотоком. Регулирование кислородного режима в пубертатном периоде остается еще менее совершенным, чем в зрелом возрасте.

Особо значительные изменения в переходный период наблюдаются со стороны опорно-двигательного аппарата. Отмечается

максимальный рост костей в длину, продолжение процесса окостенения, установление определенной микроструктуры костей, усиление связочно-мышечного аппарата и т.д. Наблюдаемые изменения тесно связаны с возрастом.

Так, В.Г.Штефко (1947) указывает, что на 14-15 году жизни ребенка в позвонках появляются так называемые "эпифизы" тел, т.е. новые точки окостенения, которые сливаются с позвонками к 20 году. К этому возрасту в вершинах поперечных и остистых отростков появляются точки окостенения. В целом межпозвоночный хрящ заканчивает свое развитие только к 21 году жизни.

А.И.Струков (1936) устанавливает шесть периодов роста отделов позвоночника: от 10 до 17 лет - пятый период, когда интенсивно растут все отделы, особенно поясничный и нижнегрудной. По его данным к 15 годам у мальчиков появляются новые островки окостенения на переднем крае хрящевых пластинок. Только к 25 годам крестец становится единой костью. Окостенение копчиковых позвонков завершается несколько раньше, к 20 годам.

Поясничная кривизна позвоночника появляется при сидении, но усиливается с началом хождения и окончательно устанавливается лишь к периоду половой зрелости. У школьников наблюдается лордотическая осанка, а в юношеском возрасте - склонность к сутоловатости и кифотической осанке, часто также имеет место неправильное соотношение между положением тела и кривизной позвоночника. Наблюдается и патология. Именно в этот период часто встречаются искривления позвоночника в форме кифоза или сколиоза, сопровождающиеся нарушением функции жизненно важных органов: сердца, легких (И.Т.Гусева, 1951; Л.Н.Черноус

ва, 1964; Л.Н.Черноусова, Б.М.Столбун, 1964; В.Р.Овечкин, Л.Н.Черноусова, 1964, и др.).

В подростковый период продолжается рост фаланг, происходит слияние пявздошной, седалишной и лонной костей; верхний конец локтевой кости сливается с ее средней частью; наступает окончательное окостенение хрящей и т.д. (З.А.Лебедева, 1948; В.И.Нефедов, 1945, и др.). Только к 17-20 годам завершается процесс дифференцировки микроструктуры костей и мышечной ткани (А.Н.Абрамова, 1951; В.И.Пузык, 1954, и др.).

Одним из показателей функционального состояния мышечной системы является мышечная сила. Наравне с мышечной выносливостью она выражает и функциональное состояние центральной нервной системы (В.В.Розенблат, 1961, и др.).

Данные ряда авторов убедительно показывают рост мышечной силы с возрастом. По данным А.В.Коробкова (1959) мышечная сила растет до 25-30 лет. И.А.Арямов (1953) отмечает, что максимум нарастания силы сгибания правой рукой у мальчиков приходится на период 14-17 лет, особенно на 15-16 лет. Наибольший прирост становой силы приходится у мальчиков тоже на период между 15 и 18 годами.

Мышечная выносливость характеризуется главным образом величиной выносливости к статическим напряжениям, которая увеличивается с возрастом (А.А.Бирюкович, 1951; Э.С.Черник, 1965, и др.). По индивидуальным показателям "рекордсменами статической выносливости" оказались школьники 10-14 лет.

Величина мощности работы, совершаемой мышцей при движении, по данным В.С.Фарфеля (1960) достигает максимума в 15 лет, после чего в возрасте 16-18 лет отмечается ее падение,

как у мальчиков, так и у девочек. Н.Н.Гончаров (1952) приходит к выводу, что динамические показатели мышечной деятельности у юношей 18 лет приближаются к нижней границе показателей взрослых.

Таким образом, рассмотренные материалы дают основание считать, что полное функциональное созревание различных систем организма происходит на сравнительно поздних этапах подросткового периода в 18-20 лет. До этого периода на основании резкой активации функции половых желез во взаимодействии с другими гормональными системами происходит перестройка регуляции отдельных органов и тканей, что в свою очередь оказывает влияние на анатомо-морфологическую организацию. Значительные изменения отмечаются со стороны сердечно-сосудистой системы, особенно в возрасте 14-15 лет, со стороны регуляции внешнего дыхания и т.д. В возрасте до 18 лет еще продолжается процесс формирования опорно-двигательного аппарата, хотя развитие двигательного анализатора к подростковому периоду достигает большого совершенства. Повышенная возбудимость и неустойчивость организма подростка делают его особенно восприимчивым ко всякого рода внешним воздействиям, в том числе и к физической нагрузке.

Влияние физических нагрузок на функциональное состояние организма подростков разного возраста

Лабораторные условия позволили выявить ряд особенностей влияния трудовых нагрузок на функциональное состояние различных систем организма подростков.

А.И.Арро, А.А.Виру, Э.А.Виру, С.М.Оя, Х.Ю.Сильдмяэ

(1965), изучая реакции сердечно-сосудистой системы мальчиков и девочек 9-16-ти лет на дифференцированную функциональную пробу, предложенную А.А.Вирикович и В.М.Король, показали, что с возрастом реакции как частоты сердечных сокращений, так и максимального давления увеличиваются. Вместе с этим увеличивается и так называемая пульс-сумма восстановления (сумма сердечных сокращений в течение трех минут после нагрузки), характеризующая скорость восстановления. По мнению авторов, на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы большое влияние оказывает повышение возбудимости и реактивности организма, наступающее и развивающееся в период полового созревания.

С возрастом увеличивалась и степень понижения максимального артериального давления после нагрузки. Частота случаев повышения минимального давления уменьшалась. Пульсовое давление увеличивалось. Очевидно, с возрастом регуляция сосудистого тонуса совершенствуется, но вместе с тем, по всей вероятности, имеет место и повышение сократительной способности миокарда.

А.А.Виру, Э.А.Виру (1965), исследуя динамику изменений деятельности сердечно-сосудистой системы при выполнении 25-35 приседаний мальчиками 10-16 лет, отмечают после предварительной команды к работе и особенно с началом работы резкое учащение сердечной деятельности, сменяющееся через 3-8 сек менее крутым повышением частоты сердечных сокращений. Через 20-30 приседаний частота сердечных сокращений стабилизировалась на уровне, который зависел от возраста и тренированности исследуемых. После окончания работы (исследуемые сидели) в течение первых 10-15 сек частота сердечных сокращений падала круто. Систолический показатель в это время приближался к "должным величинам". Затем, в течение 10-30 сек частота сердцебиений не изменялась или же уменьшалась незначительно

а систолический показатель еще значительно превышал "должные величины". Затем следовало крутое понижение частоты, доходящее, как правило, до уровня ниже исходных величин. Понижалась и разница между фактическим и должным систолическим показателем. В то же время отмечалось удлинение отрезка - П тон. В течение первых 15-30 сек после окончания работы максимальное артериальное давление повышалось и лишь затем наступало его понижение.

В большинстве случаев на 3-ей минуте уровень артериального давления был ниже исходного. Тогда имело место учащение сердечной деятельности и снова наступало значительное повышение систолического показателя.

О.С.Елизарова (1965) отмечала некоторые отклонения от нормы показателей ЭКГ у подростков-конькобежцев 13-15 лет в отличие от 16-18-летних под влиянием трех-минутной напряженной работы на велоэргометре с возрастающей нагрузкой (последние 30 сек максимальная работа). Полученные изменения - электрическая альтернация зубца Р, экстрасистолия и остроконечное увеличение зубца Т в восстановительном периоде -, по мнению автора, свидетельствуют о развивающемся в сердечной мышце значительном утомлении вследствие недостаточной приспособляемости сердца юных конькобежцев к такого рода нагрузкам.

В то же время Г.Ю.Коваль (1955) на основании исследования влияния физической нагрузки на деятельность сердца различных возрастных групп (рентгенокимографические исследования) не установил существенных различий в изменениях размеров сердца, амплитуды и частоты сердечных сокращений при физической нагрузке значительной интенсивности у подростков 14-16 лет, юношей 17-19 лет и взрослых (20-46 лет). Л.И.Абросимова (1957) также не обнаружила каких-либо отличий в характере изменений

кровообращения у подростков 13-15 лет по сравнению со взрослыми в условиях тренировочных нагрузок.

В.М.Король (1965) при исследовании динамики функций внешнего дыхания и кровообращения у школьников 8,15,16,17 лет во время бега на месте (интенсивная мышечная работа) находит, что в начале работы во всех исследуемых возрастных группах наступает резкая интенсификация функции внешнего дыхания и кровообращения, причем чем старше возраст, тем резче выражена интенсификация изучаемых функций.

В дальнейшем во время работы происходит определенная стабилизация параметров вегетативных функций (частоты сердечных сокращений и дыхания, соотношения ритмов движений и дыхания и т.д.).

Временный интервал стабильности параметров вегетативных функций с возрастом увеличивался, а период вработываемости уменьшался. Была обнаружена неодновременность вхождения в работу различных систем организма. Частота пульса становилась относительно устойчивой несколько быстрее, чем частота дыхания и соотношение различных параметров физиологических функций между собой.

В конце работы во всех возрастных группах была зарегистрирована приблизительно одинаковая частота сердечных сокращений. Соотношение параметров двигательных и вегетативных функций между собой с возрастом увеличивалось. Частота дыхания в старшем возрасте была значительно меньше.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии определенных возрастных различий у детей 8,15,16,17 лет в характере приспособительных реакций внешнего дыхания и кровообращения. Автор предполагает, что в младшей возрастной группе ведущим фактором адаптации является учащение сердцебиений и

частоты дыхания. В старших возрастных группах адаптация функции кровообращения и дыхания к интенсивной мышечной деятельности происходит за счет увеличения ударного объема сердца и объема дыхания.

Н.А.Шалков (1951) отмечает, что у здоровых детей и подростков (тренированных и нетренированных) величина минутного поглощения кислорода характеризует интенсивность выполняемой или физической нагрузки. С увеличением интенсивности физического напряжения увеличивается поглощение кислорода и наоборот. При выполнении одного и того же физического упражнения количество поглощенного кислорода тем больше, чем меньше испытуемый юноша подготовлен к этому упражнению. Наблюдаемое изменение величины поглощения кислорода у здоровых детей и подростков во время и после физических упражнений находится в прямой зависимости от интенсивности минутной легочной вентиляции.

Как и у здорового человека, увеличение минутного поглощения кислорода и минутной легочной вентиляции у подростков происходит параллельно нарастанию интенсивности физического напряжения, т.е. существует "линейная функция" минутного поглощения кислорода, минутной легочной вентиляции и интенсивности физических нагрузок, но это обеспечивается не только усилением деятельности аппарата внешнего дыхания (усиление вентиляции), но также и значительным усилением функции сердечно-сосудистой системы (поглощение и транспорт кислорода).

К.М.Смирнов (1959) отмечает отчетливо выраженную зависимость легочной вентиляции от интенсивности физической нагрузки:

характер нагрузки	легочная вентил. (мл)
покой	5000
ход	12000
бег быстрый	50000
бег спортивный	75000

В.Я.Ефремов (1963) изучал оксигенацию крови при задержке дыхания и физических упражнениях у школьников обоего пола в возрасте 7-16 лет. По его данным оксигенация при физической нагрузке и задержке дыхания, как правило, снижается; при задержке дыхания она снижается в меньшей степени. Наибольшее значение оксигенации крови отмечается в том случае, если приседание или отжимание в упоре лежа делается в фазе вдоха. При общеразвивающих упражнениях, когда руки разводятся в стороны или отводятся вниз назад, оксигенация наибольшая.

Г.П.Меньков (1965) показал, что при 2-3-минутной работе на пилльником артериализация крови уменьшалась от 1,5 до 5%.

В.М.Волков (1963) на основании исследования газообмена и внешнего дыхания методом Дуглас-Холдена у мальчиков 11-19 лет при 30 сек. скоростных упражнениях на велостанке делает вывод о достижении двигательного совершенства в скоростных упражнениях в 14-15 лет. Наблюдается увеличение показателей минутного объема и частоты дыхания в среднем в 6-10 раз. С возрастом (группы 11-12, 13-14, 15-16, 17-19 лет) происходит увеличение минутного объема дыхания, потребления кислорода и уменьшение частоты дыхания. Наибольшее увеличение темпа работы имеется в возрасте от 11 до 15 лет, а затем прирост уменьшается, что свидетельствует о достижении двигательного совершенства. Наблюдается также неодинаковое увеличение потребления кислорода по возрастным группам, при этом наибольшая разница отмечается между возрастными группами 15-16 и 17-19 лет.

Аналогичные данные получены В. С. Фарфелем (1947), И.М. Фрейдбергом (1954), А.А. Гуминским и О.С. Елизаровой (1965). Так, А. А. Гуминский и О. С. Елизарова, изучая функциональные возможности дыхательной системы конькобежцев 13-18 лет в естественных условиях на льду и в лаборато -

рии (на велоэргометре), показали, что у 13-14-летних подростков максимальное потребление кислорода и легочная вентиляция равны соответственно  $3,34 \pm 0,45$  л и  $83 \pm 16,3$  л в минуту, у 15-16-летних  $4,18 \pm 0,75$  л и  $122 \pm 22$  л в минуту, у 17-18-летних эти величины равны  $4,994 \pm 0,42$  л и  $133,0 \pm 23$  л в минуту.

С возрастом уменьшается потребление кислорода на единицу веса тела, что, по мнению В.М.Волкова (1963), связано с совершенствованием регуляции обменных процессов и мышечной координации (движения у детей становятся более экономичными). В противоположность сведениям, полученным на неспортсменах, А.А.Гуминский и О.С.Елизарова наблюдали с возрастом тенденцию к увеличению максимального потребления кислорода на килограмм веса подростка - спортсмена. По их данным этот показатель при катании на льду на велоэргометре составил у 13-14-летних  $67 \pm 7$  см<sup>3</sup>, у 15-16-летних -  $73 \pm 11$  см<sup>3</sup>, у 17-18-летних -  $75 \pm 5$  см<sup>3</sup>. Статистически достоверные различия в максимальном потреблении кислорода на килограмм веса тела обнаружены между 13-14-летними и 17-18-летними юными спортсменами (вероятность 0,916).

По данным В.М.Волкова с возрастом наблюдается удлинение времени восстановления показателей дыхания и одновременное увеличение интенсивности ликвидации кислородной задолженности организма (скоростные упражнения).

И.И.Бахрах(1965) посвящает свою работу изучению влияния темпов полового созревания на характер приспособительных реакций к функциональным пробам у мальчиков 13-16 лет. У мальчиков 13-14 лет, опережающих сверстников в степени полового развития, и у 15-16-летних школьников, отстающих от сверстников в

степени полового созревания, отмечено большое увеличение пульса и артериального давления, а время восстановления этих показателей было более длительным, чем у остальных подростков.

Во время работы на велостанке у мальчиков 13-14 лет, отстающих от сверстников в темпах индивидуального развития, и у 15-16-летних подростков, опережающих сверстников в темпах индивидуального развития, зарегистрировано меньшее увеличение пульса, частоты дыхания, легочной вентиляции и менее выраженное снижение процента насыщения крови кислородом. Время восстановления изучаемых вегетативных функций у них короче по сравнению с остальными обследуемыми.

Подобные особенности адаптации подростков к стандартной работе, по мнению автора, возможно связаны с интенсивной эндокринной перестройкой, сопровождающей период полового созревания. Очевидно, автор также приходит к выводу, что при оценке функционального состояния подростков необходимо учитывать не только паспортный, но и физиологический возраст.

В.М.Касьянов (1956) особое внимание обращает на группу подростков 14-15 лет. Он считает, что в этом возрасте нагрузки, требующие выносливости, должны быть меньшими, чем даже в возрасте 12-13 лет.

Изучение формирования двигательных навыков у подростков 11-15 лет позволило В.И.Филиппович (1962) прийти к заключению, что при отсутствии специальной тренировки подростки 14-15 лет часто уступают 11-13-летним в точности воспроизведения деталей движений.

Ф.Янда (1963) изучал способность к физическому труду (работа на велоэргометре) в зависимости от возраста и систематических занятий физкультурой у мальчиков и девочек, в воз-

расте от 6 до 18 лет. Исследование функции сердечно-легочного аппарата и анализ выдыхаемого воздуха интерферометрическим путем после 10-минутной работы, при которой использование кислорода в легких соответствовало одной шестой теоретически вычисленной кислородной емкости легких, показали, что частота пульса больше зависела от возраста, чем от нагрузки; вентиляция легких и потребление кислорода — от абсолютной величины работы. Средняя величина работы повышалась с возрастом ребенка и в зависимости от физической тренированности. Повышение трудоспособности после систематических занятий физкультурой выразилась в более низком расходе кислорода для абсолютно одинаковой работы и в повышении коэффициента дыхания. Соразмерная работа та, которая составляет одну шестую — одну треть максимальной работоспособности, определенной по потреблению кислорода. Это определение позволило по среднему росту и весу, установленным у чешской молодежи в 1951 году, и по результатам работ Astrand, а вычислить ориентировочные нормы работы для детей и подростков в возрасте от 6 до 18 лет.

И.Н.Яковлева (1961) изучала мышечную работоспособность и свойства основных корковых процессов у подростков в зависимости от возраста. Мышечная работоспособность исследовалась по показателям выносливости, утомляемости и скорости восстановления мышечной силы и выносливости по методике, предложенной М.В.Лейником. Свойства основных корковых процессов изучались с помощью хронорефлексографа Кириенко-Эрмана. Проведенные наблюдения над подростками и взрослыми позволили установить, что мышечная работоспособность подростков различного возраста неодинакова и отличается от работоспособности взрослых. Выносливость 14-летних составляет от величины выносливости взрос-

лых 70,7%, а 16-летних - 80,4%. Показатель утомляемости 14-летних подростков больше такового у взрослых в 2,6 раза, а 16-летних в 2 раза. Скорость восстановления мышечной силы у подростков и взрослых находится почти на одном уровне, а скорость восстановления выносливости у подростков меньше, чем у взрослых.

По данным И.Б.Крамаренко и И.Н.Яковлевой (1963) при выполнении операции опиливания, требующей определенного мышечного напряжения, подростки 14-ти лет затратили 6 дней, 16-ти лет 4 дня, взрослые - 3 дня, что можно объяснить неодинаковой плотностью рабочего времени: у 14-летних - 81% к общему времени работы; у 16-летних - 85,8%, у взрослых - 96,6%. То же соотношение установлено и в отношении темпа движений как показателя активности работы. Нарушение устойчивости темпа движений в сторону их увеличения связаны со снижением лабильности нервно-мышечного аппарата по мере развития утомления. Кроме того с возрастом увеличивается величина прилагаемого усилия, что связано с повышением общего уровня физического развития.

Производительность труда и работоспособность у подростков младшей группы были меньше, чем у 16-летних, которые по некоторым показателям работоспособности уже приближаются к взрослым, но не достигают их уровня. По мнению авторов, необходим дифференцированный подход к организации труда и нормированию нагрузки для подростков 14-ти и 16-ти лет.

Б.И.Антипов и И.П.Байченко (1965) в результате своих исследований на юных спортсменах 11-15 лет делают вывод о том, что систематические занятия и постепенное применение разнообразных специальных упражнений способствуют совершенствованию нейродинамики - скрытый период двигательной реакции укорачивает

ся, сокращается количество случаев последовательного торможения (при увеличении числа случаев положительной индукции), количество нарушений дифференцировочной реакции уменьшается. Все это свидетельствует о повышении возбудимости центральной нервной системы, об увеличении подвижности нервных процессов и о большей их уравновешенности.

Б.М.Нидерштраг (1965) показал, что при динамической и статической работе различной интенсивности у школьников старшего возраста (из группы детей от 3 до 18 лет) иррадиация наблюдалась только при работе со значительными нагрузками (у младших — уже при напряжениях слабой интенсивности). В режимах работы, близких по темпу и нагрузке к предельным, иррадиация у старших детей была выражена даже больше, чем в младшем возрасте.

Опытами М.Е.Маршака и А.Г.Шлыковой (1934) отмечено, что работы разного характера и интенсивности по разному влияют на электрическую чувствительность глаза. Непродолжительный бег на месте дает повышение реобазы и понижение хронаксии или не меняет величину хронаксии. Во время утомительной статической работы величина хронаксии не давала заметных сдвигов. Однако на 5-8 минуте восстановления наблюдалось ее повышение, которое постепенно исчезало и величина показателя возвращалась к исходной величине. Реобаза оставалась постоянной. При работе по подъему и опусканию грузов происходит повышение хронаксии не к концу работы, а к 20-30 минуте работы при медленном темпе работы, при среднем темпе работы к 10-12 минуте, при быстром — сначала наблюдается снижение хронаксии по сравнению с исходным, затем повышение, которое к 5-6 минуте достигает максимума. При среднем темпе работы восстановление хронаксии к исходному

уровню идет быстрее, чем при быстром темпе.

Ю.М.Уфлянд (1941) в своих исследованиях указывает, что под влиянием работы хронаксия двигательного анализатора увеличивается одновременно с увеличением реобазы. При слабой нагрузке статическая работа отражается лишь на реобазе, не вызывая изменений хронаксии, работа динамического характера при этих условиях дает изменение обоих показателей возбудимости. Удлинение хронаксии после работы наступает часто не сразу, а развивается лишь постепенно. Иногда в первые минуты после работы хронаксия может укорачиваться с тем, чтобы потом увеличиться. Там, где преобладают элементы тяжелой физической работы, чаще наблюдается удлинение хронаксии.

В.В.Васильева, Э.Б.Коссовская и А.Н.Крестовников (1953) провели работы, которые показали, что интенсивная мышечная деятельность протекает на фоне пониженной возбудимости зрительного анализатора. Динамика возбудимости зрительного анализатора в послерабочем периоде указывала на наличие остаточных явлений, однако величина изменений была сглажена. После 10 минут интенсивной работы, с ускорением в последнюю минуту, наблюдалось повышение реобазы зрительного анализатора. Одноминутная работа максимальной интенсивности давала понижение реобазы зрительного анализатора. Авторы считают, что различия в показателях нужно отнести к различной длительности работ. Динамика функционального состояния зрительного анализатора является весьма сложной и зависит как от формы, интенсивности, длительности работы, так и от степени участия в ней зрительного анализатора.

Исследования Г.Х.Шахбазян и Ф.Н.Шлейфман (1954), проводившиеся в лабораторных условиях на велоэргометре, при нагруз-

ке средней тяжести (2,5-3,0 кал/мин) в течение 50 минут показали повышение величины хронаксии зрительного анализатора, что сопровождалось учащением пульса, значительным ухудшением теплоощущения и ухудшением со стороны других сомато-вегетативных функций. Однако, в ряде случаев при резких изменениях функционального состояния организма показатели зрительной реобазы и хронаксии оставались без изменений.

С.И.Крапивинцева и Л.И.Малинская (1960) отмечали снижение возбудимости двигательного анализатора подростков под влиянием работы, которое проявлялось в повышении реобазы и хронаксии общего сгибателя пальцев правой руки подростков к концу рабочего дня и рабочей недели.

О.Д.Карцев и Э.А.Бычкова (1963), проводя исследование динамики корковых процессов у подростков в лабораторных условиях и на конвейере по сборке механизма часов, не обнаружили значительных сдвигов по показателям ответной двигательной реакции на положительные и тормозные раздражители, которые могли бы указать на развивающееся утомление.

Многие авторы изучали влияние трудовых нагрузок на функциональное состояние организма подростков (А.Т.Стевбун, 1952; Л.В.Михайлова, Ц.Л.Усищева, 1955; А.И.Гессен и соавт., 1956; Н.И.Иванова, 1956; Б.Крамаренко, 1957; Е.Ф.Альбицкая и соавт., 1958; HRUBY, 1959; Н.В.Ростомбекова, 1960; Р.Г.Сапожникова и соавт., 1961; Г.Г.Никогосян, 1962; Б.И.Темкин, 1962; Н.М.Харковенко, 1962; QUAAAS, 1962; П.Л.Краснянская, 1964; И.И.Пономаренко, 1965, и др.), но лишь некоторые из них обращали внимание на возраст и физическое развитие испытуемых внутри подростковой группы. Так, И.И.Пономаренко обнаружила большую выраженность физиологических реакций со стороны слуховой чувствительности, артериального давления, частоты пульса и

скрытого времени рефлекторной реакции, у подростков 15-ти лет по сравнению с 16-летними подростками. Исследования проводились под влиянием работы в условиях высокочастотного производственного шума (суммарный уровень - 85 дб.) По данным Е.Ф.Альбицкой, З.Д.Горкина, М.С.Карминского, Е.Ф.Михайловской, Е.С.Снигирева (1958) периодические перерывы при производственном обучении должны составлять для 15-16-летних - 10-15%, а для 16-18-летних - 8-10% общего времени работы. Квасц (Quaas, 1962), исследуя работоспособность и нагрузку при политехническом обучении у учащихся 7-11 классов, отмечает различия в ряде физиологических показателей, обусловленные не только полом, но и возрастом. Интересно различие между 15- и 16-летними мальчиками по данным жизненной емкости легких. Принимая во внимание большое увеличение работоспособности у мальчиков 15-16 лет, автор делает вывод о необходимости увеличения нагрузки только с 16-ти летнего возраста. Н.М.Харковенко (1962) на основании сравнительной физиологической оценки труда школьников 9-го класса и труда взрослых рабочих в качестве операторов пульта управления на установке непрерывной разливки стали делает заключение о недопустимости подобного рода работ при прохождении производственной практики для школьников 14-15-ти лет.

При одинаковом возрасте о зависимости состояния работоспособности организма подростков от физического развития при производственном обучении свидетельствуют данные С.И.Крапивинцевой, Н.И.Малинской, В.Н.Артамонова, О.И.Галецкой (1962). Уровень работоспособности (по ряду показателей) ниже, а степень реакции на физическую работу больше у подростков среднего и ниже среднего физического развития по сравнению с подростками

выше среднего физического развития. М. Нова, М. Губач, З. Новомеска, И. Загорский (1962) отмечают, что при повышении нагрузки на вело-сипедном эргометре минутный объем дыхания увеличивается у всех испытуемых подростков в возрасте от 13 до 18 лет. Причем, при меньшей нагрузке - линейно, а при более значительной - прогрессивно. Переход к прогрессивному повышению у менее развитых подростков наступал при меньших нагрузках. На одинаково большую нагрузку наступала одинаковая реакция со стороны минутного расхода кислорода, не взирая на возраст и физическое развитие испытуемых. Величина максимального использования кислорода в легких была тем больше, чем лучше было физическое развитие подростка. Размеры нагрузки, при которых достигается максимум использования кислорода, были прямо пропорциональны степени физического развития испытуемых подростков.

Таким образом, рассмотренные нами данные литературы по влиянию трудовой нагрузки на организм подростков показали зависимость степени физиологических сдвигов как от характера, величины интенсивности и длительности выполняемой работы, так и от возраста, пола, физического развития испытуемых. Некоторые авторы приходят к выводам, которые непосредственно относятся к вопросам нормирования физического труда подростков. Однако, полученные данные не дают полного представления о функциональных возможностях подросткового организма на различных возрастных этапах в частности и потому, что недостаточно освещают адапционные возможности подросткового организма.

Последние наиболее полно должны проявиться при выполнении под-

ростками физических нагрузок различной интенсивности. Этот вопрос, наряду с вопросом о физиологических критериях тяжести нагрузки, еще не достаточно выяснен. Тем не менее решение этих вопросов должно составить основу физиологического обоснования допустимых величин физических нагрузок для подросткового организма.

### О некоторых вопросах нормирования физического труда подростков

Как известно из литературных источников, не все авторы считают обязательным физиологическое обоснование величины трудовой нагрузки подростков. Так, А.Д.Сазонов (1962), излагая первый опыт нормирования сельско-хозяйственного труда школьников, считает, что при установлении норм выработки можно "руководствоваться основной задачей технического нормирования - определением количества труда, необходимого для выполнения той или иной работы в течение определенного времени". При нормировании труда школьников им были использованы методы хронометрирования рабочего дня по укрупненным показателям и самофотографии рабочего дня.

Интересно отметить, что в области спорта также имеют место подобного рода тенденции дозировать физическую нагрузку без физиологического обоснования. И.М.Петелин (1962), высказывая некоторые соображения по определению норм физической нагрузки на уроках лыжной подготовки и занятиях спортивной секции школы, считает необходимым учитывать при этом пол, возраст, физическую и спортивную подготовку лыжника, а также его стремление к достижению высоких спортивных результатов. Но тренировочная физическая нагрузка, по его мнению, может регулироваться только

следующими параметрами: а) увеличением или уменьшением длины тренировочных трасс и дистанций, б) сокращением или увеличением времени для отдыха и т.п.

Однако и стремление физиологически обосновать нормирование нагрузок подростков неодинаково по своему характеру у различных исследователей. Дело в том, что даже у тех, кто считает обязательным установление допустимых физических нагрузок под контролем физиологических исследований, сложность проблемы вызывает различные представления о подходах к нормированию труда подростков. Выражая мнения большинства, В.С.Фарфель (1960), в своей книге "Физиология спорта" совершенно определенно высказывается за необходимость изучения в первую очередь функциональных возможностей организма: "Для рациональной постановки физического воспитания в школе настоятельно требуются сведения о диапазоне возможностей различных функциональных систем развивающегося организма ... в зависимости от возраста и пола". Р.Е.Мотылянская (1964) свои суждения о соответствии физических упражнений уровню развития функциональных возможностей детского организма строит на основе: а) изучения показателей срочной адаптации (приспособительных реакций) организма к физическим упражнениям, б) исследования последствий нагрузок на функциональное состояние, реактивность и работоспособность организма в восстановительном периоде, в) учета данных динамических врачебных наблюдений.

Нормирование производственного труда школьников, по мнению Л.И.Мурского (1960), сводится как к учету физиологических затрат важнейших систем организма, определению места урока труда в режиме школьного дня, непрерывности нагрузки и соответствия производственных процессов возрастным особенностям

школьника, так и выявлению уровня предшествующей подготовки школьника, прибавочного времени на отдых и к сочетанию физического труда с умственным. Если физиологическое обоснование будет предшествовать технологическому и методическому обоснованию, то, по мнению автора, нормирование может быть введено в режим дня школы.

Ю.М.Протусевич (1956), отмечая наступление утомления под влиянием учебного дня с помощью исследования состояния возбудимости больших полушарий ребенка, приходит к выводу, что на основании исследования только одной возбудимости больших полушарий возможно определить размер учебной нагрузки для детей различного возраста. Так, для детей 13-14 лет 7-8 часов являются тем пределом размера учебной нагрузки, при котором сохранялась оптимальная возбудимость больших полушарий ребенка.

Имеется попытка оценить величину трудовой нагрузки подростков, учащихся вечерних школ рабочей молодежи, с помощью физиологических методов исследования при определенных режимах дня. Способом регулирования трудовой нагрузки является изыскание наиболее физиологически обоснованного режима труда и отдыха подростков (А.Д.Преварская, 1963).

При определении допустимой величины трудовой нагрузки для подростков чехословацкие авторы судят о тяжести физической нагрузки по величинам физиологических показателей. Так, М.Нова, М.Губач (1963), определяют тяжесть физической нагрузки на велоэргометре для подростков разного возраста по данным абсолютной величины частоты пульса. По их мнению, нагрузка, повышающая частоту пульса до 110-120 ударов в минуту, соответствует верхней границе оптимальной нагрузки для подростков. При максимально допустимой нагрузке частота пульса повышается

до 140-150 ударов в минуту. В то же время Ф. Янда (1959), допустимость нагрузки определяет по энергозатратам. Автор считает, что допустимая нагрузка для 14-17-летних юношей при длительной работе составляет 3,1-4,3 ккал/мин, а для девушек этого возраста - 2,5-3,2 ккал/мин. М. Нова и соавт. / 1962/ считают, что для подростков можно допустить такую нагрузку, при которой отдача калорий отвечает приблизительно одной трети их максимального энергетического расхода.

П. И. Гуменер, Е. К. Глушкова, Р. Г. Сапожникова (1964) предложили методику оценки тяжести работы при производственном обучении подростков. Авторы применяли индивидуальный и групповой механохронометраж, учет частоты сердечных сокращений и биоэлектрической активности мышц. Для оценки тяжести работы отдельных операций прослеживалась динамика физиологических показателей на протяжении всего периода выполнения операции.

В качестве критерия состояния организма П. И. Гуменер (1965) предлагает использовать характеристику колебаний физиологических функций в процессе работы, которая позволяет более детально по сравнению с анализом, основанным на учете динамики усредненных величин, оценить функциональное состояние организма.

Следовательно, о допустимости физической нагрузки можно судить на основании физиологических исследований.

Однако, чтобы судить на основании абсолютной величины физиологических показателей о степени тяжести нагрузки, необходимо проследить изменение показателей и пределы колебаний их при той или иной дозированной физической нагрузке. Наиболее удобным методическим приемом является возрастающая по интен-

сивности физическая нагрузка, выполнение которой позволяет определять адаптивные возможности организма подростка, а значит и его функциональные возможности (Л.И.Абросимова,1957; Е.В.Логинова,1957; М.Нова, М.Губач,1963; Э.И.Бирюкова,1963; Р.Е.Мотылянская,1964, и др.).

Так, Е.В.Логинова (1957) показала, что во время работы переменной интенсивности легочная вентиляция, частота дыхания, частота пульса, кровяное давление и степень насыщения крови кислородом в начальных опытах изменяются волнообразно. Эта волнообразность тесно связана с переменной интенсивности выполняемой работы. По мере тренировки колебания данных показателей становились менее зависимыми от перемены интенсивности работы.

Использование приема "нарастающих" дополнительных физических нагрузок позволило Л.И.Абросимовой (1957) наиболее полно выявить особенности функционального состояния системы кровообращения у подростков 12-18 лет. По ее данным, влияние тренировочных занятий выражалось, в основном, в снижении показателей осциллограммы (главным образом, максимального давления и осциллографического показателя), в раннем восстановительном периоде, а также в меньшем увеличении их на дополнительные физические нагрузки после занятия, чем до него. При этом после занятия подъем указанных показателей на стандартную нагрузку был выражен меньше, чем на максимальную (по сравнению с подобными же изменениями до занятия).

Накопленный в области спортивной физиологии материал исследований позволил Р.Е.Мотылянской (1964) предложить своеобразную клинко-физиологическую классификацию разных степеней физической нагрузки на организм, которая основывается на анализе данных, характеризующих взаимодействие функций орга-

низма в процессе приспособления к мышечной работе.

При умеренных напряжениях организма адаптивные реакции характеризуются признаками более или менее значительной интенсификации главнейших функций соматической и вегетативной систем (биотоки мышц, сердца, мозга, насыщение артериальной крови кислородом, ритм дыхания и сердечных сокращений, кровяное давление, газообмен и др.) с сохранением по ходу всего периода работы должной слаженности и координированности. Функциональное состояние организма к концу рабочего периода остается без заметного снижения, работоспособность не падает.

При больших нагрузках процесс адаптации сопровождается значительным напряжением всей системы регуляции. По ходу выполнения физических упражнений меняется первоначальная форма взаимодействия функций: ослабление одних компенсируется усилением других.

При значительных напряжениях, вызванных резким несоответствием нагрузки функциональным возможностям юных спортсменов, первоначальное усилие вегетативных функций сменяется признаками дискоординированной деятельности организма. Функциональное состояние по ходу работы резко ухудшается, работоспособность падает.

Степени напряжения организма, переходящие границы физиологического приспособления, сопровождаются появлением отдельных или суммы признаков, сигнализирующих о возможности нарушения гомеостаза. Подобные нагрузки вызывают физическое перенапряжение, признаки которого возникают непосредственно во время физических нагрузок и нередко закрепляются на более или менее продолжительное время.

Установленная клинико-физиологическая симптоматология

разных степеней напряжения организма, по мнению автора, может быть положена в основу индивидуального дозирования нагрузок в занятиях физическими упражнениями и установления целесообразных норм нагрузок для различных категорий занимающихся в соответствии с их возрастом и физической подготовленностью.

Таким образом, большинство исследователей придерживается мнения о необходимости физиологического обоснования допустимых величин физических нагрузок. Предложено ряд методик определения степени тяжести физического напряжения. Однако, следует отметить, что решение вопроса о физиологическом обосновании физических нагрузок для подростков находится еще в стадии накопления фактического материала. Необходимы дальнейшие исследования, в том числе и на пути определения адаптивных возможностей организма подростков разного возраста, пола и физического развития к физическим нагрузкам различной интенсивности и длительности. Необходимы также дальнейшие исследования по установлению физиологических критериев тяжести нагрузки.

### З а к л ю ч е н и е

Изложенные выше литературные данные об анатомо-физиологических особенностях подростков в период полового созревания свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к группе подростков по отношению их возраста. Однако, не все авторы учитывают данное положение при проведении физиологических исследований по влиянию разного рода физических нагрузок на организм подростков. До сих пор не ясно, что же является определяющим в ответных реакциях на нагрузку: возраст или степень физического развития организма подростков.

Основное требование нормирования физического труда под-

ростков - соответствие величины физической нагрузки функциональным возможностям подросткового организма. Последние (совершенно очевидно) зависят как от возраста, так и от пола и физического развития, и недостаточное знание этих возможностей при отсутствии 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 физической нагрузки, возрастающей по интенсивности.

## Г Л А В А П

### ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

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 тают 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 вычленив из производственной обстановки определенный рабочий момент, дозировать

величину выполняемой работы по интенсивности, длительности и темпу, а также исключить влияние такого важного социального фактора, как коллектив.

Производственные исследования проводились в 1960-1961 гг. в Ремесленном училище № 39 и Техническом училище № I, лабораторные исследования - с января 1962 года - в условиях лаборатории физиологии труда научно-исследовательского Института Гигиены Труда и Профзаболеваний. xxxxxxxxxx Испытуемые на каждом этапе исследований подбирались в соответствии с целями и задачами экспериментов. Всего было обследовано 235 подростков разного физического развития от 15 до 17 лет включительно (мужской пол).

15-летние подростки при физическом развитии ниже среднего имели среднюю величину роста  $-157,3 \pm 1,5$  см, веса  $-43,4 \pm 1,02$  кг, объема груди  $-75,0 \pm 0,69$  см; при физическом развитии среднем соответственно  $164,4 \pm 0,52$  см;  $54,4 \pm 0,5$  кг,  $82,0 \pm 0,4$  см; при физическом развитии выше среднего  $-172,4 \pm 0,3$  см,  $61,3 \pm 1,7$  кг,  $87,2 \pm 1,2$  см.

16-летние подростки при физическом развитии ниже среднего имели среднюю величину роста  $-154,0 \pm 1,5$  см, веса  $-42,2 \pm 1,3$  кг, объема груди  $-76,5 \pm 0,6$  см, при среднем физическом развитии соответственно  $157,9 \pm 1,05$  см,  $58,8 \pm 0,9$  кг,  $84,2 \pm 0,45$  см, при физическом развитии выше среднего  $-169,0 \pm 2,7$  см,  $62,2 \pm 1,5$  кг  $85,4 \pm 1,0$  см.

17-летние подростки при физическом развитии ниже среднего имели среднюю величину роста  $-158,8 \pm$  см, веса  $-50,7 \pm$  кг, объем груди  $-81,7 \pm$  см, при среднем физическом развитии соответственно  $168,9 \pm 0,72$  см,  $61,4 \pm 2,8$  кг,  $87,3 \pm 0,75$  см, при физическом развитии выше среднего  $-177,8 \pm$  см,  $69,9 \pm$  кг,  $93,1 \pm$  см.

Возраст испытуемых определяли к моменту проведения исследований, учитывая данные физического развития последнего медицинского осмотра.

Каждая возрастная группа состояла из спортсменов и неспортсменов. Статистическая обработка полученных данных не выявила статистически достоверной разницы в полученных результатах физиологических исследований, что позволило объединить эти подгруппы.

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 настоящей работе определялись следующие физиологические показатели: частота пульса, артериальное кровяное давление, легочная вентиляция, частота дыхания, оксигенация крови, величина энергозатрат, мышечная сила и статическая выносливость, реобазис и хронаксия двигательного и зрительного анализаторов, латентный период зрительно-моторной и слухо-моторной реакции, порог сухой чувствительности, показатель видимости и координационный показатель. В зависимости от целей и условий отдельных экспериментов использовались те или иные методы исследования, применялась нужная модификация.

Количественные и качественные показатели работоспособности подростков определялись по данным производительности труда, нагрузочным тестам (корректирные таблицы Анфимова). Использовался также метод микро-и макрохронометража рабочего дня подростков.

При выборе мышечных нагрузок в зависимости от условий эксперимента мы руководствовались следующими мотивами: в производственных мастерских выбирали ту производственную операцию, которая была наиболее распространенной и доступной для подростков разного возраста; 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.

## Производственные исследования

### 1. Характеристика материала исследования

Производственные исследования проводились в слесарных мастерских указанных выше училищ. В качестве испытуемых подростков выступали учащиеся первого и второго года обучения слесарной специальности 15, 16 и 17 лет разного физического развития мужского пола без отклонений в состоянии здоровья.

Всего обследовано 125 подростков. Из них 15-летних - 47 человек (с физическим развитием ниже среднего - 8 человек, среднего физического развития - 29 человек, с физическим развитием выше среднего - 10 человек), 16-летних - 54 человека (соответственное физическое развитие у 15, 31 и 8-ми человек) и 17-летних - 24 человека (соответственное физическое развитие у 6, 14 и 4х человек).

Испытуемые подростки занимались в слесарных классах три раза в неделю. При проведении физиологических исследований до начала работы, через три часа работы (перед перерывом) и после окончания работы (через шесть часов) испытуемые подростки обследовались в специальном помещении, изолированном от неблагоприятных факторов внешней среды (производственный шум и т.д.). В условиях производственных мастерских физиологические исследования проводились только в том случае, если они не отвлекали подростков от их основной работы. Исследования проводились на протяжении 26 недель.

### 2. Применяемые в работе методы исследований

Стремление к наиболее полному представлению о функциональных возможностях подросткового организма при производственной нагрузке привело к исследованию не только вегетативных сдвигов, но и к определению состояния ряда анализаторных функций. Скрытый период зрительно- и слухомоторной реакций закрепили

с использованием телехронорефлексометра, показатель видимости - визибилимиметра, порог слуховой чувствительности - аудиометра.

Определение мышечной силы и статической выносливости проводилось с помощью динамометра, показатель координации - на треморной доске.

Использование радиопульсофона позволило без отвлечения испытуемых от работы исследовать состояние сердечно-сосудистой системы по частоте пульса на протяжении всего рабочего дня. По данным легочной вентиляции представлялось возможным приблизительно судить об энергитической стоимости данной физической работы.

Исследование состояния зрительного и слухового анализаторов, а также мышечной силы и выносливости значительно расширяло объективную характеристику состояния организма подростков в условиях производства, что было необходимо для суждения о степени утомления организма подростков.

Будучи важным количественным показателем мышечной работоспособности, мышечная сила характеризовала прежде всего степень возбудимости соответствующих нервных центров, а статическая выносливость - общую выносливость двигательного аппарата в целом.

Для диагностики утомления большую ценность представляла также оценка той стороны работоспособности, которую можно определить по координации процессов, связанных с выполнением работы. Дискоординация рабочих процессов при утомлении является одним из основных факторов снижения работоспособности. Факт начинающийся дискоординации нередко удается установить гораздо раньше, чем выявляется существенное снижение количественных или качественных показателей работы

(В.В.Резенблат, 1961). Не имея возможности в производственных условиях судить о координации рабочих процессов, мы ввели показатель координации, определяемый на треморной доске.<sup>х)</sup>

При определении производительности труда учитывали: 1) вес снятого при шлифовании металла (за смену), 2) процент выполнения нормы за смену, 3) время выполнения одной штуки изделия (в часах).

Метод фотакронометражных наблюдений позволил исследовать работоспособность испытуемых без отвлечения их от трудового процесса.

### Лабораторные исследования

#### 1. Характеристика материала исследования

В лабораторных условиях исследовали подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития - учащихся вышеуказанных училищ и общеобразовательной школы - интерната № 17.

Всего обследовано 110 подростков. Из них 15-летних - 53 человека и 17-летних - 57 человек. Для сравнительной характеристики в области функциональных исследований ЦНС при адаптации к физической нагрузке на велоэргометре привлечены взрослые испытуемые (10 человек).

До проведения эксперимента все испытуемые проходили медицинский осмотр силами специалистов института (терапевт, невропатолог и т.д.). К исследованию допускались только здоровые.

В начале каждого исследования на протяжении 20-30 минут испытуемые отдыхали, адаптируясь к обстановке. Физиологические исследования проводились до начала работы, во время ее выполнения и в период восстановления.

#### 2. Применяемые в работе методы исследований

Лабораторные исследования позволили расширить комплекс физиологических методов исследования. Использовались не толь-

---

х) Координационный показатель получается путем перемножения количества ошибок на время исследования.

ко те показатели, которые широко применялись в производственной обстановке, но и те, которые довольно трудоемки и требуют особых условий для исследования.

Под наблюдением экспериментатора находилось состояние сердечно-сосудистой системы (частота пульса, кровяное давление), состояние внешнего дыхания (легочная вентиляция, частота дыхания, степень насыщения крови кислородом); определялись энергозатраты, возбудимость двигательного и зрительного анализаторов (по данным показателей реобазы и хронаксии). Подсчет частоты пульса проводился с помощью радиопульсофона по методике, разработанной Свердловской биотелеметрической группой (В.В.Розенблат, Л.С.Домбровский, 1958; Р.В.Унжин, В.В.Розенблат, 1963). Кровяное давление измерялось по методу Короткова. Частота дыхания регистрировалась на кимографе с помощью пневмопередачи. Степень насыщения крови кислородом определялась по оксигемометру типа 0-33. Энерготраты подсчитывались общепринятым способом по данным газоанализа выдыхаемого воздуха (методика Дуглас-Холдена), реобаза и хронаксия определялись на хронаксиметре ИСЭ-01.

### 3. Выбор мышечных нагрузок

В качестве трудовой нагрузки в лабораторных условиях были выбраны три вида физических нагрузок, резко различные по характеру.

- 1) подъем и опускание груза,
- 2) работа на велоэргометре,
- 3) операция опилования.

Подъем и опускание груза как и работа на велоэргометре позволяли практически точно дозировать по мощности выполняемую мышечную нагрузку (Э.М.Каган, А.С.Борщевский, 1959; М.Нова, М.Губач, 1968, и др.) и были легко доступны для выполнения, независимо от тренированности и физической работе.

Операция опилования дозировалась по мощности лишь приблизительно и позволяла судить о проделанной работе только по количеству металлических опилок.

С физиологической точки зрения выбранные нагрузки характеризовались элементами как статики, так и динамики в их различном сочетании. Первая нагрузка представляла собой, в основном, физическую работу с преимущественной нагрузкой на верхнюю половину туловища. При работе на велоэргометре нижние конечности выполняли динамическую работу, верхние - статическую. При операции опилования преобладала динамическая работа верхних конечностей с элементами статики.

Физическая работа при подъеме и опускании груза проводилась в заданном темпе (24 движения в минуту). Груз 5, 10, 16 кг. поднимался на высоту 0,8 м. При этом мощность внешней механической работы возрастала от 24 до 48 и 77 ватт. Первый и второй груз испытуемые поднимали на протяжении 10 минут, третий груз - до чувства усталости. Периоды отдыха между нагрузками продолжались до исходного восстановления частоты пульса и дыхания как наиболее лабильных вегетативных показателей.

Нагрузки возрастающей интенсивности на велоэргометре выполнялись таким же образом: первые две нагрузки (45 и 110 ватт) по 10 минут с перерывом до исходного восстановления частоты пульса и дыхания, и третья нагрузка (165 ватт)

до появления чувства усталости.

Операция опиливания выполнялась на протяжении заданного времени (20 минут), либо до появления чувства усталости.

Отсутствие велоэргометра отечественного производства побудило к конструированию его собственными силами. Совместно с В.П. Низовцевым на основе гоночного велосипеда марки ХВЗ был изготовлен свой велоэргометр (рис.1). Велосипедная рама велоэргометра была смонтирована на специальном стенде, сваренном из тонких труб (1). Переднее колесо велосипеда снято, и концы вилки переднего колеса жестко укреплены на раме. Заднее колесо укреплено так, что может свободно вращаться с помощью педалей. Вместо резиновой шины в окружность заднего колеса уложена и впаена стальная лента - патефонная пружина (2). Для торможения эта стальная лента приводится в соприкосновение со специальной фрикционной накладкой, которая прижимается к ободу колеса пружиной (3). Степень натяжения пружины регулируется специальным рычагом (4). Степень усилия (мощность), которое необходимо приложить к педалям и вызвать вращение колеса велоэргометра, определяется по предварительно отградуированному указателю (5). Скорость и количество оборотов велоэргометра учитывается с помощью спидомет-

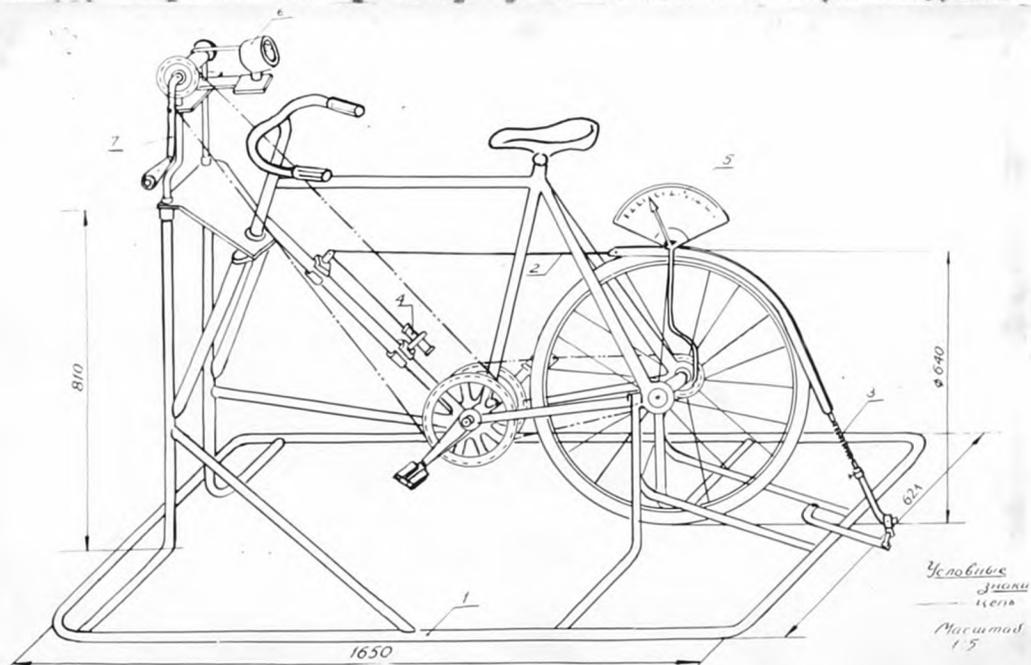


Рис.1. Велоэргометр.  
1. Велосипедная рама. 2. Стальная лента. 3. Пружина.  
4. Рычаг. 5. Указатель прилагаемого усилия (мощности).  
6. Спидометр. 7. Ручная рукоятка.

ра (6), взятого от автомашины.

Для ручных нагрузок - типа вращения ворота - предусмотрено специальная ручка рукоятка с двойной ручной передачей на заднее колесо (7).

Применение в лабораторных экспериментах трех возрастающих по интенсивности нагрузок (подъем и опускание груза, работа на велоэргометре) было обосновано стремлением предложить испытуемым подросткам такие величины нагрузок, которые бы имитировали легкую, средней тяжести и тяжелую работу.

Не имея в физиологии труда подростков общепринятых градаций тяжести нагрузки по мощности внешней механической работы, мы опытным путем вначале определяли минимальные величины нагрузок, которые способны вызвать заметные физиологические сдвиги при подъеме и опускании груза и при работе на велоэргометре за короткое время работы (затем эти минимальные нагрузки увеличивались в соответствии с принятым нами соотношением 1:2:8) (В.С. Фарфель, 1948). Продолжительность выполнения нагрузок была взята несколько большая, чем период адаптации систем кровообращения и дыхания к физической нагрузке, описанный отдельными авторами (Кноль, 1937; В.В. Мурашко, 1953; В.П. Низовцев, 1961). Прекращение нагрузки при появлении субъективного чувства усталости на достигнутом уровне отдельных показателей было использовано как своеобразный методический прием, отражающий объективные изменения функционального состояния центральной нервной системы по А.А. Ухтомскому (1934).

Темп работы был определен опытным путем на основании выполнения подростками работы в свободном темпе (при подъеме и опускании груза наиболее часто устанавливаемый как 15-ти, так и 17-ти летним испытуемым темп работы - 24 движения в минуту, а при работе на велоэргометре, как и при опиливании металла - 72 движения в минуту).

Мощность внешней механической работы определялась общеизвестным способом: мощность работы равняется частному от деления работы в кгм на время (сек). В свою очередь, работа равна произведению груза (кг) на высоту подъема груза (м). При определении мощности выполняемой работы условно принимали работу при подъеме груза за 100%, при опускании за - 50%

(Шово /*SHAW* /, 1904; Амар /*Amar* /, 1922; Иогансон /*Johansson* / 1903; В.В.Ефимов, И.А.Аршавский, 1930).

При подъеме и опускании груза 5 кг на высоту 0,8 м работа равна 6 кгм. Если принять за одно движение один подъем и одно опускание груза, то при темпе работы 24 движения в минуту время одного движения будет равно 2,5 сек. Значит, за одну секунду выполняется работа в 2,4 кгм. Как известно, один кгм работы за одну секунду равен 9,8 ватта или 10,0 ватт. Следовательно, выполняемая при подъеме и опускании груза в 5 кг мощность будет равна 24 ватта. Подобные вычисления приводят к тому, что мощность выполняемой работы при подъеме и опускании груза в 10 и 16 кг будет равна 48 и 77 ваттам. Использование гири 16 кг вместо требуемой по принятому нами соотношению между возрастающими нагрузками (1:2:3), практически не влияло на степень адаптационных сдвигов.

Градуировка велоэргометра проводилась с помощью грузов, навешиваемых на педали, которые в этом случае располагались горизонтально. При навешивании груза определенного веса натяжение пружины регулировалось таким образом, чтобы данный груз был в состоянии повернуть педаль. Мощность работы на велоэргометре определялась, во-первых, темпом движения, во-вторых, усилием, прилагаемым для вращения педали. При взятом нами темпе (один поворот в одну секунду) мощность устанавливалась, исходя из следующих условий: при радиусе педали 15 см за один поворот совершалось движение длиной один метр. Чтобы мощность нагрузки равнялась 45 ваттам, усилие, оказываемое на педаль, должно было равняться 4,5 кг; 110 ваттам соответственно - 11 кг, 165 ваттам - 16,5 кг. Практически градуировка велоэргометра проводилась так: на педаль ставился груз 4,5 кг и устанавливалась такое натяжение тормоза, при котором эти 4,5 кг в состоянии повернуть колесо велоэргометра, затем 11 кг и 16,5 кг.

Расчет ручных нагрузок типа вращения ворота проводится таким же образом: за счет навешивания груза и регулировки натяжения пружины.

Необходимо отметить, что в наших исследованиях мышечная нагрузка дозировалась без учета веса тела подростков. Между тем, некоторые авторы (Г.П.Конради, А.Д.Слоним, В.С.Фарфель, 1935; В.П.Низовцев, 1961, и др.) считают, что при работе, связанной с передвижением собственного тела, испытуемый совершает дополнительную работу за счет работы, затраченной на передвижение своего тела. При расчете по номограмме В.П.Низовцева, применяемая нами мышечная нагрузка в лабораторных условиях на один килограмм веса тела 15-летних подростков

среднего физического развития (средняя величина веса тела  $54,4 \pm 0,5$  кг) превышала таковую 17-летних подростков среднего физического развития (средняя величина веса тела  $61,4 \pm 2,78$  кг) в среднем на 11,5%. Хотя разница в весе тела испытуемых подростков разного возраста и превышала 10%, мы позволили себе давать испытуемым одинаковую физическую нагрузку, т.к. основывались на данных практики: в производственных условиях подростки получают одинаковую нагрузку независимо от возраста. Следовало проверить правомерность подобного рода практики.

#### М е т о д ы о б р а б о т к и м а т е р и а л а

Для оценки полученных результатов применяли как статистический метод (Л.С.Каминский, 1964; Е.Л.Ноткин, 1965), так и метод количественной оценки функциональной способности исследуемых систем (коэффициенты, индексы).

Статистическая обработка материала проводилась с вычислением средней арифметической величины ( $M$ ), ошибки средней арифметической ( $m$ ), среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента вариации ( $C$ ). Вероятная ошибка различных величин осуществлялась с использованием критерия Стьюдента. Статистически значимыми считали результаты с вероятностью  $P = 0,05$ .

Количественная оценка показателей работоспособности систем дыхания и кровообращения проводилась с использованием коэффициентов и индексов, предложенных В.П.Низовцевым (1961).

#### З а к л ю ч е н и е

Проведение физиологических исследований при различного

рода физических нагрузках в условиях производства и лаборатории потребовало использования весьма широкого комплекса физиологических методов исследования.

Применение возрастающих по интенсивности физических нагрузок явилось необходимым методическим приемом для выявления всего диапазона аддитивных возможностей организма подростков. Особенно это было показательно при проведении исследований в сравнительном плане (подростки и взрослые).

Определение утомления по наступлению чувства усталости также явилось своеобразным методическим приемом, отражающим объективные изменения функционального состояния центральной нервной системы.

Введение координационного показателя позволило наиболее полно продемонстрировать изменения со стороны процессов координации.

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СДВИГОВ У  
ПОДРОСТКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Трудовые нагрузки подростков, встречающиеся в средних школах — при политехническом и производственном обучении, в системе профтехобразования и при работе на предприятии — по преимуществу физические нагрузки. Они отличаются разнообразием характера, субмаксимальной интенсивностью и продолжительностью. Нерационально организованное выполнение трудовых нагрузок в подростковом возрасте может повлечь за собой неблагоприятные функциональные изменения в тех системах организма, которые еще не сформированы и продолжают свое развитие. Функциональные изменения могут перерасти в органические. Поэтому очень важно правильным подбором нагрузок не допустить эти неблагоприятные изменения.

Для решения поставленных в настоящей работе задач необходимо было в первую очередь проследить за состоянием интересующих нас подростков в условиях производственной обстановки. Эти рекогносцировочные исследования должны были выявить не только характер, интенсивность, длительность той физической нагрузки, с которой приходится иметь дело подросткам, но и диапазон функциональных сдвигов в отдельных системах организма, который характеризует рабочее состояние подростков разного возраста и физического развития.

В наших исследованиях под наблюдением находились подростки от 15 до 17 лет разного физического развития, мужского пола, учащиеся первого года обучения слесарной специальности Профес-

сионально-технического училища № 1 и Ремесленного училища № 39 г.Свердловска (всего 125 человек/. Исследования проводились при шестичасовой работе в слесарных мастерских три раза в неделю.

Санитарные условия труда в этих мастерских характеризовались следующими показателями: температура воздуха на рабочих местах в холодный период года (при температуре наружного воздуха - 25<sup>0</sup>С) была значительно ниже нижней границы нормы для аналогичных производственных помещений, составляя в среднем 11,9<sup>0</sup>С с колебаниями от 7,5 до 15,0<sup>0</sup>С при относительной влажности от 40 до 70%. Естественное и искусственное освещение не обеспечивало достаточной и равномерной освещенности верстаков. Интенсивность шума в большинстве замеров не выходила за пределы допустимой санитарными нормами для средне-частотных шумов, составляя 75-90 дб.

### 1. Результаты хронометражных наблюдений

На протяжении шести часов работы в слесарной мастерской подростки выполняют, главным образом, операцию опилования. Сверление, шабрение и другие операции при овладении навыками профессии слесаря занимают значительно меньший процент времени в производственном обучении. Лучше всего выявить картину занятости подростков разной работой на протяжении рабочего дня, определить состояние работоспособности, внимания, отношение к труду и т.д. помогает очень простой, надежный и показательный метод исследования трудового процесса в динамике - метод детального хронометража.

Если в целом шестичасовой рабочий день и является одинаковой нагрузкой на организм подростков разного возраста, то

свободное поведение их на протяжении этих шести часов при выполнении одного и того же задания с использованием метода хронометрирования или, вернее, фотохронометрирования, должно позволить выявить именно ту разницу в выполнении задания, которая может быть объяснена только возрастными особенностями испытуемых подростков и связана с их физическим развитием.

Преимущества метода хронометражных наблюдений в производственной практике физиологии труда широко известны (А.А.Ухтомский, 1951; К.С.Точиллов, 1957; С.А.Косилов, 1955; З.М.Золина, 1959, 1960, и др.). По замечанию З.М.Золиной этот метод "дает возможность вести исследование непрерывно на протяжении всего рабочего дня, не отвлекая рабочего от выполнения трудового задания". Последнее - исключительно ценно в отношении исследования работоспособности подростков, т.к. их ярко выраженная эмоциональность затрудняет проведение в производственной обстановке сложных физиологических исследований, связанных с непосредственным отвлечением подростка от выполнения трудового задания.

Хронометражные наблюдения проводились по способу детальной фотографии рабочего дня, позволяющей выявить не только общее время работы, простое и отдыха, но и продолжительность каждой операции в динамике рабочего дня. Следует отметить также, что способ детальной фотографии рабочего дня не исключал возможность грубой фотографии рабочего дня. Так, объединение всех видов работы в графу "работа" и выделение "простое" и "отдыха" помогли более наглядно представить разницу в поведении подростков разного возраста во время работы. Разграничение нерабочего состояния подростка на "простой" и "отдых" не случайно. Дело в том, что "физическое"<sup>ологи</sup> значение этих отвлечений от работы совершенно различно. Предварительными наблюдениями было показано,

что отдых, наступающий после прекращения работы вследствие усталости, является действительно отдыхом от работы в полном смысле этого слова. В то же время "простой", будучи также перерывом в работе, не является отдыхом. Это большая нагрузка на нервную систему.

Проведенные нами детальные фотографии рабочего дня (всего 63 фотографии) позволили выявить у подростков разного возраста среднего физического развития целый ряд особенностей в общем времени работы, времени простоя и отдыха, а также в продолжительности каждой операции на протяжении рабочего дня. Так, было установлено, что 15-летние подростки затрачивают на "работу" в среднем 67% рабочего времени (табл.1), 16-летние - 77%, 17-летние - 75% рабочего времени. "Отдых" занимает соответственно 11%, 7% и 9% ; "простой" - 22%, 16% и 16% рабочего времени.

Таблица 1

ВРЕМЯ "РАБОТЫ", "ОТДЫХА" И "ПРОСТОЯ" У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ 15,16 И 17-ТИ ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ШЕСТИЧАСОВОЙ РАБОТЕ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ (СРЕДНИЕ ДАННЫЕ В ПРОЦЕНТАХ К ОБЩЕМУ ВРЕМЕНИ РАБОТЫ)

ВОЗРАСТ	ВРЕМЯ (проценты)			ВСЕГО
	РАБОТЫ	ОТДЫХА	ПРОСТОЯ	
15-ЛЕТНИЕ	67	11	22	100
16-летние	77	7	16	100
17-летние	75	9	16	100

Следует отметить, что "работа" испытуемых подростков включала "основную работу" по опиливанию металла и "вспомогательную ра-

боту", которая состояла, главным образом, из нагрузки на зрительный анализатор - осмотр детали. Процентное соотношение между ними у 15 и 17-летних подростков было неодинаковым (15-летние - 77% - "основная работа", 23% - "вспомогательная работа", 17-летние - соответственно 90% и 10%).

Относительно большее время "простоя" у подростков младшего возраста является на первый взгляд нерациональным. Вместе с тем, создается впечатление, что именно за счет этого времени подростки младшего возраста дополнительно отдыхают и таким путем, повидимому, поддерживают свою работоспособность на высоком уровне. Подростки старшего возраста обладают способностью длительное время концентрировать свое внимание.

Выявленные соотношения в распределении рабочего времени у испытуемых подростков разного возраста особенно наглядно продемонстрированы на рис.2, где представлены данные индивидуального фотохронометража по часам шестичасового рабочего дня у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития. Как видно на рисунке, 15-летний подросток при меньшем по сравнению с 17-летним подростком общем времени "работы" за один рабочий день (соответственно 547 минут и 712 минут) гораздо чаще прерывает работу. Так, на первом часу работы во второй его половине общее число отвлечений от основной работы составляло у подростка 15-ти лет - 21, у подростка 17-ти лет - 19, перед перерывом на протяжении тех же 30 минут работы соответственно 9 и 0, после перерыва на обед соответственно 28 и 3, за полчаса до окончания работы - 3 и 0. Такое частое переключение внимания и неспособность длительное время заниматься выполнением какого-то одного дела может свидетельствовать об исключительной лабильности нервной системы подростков младшего возраста. С другой стороны, выполнение подростками

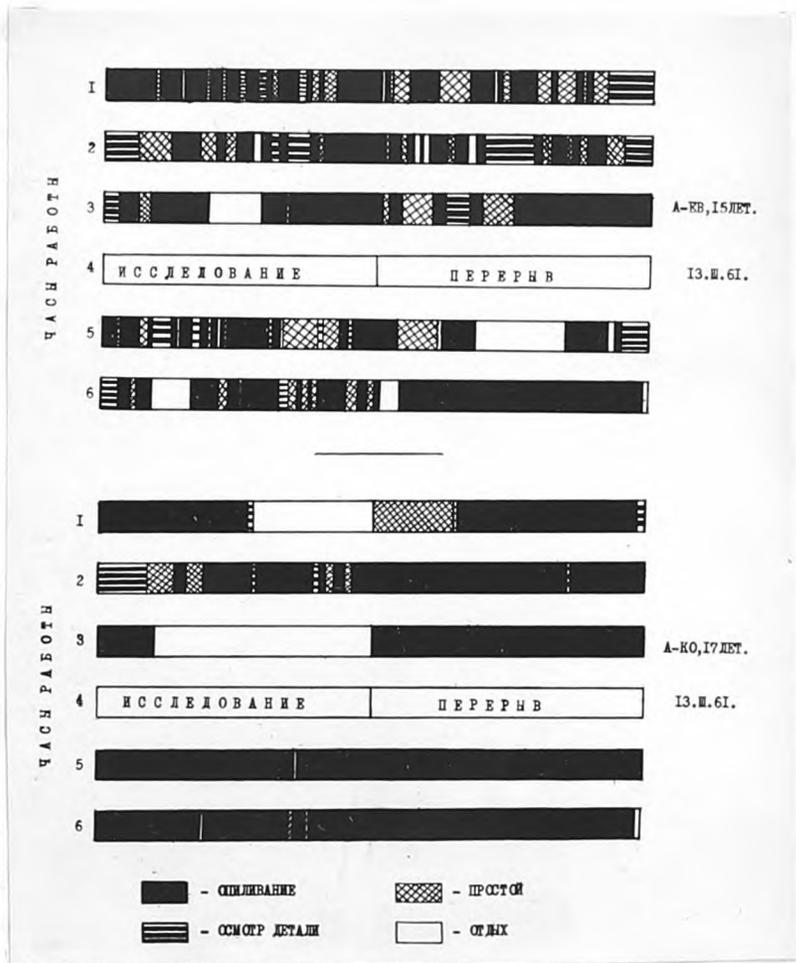


Рис.2. Индивидуальные данные хронометражных наблюдений за подростками среднего физического развития младшего и старшего возраста на протяжении шестичасового рабочего дня в производственной мастерской Технического училища № 1. Вверху - А-ев, 15 лет, от 13.Ш.61; внизу - А-ко, 17 лет, от 13.Ш.61.

старшего возраста операции шлифования на протяжении длительного времени (до 30 с лишним минут без перерыва) неблагоприятно сказывается на работе. Весьма вероятно, это обуславливалось неспособностью подростков правильно, основываясь на субъективных ощущениях, распределять свои силы (последнее, очевидно, возможно только на основании физиологических рекомендаций).

Таким образом, полученные результаты хронометражных

наблюдений явились чутким индикатором функционального состояния организма подростков на протяжении рабочего дня. Они еще раз убедительно продемонстрировали значение фотохронометража как ценного физиологического метода исследования, удобного и в ряде случаев совершенно незаменимого в условиях производства. Выявлена неодинаковая работоспособность подростков среднего физического развития младшего (15-ти лет) и старшего (16-ти и 17-ти лет) возраста. Особого внимания заслуживают подростки 15-ти лет. Их, на первый взгляд, необоснованно частые отвлечения от работы, вероятно, обусловлены возрастными особенностями, которые неизбежно должны были найти свое выражение в данных производительности труда и физиологических исследований.

## 2. Количественная оценка работоспособности

Учет производительности труда - один из наиболее интегральных методов количественной оценки работоспособности. И там, где возможно применение этого метода, использование его обязательно (В.В.Розенблат, 1961, и др).

В условиях работы в слесарной мастерской при свободном поведении подростков во время выполнения задания о производительности труда можно судить: во-первых, по весу снятого за смену металла при операции опиливания путем периодического взвешивания обрабатываемого изделия (в граммах); во-вторых, по проценту выполнения заданной "нормы" за шестичасовой рабочий день и, в третьих, по времени обработки одного изделия (часы). Следует отметить, что эти способы оценки производительности труда, будучи исключительно объективными сами по себе, в данных условиях тают много неучитываемых элементов. Так, при выполнении операции опиливания не фиксируется усилие, нет

качественной оценки выполнения задания по опиливанию металла и т.д. Результаты учета производительности труда представлены на таблице 2.

Таблица 2

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ  
СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15,16 и 17-ТИ  
ЛЕТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИИ ОПИЛИВАНИЯ В ПРОИЗ-  
ВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ (СРЕДНИЕ ДАННЫЕ)

ВОЗРАСТ	ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА, определенная по		
	весу металл.опилок, снятых за рабочий день (граммы)	выполнению "нормы" за рабочий день (%)	времени изготовления одного изделия (часы)
15-ЛЕТНИЕ	251 ± 28,6	96 ± 19,4	5,9 ± 1,3
16-ЛЕТНИЕ	242 ± 15,0	83 ± 17,0	7,0 ±
17-ЛЕТНИЕ	220 ± 25,2	85 ± 27,3	6,4 ± 1,1

Как видно из таблицы, подростки 15-ти лет за шестичасовой рабочий день при опиливании детали "гаечный ключ" в среднем снимали 251 ± 28,6грамм металлических опилок, 17-летние - 220 ± 25,2грамм, 16-летние испытуемые - 242 ± 15,0грамма.

Наибольший процент выполнения "нормы" принадлежал вновь подросткам младшего возраста - 96% (16-летние - 83%, 17-летние - 85%). Время изготовления одного изделия у подростков 15-ти и 17-ти лет практически одинаково: соответственно 5,9 и 6,4 часа. Во время работы 15-летние испытуемые опиливали деталь в более быстром темпе (90-100 движений в одну минуту), чем подростки старшего возраста (70-80 движений в

одну минуту).

Как было показано выше (данные хронометражных наблюдений), подростки 15-ти лет гораздо меньше, чем 17-летние затрачивают времени на работу, в основном, они "простаивают". Вот производительность труда у них оказывается выше. В чем дело? Как можно объяснить это, на первый взгляд, непонятное явление? Весьма вероятно, что при определении производительности труда по весу снятого за смену металла при операции опиливания скажется более тщательная обработка детали 17-летними подростками, что подтверждается оценкой мастера выполненного задания. С другой стороны, отсутствие в данных производственных исследованиях регистрации темпа и усилия может быть и скрывает истинную причину более высокой производительности труда 15-летних подростков (М.Г.Бабаджани, <sup>1952:</sup> А.М.Волков, 1960; А.И.Никширова, 1963, и др.)

Следует отметить, что учет производительности труда по величине снятого металла проводился в момент исследований, и подростки знали, что за ними наблюдают. Время изготовления одного изделия учитывали по данным предыдущих работ. Весьма вероятно, что это также отразилось на величине производительности труда подростков младшего возраста, определенной по весу снятого металла.

Полученные данные производительности труда еще раз продемонстрировали сложность проведения физиологических исследований в производственной обстановке и показали необходимость учета комплекса показателей для определения работоспособности.

Функциональные сдвиги со стороны основных систем организма определялись не только у подростков разного возраста, но и разного физического развития. По мнению ряда авторов именно последние является определяющим в состоянии работоспособности при мышечной работе (М.Нова, М.Губач, 1963, и др.).

Особое внимание при исследовании функционального состояния организма уделяли нервно-мышечному аппарату, как наиболее адекватному выполняемой мышечной нагрузке. Именно из локомоторного аппарата во время мышечной деятельности в центральную нервную систему устремляется мощный поток афферентных импульсов, возникающих в результате раздражения проприорецепторов мышц, их сухожилий, связок и суставов. В настоящее время считают доказанными, что кинестетические импульсы обладают не только координирующим влиянием на аппарат локомоции, но и вызывают существенные сдвиги в деятельности различных внутренних систем, дыхательной, сердечно-сосудистой и др. (Н.В.Зимкин, 1953; М.Р.Могендович, 1964; В.И.Дедловская, 1964, и др.).

Основные показатели, определяющие состояние нервно-мышечного аппарата - мышечная сила и статическая выносливость, у подростков различны в разные возрастные периоды и отличаются от таковых взрослого человека (И.Н.Яковлева, 1961; С.А.Бакулин, 1961 и др.).

Полученные нами данные мышечной силы (табл.3) зависят как от возраста, так и от физического развития. Наблюдается тенденция к увеличению мышечной силы с возрастом и с улучшением физического развития. Так до начала работы при среднем развитии у 15-летних подростков средняя величина мышечной силы правой и левой руки соответственно  $17 \pm 0,49$  кг и  $17 \pm 0,43$  кг; <sup>у 17-летних -</sup>  $21 \pm 0,57$  кг и  $21 \pm 0,67$  кг. В то же время, у первых при физическом раз-

Таблица 3

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ У УЧАЩИХСЯ СЕВЕРНОЙ РАБОТНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ 15, 16 и 17 ЛЕТ В СВЯЗИ С ВЕЛИЧИНОЙ РАБОТЫ в СВЯЗНОЙ МАСТЕРСКОЙ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	МЫШЕЧНАЯ СИЛА / кг /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАЯ РУКА	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАЯ РУКА	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАЯ РУКА
Физическое развитие ниже среднего						
15 ЛЕТНИЕ	19 ± 1,23 (14 - 25)	16 ± 0,50 (14 - 19)	16 ± 0,49 (14 - 19)	15 ± 0,49 (13 - 18)	16 ± 0,67 (14 - 19)	15 ± 0,69 (13 - 19)
16 ЛЕТНИЕ	18 ± 0,68 (16 - 24)	17 ± 0,47 (16 - 19)	18 ± 0,73 (15 - 20)	18 ± 0,59 (16 - 21)	17 ± 0,69 (16 - 20)	17 ± 0,72 (15 - 20)
17 ЛЕТНИЕ	17 ± 1,87 (15 - 20)	17 ± 1,22 (16 - 19)	18 ± 1,00 (15 - 20)	18 ± 1,50 (16 - 20)	17 ± 1,50 (15 - 19)	16 ± 1,80 (14 - 19)
Физическое развитие среднее						
15 ЛЕТНИЕ	17 ± 0,49 (14 - 23)	17 ± 0,43 (15 - 25)	18 ± 0,36 (15 - 21)	18 ± 0,42 (15 - 22)	18 ± 0,53 (15 - 22)	17 ± 0,65 (16 - 22)
16 ЛЕТНИЕ	22 ± 0,50 (16 - 32)	29 ± 1,1 (17 - 30)	22 ± 0,47 (18 - 28)	21 ± 0,42 (17 - 26)	22 ± 0,5 (15 - 34)	22 ± 0,57 (16 - 30)
17 ЛЕТНИЕ	21 ± 0,57 (17 - 24)	21 ± 0,67 (15 - 25)	22 ± 0,97 (18 - 28)	21 ± 0,93 (17 - 27)	21 ± 0,75 (16 - 26)	22 ± 0,86 (16 - 28)
Физическое развитие выше среднего						
15 ЛЕТНИЕ	23 ± 1,07 (16 - 32)	23 ± 1,08 (16 - 31)	24 ± 1,29 (18 - 34)	24 ± 1,51 (18 - 30)	24 ± 1,27 (17 - 31)	22 ± 1,12 (16 - 31)
16 ЛЕТНИЕ	24 ± 1,64 (21 - 30)	24 ± 1,47 (20 - 26)	23 ± 1,14 (20 - 26)	23 ± 1,75 (20 - 28)	24 ± 1,80 (21 - 26)	25 ± 2,29 (21 - 27)
17 ЛЕТНИЕ	29 -	22 -	28 -	24 -	25 -	24 -

витии ниже среднего пределы колебаний мышечной силы составляли в покое от 14 до 25 кг, а при физическом развитии выше среднего - от 16 до 32 кг.

После физической работы на протяжении шести часов изменения средней величины мышечной силы отмечаются только у подростков 15-ти лет особенно при физическом развитии ниже среднего. Последнее наглядно демонстрируется данными распределения мышечной силы (увеличение числа случаев с пониженной величиной мышечной силы).

В отношении средних величин мышечной силы правой и левой руки у всех испытуемых подростков независимо от возраста и физического развития особых отличий не наблюдается.

Показатель статической выносливости взрослого человека (Е.А.Бабаева, З.М.Золина, 1956; С.А.Косилов, 1957; В.В.Розенблат, 1961, и др.) может характеризовать состояние общей выносливости организма. С этой точки зрения нами получены совершенно парадоксальные данные статической выносливости у подростков разного возраста и физического развития (табл.4). Наиболее выносливыми оказались подростки с физическим развитием ниже среднего (до работы пределы колебаний показателя составляли 60 - 335 сек). При среднем физическом развитии пределы колебаний были от 30 до 290, при физической развитии выше среднего - от 50 до 260 сек. Если рассматривать среднюю величину данного показателя в зависимости от возраста, то следует отметить, что ее наибольшие значения отмечаются, в основном, у подростков 15-ти лет. Это заключение подтверждается данными распределения статической выносливости. Так, при физическом развитии ниже среднего средняя величина статической выносливости правой руки в дорабочем состоянии у подростков 15-ти лет -  $124 \pm 15,4$  сек, при физическом развитии среднем -  $102 \pm 13,8$  сек и физическом развитии выше среднего -  $104 \pm 15,1$  сек. В тот же время процент числа случаев со статической выносливостью, например, 30-89 сек и 90-149 сек в первом случае был соответственно 20 и 60%, во втором - 64 и 18%, в третьем - 44 и 39%. Только у 15-летних подростков с физическим развитием ниже и выше среднего отмечается леворукость (средние данные).

Под влиянием работы в слесарных мастерских изменения показателя статической выносливости через три часа работы наблюдаются у подростков только со средним и ниже среднего физическим развитием. Снижение величины статической выносливости у подростков среднего физического развития наблюдается независимо от возраста со стороны обеих рук; у подростков с

физическим развитием ниже среднего (16 и 17 лет) - со стороны правой руки. У остальных испытуемых отмечается повышение показателя.

Через шесть часов работы показатель статической выносливости понижается со стороны правой и левой руки у 15-летних подростков независимо от физического развития, у всех остальных подростков в большинстве случаев отмечается повышение его со стороны правой и левой руки. Данные распределения показателя выносливости в основном подтверждают изменения средней величины.

Таблица 4

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИН СТАТИЧЕСКОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У УЧАЩИХСЯ-ОБЩАРИ РАЗНОГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15, 16 И 17 ЛЕТ В СВЯЗИ С ШЕСТИ-ЧАСОВОЙ РАБОТОЙ В СПЕЦИАЛЬНОЙ МАСТЕРСКОЙ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	СТАТИЧЕСКАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ / СЕК /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	ПРАВAYA РУКА	ЛЕВАЯ РУКА	ПРАВAYA РУКА	ЛЕВАЯ РУКА	ПРАВAYA РУКА	ЛЕВАЯ РУКА
* ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НИЖЕ СРЕДНЕГО						
15 ЛЕТНИЕ	124 ± 15,4 (60 - 205)	132 ± 27,2 (60 - 335)	126 ± 30,5 (15 - 275)	110 ± 26,8 (15 - 275)	123 ± 38,6 (35 - 290)	106 ± 30,8 (30 - 220)
16 ЛЕТНИЕ	104 ± 11,9 (60 - 168)	96 ± 30,9 (61 - 184)	85 ± 9,7 (35 - 122)	98 ± 12,4 (65 - 166)	107 ± 26,5 (33 - 195)	93 ± 12,8 (44 - 137)
17 ЛЕТНИЕ	151 ± 28,5 (105 - 180)	119 ± 24,7 (80 - 147)	109 ± 9,7 (99 - 125)	101 ± 33,3 (97 - 150)	112 ± 22,0 (84 - 145)	99 ± 26,7 (54 - 121)
* ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СРЕДНЕЕ						
15 ЛЕТНИЕ	102 ± 13,8 (30 - 280)	99 ± 12,6 (33 - 235)	93 ± 8,7 (36 - 228)	85 ± 9,2 (31 - 160)	84 ± 8,7 (24 - 250)	77 ± 8,0 (31 - 249)
16 ЛЕТНИЕ	109 ± 8,4 (44 - 290)	99 ± 7,5 (31 - 247)	87 ± 5,2 (35 - 190)	85 ± 5,5 (30 - 160)	88 ± 5,3 (32 - 179)	88 ± 5,8 (38 - 196)
17 ЛЕТНИЕ	74 ± 6,0 (50 - 105)	70 ± 4,5 (38 - 114)	69 ± 4,6 (44 - 120)	62 ± 5,1 (19 - 96)	71 ± 5,1 (32 - 114)	68 ± 5,7 (22 - 100)
* ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВЫШЕ СРЕДНЕГО						
15 ЛЕТНИЕ	104 ± 15,1 (56 - 189)	115 ± 14,5 (50 - 260)	104 ± 16,9 (63 - 270)	103 ± 11,2 (50 - 174)	98 ± 11,1 (51 - 180)	96 ± 13,3 (51 - 196)
16 ЛЕТНИЕ	111 ± 15,4 (66 - 156)	103 ± 16,0 (62 - 153)	111 ± 9,6 (88 - 133)	96 ± 11,1 (63 - 122)	121 ± 18,6 (93 - 145)	111 ± 18,7 (87 - 139)
17 ЛЕТНИЕ	89 -	-	75 -	76 -	78 -	76 -

Разнообразие во взаимоотношениях между показателями выносливости правой и левой руки, очевидно, обусловлены той фазностью, которая возникает в симметричных двигательных центрах под влиянием мышечной работы (Е.П.Ильин, 1962).

Изменения со стороны показателя процента восстановления

Таблица 5

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЦЕНТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ВЬНОСЛИВОСТИ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ РАЗНОГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ  
15, 16 и 17 ЛЕТ В СВЯЗИ С ШЕСТИЧАСОВОЙ РАБОТОЙ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ /СРЕДНИЕ ДАННЫЕ/

ВОЗРАСТ	ПРОЦЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОЙ ВЬНОСЛИВОСТИ					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАН РУКА	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАН РУКА	ПРАВАН РУКА	ЛЕВАН РУКА
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НИЖЕ СРЕДНЕГО						
15 ЛЕТНИЕ	82 ± 7,1 (60 - 121)	80 ± 12,5 (30 - 136)	81 ± 8,0 (59 - 112)	83 ± 24,9 (22 - 260)	101 ± 8,6 (58 - 123)	71 ± 15,4 (20 - 130)
16 ЛЕТНИЕ	67 ± 4,2 (49 - 94)	79 ± 7,2 (51 - 122)	88 ± 9,7 (53 - 126)	85 ± 5,8 (64 - 106)	98 ± 8,1 (63 - 126)	107 ± 7,0 (82 - 136)
17 ЛЕТНИЕ	69 ± 6,4 (61 - 79)	94 ± 17,6 (67 - 11,6)	84 ± 26,8 (42 - 115)	77 ± 10,9 (60 - 90)	88 ± 17,8 (59 - 116)	86 ± 13,8 (63 - 99)
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СРЕДНЕЕ						
15 ЛЕТНИЕ	97 ± 6,4 (47 - 144)	89 ± 5,6 (40 - 170)	82 ± 4,1 (43 - 126)	85 ± 5,3 (56 - 169)	87 ± 5,2 (37 - 112)	87 ± 4,5 (45 - 137)
16 ЛЕТНИЕ	76 ± 3,3 (43 - 127)	76 ± 3,3 (50 - 133)	86 ± 4,1 (53 - 149)	90 ± 9,2 (38 - 210)	82 ± 4,2 (46 - 171)	80 ± 3,5 (36 - 157)
17 ЛЕТНИЕ	82 ± 6,2 (33 - 120)	79 ± 5,5 (56 - 122)	68 ± 5,1 (36 - 106)	81 ± 8,3 (50 - 169)	76 ± 4,8 (51 - 107)	74 ± 5,7 (44 - 111)
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВЫШЕ СРЕДНЕГО						
15 ЛЕТНИЕ	91 ± 12,1 (32 - 231)	90 ± 9,5 (35 - 179)	87 ± 7,9 (45 - 140)	81 ± 6,5 (27 - 104)	81 ± 5,5 (48 - 103)	85 ± 5,1 (58 - 107)
16 ЛЕТНИЕ	71 ± 8,0 (52 - 100)	66 ± 5,6 (53 - 83)	70 ± 9,3 (50 - 89)	79 ± 9,7 (50 - 98)	87 ± 16,3 (65 - 99)	75 ± 4,9 (68 - 82)
17 ЛЕТНИЕ	50 -	36 -	80 -	39 -	83 -	39 -

статической выносливости (табл. 5), в основном, те же, что наблюдаются под влиянием шестичасовой работы в слесарной мастерской у испытуемых подростков со стороны показателя статической выносливости.

Полученные нами данные изменения мышечной силы и статической выносливости у подростков разного возраста и физического развития нуждаются в дополнительной оценке, т.к., очевидно, они выражают не только общую выносливость организма подростков (статическая выносливость) и степень мышечной возбудимости (мышечная сила), но и другие явления целостной реакции организма, которые требуют специального изучения (большие эндокринно-вегетативные перестройки, в особенности эмоционально-психической сферы и т.д.). В то же время полученные нами данные перекликаются с таковыми В.Г.Куневич (1955), который отмечает наибольшие темпы нарастания ручной силы и наибольшую выносливость

на уровне максимальной силы кистевых мышц именно в среднем школьном возрасте (13-15 лет).

Состояние работоспособности определяли также с помощью корректурных таблиц - теста на общее утомление (А.Г.Иванов-Смоленский, 1933; В.В.Розенблат, 1961, и др.). Нами применялись корректурные таблицы для исследования состояния высшей нервной деятельности по методике Анфимова, отредактированные В.В.Розенблатом совместно с Ю.В.Калининым (1961). В таблицах учитывали общее количество просмотренных буквенных знаков в первом и во втором задании и количество допущенных при этом ошибок. Первое задание заключалось в вычеркивании какой-либо заданной буквы, второе задание осложнялось определенным условием: вычеркивать заданную букву лишь в том случае, если перед ней не стоит другой заданной буквы.

Как видно на таблице 6, в состоянии покоя, до начала работы наибольшее количество просмотренных знаков имеется у под-

Таблица 6

ЦЕНА СОСТОЯНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ШЕСТИЧАСОВОЙ РАБОТЫ В СЛЕДАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ С ПОМОЩЬЮ КОРРЕКТУРНЫХ ТАБЛИЦ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕДАРЕЙ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	1-ое ЗАДАНИЕ / ВЫЧЕРКИВАНИЕ ЗАДАННОЙ БУКВЫ /						2-ое ЗАДАНИЕ / ВЫЧЕРКИВАНИЕ ЗАДАННОЙ БУКВЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕННОМ УСЛОВИИ /					
	КОЛИЧЕСТВО ПРОСМОТРЕННЫХ ЗНАКОВ			ЧИСЛО ОШИБОК НА 100 ЗНАКОВ			КОЛИЧЕСТВО ПРОСМОТРЕННЫХ ЗНАКОВ			ЧИСЛО ОШИБОК НА 100 ЗНАКОВ		
	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ
15 ЛЕТНИЕ	600 ±41,6 (400-725)	741 ±57,7 (484-984)	672 ±42,6 (520-880)	0,41±0,08 (0,14-0,40)	0,33±0,08 (0,04-1,10)	0,28±0,12 (0 -0,76)	515 ±51,9 (308-680)	574 ±34,8 (520-738)	607 ±41,9 (520-800)	0,82±0,37 (0 -2,9)	0,99±0,49 (0,13-3,0)	0,95±0,34 (0 -2,5)
16 ЛЕТНИЕ	490 ±27,2 (380-560)	593 ±37,7 (450-800)	628 ±40,1 (520-733)	0,40±0,08 (0 -1,60)	0,32±0,12 (0 -1,09)	0,29±0,10 (0 -0,66)	416 ±27,2 (320-520)	520 ±33,3 (440-640)	523 ±40,7 (440-680)	0,38±0,19 (0 -1,00)	0,60±0,26 (0,20-1,80)	0,24±0,13 (0 -0,79)
17 ЛЕТНИЕ	680 ±23,5 (540-720)	689 ±52,6 (600-779)	773 ±27,7 (720-800)	0,91±0,67 (0 -0,55)	0,69±0,52 (0 -1,70)	0,79±0,61 (0,12-2,00)	542 ±67,7 (520-667)	603 ±47,1 (520-680)	693 ±97,6 (560-880)	1,09±0,93 (0 -2,90)	0,96±0,82 (0 -2,60)	0,89±0,74 (0 -2,34)

ростков 17-ти лет, наименьшее - у 16-летних (первое и второе задание). То же самое соотношение сохраняется и относительно количества допущенных при этом ошибок (1-ое задание, 15-летние подростки -  $0,41 \pm 0,08$ , 16-летние -  $0,40 \pm 0,08$  и 17-летние -  $0,91 \pm 0,67$ ; 2-ое задание, соответственно  $0,82 \pm 0,37$ ;  $0,38 \pm 0,19$  и  $1,09 \pm 0,93$ ). Если через три часа работы количество просмотренных знаков увеличивается у всех испытуемых и продолжает расти после шести часов работы только у подростков старшего возраста, то количество допущенных при этом ошибок в первом задании неуклонно снижается, а во втором задании, наоборот, растет, но только через три часа работы. После шести часов работы в слесарных мастерских у подростков старшего возраста в отличие от младших подростков отмечается снижение количества ошибок на 100 знаков (до  $0,24 \pm 0,13$  - у 16-летних и до  $0,89 \pm 0,74$  - у 17-летних подростков).

Таким образом, на основании данных корректурных таблиц, полученных в состоянии покоя, можно предполагать, что способность к концентрированию основных нервных процессов лучше всего развита у подростков 17-ти лет (по данным общего количества просмотренных знаков). Однако, у них же отмечается пониженное внимание, которое находит выражение в наибольшем количестве допущенных ошибок. Трехчасовая работа не влияет на величину данных показателей умственной работоспособности у всех испытуемых подростков. После шестичасовой работы отрицательные изменения наступают лишь у подростков младшего возраста: у них отмечается наибольший процент ошибок при выполнении второго задания, обусловленный, очевидно, относительно слабо выраженным дифференцировочным торможением. Лучше всего дифференцировочное торможение выражено у подростков 16-ти лет.

### 3. Качественная оценка работоспособности

Качественная оценка работоспособности может быть дана различными путями: по данным числа испытуемых, допустивших и недопустивших ошибки при выполнении задания по корректурным таблицам, по оценке характера этих ошибок, по оценке занятости работой (данные хронометража). Как видно на таблице 7, наибольший процент безошибочно выполнивших заданий принадлежит подросткам 17-ти лет. Причем, число испытуемых, не допустивших ошибки при выполнении первого задания корректурных таблиц, увеличивается после работы в слесарных мастерских только у подростков младшего возраста. Во втором задании наблюдается независимость числа лиц, недопустивших ошибок (в процентах) у 17-летних подростков от длительности работы (три или шесть часов).

Таблица 7

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТСПОСОБНОСТИ ПОДРОСТКОВ 15,16 и 17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПО ДАННЫМ ЧИСЛА ИСПЫТУЕМЫХ, ДОПУСТИВШИХ И НЕДОПУСТИВШИХ ОШИБКИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗАДАНИЯ КОРРЕКТУРНЫХ ТАБЛИЦ /СРЕДНИЕ ДАННЫЕ В ПРОЦЕНТАХ/ .

ВОЗРАСТ	1-ое ЗАДАНИЕ							2-ое ЗАДАНИЕ						
	ДОПУСТИВШИЕ ОШИБКИ			НЕ ДОПУСТИВШИЕ ОШИБКИ			ВСЕГО	ДОПУСТИВШИЕ ОШИБКИ			НЕ ДОПУСТИВШИЕ ОШИБКИ			ВСЕГО
	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ		ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
15 ЛЕТНИЕ	80	-	-	20	-	-	100	90	-	-	10	-	-	100
	-	80	-	-	20	-	100	-	70	-	-	30	-	100
	-	-	67	-	-	33	100	-	-	76	-	-	22	100
16 ЛЕТНИЕ	64	-	-	16	-	-	100	75	-	-	25	-	-	100
	-	73	-	-	27	-	100	-	100	-	-	-	-	100
	-	-	91	-	-	9	100	-	-	82	-	-	18	100
17 ЛЕТНИЕ	60	-	-	40	-	-	100	60	-	-	40	-	-	100
	-	80	-	-	20	-	100	-	60	-	-	40	-	100
	-	-	100	-	-	-	100	-	-	60	-	-	40	100

Анализ характера ошибок при выполнении заданий корректурных таблиц (табл.8) свидетельствует об одинаковом характере допущенных ошибок подростками 15-ти и 17-ти лет (пропуск буквы) при выполнении первого, наиболее легкого задания. При выполнении второго задания у всех испытуемых появляются ошибки другого

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА ОШИБОК, ДОПУЩЕННЫХ ПОДРОСТКАМИ 15, 16 и 17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗАДАНИЯ КОРРЕКТУРНЫХ ТАБЛИЦ / ПРОЦЕНТ ОШИБОК РАЗНОГО РОДА К ОБЪЕМУ ЧИСЛУ ОШИБОК В КАЖДОМ ЗАДАНИИ, СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	1-ое ЗАДАНИЕ									2-ое ЗАДАНИЕ										
	ПРОПУСК БУКВ			ВЫЧЕРКИВАНИЕ НЕ ЗАДАНОЙ БУКВЫ			ЗАДАНИЕ НЕ ПОЯТНО			ВСЕГО	ПРОПУСК БУКВ			ВЫЧЕРКИВАНИЕ НЕ ЗАДАНОЙ БУКВЫ			ЗАДАНИЕ НЕ ПОЯТНО			ВСЕГО
	До работы	Через 3 часа работы	Через 6 часов работы	До работы	Через 3 часа работы	Через 6 часов работы	До работы	Через 3 часа работы	Через 6 часов работы		До работы	Через 3 часа работы	Через 6 часов работы	До работы	Через 3 часа работы	Через 6 часов работы				
15 ЛЕТНИЕ	100	-	-	-	-	-	-	-	-	100	76	-	-	24	-	-	-	-	-	100
	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-	70	-	-	29	-	-	1	-	100
	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	67	-	-	33	-	-	-	100
16 ЛЕТНИЕ	98	-	-	2	-	-	-	-	-	100	86	-	-	14	-	-	-	-	-	100
	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-	81	-	-	19	-	-	-	-	100
	-	-	97	-	-	3	-	-	-	100	-	-	83	-	-	17	-	-	-	100
17 ЛЕТНИЕ	100	-	-	-	-	-	-	-	-	100	66	-	-	29	-	-	5	-	-	100
	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-	-	100
	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	54	-	-	42	-	-	4	100

характера - вычеркивание не заданной буквы, и так называемое, неверное выполнение задания (задание не понятно).

Трудовая нагрузка в производственных мастерских способствует увеличению количества ошибок именно этого характера и снижению количества ошибок по пропуску букв, особенно у 17-летних подростков.

Такой характер ошибок, как пропуск буквы, т.е. отсутствие реакции, может указывать на тормозное влияние внешних или внутренних раздражителей. Вычеркивание другой буквы особенно в конце рабочего дня, весьма вероятно, свидетельствует о нарушении правильного взаимоотношения между основными нервными процессами: раздражительным и тормозным, что больше всего проявляется после шести часов работы у 15-ти и 17-летних подростков.

Качественная характеристика работоспособности существенно дополняется данными хронометражных наблюдений по числу отвлечений от работы, подсчитанных через каждые 10 минут (табл.9).

Таблица 9

ЗАНЯТОСТЬ РАБОТОЙ УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ СРЕДНЕГО  
ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15,16 И 17-ТИ ЛЕТ НА ВТО-  
РОМ И ПЯТОМ ЧАСУ РАБОТЫ В СЛЕСАРНЫХ МАСТЕРСКИХ  
(СРЕДНИЕ ДАННЫЕ)

ВОЗРАСТ	ЗАНЯТОСТЬ РАБОТОЙ (%)					
	В т о р о й час работы			П я т ы й час работы		
	Занято	Не занято	Всего	Занято	Не занято	Всего
15-ЛЕТНИЕ	56	44	100	58	42	100
16-ЛЕТНИЕ	76	24	100	61	39	100
17-ЛЕТНИЕ	88	12	100	70	30	100

Как видно на таблице, на втором и пятом часу работы наибольшая занятость наблюдается у подростков старшего возраста. Чем старше испытуемый, тем больше процент занятости (второй час работы: 15-летние - 56%, 16-летние - 76% и 17-летние - 88%; пятый час работы соответственно 58%, 61% и 70%). Однако, следует отметить, что во второй половине рабочего дня (пятый час работы) по сравнению с первой половиной рабочего дня (второй час работы) процент занятости снижается только у подростков старшего возраста: у 16-летних - на 15%, у 17-летних - на 18%.

4. Состояние сердечно-сосудистой системы

Многочисленные исследования по влиянию физической нагрузки на кровообращение подростков, по мнению Л.И.Абросимовой (1957), позволяют сделать вывод о недостаточной его изученности особен-

но в направлении физиологической оценки получаемых изменений. Большинству авторов не удается установить по частоте пульса четкой возрастной разницы как в покое, так и непосредственно на физическую нагрузку и в период восстановления (Я.А.Эголинский, 1939; Р.Е.Мотылянская, 1950, и др.). Однако, например, Т.А.Цветаева (1941) при обследовании детей от 8 до 18 лет нашла, что в покое частота пульса несколько понижается с возрастом.

Полученные нами данные частоты пульса до работы в слесарных мастерских, во время работы, отдыха и простоев у подростков 15, 16 и 17-ти лет среднего физического развития (табл. 10) показали, что величина этого показателя уменьшается с возрастом. Так, в состоянии покоя, до начала работы частота пульса у 15-летних подростков составляет  $87 \pm 2,72$  ударов в минуту, у 16-летних -  $87 \pm 2,03$ , 17-летних -  $81 \pm 3,00$  ударов в

Таблица 10

СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА ДО РАБОТЫ, ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ, ОТДЫХА И ПРОСТОВ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15, 16 И 17 ЛЕТ ( СЛЕСАРНЫЕ МАСТЕРСКИЕ )

В О З Р А С Т	ДО РАБОТЫ	РАБОТА	ОТДЫХ	ПРОСТОЙ
15-ти ЛЕТНИЕ	$87 \pm 2,72$ ( 72 - 116 )	$110 \pm 2,19$ ( 84 - 136 )	$87 \pm 2,69$ ( 66 - 104 )	$95 \pm 4,75$ ( 80 - 104 )
16-ти ЛЕТНИЕ	$87 \pm 2,03$ ( 80 - 92 )	$97 \pm 1,95$ ( 78 - 116 )	$85 \pm 2,23$ ( 76 - 92 )	$95 \pm 3,24$ ( 92 - 100 )
17-ти ЛЕТНИЕ	$81 \pm 3,00$ ( 68 - 96 )	$90 \pm 2,00$ ( 68 - 116 )	$73 \pm 4,10$ ( 56 - 90 )	$83 \pm 16,20$ ( 72 - 92 )

минуту. На протяжении шестичасового рабочего дня в периоды основной работы (по опиливанию) частота пульса у всех испытуе-

мых подростков увеличивалась. Наибольшее увеличение отмечалось у подростков младшего возраста (до  $110 \pm 2,19$  ударов в минуту). В периоды отдыха величина частоты пульса снижалась: у 15-ти и 16-летних подростков - до исходной соответственно  $87 \pm 2,69$  и  $85 \pm 2,23$  ударов в минуту (у 17-летних - даже ниже исходной -  $73 \pm 4,10$  ударов в минуту). Во время простоев, наоборот, величина частоты пульса несколько повышалась по сравнению с периодом отдыха (до  $95 \pm 4,75$  уд/мин - 15-летние;  $95 \pm 3,24$  уд/мин. 16-летние и  $83 \pm 16,20$  уд/мин - 17-летние подростки). На рис.3 приведена динамика частоты пульса у подростка младшего возраста.

Таким образом, мы можем говорить о наличии возрастной разницы в ответных реакциях со стороны системы кровообращения на данную физическую нагрузку у подростков среднего физического развития.

### 5. Состояние двигательного аппарата

Функциональное состояние двигательного аппарата подростков в производственных условиях наиболее чутко отражают такие методы как определение координации движений и рефлексометрия (Г.С. Жигалин, 1965; Е.Ф. Альбицкая, З.Д. Горкин, 1957; И.И. Пономаренко, 1965, и др.). Полученные нами средние величины координационного показателя находятся в зависимости не только от физического развития и возраста испытуемых, но и от длительности выполняемой работы (табл. II).

В состоянии покоя, до начала работы наименьшая величина координационного показателя отмечается у подростков 16-ти и 17-ти лет среднего физического развития (соответственно  $362 \pm 25,7$  и  $395 \pm 63,6$ ). При физическом развитии выше и ниже

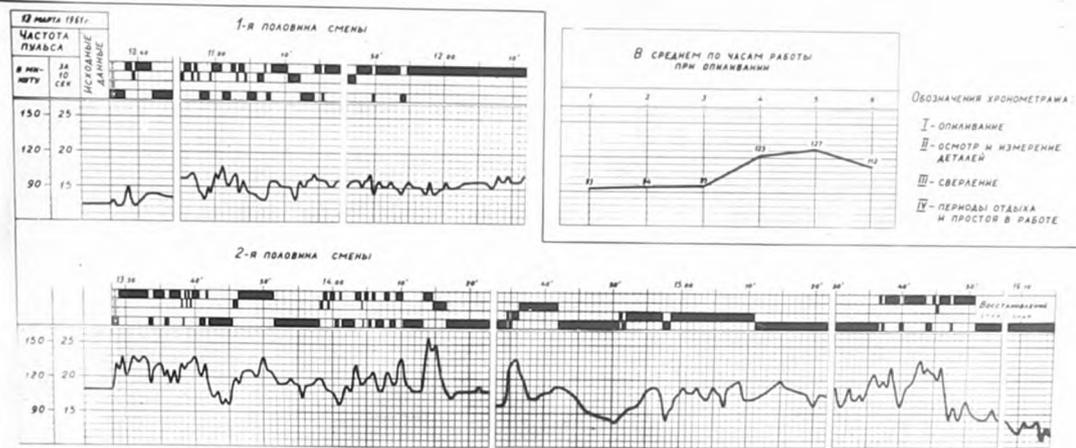


Рис.3. Данные хронометражных наблюдений и динамика частоты пульса во время выполнения различных трудовых операций (опилкование, осмотр и измерение деталей, сверление) и периодов отдыха и простоя в работе. Наблюдение проведено в слесарной мастерской Ремесленного училища № 39 13 марта 1961 у подростка К., 15 лет, среднего физического развития. Результаты хронометража представлены в виде зачерненных столбиков, которые для удобства анализа разнесены в четыре строки ( I, II, III, IV).

Пульсометрия осуществлялась радиотелеметрическим способом с отсчетом данных за 10" и 60".

А. Вверху слева: хронометражные данные и частота пульса в первую половину смены.

Б. Внизу: хронометражные данные и частота пульса во вторую половину смены.

В. Вверху справа: частота пульса за каждый час работы (средние величины).

среднего величина координационного показателя увеличивается с возрастом подростков. При среднем физическом развитии - наоборот - наибольшая величина данного показателя отмечается у подростков младшего возраста ( $493 \pm 43,7$ ).

Под влиянием трехчасовой работы величина координационного показателя, в основном, снижается, независимо от возраста и физического развития подростков. После шести часов работы продолжается дальнейшее его снижение у большинства испытуемых подростков. Наибольшая величина координационного показателя после окончания работы - у подростков с физическим развитием выше среднего. Данные распределения координационного показателя подтверждают выше сказанное.

Таблица II

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КООРДИНАЦИОННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕПАРЕЙ РАЗНОГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15, 16 и 17 ЛЕТ В СВЯЗИ С ВЕЩНОСНОЙ РАБОТОЙ В СЛЕПАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	КООРДИНАЦИОННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ		
	ДО РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ	ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НИЖЕ СРЕДНЕГО			
15 ЛЕТНИЕ	420 ± 50,5 (134 - 526)	430 ± 106,7 (74 - 705)	390 ± 74,9 (156 - 624)
16 ЛЕТНИЕ	505 ± 39,3 (280 - 645)	458 ± 111,5 (100 - 726)	469 ± 72,0 (120 - 736)
17 ЛЕТНИЕ	571 ± 94,1 (384 - 742)	393 ± 139,2 (150 - 520)	352 ± 74,6 (276 - 480)
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СРЕДНЕЕ			
15 ЛЕТНИЕ	493 ± 43,7 (60 - 1200)	454 ± 48,5 (40 - 810)	418 ± 10,6 (44 - 972)
16 ЛЕТНИЕ	362 ± 25,7 (192 - 1741)	448 ± 36,0 (49 - 952)	381 ± 28,0 (110 - 810)
17 ЛЕТНИЕ	395 ± 63,6 (86 - 282)	245 ± 43,3 (96 - 1265)	392 ± 82,0 (120 - 1760)
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВЫШЕ СРЕДНЕГО			
15 ЛЕТНИЕ	475 ± 66,2 (60 - 795)	418 ± 107,4 (180 - 1026)	503 ± 87,7 (145 - 935)
16 ЛЕТНИЕ	586 ± 105,3 (252 - 684)	426 ± 52,9 (368 - 510)	444 ± 125,0 (204 - 750)
17 ЛЕТНИЕ	144 -	301 -	468 -

Отмеченные изменения тремора правой руки в возрастном аспекте у подростков среднего физического развития находят подтверждение в работе Г.С. Жигалина (1965), который отмечает

уменьшение тремора обеих рук с увеличением возраста подростков

Однако, Г.С. Жигалин фиксирует внимание и на исключительном, по его мнению, явлении: резком снижении тремора как правой, так и левой руки в возрасте 15-ти лет, что согласуется с нашими данными (подростки с физическим развитием ниже и выше среднего).

Латентный период двигательной реакции на звуковой и световой раздражители в наших исследованиях определяли с помощью телехронорефлексометра в трех вариантах. Первый вариант - непосредственная реакция на данные раздражители, второй и третий варианты - с участием второй сигнальной системы (через ларингофон).

Исследования проводили у подростков 15, 16 и 17-ти лет с физическим развитием средним, ниже и выше среднего. Результаты исследования представлены на таблицах 12-17.

Как видно на таблице 12, в состоянии покоя, до начала работы у подростков с физическим развитием ниже среднего наибольший латентный период рефлекторной реакции на звук наблюдается у подростков 16-ти лет (все три варианта), минимальный - у подростков 17-ти лет (первый и третий варианты). Так, при первом варианте величина латентного периода у 16-летних подростков равна  $-0,300 \pm 0,016$  мсек, второй  $-0,250 \pm 0,004$  и третьем -  $0,380 \pm 0,015$  мсек. У подростков 17-ти лет в первом варианте -  $0,240 \pm 0,017$  мсек, в третьем -  $0,350 \pm 0,024$  мсек. Следует отметить, что участие второй сигнальной системы приводит к уменьшению возрастной разницы ответных реакций (при третьем варианте исследования разница в величине гораздо меньше, чем в первых вариантах).

Под влиянием трехчасовой работы отмечается тенденция к увеличению данного показателя в первом варианте у подростков

младшего возраста (до  $0,300 \pm 0,018$  мсек) и снижению его у подростков старшего возраста (до  $0,190 \pm 0,017$  мсек).

Таблица 12

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ЗВУК В ТРЕХ ВАРИАНТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕЛЕКОНФРОМЕТРЕ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕДЯРИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НИЖЕ СРЕДНЕГО 15,16 И 17 ЛЕТ ПРИ ВЕСТИ-ЧАСОВОЙ РАБОТЕ В СРЕДНОМ КЛАССЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД / МСЕК /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ
ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ						
15 ЛЕТНИЕ	$0,280 \pm 0,018$	0,110 - 0,900	$0,300 \pm 0,018$	0,110 - 0,690	$0,280 \pm 0,029$	0,140 - 0,770
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,210 \pm 0,026$	0,110 - 0,370	$0,200 \pm 0,028$	0,110 - 0,420	$0,250 \pm 0,059$	0,100 - 0,500
ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	$0,360 \pm 0,055$	0,110 - 0,700	$0,350 \pm 0,050$	0,170 - 0,650	$0,360 \pm 0,066$	0,200 - 0,700
ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ						
16 ЛЕТНИЕ	$0,300 \pm 0,016$	0,110 - 0,750	$0,290 \pm 0,010$	0,120 - 0,650	$0,230 \pm 0,010$	0,100 - 0,530
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,250 \pm 0,054$	0,120 - 0,600	$0,270 \pm 0,015$	0,120 - 0,480	$0,240 \pm 0,019$	0,100 - 0,500
ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	$0,380 \pm 0,015$	0,120 - 0,700	$0,410 \pm 0,013$	0,190 - 0,710	$0,390 \pm 0,016$	0,140 - 0,700
ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ						
17 ЛЕТНИЕ	$0,240 \pm 0,017$	0,180 - 0,320	$0,190 \pm 0,017$	0,130 - 0,320	$0,190 \pm 0,011$	0,160 - 0,280
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,230 \pm 0,021$	0,160 - 0,400	$0,240 \pm 0,019$	0,160 - 0,370	$0,220 \pm 0,023$	0,120 - 0,360
ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	$0,350 \pm 0,024$	0,230 - 0,500	$0,390 \pm 0,017$	0,300 - 0,450	$0,330 \pm 0,006$	0,250 - 0,400

После шести часов работы наибольшее увеличение показателя отмечается у подростков 15-ти лет во втором варианте (до  $0,250 \pm 0,059$  мсек). У подростков старшего возраста наблюдается относительное снижение данного показателя особенно в третьем варианте (16-летние подростки - до  $0,390 \pm 0,016$  мсек, 17-летние - до  $0,330 \pm 0,006$  мсек). Приведенные изменения средних величин подтверждаются данными распределения показателя.

У подростков со средним физическим развитием в состоянии покоя латентный период рефлекторной реакции на звук (табл. 13) только при третьем варианте зависит от возраста подрост-

ков: наибольшая величина наблюдается у подростков младшего возраста ( $0,380 \pm 0,023$  мсек), наименьшая - у подростков старшего возраста ( $0,270 \pm 0,025$  мсек).

После трех часов работы данный показатель, в основном, уменьшается у всех испытуемых подростков. После шести часов работы, наоборот, увеличивается. Наибольшее увеличение наблюдается у 17-летних подростков (все три варианта). Распределение вели-

Таблица 13

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ЗВУК В ТРЕХ ВАРИАНТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕЛЕУНДЕРБОЛОМЕТРЕ  
У УЧАЩИХСЯ-СЫСЛАВЦЕЙ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15, 16 И 17 ЛЕТ 194 ВЕСТИНСКОМ РАЙОНЕ В СЫМДАРНОМ  
КЛАССЕ / Средние данные /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД / МСЕК /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ
15 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	$0,290 \pm 0,017$	0,170 - 0,510	$0,250 \pm 0,014$	0,170 - 0,330	$0,270 \pm 0,027$	0,180 - 0,39
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,240 \pm 0,011$	0,170 - 0,360	$0,230 \pm 0,013$	0,170 - 0,380	$0,230 \pm 0,010$	0,160 - 0,340
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	$0,380 \pm 0,023$	0,170 - 0,570	$0,300 \pm 0,023$	0,190 - 0,500	$0,360 \pm 0,015$	0,260 - 0,520
16 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	$0,290 \pm 0,014$	0,160 - 0,590	$0,250 \pm 0,01$	0,170 - 0,460	$0,270 \pm 0,002$	0,170 - 0,440
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,230 \pm 0,009$	0,150 - 0,360	$0,230 \pm 0,009$	0,160 - 0,320	$0,250 \pm 0,01$	0,160 - 0,550
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	$0,350 \pm 0,019$	0,170 - 0,590	$0,330 \pm 0,082$	0,130 - 0,760	$0,350 \pm 0,014$	0,180 - 0,580
17 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	$0,290 \pm 0,016$	0,200 - 0,380	$0,210 \pm 0,016$	0,150 - 0,300	$0,290 \pm 0,026$	0,160 - 0,480
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	$0,220 \pm 0,018$	0,140 - 0,330	$0,190 \pm 0,013$	0,140 - 0,250	$0,310 \pm 0,047$	0,160 - 0,680
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	$0,270 \pm 0,025$	0,140 - 0,480	$0,210 \pm 0,019$	0,140 - 0,330	$0,300 \pm 0,023$	0,130 - 0,410

чины латентного периода рефлекторной реакции на звук у подростков среднего физического развития подтверждает выше сказанное.

При физическом развитии выше среднего (табл.14) латентный период рефлекторной реакции на звук в покое возрастает с возрастом: наименьшее значение латентного периода наблюдается у 15-летних подростков (первый и второй вариант, соответственно  $260 \pm 0,015$  мсек и  $0,220 \pm 0,009$  мсек). В третьем варианте

минимальное значение реффлекса принадлежит 16-летним подросткам ( $0,380 \pm 0,024$  мсек).

Через три и шесть часов работы в слесарных мастерских отмечается тенденция к уменьшению латентного периода рефлекторной реакции на звук у всех испытуемых подростков. Распределение данного показателя подтверждает сказанное.

Таблица 14

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ЗВУК В ТРЕХ ВАРИАНТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕЛЕХРОНОФИЛЬМОМЕТРЕ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРИИ ФИЗИЧЕСКИ РАЗВИТЫЕ ВОЗРАСТА СРЕДНЕГО 15,16 \* 17 ЛЕТ ПРИ ВОЗРАСТНОЙ РАБОТЕ В СЛЕСАРНОМ КЛАССЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД / МЛСЕК /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ
15 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,260 ± 0,015	0,120 - 0,620	0,270 ± 0,018	0,100 - 0,670	0,290 ± 0,018	0,140 - 0,750
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,220 ± 0,009	0,100 - 0,430	0,220 ± 0,013	0,140 - 0,360	0,200 ± 0,009	0,100 - 0,430
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,400 ± 0,021	0,160 - 0,950	0,400 ± 0,026	0,150 - 0,930	0,370 ± 0,022	0,110 - 0,710
16 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,310 ± 0,022	0,160 - 0,670	0,320 ± 0,026	0,200 - 0,630	0,280 ± 0,021	0,170 - 0,570
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,250 ± 0,019	0,140 - 0,600	0,230 ± 0,007	0,150 - 0,450	0,220 ± 0,013	0,140 - 0,450
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,380 ± 0,024	0,180 - 0,830	0,370 ± 0,015	0,270 - 0,530	0,370 ± 0,028	0,190 - 0,700
17 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,340 ± 0,061	0,160 - 0,510	0,270 ± 0,043	0,150 - 0,480	0,280 ± 0,034	0,180 - 0,530
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,260 ± 0,022	0,170 - 0,390	0,280 ± 0,026	0,220 - 0,480	0,220 ± 0,016	0,150 - 0,390
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,470 ± 0,022	0,330 - 0,650	0,400 ± 0,022	0,300 - 0,500	0,390 ± 0,036	0,200 - 0,500

Таким образом, величина латентного периода рефлекторной реакции на звук чутко отражает функциональное состояние двигательного анализатора, а вместе с тем и состояние работоспособности испытуемых подростков в зависимости от их возраста и физического развития. Возрастные различия особенно заметны при физическом развитии ниже среднего, когда неблагоприятные изменения со стороны двигательного анализатора (удлинение латентного периода) отмечаются, главным образом, у подростков младшего возраста. Интересно отметить, что увеличение латент-

ного периода через шесть часов работы наступает лишь у подростков среднего физического развития и отсутствует у подростков с физическим развитием выше среднего. Однако, следует отметить, что наибольшая абсолютная величина латентного периода рефлекторной реакции на звук встречается в третьем варианте у подростков старшего возраста.

Латентный период рефлекторной реакции на свет у подростков с физическим развитием ниже среднего представлен на таблице 15. Как видно на таблице, в состоянии покоя, до начала работы уменьшение периода с возрастом отмечается лишь в первом варианте. В других вариантах - обратное явление. Так, в первом варианте у 15-летних подростков латентный период реакции на свет равен  $0,250 \pm 0,019$ , у 16-летних -  $0,230 \pm 0,007$  мсек и у 17-летних -  $0,210 \pm 0,008$  мсек.

После трех часов работы увеличение показателя наблюдается лишь у 15-летних подростков в первом варианте (до  $0,270 \pm 0,021$  мсек). У остальных подростков отмечается его постоянство.

После шести часов работы в слесарных мастерских в большинстве случаев наблюдается увеличение латентного периода рефлекторной реакции на свет, главным образом, в первом варианте. Данные распределения те же.

При среднем физическом развитии (табл. 16) латентный период двигательной реакции на свет в состоянии покоя уменьшается с возрастом лишь во втором и третьем вариантах. Наименьшие величины показателя отмечаются у подростков 17-ти лет (первый вариант -  $0,240 \pm 0,021$  мсек, второй вариант -  $0,220 \pm 0,014$  мсек и в третьем варианте -  $0,280 \pm 0,017$  мсек).

После трех часов работы величина данного показателя, в

Таблица 15

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКСОРНОЙ РЕАКЦИИ НА СВЕТ В ТРЕХ ВАРИАНТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕЛЕФОНОГРАФИКОМЕТРЕ У УЧАЩИХСЯ-СЛАБОСЛЫШАЮЩИХ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВОЗРАСТА 15, 16 И 17 ЛЕТ ПРИ ШЕСТИ-ЧАСОВОЙ РАБОТЕ В СТАНДАРТНОМ КЛАССЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД /милсек/						
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ		
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	
15 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ						
	0,250 ± 0,019	0,130 - 0,920	0,270 ± 0,021	0,110 - 0,620	0,340 ± 0,040	0,140 - 1,00	
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ						
	0,210 ± 0,009	0,120 - 0,390	0,200 ± 0,010	0,100 - 0,400	0,230 ± 0,016	0,110 - 0,390	
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	0,320 ± 0,010	0,140 - 0,550	0,320 ± 0,011	0,150 - 0,600	0,320 ± 0,013	0,200 - 0,450	
	16 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
		0,230 ± 0,007	0,130 - 0,480	0,240 ± 0,010	0,110 - 0,450	0,250 ± 0,018	0,110 - 0,690
		ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
0,230 ± 0,011		0,110 - 0,450	0,230 ± 0,007	0,130 - 0,380	0,230 ± 0,008	0,110 - 0,380	
ТРЕТИЙ ВАРИАНТ							
0,380 ± 0,011		0,110 - 0,700	0,340 ± 0,008	0,180 - 0,580	0,360 ± 0,013	0,200 - 0,700	
17 ЛЕТНИЕ		ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
		0,210 ± 0,008	0,170 - 0,240	0,200 ± 0,020	0,110 - 0,320	0,230 ± 0,031	0,130 - 0,480
		ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,230 ± 0,011	0,190 - 0,280	0,230 ± 0,025	0,110 - 0,340	0,220 ± 0,009	0,190 - 0,280	
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	0,310 ± 0,047	0,120 - 0,530	0,310 ± 0,016	0,200 - 0,400	0,360 ± 0,025	0,240 - 0,500	

Таблица 16

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКСОРНОЙ РЕАКЦИИ НА СВЕТ У УЧАЩИХСЯ-СЛАБОСЛЫШАЮЩИХ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВОЗРАСТА 15, 16 И 17 ЛЕТ ПРИ ШЕСТИ-ЧАСОВОЙ РАБОТЕ В СТАНДАРТНОМ КЛАССЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД /милсек/						
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ		
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	
15 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ						
	0,230 ± 0,015	0,140 - 0,430	0,240 ± 0,014	0,150 - 0,380	0,260 ± 0,017	0,140 - 0,420	
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ						
	0,240 ± 0,015	0,150 - 0,430	0,230 ± 0,012	0,140 - 0,350	0,240 ± 0,013	0,150 - 0,370	
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	0,360 ± 0,022	0,200 - 0,710	0,300 ± 0,024	0,170 - 0,560	0,320 ± 0,012	0,240 - 0,430	
	16 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
		0,250 ± 0,011	0,140 - 0,430	0,220 ± 0,003	0,140 - 0,320	0,250 ± 0,009	0,160 - 0,400
		ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
0,230 ± 0,008		0,130 - 0,380	0,210 ± 0,008	0,110 - 0,320	0,230 ± 0,009	0,120 - 0,370	
ТРЕТИЙ ВАРИАНТ							
0,340 ± 0,015		0,200 - 0,680	0,310 ± 0,018	0,160 - 0,610	0,330 ± 0,012	0,210 - 0,670	
17 ЛЕТНИЕ		ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
		0,240 ± 0,021	0,120 - 0,340	0,200 ± 0,016	0,120 - 0,300	0,260 ± 0,016	0,170 - 0,350
		ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,220 ± 0,014	0,160 - 0,320	0,190 ± 0,016	0,110 - 0,260	0,230 ± 0,015	0,150 - 0,320	
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ						
	0,280 ± 0,017	0,160 - 0,380	0,220 ± 0,028	0,120 - 0,450	0,330 ± 0,01	0,160 - 0,700	

основном, уменьшается независимо от возраста, после шести часов работы - увеличивается. Увеличение показателя особенно выражено у 17-летних подростков. Так, в третьем варианте до работы латентный период рефлекторной реакции на свет был равен  $0,280 \pm 0,017$  мсек, через три часа работы -  $0,220 \pm 0,028$  мсек, через шесть часов -  $0,330 \pm 0,01$  мсек. Распределение показателя подтверждает выше сказанное.

При физическом развитии выше среднего время ответной реакции на свет (табл. 17) в состоянии покоя относительно выше у подростков 17-ти лет (первый вариант -  $0,290 \pm 0,048$  мсек, второй вариант -  $0,250 \pm 0,017$  мсек, третий вариант -  $0,420 \pm 0,0260$  мсек.).

После трех часов работы отмечается, в основном, снижение величины данного показателя. Наибольшая степень снижения - у подростков 17-ти лет.

После шести часов работы увеличение показателя во всех трех вариантах наблюдается у подростков 17-ти лет. Данное увеличение относительно, т.к. не достигает величины исходного показателя.

Распределение показателя подтверждает выше сказанное.

Таким образом, величина латентного периода рефлекторной реакции на свет, в основном, повторяет те изменения, которые наблюдаются у испытуемых подростков в величине латентного периода рефлекторной реакции на звук. Исключение - подростки с

ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД РЕФЛЕКТОРНОЙ РЕАКЦИИ НА СВЕТ В ТРЕХ ВАРИАНТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕЛЮРОПРОФИЛОСОМЕТРЕ У МАШИСТОВ-ОБСАДКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВЫШЕ СРЕДНЕГО 15,16 ± 17 ЛЕТ ПРИ ВЕСТИКАСОВОЙ РАБОТЕ В ОБЫЧНОМ КЛАССЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД / МСЕК /					
	ДО РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 3 ЧАСА РАБОТЫ		ЧЕРЕЗ 6 ЧАСОВ РАБОТЫ	
	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ	СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА	ПРЕДЕЛЫ КОЛЕБАНИЙ
15 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,270 ± 0,015	0,120 - 0,670	0,280 ± 0,019	0,130 - 0,630	0,260 ± 0,016	0,100 - 0,650
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,220 ± 0,009	0,110 - 0,470	0,230 ± 0,009	0,100 - 0,390	0,230 ± 0,015	0,100 - 0,630
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,400 ± 0,027	0,150 - 0,790	0,350 ± 0,023	0,120 - 0,600	0,370 ± 0,020	0,200 - 0,760
16 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,250 ± 0,015	0,150 - 0,520	0,270 ± 0,020	0,150 - 0,490	0,300 ± 0,024	0,170 - 0,550
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,230 ± 0,013	0,130 - 0,470	0,220 ± 0,014	0,130 - 0,490	0,190 ± 0,008	0,100 - 0,290
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,340 ± 0,025	0,160 - 0,750	0,330 ± 0,012	0,240 - 0,410	0,340 ± 0,018	0,210 - 0,590
17 ЛЕТНИЕ	ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ					
	0,290 ± 0,048	0,130 - 0,600	0,220 ± 0,039	0,120 - 0,510	0,250 ± 0,026	0,160 - 0,420
	ВТОРОЙ ВАРИАНТ					
	0,250 ± 0,017	0,190 - 0,370	0,190 ± 0,021	0,110 - 0,320	0,230 ± 0,015	0,150 - 0,290
	ТРЕТИЙ ВАРИАНТ					
	0,420 ± 0,026	0,270 - 0,550	0,350 ± 0,031	0,230 - 0,500	0,360 ± 0,034	0,200 - 0,510

физическим развитием выше среднего, у которых после шести часов работы отмечается увеличение времени рефлекторной реакции на свет.

## 6. Состояние зрительного анализатора

В литературе не найдено данных относительно определения состояния зрительного анализатора у подростков при выполнении производственной нагрузки по величине показателя видимости.

На таблице 18 приведены результаты исследования видимости определенного предмета при постоянном освещении. Как видно на таблице, в состоянии покоя относительно наибольшая величина видимости наблюдается у подростков младшего возраста (15-летние  $12 \pm 0,70$ ; 16-летние -  $11 \pm 0,46$ ; 17-летние -  $10 \pm 0,70$ ). После шести часов работы величина видимости не изменяется.

Таблица 18

ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЯ ВИДИМОСТИ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ  
СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15,16 и 17 ЛЕТ ДО И  
ПОСЛЕ ШЕСТИЧАСОВОЙ РАБОТЫ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ  
(СРЕДНИЕ ДАННЫЕ)

ВОЗРАСТ	ВИДИМОСТЬ			
	/относительные единицы/			
	До работы		После работы	
	Средняя величина	Пределы колебаний	Средняя величина	Пределы колебаний
15-ЛЕТНИЕ	12± 0,70	9 - 16	12± 0,40	10 - 15
16-ЛЕТНИЕ	11± 0,46	9 - 15	11± 0,36	8 - 15
17-ЛЕТНИЕ	10± 0,70	9 - 11	11± 0,69	10 - 11

7. Состояние слухового анализатора

На основании данных анатомо-физиологических исследований подросткового организма известно, что наибольшая слуховая чувствительность наблюдается в возрасте от 14 до 19 лет (В.Н.Тимофеев, 1955, Е.А.Тимохина, 1965).

В производственных условиях наиболее чувствительными к наличию шумового фактора оказались подростки младшего возраста. Так, И.И.Пономаренко (1965) в условиях высокочастотного производственного шума суммарным уровнем 85 дБ с преобладанием основной массы звуковой энергии в области частот от 640 гц до 2500 гц обнаружила наибольшую выраженность реакции со стороны слуховой чувствительности у подростков 15-ти лет по сравнению с 16-летними подростками.

Мы исследовали порог слышимости правого и левого уха на

на 128 и 2048 гц у подростков 15, 16 и 17-ти лет среднего физического развития. Результаты исследования представлены на таблице 19.

Таблица 19

ПОРОГ СЛЫШИМОСТИ ПРАВОГО И ЛЕВОГО УША НА 128 И 2048 ГЦ У УЧАЩИХСЯ-СЛЕСАРЕЙ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ 15, 16 И 17 ЛЕТ ПРИ ШЕСТИЧАСОВОЙ РАБОТЕ В СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ /

ВОЗРАСТ	ПОРОГ СЛУХОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ / ДБ /							
	ДО РАБОТЫ				ПОСЛЕ РАБОТЫ			
	ПРАВОЕ УХО		ЛЕВОЕ УХО		ПРАВОЕ УХО		ЛЕВОЕ УХО	
	128гц	2048гц	128гц	2048гц	128гц	2048гц	128гц	2048гц
15 ЛЕТНИЕ	77 ± 1,9 (65 - 110)	43 ± 2,9 (25 - 95)	78 ± 2,4 (65 - 120)	43 ± 3,5 (30 - 110)	79 ± 2,2 (60 - 105)	44 ± 2,9 (35 - 95)	78 ± 2,5 (65 - 120)	46 ± 3,5 (30 - 115)
16 ЛЕТНИЕ	79 ± 1,4 (60 - 100)	42 ± 1,5 (30 - 75)	77 ± 1,7 (45 - 100)	42 ± 1,1 (30 - 55)	78 ± 1,6 (50 - 95)	41 ± 1,5 (20 - 60)	78 ± 1,7 (55 - 115)	41 ± 1,3 (30 - 55)
17 ЛЕТНИЕ	79 ± 1,7 (70 - 85)	46 ± 1,8 (40 - 55)	76 ± 2,0 (65 - 80)	42 ± 1,6 (35 - 45)	76 ± 1,8 (65 - 80)	44 ± 2,2 (35 - 55)	78 ± 1,3 (70 - 80)	43 ± 1,3 (35 - 45)

В состоянии покоя, до начала работы пороги слуховой чувствительности правого и левого уха на 128 гц и 2048 гц практически одинаковы у подростков 15 и 16-ти лет и несколько отличны от таковых у подростков 17-ти лет. Так, если у подростков 15-ти лет порог слышимости на 128 гц со стороны правого уха -  $77 \pm 1,9$  дб, левого -  $78 \pm 2,4$  дб; на 2048 гц соответственно  $43 \pm 2,9$  дб и  $43 \pm 3,5$  дб; у подростков 16-ти лет порог слышимости на 128 гц со стороны правого уха -  $79 \pm 1,4$  дб, левого -  $77 \pm 1,7$  дб; на 2048 гц соответственно  $42 \pm 1,5$  дб и  $42 \pm 1,1$  дб; у подростков 17-ти лет порог слышимости на 128 гц со стороны правого уха -  $79 \pm 1,7$  дб, левого -  $76 \pm 2,0$  дб; на 2048 гц соответственно  $46 \pm 1,8$  дб и  $42 \pm 1,6$  дб.

После шестичасовой работы в слесарных мастерских пороги слуховой чувствительности практически не изменяются как со стороны правого, так и левого уха на 128 гц и 2048 гц.

### З а к л ю ч е н и е

Подводя итог этому разделу исследований, надо отметить, что полученные в производственных условиях результаты оказались для нас несколько неожиданными. Можно было предполагать, что подростки 17-ти лет при одной и той же работе покажут более высокую производительность труда, более высокую работоспособность и более благоприятные физиологические сдвиги. Однако, по данным производительности труда ( вес металлических опилок, снятых за рабочий день - в граммах; выполнение "нормы" за рабочий день - в процентах; время изготовления одного изделия - в часах) наряду с данными некоторых физиологических показателей (координационный показатель, статическая выносливость) значительно лучшее состояние выявилось у подростков 15-ти лет в большинстве случаев с физическим развитием ниже среднего. Причина может быть в том, что выше названные способы оценки производительности труда, будучи исключительно объективными сами по себе, в настоящих условиях производства тают много неучитываемых элементов (не измеряется усилие, нет объективной качественной оценки выполненного задания и т.д.). В то же время нельзя отрицать влияния на функциональное состояние организма подростков сочетания ряда факторов как сама обстановка работы, эмоционально-психическая настроенность подростков в связи с работой в коллективе, нерегламентированная мышечная нагрузка - опилование, допускающая произвольные перерывы на осмотр детали, и более частые у 15-летних подростков "спонтанные" отвлечения от работы в силу их возрастных особенностей и т.д. Особое внимание среди этих факторов, по нашему мнению, следует придавать более частым отвлечениям

от работы 15-летних подростков. Хотя эти отвлечения и не продиктованы производственной необходимостью, объяснимы физиологическими закономерностями, они, очевидно, чисто случайно совпадают с известным эффектом влияния на работоспособность "активного" отдыха (переключение рода работы), т.е. приводят к улучшению состояния центральной нервной системы. Следует отметить, что относительно высокая производительность труда, достигнутая подростками младшего возраста в производственных условиях, сопровождается и несколько большим напряжением некоторых физиологических функций под влиянием работы (частота пульса, величина работоспособности по данным корректурных таблиц и т.д.). Однако, эти худшие функциональные сдвиги у 15-летних подростков еще не могут с достоверностью доказать нам функциональное превосходство 17-летних подростков. Необходимо максимально унифицировать выполняемую подростками физическую нагрузку, что возможно лишь в лабораторных условиях.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СДВИГОВ  
У ПОДРОСТКОВ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕН-  
СИВНОСТИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Как было показано выше (глава III), подростки 15, 16 и 17-ти лет реагируют по разному на одинаковую производственную нагрузку в виде операции опилования металла, выполняемую в условиях 6-ти часового рабочего дня в слесарной мастерской. Мы полагаем, что обнаруженная нами в производственных условиях большая производительность труда у подростков 15-ти лет не является еще достаточно убедительным доказательством в пользу функциональной равноценности всех групп подростков. По нашему мнению, наиболее полно эти функциональные возможности могли быть раскрыты лишь при специальных лабораторных исследованиях адаптационно-приспособительных способностей подростков в условиях строго постоянного режима труда и отдыха и с применением возрастающей по тяжести мышечных нагрузок.

Из литературных источников известно (глава I), 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.Абросимова, 1957). Именно этот прием может быть использован для научного обоснования нормирования физического труда подростков.

**З.И.Коларова-Вирюкова (1965)** считает, что изучение приспособительных реакций организма — конкретный путь к оцен-

ке постоянного взаимодействия двух систем - живой организм и внешняя среда, к раскрытию механизмов саморегулирования, которые определяют нормальное протекание физиологических процессов.

Многочисленные данные по выявлению физиологической устойчивости отдельных показателей вегетативных функций у подростков показывают, что процесс приспособления в организме как у детей раннего возраста, школьного возраста, подростков, так и взрослых, происходит непрерывно.

Уровень такого приспособления определяется индивидуальной реактивностью и отражает уровень индивидуальной возбудимости организма. Считая это положение заслуживающим особого внимания, мы, наряду с определением вегетативных сдвигов со стороны организма подростков разного возраста, в лабораторных условиях исследовали состояние возбудимости и лабильности таких, по различному адекватных при физической нагрузке анализаторов, как двигательный и зрительный.

Применение приема возрастающих по интенсивности физических нагрузок для исследования адаптационных способностей организма подростков по отношению к разнообразным по характеру трудовым операциям (участие различных групп мышц, соотношение динамической и статической работы и т.д.) позволяло оценить тяжесть нагрузки не только по внешним результатам: величине работы, ее мощности, количеству спитенного металла, но и по величине физиологических трат во время данной работы и после нее. Полученные таким путем пределы колебаний физиологических показателей, сопоставленные с величинами мощности нагрузки (где это возможно), могли быть особенно ценны при определении тяжести тех нагрузок, мощность которых измерить

практически невозможно или затруднительно (опиловка металла).

Исследования при длительных нагрузках  
возрастающей интенсивности:

А. Подъем и опускание груза  
различной величины

Подъем и опускание груза – это та физическая нагрузка, которая часто встречается в производственной обстановке и которую легко имитировать в лабораторных условиях. Будучи свободно дозируема в ваттах, она является довольно широко распространенной функциональной нагрузкой и применяется при лабораторных исследованиях (Т.А.Цветаева, 1941, и др.). Как было указано выше (глава II), подъем и опускание груза не требуют специальной тренировки и доступны для испытуемых любого возраста.

Для физической нагрузки по подъему и опусканию груза характерно определенное сочетание динамического и статического компонентов. Специфику данной физической нагрузки, очевидно, следует учитывать при анализе рабочих и послерабочих сдвигов.

I. Состояние сердечно-сосудистой  
системы

При изучении физиологических сдвигов под влиянием нагрузки по подъему и опусканию груза возрастающей величины (темп и длительность работы заданы) особое внимание уделялось частоте пульса. Этот показатель, будучи исключительно доступным для исследования, мог служить мерой величины мышечной нагрузки (М.Нова, М.Губач, 1963; З.М.Золина, Ю.В.Мойкин, 1963, и др.).

По величине пульса представлялось возможным сравнивать тяжесть различных нагрузок в производственных и лабораторных условиях. Радиотелеметрический метод исследования позволял определять данный показатель не соприкасаясь с испытуемым и непрерывно на протяжении рабочего и восстановительного периодов.

Углубленный анализ полученных материалов показал, что наибольшие уровни частоты пульса в покое, на протяжении работы и в период восстановления имеют место у 15-летних подростков, что, очевидно, обусловлено их меньшей тренированностью к мышечной работе (М.Е.Маршак, 1961; М.И.Виноградов, 1958, и др). У подростков 17-ти лет средние величины частоты пульса находились на более низком уровне. Выполнение нагрузки "подъем и опускание груза" при мощности работы в 24 ватта вызывало у 15-летних подростков неуклонное повышение частоты пульса, что выражает низкую эффективность физиологических затрат, а некоторыми авторами трактуется как признак утомления (В.В.Розенблат, 1961). Если в покое частота пульса составляла  $74 \pm 5,8$  ударов в минуту (средние данные, табл.20), то на 2-ой минуте работы частота пульса была  $108 \pm 16,9$ , на 4-ой -  $111 \pm 21,2$ , на 6-ой -  $120 \pm 28,3$ , на 8-ой -  $118 \pm 19,8$ , на 10-ой -  $128 \pm 17,1$  ударов в минуту. У подростков 17-ти лет частота пульса в покое в среднем составляла  $64 \pm 2,5$ , во время работы мощностью 24 ватта частота пульса увеличивалась соответственно до  $106 \pm 5,9$ ;  $112 \pm 5,5$ ;  $107 \pm 10,6$ ;  $106 \pm 11,2$ ;  $110 \pm 10,3$  удара в минуту. С увеличением нагрузки частота пульса увеличивалась также более интенсивно у 15-летних подростков. На 2-ой, 4-ой, 6-ой, 8-ой и 10-ой минутах нагрузки мощностью 48 ватт у подростков младшего возраста частота пульса была в среднем:

Таблица 20

ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ ПЕРВОГО ИЛИ НЕКОТОРЫХ ПОСЛЕДУЮЩИХ СРЕДНЕГО ФАКТОРНОГО РАСТЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ВОЗРАСТАЮЩЕЙ КАТЕГОРИИ ПО ПОДЪЕМУ И ОДНОКЛОННОМУ ТРУДУ В ЗАДАЧНОМ ТЕМПЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ / В ДОСТОЙНОСТЬ РАЗНОСТЕЙ СРЕДНИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В КОМПОНЕНТНЫХ ГРУППАХ ПО СЪЕДИНЕНИЮ

ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ	ВРЕМЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ	ПОКАЗ	РАБОТА										ВОССТАНОВЛЕНИЕ									
			1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
24	15	74 ± 5,8	92 ± 28,2	108 ± 16,9	112 ± 28,2	111 ± 21,2	112 ± 27,7	120 ± 28,3	122 ± 19,7	118 ± 19,8	124 ± 19,7	128 ± 17,1	105 ± 5,0	89 ± 3,9	85 ± 3,5	83 ± 3,4	83 ± 4,2	80 ± 3,9	81 ± 5,0	79 ± 4,4	77 ± 4,4	80 ± 6,7
	17	64 ± 2,5	104 ± 3,6	106 ± 5,9	109 ± 4,1	112 ± 5,5	107 ± 9,1	107 ± 10,6	108 ± 9,7	106 ± 11,2	108 ± 9,6	110 ± 10,3	92 ± 5,7	80 ± 5,5	74 ± 4,6	73 ± 4,7	73 ± 4,4	72 ± 4,5	71 ± 3,6	72 ± 3,5	71 ± 3,5	71 ± 3,6
	F	< 0,05	0,3	< 0,9	< 0,8	< 0,8	< 0,8	0,6	0,5	< 0,6	0,4	> 0,3	< 0,1	< 0,2	0,05	0,1	0,1	< 0,2	< 0,1	0,2	> 0,2	< 0,2
40	15	74 ± 5,8	114 ± 9,1	138 ± 8,9	135 ± 6,7	132 ± 12,8	131 ± 15,7	137 ± 15,5	133 ± 6,5	137 ± 19,1	128	135	119 ± 3,9	100 ± 1,9	93 ± 3,1	93 ± 3,1	90 ± 3,6	88 ± 4,0	86 ± 4,1	86 ± 3,5	86 ± 4,3	86 ± 4,7
	17	64 ± 2,5	110 ± 3,3	120 ± 5,5	119 ± 4,3	119 ± 5,0	116 ± 5,2	122 ± 5,2	120 ± 6,9	126 ± 5,8	124 ± 4,7	126 ± 5,6	101 ± 4,4	86 ± 4,7	82 ± 4,8	79 ± 5,2	79 ± 4,7	75 ± 4,3	75 ± 4,1	75 ± 4,1	75 ± 4,5	74 ± 4,0
	F	< 0,05	0,6	0,1	> 0,05	0,2	0,2	< 0,1	> 0,4	0,4	> 0,8	> 0,6	< 0,01	0,01	> 0,05	< 0,05	> 0,05	< 0,05	0,05	> 0,05	0,05	0,05
77	15	74 ± 5,8	146 ± 16,9	148 ± 16,9	144	149	-	-	-	-	-	-	113 ± 13,9	93 ± 10,0	89 ± 8,8	85 ± 6,7	89 ± 12,9	92	88 ± 12,4	87 ± 10,7	88 ± 12,4	89 ± 11,5
	17	64 ± 2,5	109 ± 8,6	119 ± 9,9	128 ± 6,1	135 ± 10,9	132 ± 7,8	136 ± 8,5	139 ± 5,1	142 ± 5,5	149 ± 7,1	146 ± 6,7	111 ± 5,2	91 ± 3,7	83 ± 4,8	80 ± 4,8	81 ± 3,3	79	76 ± 3,5	76 ± 3,6	75 ± 2,5	75 ± 3,6
	F	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,4	> 0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

138 ± 8,9; 132 ± 12,8; 137 ± 15,5; 137 ± 19,1; 135 ударов в минуту; у 17-летних - 120 ± 5,5; 119 ± 5,0; 122 ± 5,2; 126 ± 5,6 ударов в минуту. При нагрузке мощностью 77 ватт средняя частота пульса на второй минуте работы была соответственно 148 ± 16,9 ударов в минуту. Эта нагрузка прерывалась 15-летними подростками уже на 4-ой минуте при частоте пульса 149 ударов в минуту. 17-летние подростки выполняли нагрузку на протяжении 10 минут с постепенным увеличением данного показателя (2-я минута - 119 ± 9,9; 4-ая минута - 135 ± 10,9; 6-ая минута - 136 ± 8,5; 8-ая минута - 142 ± 5,5 и 10-ая минута - 146 ± 6,7 ударов в минуту).

Восстановление пульса у 15-летних подростков затягивалось особенно после второй и третьей нагрузки. Следует отметить, что при нагрузке мощностью 77 ватт, несмотря на укорочение периода работы до 4-х минут, 15-летние подростки имели

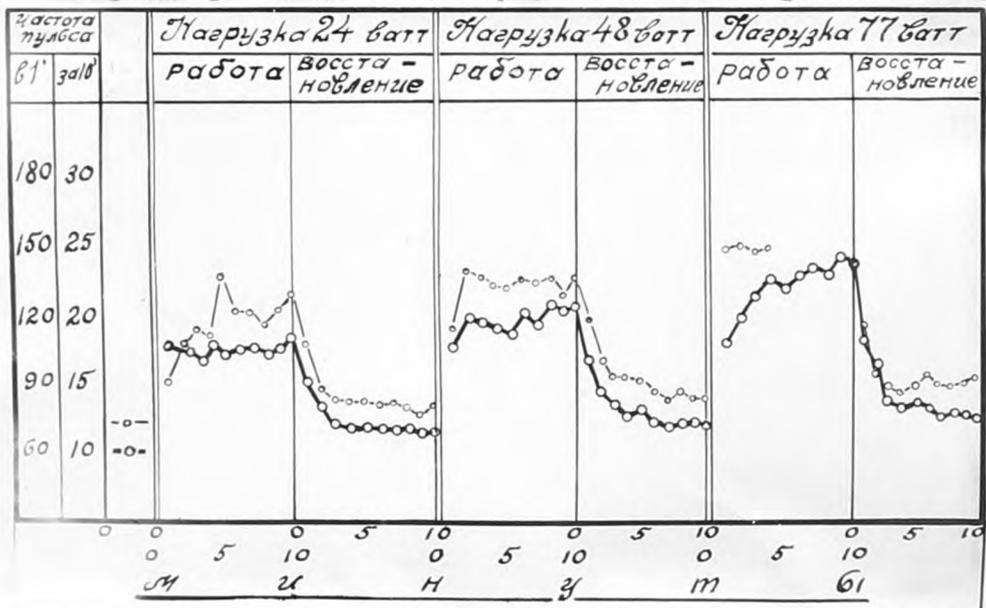


Рис. 4. Динамика частоты пульса во время выполнения работы по подъему и опусканию груза (10 минут) и в период восстановления (10 минут). Наблюдение проведено в лабораторных условиях у подростка Н., 15-ти лет, среднего физического развития (тонкая линия) и у подростка В., 17-ти лет среднего физического развития (утолщенная линия).

значительно большей период реституции, чем 17-летние подростки, выполнявшие ту же нагрузку ту же нагрузку в течение 10-ти минут. На рисунке 4 приведены данные индивидуальных наблюдений.

Таким образом, результаты наших исследований подтверждают литературные данные о показателе частоты пульса как мере величины мышечной нагрузки. С увеличением интенсивности нагрузки увеличивается и частота пульса. Интересно отметить, что при возрастании интенсивности нагрузки быстрая адаптация к ней частоты пульса и наступление *steady state* имеют место до того момента, когда нагрузка приемлема для организма. Так, при нагрузке мощностью 48 ватт (вторая по интенсивности) на протяжении 10 минут частота пульса подростков 15 и 17-ти лет практически не меняется от 2-ой и 10-ой минуте. Нагрузка мощностью 77 ватт (наибольшая по интенсивности), выполняемая только 17-летними подростками на протяжении 10 минут, вызывает неуклонное повышение данного показателя.

Отмеченные нами возрастные особенности ответных реакций у подростков младшего возраста могут быть объяснены большей реактивностью, которая проявляется не только в относительно большей величине данного показателя в покое и при работе, но и в снижении эффективности физиологических затрат на протяжении работы (постепенное учащение сердечного ритма при работе постоянной интенсивности).

Проведенный анализ изменений показателей кровяного артериального давления после мышечной нагрузки различной интенсивности выявил увеличение как систолического, так и диастолического давления крови у всех испытуемых подростков. Степень увеличения была различна и зависела от возраста (рис.5).

Увеличение диастолического давления было наиболее выраженным у 15-летних подростков. Если в покое оно равнялось  $73 \pm 3,9$  мм рт.ст., то на второй минуте восстановления после работы: мощностью 24 ватта  $85 \pm 2,1$  мм рт.ст.; мощностью 48 ватт -  $83 \pm 1,4$  мм рт.ст. и мощностью 77 ватт -  $92 \pm 5,0$  мм рт.ст. у 17-летних подростков эти величины были: в покое -  $64 \pm 4,5$  мм рт.ст. и в восстановительном периоде соответственно  $70,70$  и  $73$  мм рт.ст.. Наибольшее увеличение систолического давления отмечалось у подростков 17-ти лет. В покое оно было  $114 \pm 4,1$  мм рт.ст., в восстановительном периоде на 2-ой минуте после

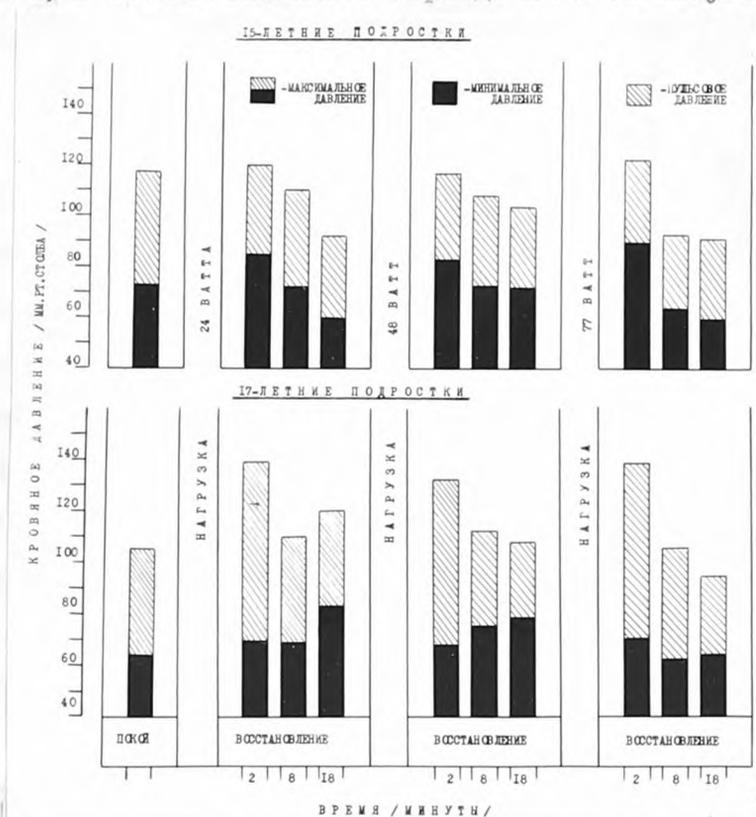


Рис.5. Величины показателей артериального давления: максимального, минимального, пульсового у подростка 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое и в восстановительном периоде на 2-ой, 8-ой минутах после нагрузок 24, 48 и 77 ватт по подъему и опусканию груза в заданном темпе (средние данные).

нагрузки мощностью 24 ватта - 140 мм рт.ст., мощностью 48 ватт - 135 мм рт.ст и 77 ватт - 140 мм рт.ст. (у 15-летних подростков эти величины были в покое - 117 мм рт.ст., в восстановительном периоде соответственно 120, 117, 125 мм рт.ст.).

Показатели пульсового давления указывали на то, что гораздо большее кровоснабжение работающих органов имеет место у подростков старшего возраста. На 2-ой минуте восстановительного периода после нагрузки показатель пульсового давления у 17-летних подростков был при работе мощностью 24 ватта 70 мм рт.ст., 48 ватт - 65 мм рт.ст., 77 ватт - 70 мм рт.ст.. У подростков 15-ти лет эти величины были соответственно 35, 36, 32 мм рт.ст..

Общей особенностью величин показателей артериального давления была независимость их от величины мощности нагрузки.

Характерные особенности состояния кровяного давления у подростков разного возраста в состоянии покоя и после выполнения мышечной нагрузки, вероятнее всего, обусловлены физиологическими особенностями регуляции сосудов, а также чисто анатомическим состоянием упруго-вязких свойств крупных артериальных сосудов. Так, наиболее выраженное увеличение диастолического давления у 15-летних подростков может указывать на большее эластичное напряжение стенок артерий, повышение сопротивления прекапиллярной системы, обусловленное состоянием центральной нервной системы и т.д.. Относительно большая частота сердечных сокращений у подростков младшего возраста также может влиять на величину диастолического давления.

Полученные нами данные не подтверждают распространенное в литературе мнение о независимости после рабочих изменений показателей кровообращения от возраста подростков (Л.И.Абросимова, 1957, и др.).

## 2. Состояние внешнего дыхания

При исследовании состояния работоспособности системы дыхания основное внимание уделяется физиологическому анализу явлений напряжения отдельных ее функций. Наибольший интерес представляет изучение состояния вентиляционной функции (С.А. Бакулин, 1959; В.П. Низовцев, 1963, и др.).

В.П. Низовцев отмечает более высокие показатели вентиляции в покое у здоровых юношей и подростков, что, по мнению автора, обусловлено возрастными особенностями и большей возбудимостью центров, чем у взрослых людей. По данным ряда исследователей (Н.А. Шалков, 1957, и др.) величина вентиляции тесно связана с тренированностью организма. При этом Н.А. Шалков указывает, что увеличение легочной вентиляции во время работы у тренированных подростков и юношей происходит в большей мере за счет роста глубины дыхания, у нетренированных — за счет частоты дыхания. Кора головного мозга оказывает "корректирующее" влияние на дыхание, обеспечивая адекватную выполняемой нагрузке легочную вентиляцию, темп и ритм дыхательных движений. По данным Г.В. Гедеванишвили (1965) юные спортсмены 15-16-ти лет (футболисты) обладают высокой приспособительной способностью дыхательного аппарата. Предварительно проделанная работа повышает произвольную максимальную вентиляцию легких (В.Е. Рыжкова, 1952, и др.). Это явление можно объяснить как некоторым расширением просвета бронхов под влиянием мышечной работы, которое, снижая их сопротивление воздуху, способствует повышению, газообмена при работе (Л.Л. Ишханов, 1965), так и изменением функционального состояния центральной нервной системы (М.В. Сергиевский, 1961; В.П. Низовцев, 1963, и др.).

Проведенное нами поэтапное исследование легочной вентиляции (табл.21,рис.6) показало, что средняя величина данного показателя у 15-летних подростков как до, так и во время работы (6-ая минута) превышает таковую подростков старшего

Таблица 21

ЛЕГОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ У ПОДРОСТКОВ 15 И 17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ 1-2 МИН ПОСЛЕ 3-х НАГРУЗОК ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПО ПОДЪЕМУ И ОПУСКАНИЮ ГРУЗА В ЗАДАННОМ ТЕМПЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ / И ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН В ВОЗРАСТНЫХ ГРУППАХ

ВОЗРАСТ	ПОКОЙ	1-ая НАГРУЗКА / 24 ВАТТ /		2-ая НАГРУЗКА / 48 ВАТТ /		3-я НАГРУЗКА / 77 ВАТТ /	
		РАБОТА / 6-ая МИНУТА /	ВОССТАНОВЛЕНИЕ / 20-ая МИНУТА /	РАБОТА / 6-ая МИНУТА /	ВОССТАНОВЛЕНИЕ / 20-я МИНУТА /	РАБОТА / 2-ая МИНУТА /	ВОССТАНОВЛЕНИЕ / 20-я МИНУТА /
15 - ЛЕТНИЕ	11,5 ± 2,2	24,0	7,0	28,9 ± 3,5	7,8 ± 1,2	33,0 ± 6,0	8,0 ± 1,0
17 - ЛЕТНИЕ	8,2 ± 0,6	22,5 ± 2,2	8,1 ± 1,2	27,0 ± 1,2	8,6 ± 0,9	30,4 ± 1,3	7,6 ± 1,4
P	0,1	> 0,7	> 0,6	> 0,3	0,6	< 0,05	< 0,9

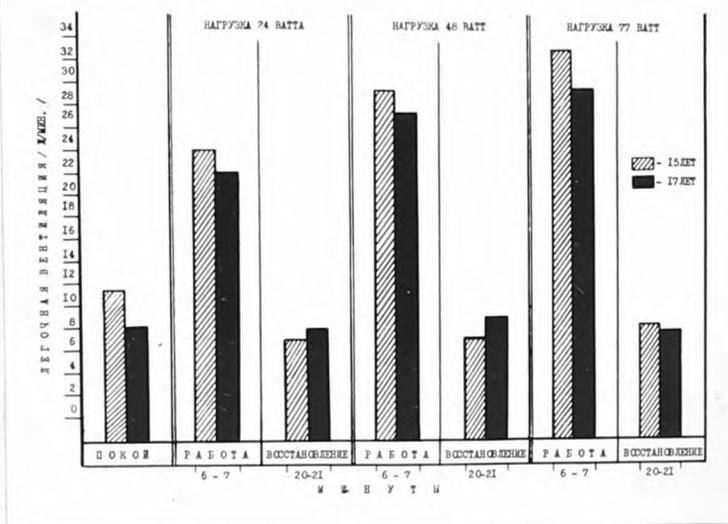


Рис.6. Легочная вентиляция у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития при работе возрастающей интенсивности по подъему и опусканию груза в заданном темпе (средние данные).

возраста. Так, в покое легочная вентиляция 15-летних равна  $11,5 \pm 2,2$  л/мин, 17-летних -  $8,2 \pm 0,6$  л/мин; на 6-ой минуте работы мощностью 24 ватта соответственно  $24$  и  $22,5 \pm 2,2$  л/мин, мощностью 48 ватт -  $28,9 \pm 3,5$  и  $27,0 \pm 1,2$  л/мин и мощностью 77 ватт -  $33,0 \pm 6,0$  и  $30,4 \pm 1,3$  л/мин. Таким образом, увеличение легочной вентиляции происходит соответственно интенсивности выполняемой работы. Степень увеличения зависит от возраста подростков: у подростков младшего возраста степень увеличения легочной вентиляции больше.

Следует отметить, что к 20-ой минуте восстановительного периода испытываемые подростки имеют практически одинаковую величину легочной вентиляции, которая только у 17-летних подростков равна исходной. Весьма вероятно, что относительно повышенная в состоянии покоя легочная вентиляция 15-летних подростков обусловлена их повышенной реактивностью (А.З. Колчинаская, 1961). Та же причина может лежать и в основе неадекватности реакции на величину мышечной работы. Так, при оценке индивидуальных данных обращает внимание изменение легочной вентиляции 15-летних подростков после второй по интенсивности мышечной нагрузки мощностью 48 ватт. При этой нагрузке у некоторых испытываемых подростков величина легочной вентиляции больше, чем при третьей нагрузке. Неадекватность реакции со стороны легочной вентиляции согласуется с такой же реакцией со стороны частоты пульса, что, очевидно, обусловлено функциональным единством центров дыхания и кровообращения (А.Д. Бирюков, 1946, и др.).

Относительно резкое увеличение легочной вентиляции у 15-летних подростков по сравнению с 17-летними при третьей

нагрузке - наиболее интенсивной по мощности (77 ватт), могло быть обусловлено также наличием гипоксемического состояния, которое выявляется по данным степени насыщения кислородом артериальной крови. Так, полученные нами результаты исследования степени насыщения крови кислородом (табл.22, рис.7) свидетельствуют о снижении данного показателя с увеличением тяжести нагрузки. У всех испытуемых подростков (на 2-ой минуте нагрузки мощностью 24 ватта 15-летние подростки имели степень насыщения крови кислородом -  $91,8 \pm 0,41\%$ , 17-летние -  $91,2 \pm 0,30\%$ ; при нагрузке мощностью 77 ватт соответственно  $90,0 \pm 1,41$  и  $89,6 \pm 0,48\%$ ) - степень снижения зависела от

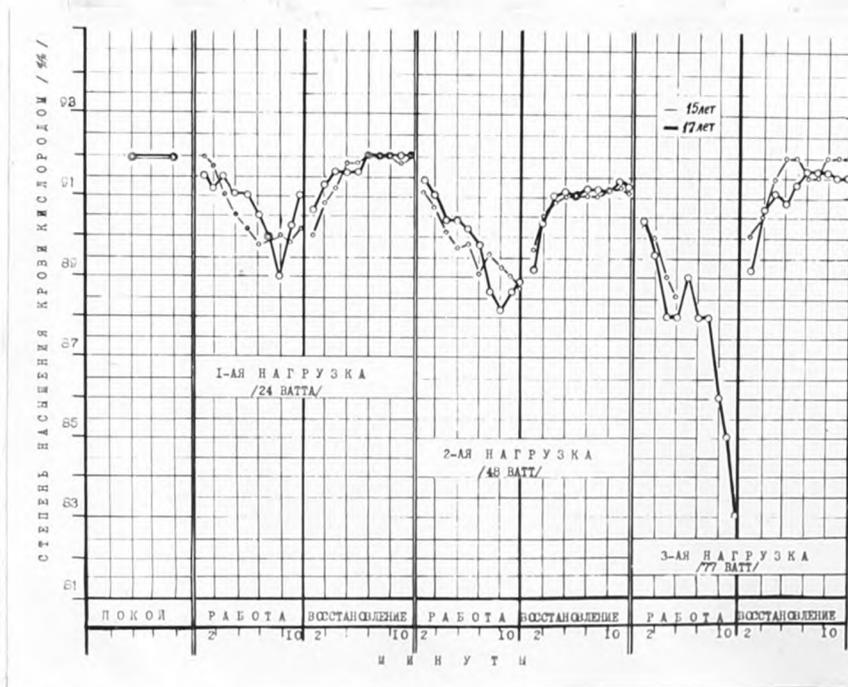


Рис.7. Динамика степени насыщения артериальной крови кислородом у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития при работе возрастающей интенсивности по подъему и опусканию груза в заданном темпе (средние данные).  
возраста. Старшие подростки выносили большую степень гипоксемии, чем младшие. На резкое снижение степени насыщения крови

Таблица 22

КОЭФИЦИЕНТ СРЕДНЕГО НАСЧЕТНОГО АРТЕРИАЛЬНОГО КРОВИ КИСЛОРОДА /% У ПОДРОСТКОВ 15-17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИ РАЗНЫХ ВОЗРАСТАХ  
КОЭФИЦИЕНТЫ ОТ ПОДРОБКУ В СКОБКАХ ПУГЛА В ЗАДАЧНОМ ТЕМЕ / СРЕДНИЕ ДАННЫЕ / И ДОСТОЙНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ МЕЖДУ ВОЗРАСТАМИ  
ГРУППАМИ

ЦЕЛЮМ ИССЛЕДОВАНИЕ	ПОКОЯ	РАБОТА										ВОССТАНОВЛЕНИЕ										
		1'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
24	15 ГРУППА	92,0	92,0 <sup>0,17</sup>	91,8 <sup>0,41</sup>	91,0 <sup>0,50</sup>	90,6 <sup>0,57</sup>	90,2 <sup>0,60</sup>	89,8 <sup>0,60</sup>	90,0 <sup>0,60</sup>	89,8 <sup>0,60</sup>	89,8 <sup>0,60</sup>	90,2 <sup>0,50</sup>	90,0 <sup>0,79</sup>	90,8 <sup>0,60</sup>	91,2 <sup>0,60</sup>	91,8 <sup>0,11</sup>	91,8 <sup>0,60</sup>	92,0 <sup>0,60</sup>	92,0 <sup>0,50</sup>	92,2 <sup>0,22</sup>	91,8 <sup>0,22</sup>	92,2 <sup>0,22</sup>
	17 ГРУППА	92,0	91,5 <sup>0,06</sup>	91,2 <sup>0,30</sup>	91,5 <sup>0,06</sup>	91,0 <sup>0,47</sup>	91,0 <sup>0,47</sup>	90,5 <sup>0,73</sup>	90,0 <sup>1,2</sup>	89,0 <sup>2,5</sup>	90,3 <sup>1,07</sup>	91,0 <sup>0,70</sup>	90,6 <sup>0,81</sup>	91,3 <sup>0,30</sup>	91,6 <sup>0,40</sup>	91,6 <sup>0,4</sup>	91,6 <sup>0,40</sup>	92,0	92,0	92,0	92,0	92,0
	F	-	F > 0,2	F < 0,3	F = 0,4	F < 0,6	F = 0,2	F > 0,4	-	F < 0,9	F < 0,9	F < 0,02	F < 0,01	F < 0,01	F > 0,6	F < 0,8	F > 0,5	-	-	F < 0,5	F < 0,6	F < 0,6
48	15 ГРУППА	92,0	91,1 <sup>0,38</sup>	90,6 <sup>0,30</sup>	90,1 <sup>0,3</sup>	89,6 <sup>0,30</sup>	89,8 <sup>0,30</sup>	89,1 <sup>0,27</sup>	89,5 <sup>0,20</sup>	89,1 <sup>0,18</sup>	89,0	88,6 <sup>0,30</sup>	89,6 <sup>0,54</sup>	90,5 <sup>0,42</sup>	90,8 <sup>0,42</sup>	91,0 <sup>0,10</sup>	91,0 <sup>0,40</sup>	91,0 <sup>0,10</sup>	91,1 <sup>0,40</sup>	91,1 <sup>0,40</sup>	91,3 <sup>0,36</sup>	91,1 <sup>0,43</sup>
	17 ГРУППА	92,0	91,6 <sup>0,27</sup>	91,0 <sup>0,30</sup>	90,4 <sup>0,20</sup>	90,4 <sup>0,40</sup>	90,2 <sup>0,5</sup>	89,8 <sup>0,52</sup>	88,6 <sup>0,90</sup>	88,2 <sup>1,08</sup>	88,6 <sup>0,75</sup>	88,6 <sup>0,90</sup>	89,2 <sup>0,70</sup>	90,4 <sup>0,50</sup>	91,0 <sup>0,70</sup>	91,2 <sup>0,64</sup>	91,0 <sup>0,70</sup>	91,2 <sup>0,60</sup>	91,2 <sup>0,70</sup>	91,2 <sup>0,70</sup>	91,4 <sup>0,70</sup>	91,2 <sup>0,56</sup>
	F	-	F > 0,4	F < 0,3	F < 0,5	F > 0,1	F > 0,1	F > 0,1	F = 0,3	F > 0,3	F = 0,3	F > 0,7	F = 0,7	F < 0,9	F = 0,8	F = 0,1	-	F = 0,6	F = 0,9	F = 0,9	F < 0,9	F = 0,9
77	15 ГРУППА	92,0	90,6 <sup>0,40</sup>	90,0 <sup>1,41</sup>	89,0 <sup>1,40</sup>	88,5 <sup>2,10</sup>	-	-	-	-	-	-	90,0 <sup>1,40</sup>	90,5 <sup>0,70</sup>	91,5 <sup>0,70</sup>	92,0	92,0	91,5	91,5 <sup>0,70</sup>	92,0	92,0	92,0
	17 ГРУППА	92,0	90,4 <sup>0,70</sup>	89,6 <sup>0,46</sup>	88,0 <sup>1,20</sup>	88,0 <sup>0,70</sup>	89,0	88,0	88,0	86,0	85,0	83,0	89,2 <sup>0,5</sup>	90,6 <sup>0,5</sup>	91,0 <sup>0,90</sup>	90,8 <sup>0,6</sup>	91,4 <sup>0,45</sup>	91,8 <sup>0,25</sup>	91,5 <sup>0,29</sup>	91,6 <sup>0,50</sup>	91,5 <sup>0,70</sup>	91,5 <sup>0,20</sup>
	F	-	F > 0,8	F > 0,7	F < 0,2	F < 0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

кислородом во время выполнения мышечных упражнений с элементами силовых и статических усилий указывает А.В.Мартынова (1962).

Отмечаемое у испытуемых подростков снижение степени насыщения крови кислородом под влиянием мышечной нагрузки может быть вызвано различными причинами. Однако, оно в первую очередь свидетельствует о недостаточной координации деятельности систем дыхания и кровообращения. Весьма вероятно, что мышечная нагрузка максимальной интенсивности создает в этом отношении наибольшие трудности для функционального состояния центральной нервной системы подростков.

### 3. Состояние двигательного аппарата

Исследование функционального состояния двигательного анализатора под влиянием возрастающей по интенсивности мышечной нагрузки интересно в том отношении, что может способствовать выявлению механизма адаптации подросткового организма. Как известно, следы в центральной нервной системе, оставшиеся после выполнения мышечной работы, постепенно ослабевая, сохраняются значительно дольше восстановления других функций. К.М.Смирнов (1961) считает, что именно у подростков исключительно велико значение следов рабочего возбуждения в нервных центрах. Некоторыми авторами (В.М.Лейник, 1947, 1951; В.Н.Тимофеев, 1955, и др.) было отмечено ряд фаз, через которые проходят постепенно угасающие следы предшествовавшей работы. Физиологические сдвиги при последующей работе зависят от характера их влияния.

Полученные нами результаты исследования возбудимости нервно-мышечного аппарата правой руки подростков со всей убедительностью подчеркивают роль возрастного фактора в характере ответных реакций организма на возрастающую по интенсивности мышечную нагрузку. Как видно на таблице 23, при нагрузке мощностью 24 ватта на фоне резкого уменьшения средней величины хронаксии по сравнению с покоем у 15-летних подростков отмечается незначительное увеличение показателя реобазы (реобазы: покой -  $2,0 \pm 0,4$  вольта, после первой нагрузки -  $2,2 \pm 0,4$  вольта; хронаксия соответственно  $0,21 \pm 0,03$  мсек и  $0,16 \pm 0,02$  м.сек), что может свидетельствовать о

Таблица 23

ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХРОНАКСИИ И РЕОБАЗЫ ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У 15-ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ И В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ 1-2 МИН. ПОСЛЕ ТРЕХ НАГРУЗОК ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПО ПОДЪЕМУ И ОПУСКАНИЮ ГРУЗА

п/п	ИСПЫТУЕМЫЕ	ПОКОЙ		1-АЯ НАГРУЗКА 24 ВАТТА		2-АЯ НАГРУЗКА 48 ВАТТ		3-Я НАГРУЗКА 77 ВАТТ	
		РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ
1	Т -В	1,5	0,19	2,0	0,30	1,6	0,30	-	-
2	Т -В	2,0	0,40	3,0	0,20	4,3	0,30	3,1	0,45
3	М -В	0,9	0,20	0,8	0,16	0,9	0,20	0,8	0,30
4	Т -Н	4,0	0,16	3,6	0,09	4,5	0,10	3,6	0,20
5	Л -В	0,7	0,25	0,7	0,20	-	-	-	-
6	К -Н.	2,1	0,19	1,8	0,16	2,4	0,25	2,0	0,32
7	К -Н	2,9	0,12	3,6	0,08	4,1	0,9	-	-
СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА		2,0	0,21	2,2	0,16	2,9	0,21	2,3	0,31
СРЕДНЕЕ КВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ		1,1	0,09	1,1	0,07	1,5	0,09	1,2	0,1
СРЕДНЯЯ ОШИБКА СРЕДНЕЙ ВЕЛИЧИНЫ		$\pm 0,4$	$\pm 0,03$	$\pm 0,4$	$\pm 0,02$	$\pm 0,6$	$\pm 0,03$	$\pm 0,6$	$\pm 0,05$

повышении возбудимости нервно-мышечного аппарата. После выполнения второй нагрузки (48 ватт) отмечалось понижение возбудимости (после нагрузки величина реобазы -  $2,9 \pm 0,6$  вольт, хронаксии -  $0,21 \pm 0,03$  м.сек.). Третья нагрузка вызывает совершенно особые изменения показателей возбудимости и лабиль-

ности двигательного анализатора: величина хронаксии резко возрастает ( на 47% по отношению к исходу) при одновременном возрастании порога возбудимости, чего не наблюдалось после предшествующих нагрузок. Так, величина показателя двигательной хронаксии у 15-летних подростков после нагрузки мощностью 77 ватт составляла  $0,31 \pm 0,05$  м.сек при реобазе  $2,3 \pm 0,6$  вольт.

Как видно на таблице 24, у 17-летних подростков не наблюдается особых сдвигов хронаксии под влиянием первых двух нагрузок (покой -  $0,13 \pm 0,006$  м.сек, после первой нагрузки -  $0,12 \pm 0,009$  м.сек, после второй нагрузки -  $0,15 \pm 0,01$  м.сек), зато снижается величина реобазы (покой -  $18,0 \pm 1,4$

Таблица 24

ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХРОНАКСИИ И РЕОБАЗЫ ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У 17-ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ И В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ 1-2 МИН. ПОСЛЕ ТРЕХ НАГРУЗОК ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПО ПОДЪЕМУ И ОПУСКАНИЮ ГРУЗА

п/п	ИСПЫТУЕМЫЕ	ПОКОЙ		1-АЯ НАГРУЗКА 24 ВАТТА		2-АЯ НАГРУЗКА 48 ВАТТ		3-Я НАГРУЗКА 77 ВАТТ	
		РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ	РЕОБАЗА	ХРОНАКСИЯ
1	П-В	24	0,15	20	0,15	22	0,15	23	0,15
2	К-Н	14	0,10	11	0,10	17	0,10	16	0,12
3	В-В	15	0,11	14	0,10	13	0,09	15	0,12
4	Г-В	20	0,19	19	0,10	-	-	-	-
5	Г-В	15	0,13	14	0,12	14	0,18	19	0,20
6	Г-В	15	0,15	14	0,13	14	0,20	17	0,21
7	К-В	15	0,13	14	0,09	15	0,11	18	0,16
8	О-В	24	0,15	21	0,15	22	0,15	24	0,18
СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА		18	0,13	16	0,12	17	0,15	18	0,16
СРЕДНЕЕ КВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ		4,2	0,017	3,6	0,024	3,7	0,03	3,5	0,03
СРЕДНЯЯ ШИБКА СРЕДНЕЙ ВЕЛИЧИНЫ		$\pm 1,4$	$\pm 0,006$	$\pm 1,2$	$\pm 0,009$	$\pm 1,3$	$\pm 0,01$	$\pm 1,3$	$\pm 0,01$

вольта, после первой нагрузки -  $16,0 \pm 1,2$  вольта, после второй нагрузки -  $17,0 \pm 1,3$  вольта). Третья нагрузка вызывает повышение обоих показателей: увеличивается порог возбудимости и повышается скорость возникновения возбуждения по сравнению с предыдущей нагрузкой. Относительно большим повышением воз-

будимости под влиянием первой нагрузки и ее резким снижением под влиянием третьей нагрузки, очевидно, можно объяснить особенности выше указанных функциональных сдвигов со стороны показателей вегетативной нервной системы у 15-летних подростков по сравнению с 17-летними.

Таким образом, подъем и опускание груза, являясь элементом любой производственной нагрузки, характеризуется определенными биомеханическими закономерностями, которые находят свое отражение и в функциональных изменениях. Использование приема возрастающих нагрузок мощностью 24, 48 и 77 ватт показало, что в жестком режиме работы работоспособность подростков младшего возраста резко ограничена. При одинаковом объеме работы большая напряженность физиологических функций находит выражение уже при выполнении наиболее легкой работы.

Низкая работоспособность выражается в большей напряженности физиологических функций (частота пульса, частота дыхания, кровяное давление, степень насыщения артериальной крови кислородом и т.д.), в фазности изменения центральной нервной системы. Обращает на себя внимание резкая неактивность физиологических реакций, отсутствие устойчивого состояния, как условия длительного поддержания физиологических функций на определенном уровне, затрудненность в восстановительных сдвигах и т.д.

Б. Работа на велоэргометре  
с различной мощностью

На преимущества велоэргометра как весьма удобного способа дозирования физической нагрузки при проведении физиологических исследований в лабораторных условиях, указывают многочисленные зарубежные и отечественные исследователи (Райхман, 1940 (REICHMAN) ; Цорн, 1943 (ZORN) ; А.И.Ройтбак<sup>1954</sup> и В.В.Товаркиладзе, 1962, КХХ; Е.В.Логинава, 1957; М.Е.Маршак, 1961, и др.). Мы использовали велоэргометр в качестве модели для создания такой дозируемой по интенсивности физической нагрузки, которая существенно отличалась бы по сочетанию элементов статики и динамики от физической нагрузки при подъеме и опускании груза (в первом случае - динамическая нагрузка на тазовый пояс, статическая - на плечевой; во втором - наоборот). Это позволило бы проследить зависимость физиологических сдвигов от характера физической работы и участия в этой работе тех или иных групп мышц.

Был проведен детальный анализ рабочих и восстановительных сдвигов со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития при возрастающих по интенсивности мышечных нагрузках мощностью 45, 110 и 165 ватт. Возбудимость и лабильность двигательного и зрительного анализатора исследовалась в восстановительный период не только у подростков, но и у взрослых.

1. Состояние сердечно-сосудистой системы.

При выполнении работы на велоэргометре наиболее значительные изменения наблюдались со стороны частоты пульса (табл.25, рис.8). Под влиянием первой нагрузки (45 ватт) частота пульсовых ударов неуклонно повышалась и достигла

СРЕДНЯЯ ВЕЛИЧИНА ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА У ПОДРОСТКОВ 15 И 17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ, ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ И В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ 3-х ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ ПРИ ЗАДАННОМ ТЕМПЕ И ДЕСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН МЕЖДУ ВОЗРАСТНЫМИ ГРУППАМИ

ПОКАЗАТЕЛЬ	ЧАСТОТА ПУЛЬСА						
	45 ВАТТ			110 ВАТТ			
МОЩНОСТЬ РАБОТЫ	15 ЛЕТ	17 ЛЕТ		15 ЛЕТ	17 ЛЕТ		
ВОЗРАСТ ИСПЫТУЕМЫХ	15 ЛЕТ	17 ЛЕТ		15 ЛЕТ	17 ЛЕТ		
ПОКОЯ	77 ± 4,7	71 ± 2,2	P = 0,2	77 ± 4,7	71 ± 2,2	P = 0,2	
РАБОТА	1'	130 ± 8,6	96	—	145 ± 7,3	132	—
	2'	130 ± 6,4	114 ± 8,4	—	144 ±	144	—
	3'	143 ± 7,7	114 ± 8,4	—	165 ± 6,6	144	—
	4'	138 ± 5,8	108	—	156 ±	150 ± 8,4	—
	5'	136 ± 6,2	114 ± 8,4	—	162 ±	150	—
	6'	135 ± 6,5	114 ± 8,4	—	171 ± 5,5	150	—
	7'	138 ± 7,4	108	—	170 ± 9,8	156	—
	8'	140 ± 5,5	108	—	175 ± 7,7	150 ± 8,4	—
	9'	134 ± 5,2	108	—	180 ± 9,4	156	—
	10'	144 ± 8,5	114 ± 8,4	—	184 ± 9,0	150 ± 8,4	—
ВОССТАНОВЛЕНИЕ	1'	101 ± 5,7	90 ± 3,9	P > 0,05	139 ± 7,0	113 ± 4,1	P > 0,01
	2'	94 ± 4,3	82 ± 3,4	P = 0,1	116 ± 5,7	100 ± 4,2	P > 0,05
	3'	93 ± 4,6	83 ± 3,0	P = 0,05	110 ± 5,2	96 ± 3,1	P < 0,01
	4'	90 ± 4,2	79 ± 2,8	P < 0,1	106 ± 4,8	92 ± 2,7	P < 0,02
	5'	90 ± 6,0	79 ± 2,6	P < 0,1	104 ± 5,2	92 ± 2,8	P < 0,05
	6'	87 ± 5,5	77 ± 2,8	P < 0,1	104 ± 5,0	88 ± 2,6	P < 0,01
	7'	80 ± 3,2	78 ± 2,9	P = 0,6	102 ± 6,2	88 ± 2,3	P < 0,01
	8'	84 ± 5,6	77 ± 2,3	P < 0,2	97 ± 3,8	85 ± 2,5	P < 0,01
	9'	81 ± 4,9	76 ± 2,2	P < 0,3	97 ± 5,3	85 ± 2,3	P = 0,03
	10'	84 ± 5,1	76 ± 2,2	P < 0,2	99 ± 5,1	82 ± 2,7	P < 0,01

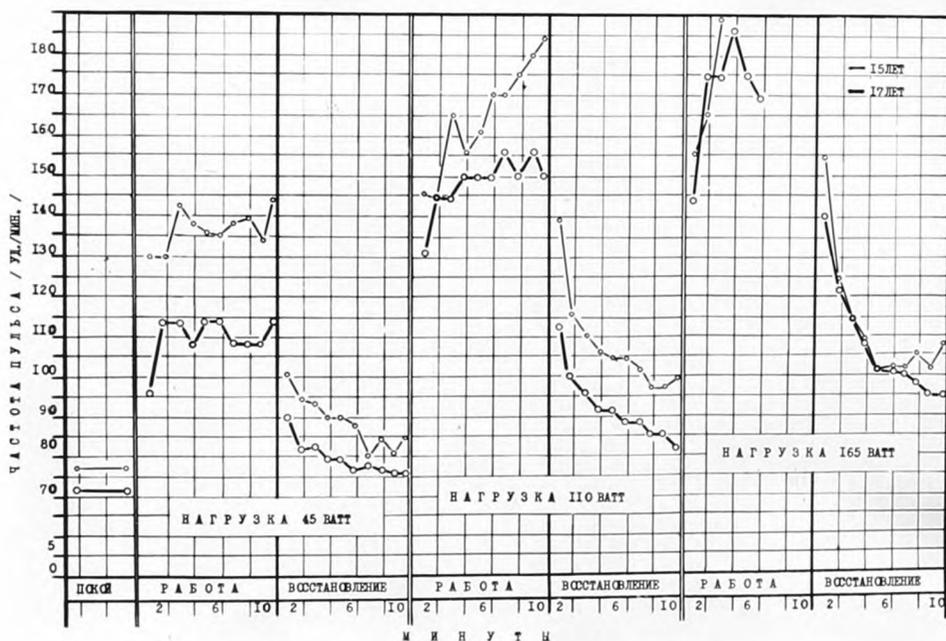


Рис.8. Динамика частоты пульса у подростков 15 и 17-ти лет среднего физического развития при возрастающей по интенсивности работе на велоэргометре (средние данные).

наибольшей величины у подростков младшего возраста. Так, частота пульса 15-ти летних подростков была в покое в среднем  $77 \pm 4,7$  ударов в минуту, во время выполнения работы на 2-ой минуте -  $130 \pm 6,4$ ; на 6-ой минуте -  $135 \pm 6,5$ ; на 10-ой минуте -  $144 \pm 8,5$  ударов в минуту.

У 17-летних подростков частота пульса была в покое -  $71 \pm 2,2$  удара в минуту, во время работы соответственно  $114 \pm 8,4$ ;  $114 \pm 8,4$  и  $114 \pm 8,4$  удара в минуту, т.е. наступало устойчивое состояние данного показателя.

В период восстановления соотношение абсолютных величин частоты пульса у испытуемых разного возраста не меняется. В первую минуту восстановительного периода частота пульса у 15-летних подростков в среднем достигает  $101 \pm 5,7$  ударов в минуту, у 17-летних -  $90 \pm 3,9$ ; на третьей минуте соответственно  $93 \pm 4,6$  и  $83 \pm 3,0$ ; на восьмой минуте -  $84 \pm 5,6$  и  $77 \pm 2,3$  удара в минуту. Скорость восстановления данного показателя относительно больше у подростков старшего возраста.

С увеличением тяжести физической нагрузки до 110 ватт характер функциональных изменений со стороны частоты пульса не меняется. Повышается лишь уровень абсолютной величины частоты пульса. Так, на десятой минуте работы у 15-летних подростков максимальная частота пульса достигает  $184 \pm 19,0$  ударов в минуту, у 17-летних подростков -  $150 \pm 8,4$  удара в минуту. На первой минуте восстановительного периода частота пульса была соответственно равна  $139 \pm 7,0$  и  $113 \pm 4,1$  ударов в минуту; на третьей минуте -  $110 \pm 5,2$  и  $96 \pm 3,1$ ; на восьмой минуте -  $97 \pm 3,8$  и  $85 \pm 2,5$  ударов в минуту. Период восстановления у 15-летних подростков затягивается до 40 минут, у 17-летних - до 29 минут.

При третьей нагрузке на велоэргометре (165 ватт) частота пульса у 15-летних подростков достигла  $189 \pm 15,0$  ударов в минуту. Длительность нагрузки - в среднем три минуты. 17-летние подростки выполняли ту же нагрузку в среднем шесть минут. Частота пульса у них на третьей минуте достигла  $174 \pm 6,0$  ударов в минуту, на шестой - 168 ударов в минуту. Резкое увеличение частоты пульса у подростков старшего возраста происходило до четвертой минуты, а затем до конца работы наблюдалось некоторое снижение этой величины. Последнее возможно обусловлено увеличением ударного объема сердца в связи с адаптацией организма к повышенной мышечной нагрузке.

Несмотря на различную длительность выполнения третьей нагрузки подростками 15-ти и 17-ти лет период восстановления данного показателя был у них практически одинаков.

Таким образом, для подростков младшего возраста по сравнению с подростками старшего возраста характерна повышенная частота пульса и более резкое возрастание ее при увеличении интенсивности нагрузки. У 15-летних подростков отмечалось закономерное увеличение показателя до момента окончания работы. У 17-летних подростков выявляется наступление устойчивого состояния. Период восстановления данного показателя был явно удлинен у подростков младшего возраста.

Исследованные в восстановительный период показатели артериального кровяного давления свидетельствуют о неодинаковом влиянии тяжести нагрузки на состояние кровообращения подростков разного возраста. В.М.Волков (1961) отмечает наименьшее увеличение показателей дыхания и кровообращения и наименьшую длительность восстановительного периода у детей 11-12 лет по сравнению с 15-17-летними подростками, что автор объясняет

более высокими показателями исходных данных у подростков младшего возраста.

В наших исследованиях после первой нагрузки на 5,15 и 25-ой минутах восстановительного периода максимальное кровяное давление у 15-летних подростков было равно  $102 \pm 7,3$ ,  $102 \pm 5,5$  и  $100$  мм рт.ст. (в покое -  $106 \pm 6,1$  мм рт.ст.). У 17-летних подростков максимальное кровяное давление соответственно было  $103 \pm 5,4$ ,  $100 \pm 7,1$  и (в покое -  $105 \pm 2,1$  мм рт.ст.). После второй нагрузки 15-летние подростки имели кровяное давление соответственно  $105 \pm 4,2$ ,  $99 \pm 6,4$ ,  $104 \pm 5,6$  мм рт.ст., 17-летние -  $112 \pm 8,4$ ,  $105 \pm 9,8$  и  $102 \pm 10,6$  мм рт.ст.. После третьей нагрузки систолическое кровяное давление повышалось и составляло на 5,15 и 25-ой минутах восстановительного периода в среднем у 15-летних подростков  $114 \pm 12,4$ ,  $103 \pm 3,1$  и  $95 \pm 4,2$  мм рт.ст., а у 17-летних соответственно  $107 \pm 7,1$ ,  $101 \pm 1,4$  мм рт.ст.. и  $103 \pm 7,1$  мм рт.ст.

Диастолическое артериальное давление крови у подростков младшего возраста по сравнению со старшими снижалось более интенсивно по мере увеличения тяжести нагрузки и было на 5-ой минуте восстановительного периода: после первой нагрузки -  $64 \pm 5,8$ , после второй -  $57 \pm 13,7$ , после третьей -  $44 \pm 4,8$  мм рт.ст. (при исходной величине в состоянии покоя -  $69 \pm 6,0$  мм рт.ст.). У 17-летних подростков величина диастолического давления на 5-ой минуте восстановительного периода составляла: после первой нагрузки -  $57 \pm 5,6$ , после второй -  $75 \pm 7,1$  и после третьей -  $60 \pm 14,1$  мм рт.ст. (при исходной величине давления -  $64 \pm 9,1$  мм рт.ст.).

Среднее пульсовое давление резко увеличивалось с уменьшением диастолического давления особенно у 15-летних подростков.

После третьей нагрузки оно составляло на 5,15 и 25-ой минутах восстановительного периода -  $70 \pm 5,7$ ,  $54 \pm 2,0$  и  $41 \pm 2,9$  мм рт.ст (покой -  $37 \pm 7,5$  мм рт.ст.). У подростков старшего возраста незначительное повышение среднего пульсового давления в восстановительном периоде сменяется неуклонным его снижением.

Так, после третьей нагрузки на 5,15 и 25-ой минутах среднее пульсовое давление было равно:  $47 \pm 2,2$ ,  $26 \pm 2,8$  мм рт.ст.

Таким образом, наблюдаемые изменения со стороны показателей кровяного давления свидетельствуют о неблагоприятных сдвигах в организме. По мнению некоторых авторов (Э.С.Рутенбург, 1955, и др.), подобные изменения со стороны кровяного давления указывают на депрессивное состояние центров, регулирующих тонус сердечно-сосудистой системы. Только этим можно объяснить резкое снижение диастолического давления у подростков младшего возраста особенно после третьей нагрузки, сопровождающееся ростом пульсовой амплитуды. Снижение кровяного давления можно расценивать также как приспособление сердечно-сосудистой системы к значительным нагрузкам, поскольку пониженный тонус сосудов облегчает работу сердца (А.Н.Крестовников, 1951).

## 2. Состояние внешнего дыхания

Состояние функций внешнего дыхания оценивалось по показателям частоты дыхания и объемов легочной вентиляции.

Частота дыхания (рис.9), подобно частоте пульса, у 15-летних подростков существенно увеличена как в покое (15-летние -  $21 \pm 2,4$  и 17-летние -  $16 \pm 1,4$  дыханий в минуту),

так и в восстановительном периоде.

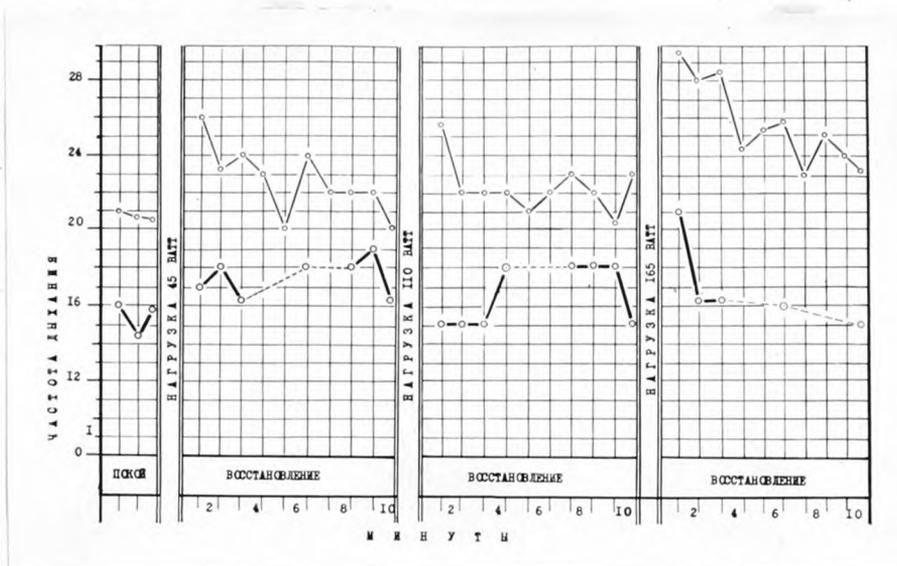


Рис.9. Динамика частоты дыхания у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития при возрастающей по интенсивности работе на велоэргометре (средние данные). 15-летние подростки - тонкая линия, 17-летние подростки - утолщенная линия.

После первой нагрузки у 15-летних подростков частота дыхания на 1-ой, 2-ой и 8-ой минутах равнялась  $26 \pm 4,0$ ,  $23 \pm 3,1$ ,  $22 \pm 2,4$  в минуту, у 17-летних -  $17 \pm 6,0$ ,  $18 \pm 6,0$ ,  $18$  в минуту; после второй нагрузки у 15-летних -  $26 \pm 3,3$ ,  $22 \pm 3,8$ ,  $22 \pm 2,4$  и у 17-летних подростков -  $15 \pm 3,0$ ,  $15 \pm 3,0$ ,  $18$  дыханий в минуту; после третьей нагрузки эти величины были соответственно  $29 \pm 3,8$ ,  $28 \pm 3,4$ ,  $25 \pm 1,4$  и  $21 \pm 3,0$ ,  $16 \pm 1,4$  в минуту.

Таким образом, у подростков младшего возраста отмечаются неадекватные реакции со стороны частоты дыхания уже на величину первой, наиболее легкой нагрузки. После выполнения третьей нагрузки частота дыхания у 15-летних подростков превышает частоту дыхания у 17-летних подростков почти на 40%. В восстановительный период особенно после третьей нагрузки у 15-

летних подростков наблюдается ступенеобразный ход кривой частоты пульса, когда после рабочего подъема кривая опускается книзу неравномерно, а задерживается по несколько минут на одних и тех же цифрах. 17-летним подросткам не свойственен этот ход кривой. Подобные изменения со стороны вегетативных функций (частота пульса) у подростков 16-18 лет наблюдали в восстановительный период после тяжелой работы в горячих цехах (Э.С.Рутенбург, 1955).

Легочная вентиляция во время работы не исследовалась. Исследования ее проводили в восстановительный период. Данный показатель (табл.26, рис.10) практически не зависел от возраста подростков при выполнении ими возрастающей по интенсивности мышечной нагрузки на велоэргометре. Так, за первые две минуты восстановительного периода после первой нагрузки (45 ватт) объем дыхания был равен у 15-летних подростков  $11,7 \pm 0,5$  л/мин у 17-летних -  $12,6 \pm 0,9$  л/мин. После второй нагрузки (110 ватт) вентиляция соответственно равнялась  $17,1 \pm 5,7$  и  $16,6 \pm 4,2$  л/мин. После третьей нагрузки (165 ватт) -  $25,9 \pm 2,4$  и  $25,7 \pm 1,5$  л/мин.. На девятой минуте восстановительного периода минутный объем дыхания возвращался к исходному состоянию (исключение - 15-летние испытуемые, третья нагрузка). Следует отметить и тот факт, что величина легочной вентиляции в восстановительном периоде у 15-летних подростков уже после третьей минуты нагрузки достигла величины, отмеченной у 17-летних подростков только после шестой минуты работы. Это указывает на явное напряжение функции дыхания у 15-летних подростков во время тяжелой работы. Об этом повышении напряжения дыхания говорит и динамика частоты дыхания. Более частое дыхание у 15-летних подростков может быть обусловлено особым состоянием повышенной возбудимости дыхательного центра, находящегося под

СРЕДНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ У ПОДРОСТКОВ 15 И 17 ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ И В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ НА 1-ой, 9-ой и 19-ой МИНУТАХ ПОСЛЕ 3-х НАГРУЗОК ВОЗРАСТАЮЩЕЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ ПРИ ЗАДАННОМ ТЕМПЕ И ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН МЕЖДУ ВОЗРАСТНЫМИ ГРУППАМИ

ПОКАЗАТЕЛЬ		ЛЕГОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ / Л/МИН /									
МОЩНОСТЬ РАБОТЫ		45 ВАТТ			110 ВАТТ			165 ВАТТ			
ВОЗРАСТ ИСПЫТУЕМЫХ		15	17		15	17		15	17		
ПОКОИ		8,5 ± 0,5	7,8 ± 0,5	P > 0,3	8,5 ± 0,5	7,8 ± 0,5	P > 0,3	8,5 ± 0,5	7,8 ± 0,5	P > 0,3	
	ВОССТАНОВЛЕНИЕ	1'	11,7 ± 0,5	12,6 ± 0,9	P = 0,6	17,1 ± 5,7	16,6 ± 4,2	P > 0,9	25,9 ± 2,4	25,7 ± 1,5	-
		9'	8,1 ± 0,8	7,5 ± 0,5	P = 0,1	8,3 ± 1,1	8,1 ± 0,5	P > 0,9	9,3 ± 1,1	8,0 ± 0,7	-
		19'	8,8 ± 1,3	7,2 ± 1,3	P = 0,2	10,6 ± 2,7	8,3 ± 1,5	P > 0,6	13,1 ± 4,2	7,8 ± 0,7	-

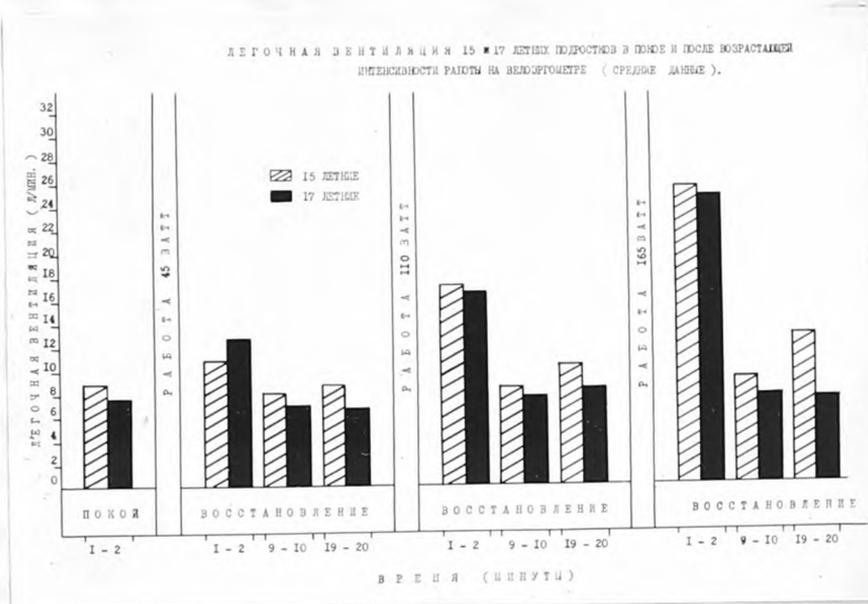


Рис.10. Легочная вентиляция у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое и после возрастающей по интенсивности нагрузки на велоэргометре мощностью 45, 110 и 165 ватт (средние данные).

влиянием выше и ниже расположенных отделов центральной нервной системы, в том числе и ретикулярной формации (А.И.Смирнов, 1936, и др.).

Таким образом, при выполнении мышечной нагрузки возрастающей интенсивности мощностью от 45 до 165 ватт нам удалось выявить у подростков разного возраста весьма большие различия в способности систем кровообращения и дыхания приспособляться к этим изменяющимся условиям работы. Если у 17-летних подростков удавалось отметить явления *steady state*, меньшие изменения величины физиологических показателей в ответ на возрастающие нагрузки и более быстрое восстановление (что говорит о хорошей приспособляемости организма), то у подростков 15-ти лет наблюдались неадекватно разные изменения отдельных физиологических показателей (частота пульса, частота дыхания, объем легочной вентиляции) без явлений *steady state* на протяжении работы и замедленное восстановление.

### 3. Состояние двигательного аппарата

Исследуя функциональные возможности подросткового организма, мы основывались на принципе его целостности, взаимосвязи и взаимообусловленности различных его систем в процессе обеспечения адекватной реакции на внешний раздражитель. Любое целенаправленное движение включает в свое осуществление весь организм и несет в себе элементы доминанты (А.С.Батуев, 1963; Ю.М.Уфлянд, 1965, и др.). При мышечной нагрузке доминантными становятся центры, обладающие повышенной возбудимостью. В силу тесных межанализаторских отношений двигательного аппарата и зрения (В.С.Кравков, 1949, и др.) представляло большой интерес проследить конкретную взаимосвязь между двигательной и зрительной системами при возрастающей по интенсивности мы -

печной нагрузке. Полученные данные могли послужить дополнительными критериями допустимости мышечной нагрузки для подростков разного возраста.

Сопряженные реакции указанных анализаторов при мышечной работе изучали ряд авторов (В.С.Фарфель, 1961; П.О.Макаров, 1934; Э.М.Золина, Т.Н.Павлова, 1958, и др). Получены однотипные изменения моторной и оптической хронаксии, свидетельствующие о ведущей роли центральной нервной системы в изменении возбудимости мышц в процессе их деятельности. По данным В.В.Васильевой, Э.Б.Коссовской, А.Н.Крестовникова (1953), Ю.М.Уфлянда (1941) и других состояние зрительного и двигательного анализаторов зависело от интенсивности и длительности мышечной нагрузки.

Исследование нервно-мышечного аппарата рук подростков при производственном обучении (С.И.Крапивинцева и Н.Н.Малинская, 1960) выявило снижение лабильности его к концу рабочего дня и рабочей недели.

Полученные нами в состоянии относительного покоя средние величины реобазы и хронаксии двигательного анализатора подростков превышали таковые взрослых испытуемых (исключение - двигательная хронаксия взрослых, табл. 27, 28, 29; рис.11,12). Так, у подростков 15-ти лет двигательная реобаза была  $16,3 \pm 0,99$  вольт; 17-ти лет -  $16,8 \pm 1,33$  вольт, у взрослых -  $13,2 \pm 0,45$  вольт; двигательная хронаксия соответственно  $0,12 \pm 0,023$  мсек;  $0,022 \pm 0,009$  мсек;  $0,042 \pm 0,003$  мсек.

Увеличение нагрузки по-разному влияло на величину показателей возбудимости двигательного анализатора у подростков разного возраста и взрослых испытуемых. После первой нагрузки (45 ватт) реобаза двигательного анализатора подростков снижалась, достигая у 15-летних  $15,7 \pm 0,63$  вольт, у 17-летних -  $16,2 \pm 1,08$  вольт. У взрослых этот показатель не изменил своей

Таблица

ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН РЕОБАЗЫ И ХРОНАКСИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У 15-ТИ ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ВЗРОСЛЫХ В ПОКОЕ НА 1,5, 10, 15 И 20-ой МИНУТАХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ

ВОЗРАСТ	ПОКОЕ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ														
		ПОСЛЕ 1-ой НАГРУЗКИ (45 ВАТТ)					ПОСЛЕ 2-ой НАГРУЗКИ (110 ВАТТ)					ПОСЛЕ 3-ей НАГРУЗКИ (165 ВАТТ)				
		1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*
РЕОБАЗА /ВОЛЬТЫ/																
15 ЛЕТНИЕ	16,3 $\pm$ 0,99	15,7 $\pm$ 0,63	15,0 $\pm$ 0,92	13,9 $\pm$ 0,61	14,4 $\pm$ 0,99	15,1 $\pm$ 0,88	15,5 $\pm$ 0,93	15,0 $\pm$ 0,90	15,0 $\pm$ 0,88	13,0 $\pm$ 0,68	14,1 $\pm$ 0,79	15,8 $\pm$ 1,17	14,6 $\pm$ 1,13	14,3 $\pm$ 0,84	14,0 $\pm$ 1,21	13,8 $\pm$ 1,03
ВЗРОСЛЫЕ	13,2 $\pm$ 0,45	13,2 $\pm$ 0,53	13,8 $\pm$ 0,55	13,3 $\pm$ 0,53	13,2 $\pm$ 0,57	13,3 $\pm$ 0,53	12,8 $\pm$ 0,58	12,7 $\pm$ 0,70	12,6 $\pm$ 0,53	12,5 $\pm$ 0,50	12,7 $\pm$ 0,50	12,1 $\pm$ 0,50	12,6 $\pm$ 0,65	12,5 $\pm$ 0,53	12,5 $\pm$ 0,53	12,3 $\pm$ 0,53
P	< 0,01	< 0,01	> 0,3	> 0,5	< 0,3	> 0,1	< 0,01	> 0,05	> 0,02	0,5	< 0,2	-	-	-	-	-
ХРОНАКСИЯ /МЛ.СЕК/																
15 ЛЕТНИЕ	0,12 $\pm$ 0,028	0,15 $\pm$ 0,030	0,14 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,03	0,11 $\pm$ 0,02	0,12 $\pm$ 0,02	0,12 $\pm$ 0,02	0,12 $\pm$ 0,02	0,10 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,03	0,11 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,03	0,12 $\pm$ 0,03
ВЗРОСЛЫЕ	0,042 $\pm$ 0,003	0,049 $\pm$ 0,007	0,049 $\pm$ 0,007	0,038 $\pm$ 0,004	0,041 $\pm$ 0,003	0,042 $\pm$ 0,003	0,055 $\pm$ 0,007	0,048 $\pm$ 0,006	0,045 $\pm$ 0,004	0,046 $\pm$ 0,004	0,048 $\pm$ 0,007	0,047 $\pm$ 0,004	0,051 $\pm$ 0,007	0,048 $\pm$ 0,008	0,041 $\pm$ 0,007	0,047 $\pm$ 0,006
P	0,01	< 0,01	0,02	0,02	0,05	< 0,01	0,01	> 0,05	< 0,05	> 0,05	0,02	-	-	-	-	-

Таблица 27. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии двигательного анализатора 15-ти летних подростков среднего физического развития и взрослых в покое на 1,5, 10, 15 и 20-й минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

Таблица

ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН ПРОЦЕССА И ХРОНАКСИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У ВЗРОСЛЫХ И 17-ТИ ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ, НА 1,5, 10, 15, 20-ОЙ МИНУТАХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ.

ВОЗРАСТ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ																			
	ПОКООС					ПОСЛЕ 1-ОЙ НАГРУЗКИ ( 45 BATT )					ПОСЛЕ 2-ОЙ НАГРУЗКИ ( 110 BATT )					ПОСЛЕ 3-ЕЙ НАГРУЗКИ ( 165 BATT )				
	1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*					
	РЕОБАЗА																			
17-ЛЕТНИЕ	16,8 ± 1,33	16,2 ± 1,08	15,8 ± 1,76	15,2 ± 0,95	16,0 ± 1,46	15,2 ± 0,81	14,6 ± 0,71	15,2 ± 0,86	15,1 ± 0,63	15,7 ± 1,11	15,6 ± 0,68	14,1 ± 1,00	14,4 ± 1,40	-	14,3 ± 0,88	14,6 ± 1,36				
ВЗРОСЛЫЕ	13,2 ± 0,45	13,2 ± 0,53	13,8 ± 0,55	13,3 ± 0,53	13,2 ± 0,57	13,3 ± 0,53	12,8 ± 0,58	12,7 ± 0,70	12,6 ± 0,53	12,5 ± 0,50	12,7 ± 0,50	12,1 ± 0,50	12,6 ± 0,65	12,5 ± 0,53	12,5 ± 0,53	12,3 ± 0,53				
P	> 0,05	> 0,02	> 0,1	> 0,05	> 0,02	> 0,05	> 0,05	> 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	-	-	-	-	-				
	ХРОНАКСИЯ																			
17-ЛЕТНИЕ	0,022±0,009	0,020±0,00250	0,018±0,005	0,019±0,003	0,016±0,005	0,019±0,002	0,026±0,005	0,029±0,013	0,021±0,003	0,024±0,005	0,021±0,004	0,022±0,003	0,023±0,005	0,019±0,005	0,024±0,006	0,020±0,004				
ВЗРОСЛЫЕ	0,042±0,003	0,049±0,007	0,049±0,007	0,038±0,004	0,041±0,003	0,042±0,003	0,055±0,007	0,048±0,006	0,045±0,004	0,046±0,004	0,048±0,007	0,047±0,004	0,051±0,007	0,048±0,006	0,041±0,007	0,047±0,006				
P	> 0,02	< 0,01	> 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	> 0,1	< 0,01	< 0,01	> 0,01	-	-	-	-	-				

Таблица 28. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии двигательного анализатора у взрослых и 17-ти летних подростков среднего физического развития в покое, на 1,5, 10, 15 и 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

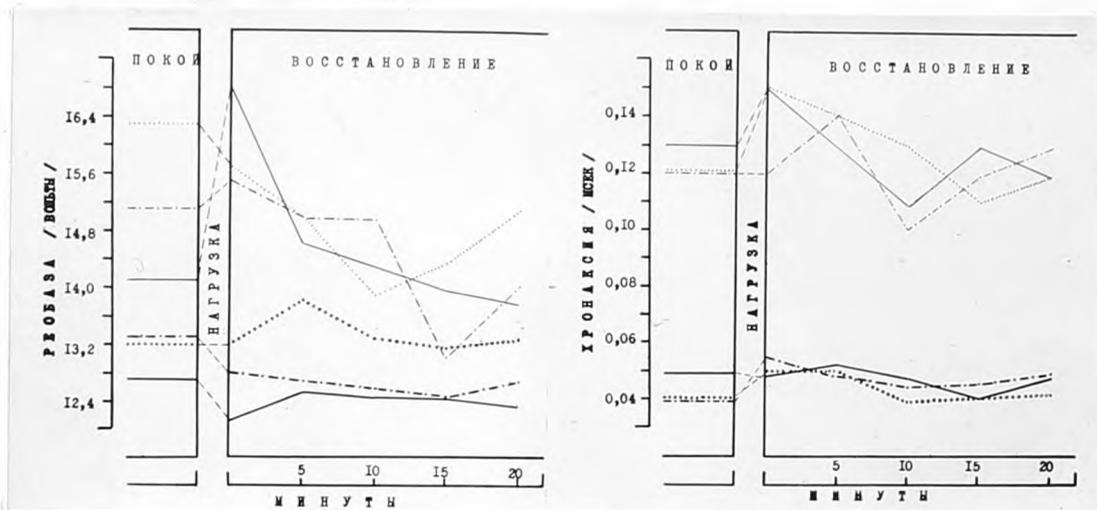
Таблица

ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН В СПУСКОМ ДВИГАТЕЛЬНОМ АНАЛИЗАТОРЕ У 15 И 17 ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ, НА 1, 5, 10, 15, 20-м МИНУТАХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ

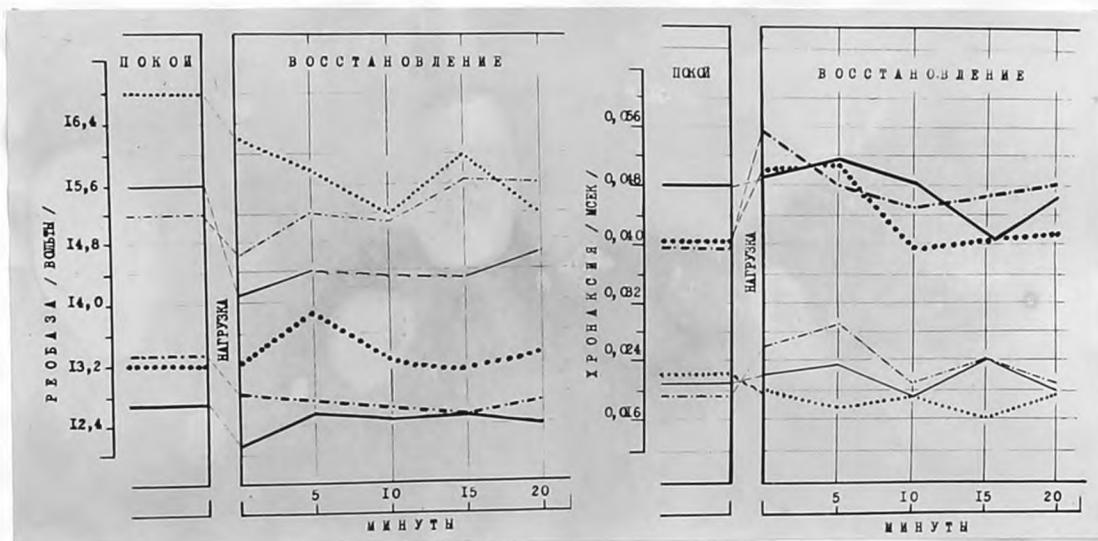
ПОКОЕ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ															
	ПОСЛЕ 1-ой НАГРУЗКИ (45 ВАТТ)					ПОСЛЕ 2-ой НАГРУЗКИ (110 ВАТТ)					ПОСЛЕ 3-ей НАГРУЗКИ (160 ВАТТ)					
	1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*	1*	5*	10*	15*	20*	
	Р Е О Б А З А / В О Л Ъ Т М /															
	16,35,99	15,70,63	15,05,92	13,95,61	14,45,99	15,15,88	15,55,99	15,05,90	15,05,68	13,05,68	14,15,79	15,85,1,17	14,65,1,13	14,35,0,84	14,05,1,21	13,85,1,03
	16,85,33	16,25,08	15,65,76	15,25,95	16,05,46	15,25,61	14,65,71	15,25,88	15,15,63	15,75,11	15,65,68	14,15,1,00	14,45,1,40		14,35,0,68	14,65,1,36
	F > 0,7	F > 0,6	F > 0,5	F > 0,3	F > 0,6	F > 0,8	F > 0,5	F > 0,8	F > 0,9	F > 0,05	F > 0,1	-	-	-	-	-
	И Р О В А К С И Я / К Л С М /															
	0,1250,028	0,1250,020	0,1450,03	0,1350,03	0,1120,02	0,1250,02	0,1250,02	0,1450,02	0,1050,03	0,1250,03	0,1350,02	0,155,0,03	0,135,0,03	0,115,0,03	0,135,0,03	0,125,0,03
	0,0850,020	0,0705,022	0,085,0,025	0,095,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,075,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025	0,085,0,025
	F > 0,02	F < 0,01	F > 0,05	F > 0,02	F > 0,02	F < 0,01	F < 0,01	F > 0,05	F > 0,01	F > 0,02	F < 0,01	-	-	-	-	-

Таблица 29. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии двигательного анализатора у 15 и 17 летних подростков среднего физического развития в покое, на 1, 5, 10, 15 и 20-ой минуте восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

Подростки 15-ти лет и взрослые



Подростки 17-ти лет и взрослые



СТУПЕНЬ	45	ПОДРОСТКИ	ВЗРОСЛЫЕ
НАГРУЗКИ	110	.....	.....
/ватты/	165	-----	-----
		.....	-----

Рис. II. Реобазы и хронаксии двигательного анализатора у подростков 15-ти лет и взрослых (вверху), у подростков 17-ти лет и взрослых (внизу) в покое и на 1, 5, 10, 15 и 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре мощностью 45, 110 и 165 ватт (средние данные).

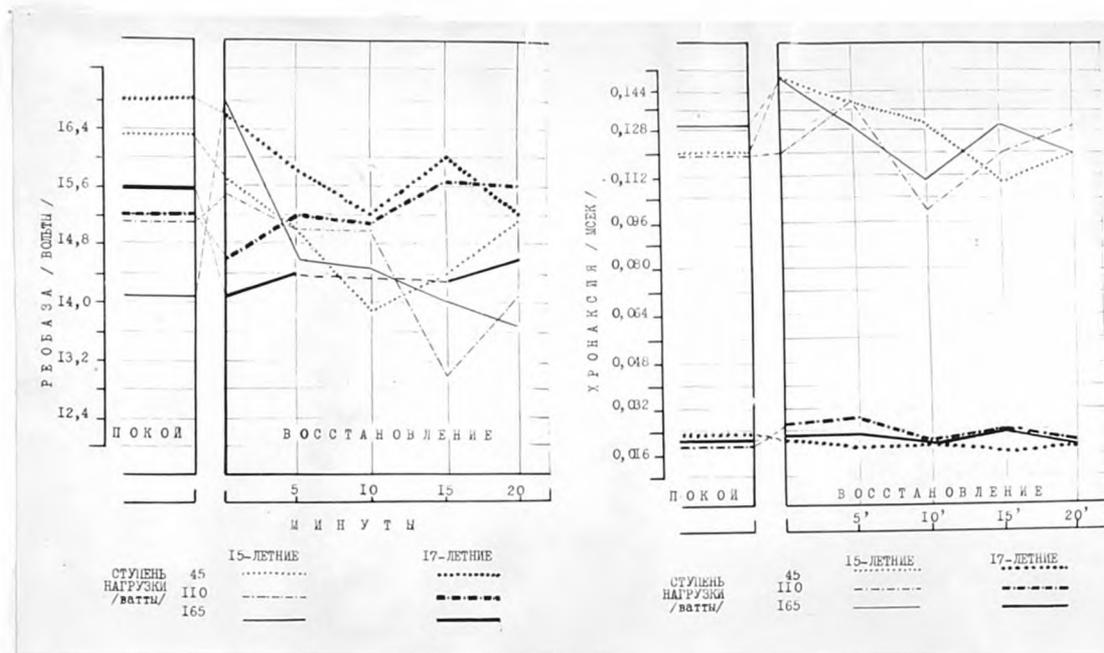


Рис. 12. Реобазы и хронаксия двигательного анализатора у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое и на 1, 5, 10, 15, 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре мощностью 45, 110 и 165 ватт (средние данные).

величины ( $13,2 \pm 0,53$  вольта). Величина двигательной хронаксии повышалась у подростков младшего возраста и взрослых (до  $0,15 \pm 0,030$  и  $0,049 \pm 0,07$  мсек) и снижалась у подростков 17-ти лет (до  $0,020 \pm 0,0025$  мсек). В восстановительном периоде значительное снижение показателя реобазы и хронаксии отмечалось только у младших подростков. У старших подростков и взрослых данные показатели изменялись волнообразно.

После выполнения второй нагрузки (110 ватт) у подростков младшего возраста наблюдалось незначительное повышение двигательной реобазы по сравнению с дорабочим состоянием (перед работой -  $15,1 \pm 0,88$  вольт, после работы -  $15,5 \pm 0,99$  вольт), у подростков 17-ти лет и взрослых - снижение ее (до работы соответственно  $15,2 \pm 0,81$  и  $13,3 \pm 0,53$  вольт, после работы -  $14,6 \pm 0,71$  и  $12,8 \pm 0,58$  вольт).

Показатель хронаксии по сравнению с дорабочим состоянием увеличивался после нагрузки только у 17-летних подростков и взрослых (подростки: до работы -  $0,019 \pm 0,002$  мсек, после работы -  $0,026 \pm 0,05$  мсек; взрослые -  $0,042 \pm 0,003$  и  $0,055 \pm 0,007$  мсек). У 15-летних испытуемых величина двигательной хронаксии не изменялась. В восстановительном периоде у подростков 15-ти лет отмечалось интенсивное снижение величины двигательной реобазы (до  $13,00 \pm 0,68$  вольт), сопровождающееся волнообразными колебаниями показателя хронаксии. У 17-летних подростков и взрослых изменения данных показателей были менее значительными.

После выполнения третьей нагрузки (165 ватт) отмечается повышение двигательной реобазы у 15-летних подростков (до работы -  $14,1 \pm 0,79$ , после работы -  $15,8 \pm 1,17$  ватт) и снижение ее у 17-летних подростков и взрослых (подростки до работы -  $15,6 \pm 0,08$  вольт, после работы -  $14,1 \pm 1,00$  вольт; взрослые  $12,7 \pm 0,50$  и  $12,1 \pm 0,50$ ). В восстановительном периоде величина двигательной реобазы подростков младшего возраста снижается вплоть до 20-ой минуты отдыха ( $13,8 \pm 1,03$  вольт), у 17-летних подростков и взрослых - практически не изменяется. Показатель двигательной хронаксии после третьей нагрузки увеличивается только у подростков младшего возраста (до работы -  $0,13 \pm 0,02$  мсек, после работы -  $0,15 \pm$  мсек). У старших подростков и взрослых изменений данного показателя не наблюдается. В восстановительном периоде величина двигательной хронаксии снижается у 15-летних подростков и взрослых на протяжении 10-15 минут (15-летние - до  $0,11 \pm 0,03$ , взрослые - до  $0,041 \pm 0,007$  мсек) и практически не изменяется у 17-летних подростков.

Статистическая обработка материала показала, что разность средних величин реобазы и хронаксии двигательного анализатора у

взрослых и подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в состоянии покоя и в период восстановления в большинстве случаев статистически достоверна (нагрузки мощностью 45 и 110 ватт). Разность средних величин двигательной реобазы у подростков разного возраста статистически недостоверна.

Таким образом, возрастающая по интенсивности нагрузка на велоэргометре (от 45 до 165 ватт) 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 ведет к резкому снижению возбудимости двигательного анализатора особенно у подростков 15-ти лет. Отмечается увеличение величины как реобазы, так и хронаксии. Возрастная разница исследуемых показателей между взрослыми и подростками статистически достоверна.

#### 4. Состояние зрительного анализатора

Многими авторами (А.А.Рогов, 1929; М.Е.Маршак и А.Г.Шилькова, 1934; А.Н.Крестовников, 1939, и др.) было показано, что во время той или иной мышечной работы в двигательной зоне коры головного мозга возникает очаг возбуждения или торможения. Отсюда процесс иррадирует на все участки коры, что и отражается на функциональном состоянии других анализаторов. Мышечная

нагрузка вызывает изменения функционального состояния и зрительного анализатора.

Данные В.В.Васильевой, З.Б.Коссовской, А.Н.Крестовникова (1953) свидетельствуют о том, что интенсивная мышечная деятельность протекает на фоне пониженной возбудимости зрительного анализатора.

Полученные нами изменения состояния зрительной реобазы и хронаксии представлены на таблицах 30, 31, 32 и рисунках 13 и 14.

Как видно из приведенных данных, в состоянии покоя реобаза 15-летних подростков равна  $3,9 \pm 0,45$  вольт, 17-летних -  $3,3 \pm 0,28$  вольт и у взрослых -  $5,3 \pm 0,38$  вольт. Величина зрительной хронаксии была практически одинакова у всех испытуемых, независимо от возраста (15-летние -  $2,3 \pm 0,22$  мсек; 17-летние -  $2,0 \pm 0,25$  мсек; взрослые -  $2,5 \pm 0,52$  мсек).

После первой нагрузки (45 ватт) величина зрительной реобазы у подростков младшего возраста и взрослых несколько снижается, у подростков старшего возраста - увеличивается (соответственно  $3,4 \pm 0,38$  вольт,  $4,6 \pm 0,44$  вольт и  $4,0 \pm 0,54$  вольт). На протяжении восстановительного периода этот показатель снижается у всех испытуемых, больше - у подростков младшего возраста. Средняя величина показателя зрительной хронаксии первой нагрузки у 15-летних подростков несколько повышается ( $2,8 \pm 0,42$  мсек), у 17-летних подростков - практически не изменяется. Зато у взрослых испытуемых отмечается резкое снижение величины зрительной хронаксии (до  $1,3 \pm 0,25$  мсек). В восстановительном периоде у подростков младшего и старшего возраста наблюдается волнообразное изменение данного показателя.

Таблица

ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН РЕОБАЗЫ И ХРОНАКСИИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У 15-ТИ ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ВЗРОСЛЫХ В ПОКОЕ НА 1,5,10,15,20-ой МИНУТАХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ

ВОЗРАСТ	ПО КОЕ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ														
		ПОСЛЕ 1-ой НАГРУЗКИ (45 ВАТТ)					ПОСЛЕ 2-ой НАГРУЗКИ (110 ВАТТ)					ПОСЛЕ 3-ей НАГРУЗКИ (165 ВАТТ)				
		1'	5'	10'	15'	20'	1'	5'	10'	15'	20'	1'	5'	10'	15'	20'
РЕОБАЗА / ВОЛЬТЫ /																
15 ЛЕТНИЕ	3,9±0,45	4 ± 0,38	2,9 ± 0,51	3,2 ± 0,51	2,9 ± 0,50	2,9 ± 0,63	3,5 ± 0,39	3,0 ± 0,53	3,0 ± 0,32	2,4 ± 0,44	3,2 ± 0,45	3,3 ± 0,42	3,2 ± 0,50	3,3 ± 0,47	2,3 ± 0,59	3,6 ± 0,51
ВЗРОСЛЫЕ	5,3±0,38	± 0,44	4,4 ± 0,50	4,6 ± 0,74	4,2 ± 0,41	4,2 ± 0,41	4,1 ± 0,37	4,3 ± 0,41	4,2 ± 0,38	4,4 ± 0,53	4,4 ± 0,45	4,0 ± 0,22	4,4 ± 0,39	4,1 ± 0,38	4,4 ± 0,37	4,4 ± 0,45
P	< 0,05	< 0,05	> 0,02	> 0,1	> 0,05	> 0,05	> 0,2	> 0,02	> 0,02	> 0,02	> 0,05	-	-	-	-	-
ХРОНАКСИИ / МЛСЕК /																
15 ЛЕТНИЕ	2,3±0,22	2,9 ± 0,42	2,5 ± 0,18	3,3 ± 0,62	2,8 ± 0,40	2,8 ± 0,35	2,3 ± 0,19	2,8 ± 0,26	2,9 ± 0,37	2,7 ± 0,32	3,3 ± 0,40	2,6 ± 0,24	2,5 ± 0,18	2,8 ± 0,30	2,8 ± 0,17	2,7 ± 0,27
ВЗРОСЛЫЕ	2,51±0,52	1,86 ± 0,25	1,80 ± 0,22	2,29 ± 0,42	2,09 ± 0,25	1,99 ± 0,22	2,28 ± 0,38	2,59 ± 0,41	2,49 ± 0,39	2,49 ± 0,44	2,19 ± 0,42	2,86 ± 0,44	2,49 ± 0,53	2,53 ± 0,53	2,35 ± 0,57	2,45 ± 0,55
P	0,6	> 0,02	> 0,02	< 0,1	> 0,05	> 0,05	> 0,3	> 0,6	> 0,3	> 0,6	> 0,05	-	-	-	-	-

Таблица 30. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии зрительного анализатора у 15-ти летних подростков среднего физического развития и взрослых в покое, на 1,5,10,15 и 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

Таблица

ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗНОСТИ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН РЕОБАЗЫ И ХРОНАКСИИ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У ВЗРОСЛЫХ И 17-ТИ ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В ПОКОЕ, НА 1, 5, 10, 15 И 20-ОЙ МИНУТАХ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ НАГРУЗОК НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ ( 45 И 110 ВАТТ )

ВОЗРАСТ	ПОКОЙ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ									
		ПОСЛЕ 1-ой НАГРУЗКИ ( 45 ВАТТ )					ПОСЛЕ 2-ой НАГРУЗКИ ( 110 ВАТТ )				
		1'	5'	10'	15'	20'	1'	5'	10'	15'	20'
РЕОБАЗА											
17 ЛЕТНИЕ	$3,3 \pm 0,28$	$4,0 \pm 0,54$	4,0	$3,6 \pm 0,41$	4,0	$3,3 \pm 0,30$	$3,2 \pm 0,45$	$3,8 \pm 0,36$	$3,2 \pm 0,36$	$3,9 \pm 0,62$	$3,8 \pm 0,57$
ВЗРОСЛЫЕ	$5,3 \pm 0,38$	$4,6 \pm 0,44$	$4,4 \pm 0,50$	$4,6 \pm 0,74$	$4,2 \pm 0,41$	$4,2 \pm 0,41$	$4,1 \pm 0,37$	$4,3 \pm 0,41$	$4,2 \pm 0,38$	$4,4 \pm 0,53$	$4,4 \pm 0,45$
P	< 0,01	> 0,3	> 0,6	> 0,3	> 0,7	> 0,1	> 0,1	> 0,4	> 0,05	> 0,5	> 0,4
ХРОНАКСИЯ											
17 ЛЕТНИЕ	$2,0 \pm 0,25$	$2,0 \pm 0,30$	$2,2 \pm 0,65$	$1,9 \pm 0,08$	$2,0 \pm 0,22$	$2,4 \pm 0,18$	$2,6 \pm 0,31$	$2,2 \pm 0,29$	$3,3 \pm 0,97$	$3,1 \pm 0,79$	$3,2 \pm 0,61$
ВЗРОСЛЫЕ	$2,51 \pm 0,52$	$1,86 \pm 0,25$	$1,8 \pm 0,22$	$2,29 \pm 0,42$	$2,09 \pm 0,25$	$1,99 \pm 0,22$	$2,28 \pm 0,38$	$2,59 \pm 0,41$	$2,49 \pm 0,39$	$2,49 \pm 0,44$	$2,19 \pm 0,42$
P	> 0,4	> 0,7	> 0,4	> 0,5	> 0,8	> 0,2	> 0,5	> 0,4	> 0,3	> 0,4	> 0,1

Таблица 31. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии зрительного анализатора у взрослых и 17-ти летних подростков среднего физического развития в покое, на 1, 5, 10, 15 и 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

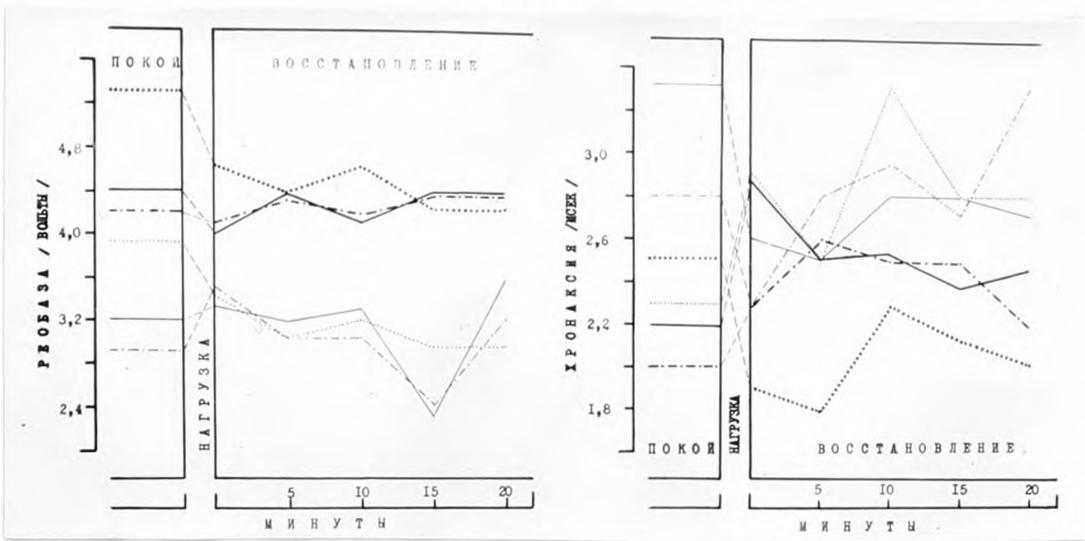
Таблица

Достоверность разности средних величин реакции зрительного анализатора у 15 и 17 летних подростков среднего физического развития в покое на 1, 5, 10, 15, 20-ой минуты восстановительного периода после воздействия на велоспортивную нагрузку на велоэргометре.

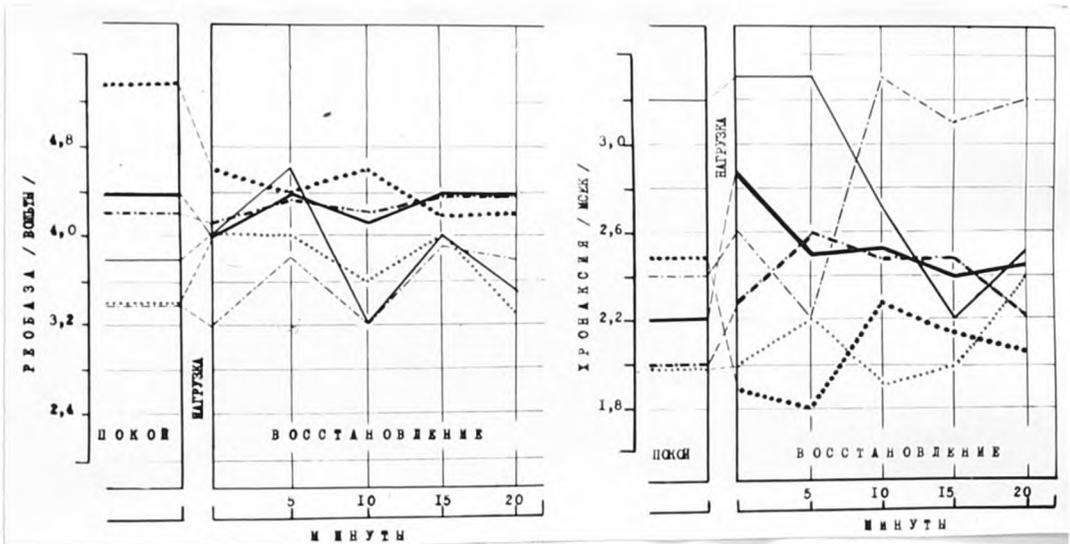
ПОКОЕ	ВОССТАНОВЛЕНИЕ															
	ДОСИ 1-ой НАГРУЗКИ (45 ВАТТ)					ДОСИ 2-ой НАГРУЗКИ (110 ВАТТ)					ДОСИ 3-ей НАГРУЗКИ (165 ВАТТ)					
	1'	5'	10'	15'	20'	1'	5'	10'	15'	20'	1'	5'	10'	15'	20'	
	Р Е О Б А З А / ВОЗВЫТ /															
15 ЛЕТНИХ	3,8 ± 0,45	3,4 ± 0,36	2,9 ± 0,31	3,2 ± 0,31	2,9 ± 0,30	2,9 ± 0,33	3,5 ± 0,39	3,0 ± 0,33	3,0 ± 0,32	2,4 ± 0,44	3,2 ± 0,45	3,3 ± 0,42	3,2 ± 0,50	3,3 ± 0,47	2,3 ± 0,59	3,6 ± 0,51
17 ЛЕТНИХ	3,3 ± 0,28	4,0 ± 0,34		3,6 ± 0,41	4,0	3,3 ± 0,30	3,2 ± 0,45	3,8 ± 0,36	3,2 ± 0,36	3,9 ± 0,42	3,8 ± 0,37	4,0 ± 0,42	4,6 ± 0,46	3,2 ± 0,43	4,0 ± 0,43	3,5 ± 0,35
ДИСТЕР- КОЭФ. Р ДИСТЕР- КОЭФ. П ДИСТЕР- КОЭФ. П	P > 0,3	P > 0,3	P > 0,1	P > 0,5	P > 0,1	P > 0,5	P > 0,6	P > 0,3	P > 0,6	P > 0,05	P > 0,4	-	-	-	-	-
	И П О Б А К О В Е / ВЕЛОСР /															
15 ЛЕТНИХ	2,3 ± 0,22	2,8 ± 0,42	2,5 ± 0,18	3,3 ± 0,42	2,8 ± 0,40	2,8 ± 0,35	2,3 ± 0,19	2,8 ± 0,26	2,9 ± 0,37	2,7 ± 0,32	3,3 ± 0,40	2,6 ± 0,24	2,5 ± 0,18	2,8 ± 0,30	2,8 ± 0,17	2,7 ± 0,27
17 ЛЕТНИХ	2,0 ± 0,25	2,0 ± 0,30	2,2 ± 0,45	1,9 ± 0,08	2,0 ± 0,22	2,4 ± 0,18	2,6 ± 0,31	2,2 ± 0,29	3,3 ± 0,37	3,1 ± 0,39	3,2 ± 0,41	3,3 ± 0,37	3,3 ± 1,45	2,7 ± 0,29	2,2 ± 0,36	2,5 ± 0,40
ДИСТЕР- КОЭФ. Р ДИСТЕР- КОЭФ. П ДИСТЕР- КОЭФ. П	P > 0,2	P > 0,1	P > 0,5	P > 0,05	P > 0,1	P > 0,3	P > 0,4	P > 0,1	P > 0,7	P > 0,5	P > 0,8	-	-	-	-	-

Таблица 32. Достоверность разности средних величин реобазы и хронаксии зрительного анализатора у 15 и 17-ти летних подростков среднего физического развития в покое, на 1, 5, 10, 15 и 20-ой минуте восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре.

Подростки 15-ти лет и взрослые



Подростки 17-ти лет и взрослые



СТУПЕНЬ  
НАГРУЗКИ  
/ВАТТ/

45  
110  
165

ПОДРОСТКИ

ВЗРОСЛЫЕ

Рис.13. Реобазы и хронаксии зрительного анализатора у подростков 15-ти лет и взрослых (вверху), у подростков 17-ти лет и взрослых (внизу) в покое и на 1, 5, 10, 15 и 20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре мощностью 45, 110 и 165 ватт (средние данные).

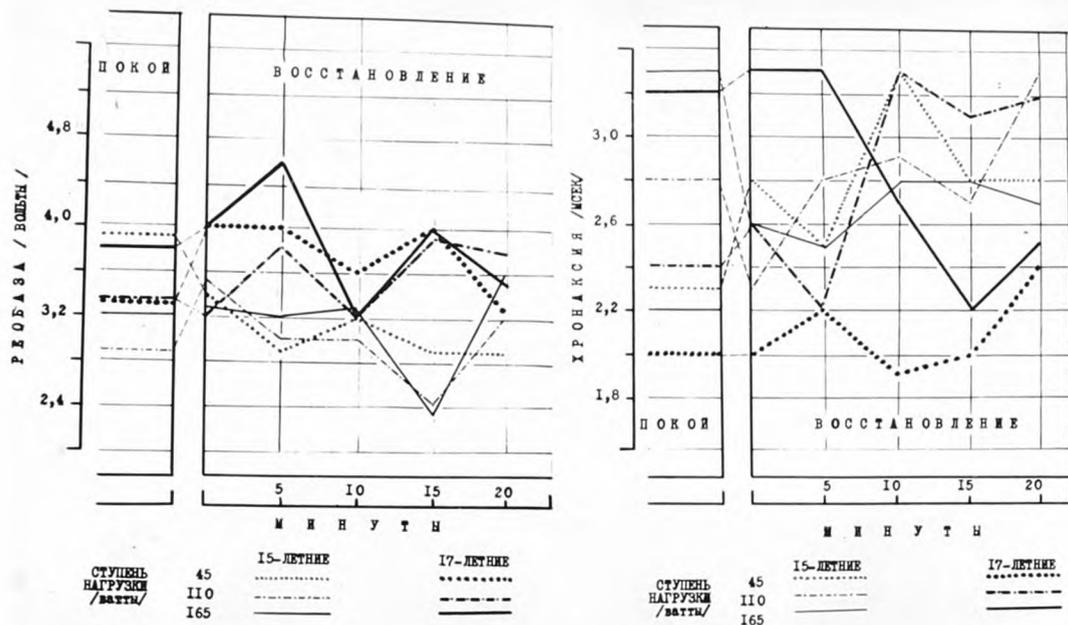


Рис.14. Реобазы и хронаксия зрительного анализатора у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое и на 1,5,10,15,20-ой минутах восстановительного периода после возрастающих по интенсивности нагрузок на велоэргометре мощностью 45, 110 и 165 ватт (средние данные).

После выполнения второй нагрузки (110 ватт) повышение зрительной реобазы по отношению к дорабочему уровню наблюдается только у 15-летних подростков (до работы -  $2,9 \pm 0,63$  вольта, после работы -  $3,5 \pm 0,33$  вольта). Уровень гальванической возбудимости взрослых не меняется. После выполнения второй нагрузки величина зрительной хронаксии у 15-летних подростков снижается. в состоянии покоя зрительная хронаксия была -  $2,8 \pm 0,35$ , после работы -  $2,3 \pm 0,19$  мсек),

у 17-летних подростков и взрослых - незначительно повышается. В восстановительном периоде повышение данного показателя наблюдается только у испытуемых подростков.

Третья нагрузка (165 ватт) практически не изменяет величину зрительной реобазы у всех испытуемых подростков. В восстановительном периоде отмечается ступенеобразное снижение данного показателя. После выполнения третьей нагрузки понижение величины зрительной хронаксии наблюдается лишь у 15-летних подростков (до работы -  $3,3 \pm 0,40$  мсек, после работы -  $2,6 \pm 0,24$  мсек) у 17-летних данный показатель не изменяет своей величины, у взрослых - повышается (до работы -  $2,19 \pm 0,42$  мсек, после работы -  $2,86 \pm 0,44$  мсек). В восстановительном периоде снижение показателя отмечается только у подростков старшего возраста.

Следует отметить, что, если средние величины двигательной реобазы и хронаксии у подростков в большинстве случаев значительно превышали таковые взрослых испытуемых, то возрастная разница в величине зрительной реобазы и хронаксии менее выражена, и, в основном, статистически не достоверна.

В целом, изменения показателей зрительного анализатора у подростков в большинстве случаев были зеркально противоположны изменениям в двигательном анализаторе и свидетельствовали о повышении возбудимости с увеличением нагрузки.

Таким образом, нагрузки на велоэргометре, хотя и необычные в сравнении с производственными, тем не менее обладают рядом особенностей любой производственной работы: необходимостью значительного статического напряжения для поддержания позы, ритмической работой больших мышечных групп и т.д.

Интенсивность применяемых нагрузок ступенеобразно увеличивалась до предельных, когда испытуемые вынуждены были быстро

прекращать работу. Также как при подъеме и опускании тяжести после каждой нагрузки были выявлены существенные возрастные различия. Так, при максимальной работе младшие подростки прекращали нагрузку уже на третьей минуте, старшие - на шестой. При этом уже на третьей минуте напряжение сердечной деятельности у младших было гораздо больше выражено, чем у старших на шестой минуте. Возрастные различия выразились также в неадекватности дыхательной, сердечно-сосудистой систем, в различных изменениях уровня возбудимости двигательного и зрительного анализаторов по ходу работы. Причем, эти различия имели место как между общей группой подростков и взрослых, так и внутри самой подростковой группы. Если у взрослых испытуемых в большинстве случаев отмечалось своего рода постоянство исследуемых функций в послерабочий период, то у подростков, особенно младших, возбудимость значительно менялась, что указывало на их повышенную реактивность.

Исследования при длительных нагрузках  
постоянной интенсивности:

В. Выполнение операции опиливания

Операция опиливания является примером такой широко распространенной физической нагрузки, при которой затруднено определение тяжести нагрузки общепринятым способом - по мощности внешней механической работы. Нами была предпринята попытка сделать это другим путем: по физиологическим сдвигам. Как известно из литературных данных (М.В.Лейник, 1960; Г.П.Конради, 1961; С.И.Горшков, 1961; В.П.Низовцев, 1961; З.М.Золина и Ю.В.Мойкин, 1963 и др.), не имеется принципиальных возражений относительно определения тяжести нагрузки по данным физиологических показателей. Однако, до сих пор нет окончательного решения о физио-

логических критериях тяжести нагрузки. Особенно злободневным этот вопрос является для физиологии труда подростков.

Установленная рядом авторов зависимость частоты пульса от тяжести нагрузки (М.Нова, М.Губач, 1963; Б.А.Нацнельсон, В.В.Розенблат, 1962; Е.К.Глушкова, 1965, и др.) могла послужить основанием для попытки определения тяжести нагрузки при опиливании металла по частоте пульса. В сложнейшем вопросе оценки тяжести физической нагрузки по величине физиологических показателей использование простого и доступного показателя, как частота пульса могло представить ряд преимуществ. В показателе частоты пульса отражается не только тяжесть самой нагрузки, но и степень нервно-эмоциональной напряженности, связанной с индивидуальными особенностями испытуемых, а также с влиянием самой трудовой обстановки, например, повышенная ответственность, неблагоприятный метеорологический фактор и т.д. (Ю.Г.Солонин, 1965).

Наметившееся за последние время стремление определять тяжесть труда по напряженности отдельных физиологических функций объяснимо отчасти тем, что определение тяжести труда по величине энергозатрат себя не оправдало (Г.П.Конради, А.Д.Слоним, В.С.Фарфель, 1935, и др.). Существующая же в области физиологии спорта (Р.Е.Мотылянская, 1964) классификация степеней физической нагрузки по комплексу взаимодействующих функций в процессе адаптации и мышечной работе очень трудоемка. То же можно сказать и о методике оценки тяжести работы по данным механохронометража при обучении подростков (И.П.Гуменер, Е.К.Глушкова, Р.Г.Сапожникова, 1964).

I/ Количественная оценка работоспособности

Работоспособность испытуемых подростков определяли в лабораторных условиях по данным производительности труда, т.е. по количеству снятого при опиливании металла (в граммах). Как показали полученные данные, наибольшее количество металлических опилок после выполнения операции опиливании на протяжении 20-ти минут имеют подростки старшего возраста (20 гр. 030 мг.). У подростков младшего возраста в условиях принудительного темпа опиливании (72 движения в одну минуту) производительность труда по количеству снятого при опиливании металла оказывается резко сниженной (13 гр. 340 мг в среднем).

Таким образом, то, что было невозможно осуществить в условиях производственной обстановки - задать определенный темп работы - было сделано в лабораторных условиях. Принудительный темп опиливании металла выявил истинную картину работоспособности подростков 15-ти и 17-ти лет, которая совпала с данными физиологических исследований при таких физических нагрузках, как подъем и опускание груза и работа на велоэргометре.

## 2. Состояние сердечно-сосудистой системы

Динамика средних величин частоты пульса под влиянием 20-минутной операции опиливании в принудительном темпе представлена на рис.15. Как видно на рисунке, наибольшие уровни частоты пульса в покое, на протяжении работы и в период восстановления наблюдаются у 15-летних подростков. Средние данные могут быть проиллюстрированы индивидуальными данными (табл. 33). Так, например, у 15-летнего испытуемого Г-ева частота пульса в покое, перед началом работы была равна 84 ударам в

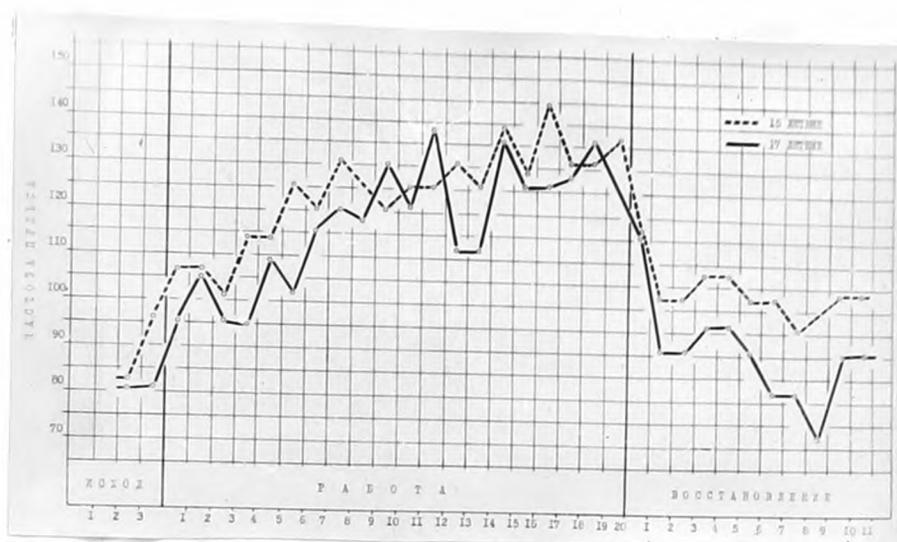


Рис.15. Динамика частоты пульса у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое, на протяжении 20-минутной работы и в период 10-минутного восстановления при выполнении операции опиливания в заданном темпе (лабораторные условия).

минуту, в то время как у 17-летних испытуемого П-ва - 66 ударов в минуту. Уже на 1-ой минуте работы частота пульса у подростка младшего возраста была 120 ударов в минуту, у подростка старшего возраста - 84 удара в минуту. На 20-ой, последней минуте работы соответственно 144 и 132 удара в минуту. Период восстановления данного показателя у подростков 15-ти лет затягивался (10-ая минута отдыха: 15-летний - 108 ударов в минуту, 17-летний - 84 удара в минуту).

Интересно подчеркнуть то, что уже отмечалось ранее - одинаковый, ступенеобразный характер изменения показателя частоты пульса у всех испытуемых подростков, когда, несмотря на различный уровень, частота пульса не изменяет своей величины на протяжении нескольких минут у всех испытуемых подростков и все-таки примерно с 7-8-ой минуты работы можно отметить относительно устойчивое состояние данного показателя.

Таблица 33

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ЧАСТОТЫ ПУЛЬСА, СТЕПЕНИ НАСЫЩЕНИЯ КРОВИ КИСЛОРОДОМ, ЧАСТОТЫ ДЫХАНИЯ У ПОДРОСТКОВ 15-ТИ И 17-ТИ ЛЕТ СРЕДНЕГО ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ, НА ПРОТЯЖЕНИИ 20-МИНУТНОЙ РАБОТЫ И В ПЕРИОД 10-МИНУТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОПЕРАЦИИ ОПИЛИВАНИЯ В ЗАДАННОМ ТЕМПЕ (ЛАБОРАТОРНЫЕ УСЛОВИЯ).

НАГРУЗКА				ОПИЛИВАНИЕ 20'				НАГРУЗКА				ОПИЛИВАНИЕ 20'						
ПОКАЗАТЕЛИ		ЧАСТОТА ПУЛЬСА	НАСЫЩЕНИЕ КРОВИ O <sub>2</sub>	ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ	ПОКАЗАТЕЛИ		ЧАСТОТА ПУЛЬСА	НАСЫЩЕНИЕ КРОВИ O <sub>2</sub>	ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ	ПОКАЗАТЕЛИ		ЧАСТОТА ПУЛЬСА	НАСЫЩЕНИЕ КРОВИ O <sub>2</sub>	ЧАСТОТА ДЫХАНИЯ				
ПОКОЙ		84	90	24	ПОКОЙ		66	93	13	ПОКОЙ		66	93	13				
ГРОМОВ С.М. 15 лет Г.П.Т.У 20.1.64г.	P	1'	120	91		ШЕЛЮБОВ Э.М. 17 лет Кл. № 817 13.1.64г.	1'	84	92		P	1'	84	92				
		2'	108	90	27		2'	96	93	21		2'	96	93	21			
		3'	108	89	27		3'	84	93	26		3'	84	93	26			
		4'	120	89	29		4'	84	93	26		4'	84	93	26			
		5'	120	90	30		5'	96	93	26		5'	96	93	26			
		6'	120	89	30		6'	96	93	26		6'	96	93	26			
		A	7'	120	88		35	A	7'	108		92	26	A	7'	108	92	26
			8'	120	84		31		8'	108		92	24		8'	108	92	24
			9'	120	88		30		9'	108		92	24		9'	108	92	24
			10'	120	89		30		10'	120		91	25		10'	120	91	25
		O	11'	132	88		29	O	11'	120		91	25	O	11'	120	91	25
			12'	132	86		32		12'	132		91	26		12'	132	91	26
		T	13'	132	84		31	T	13'	-		89	28	T	13'	-	89	28
			14'	132	82		32		14'	-		88	28		14'	-	88	28
		A	15'	132	84		34	A	15'	132		91	28	A	15'	132	91	28
			16'	132	84		32		16'	132		90	28		16'	132	90	28
			17'	144	84		32		17'	120		90	28		17'	120	90	28
			18'	144	85		30		18'	120		90	28		18'	120	90	28
			19'	144	84		33		19'	120		91	24		19'	120	91	24
			20'	144	84		34		20'	132		91	24		20'	132	91	24
В ПОСЛЕДНИЙ ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ	B	1'	120	85	26	B	1'	96	90	15	B	1'	96	90	15			
		2'	108	86	27		2'	72	90	15		2'	72	90	15			
		3'	108	-	27		3'	78	91	16		3'	78	91	16			
		4'	108	92	24		4'	84	92	16		4'	84	92	16			
		5'	108	91	22		5'	84	92	16		5'	84	92	16			
		6'	108	89	22		6'	72	92	16		6'	72	92	16			
		7'	108	90	22		7'	66	92	16		7'	66	92	16			
		8'	108	90	22		8'	84	92	16		8'	84	92	16			
		9'	96	89	25		9'	72	92	16		9'	72	92	16			
		10'	108	92	26		10'	84	92	14		10'	84	92	14			
КОЭФИЦИЕНТ НАРАСТАНИЯ В ПЕРИОД РАБОТЫ	2'	1,29	1,0	-	КОЭФИЦИЕНТ НАРАСТАНИЯ В ПЕРИОД РАБОТЫ	2'	1,46	1,0	-	КОЭФИЦИЕНТ НАРАСТАНИЯ В ПЕРИОД РАБОТЫ	5'	1,46	1,0	-				
КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	20'	1,71	0,93	-	КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	20'	2,00	0,97	-	КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	20'	2,00	0,97	-				
КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	1'	1,42	0,94	-	КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	1'	1,45	0,96	-	КОЭФИЦИЕНТ ПЕРЕХОДА ПОКАТЕЛЕЙ - ВОССТАНОВЛЕНИЯ	1'	1,45	0,96	-				
КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ I	-	1,11	-	-	КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ I	-	1,28	0,99	-	КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ I	-	1,28	0,99	-				
КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ II	-	1,28	1,00	-	КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ II	-	1,13	0,99	-	КОЭФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ II	-	1,13	0,99	-				

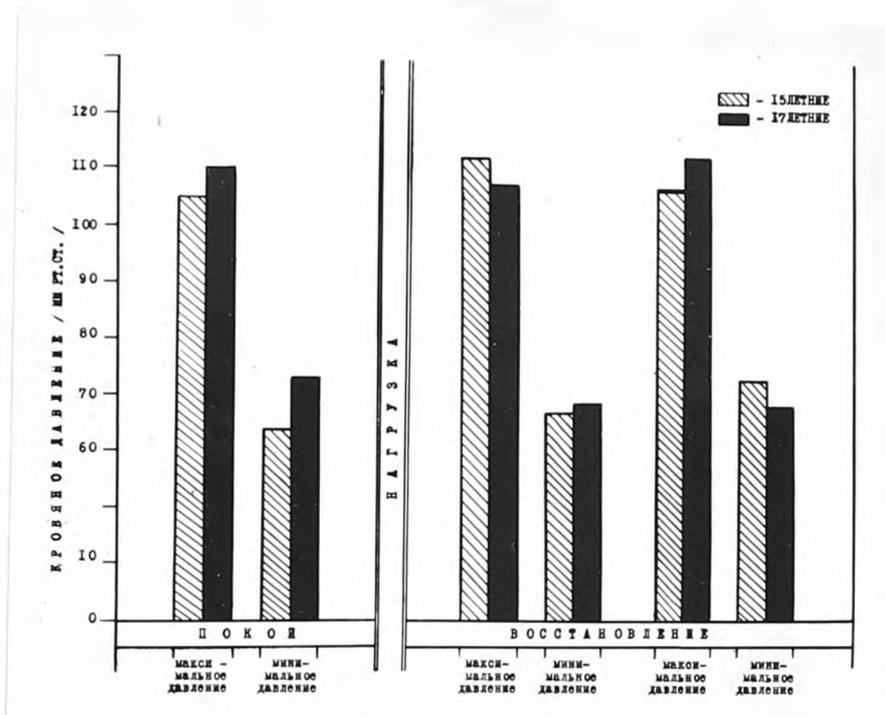


Рис.16. Средние величины показателей артериального давления: максимального и минимального, у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое, на 1-2 минутах восстановительного периода после выполнения операций опиливания металла в заданном темпе (лабораторные условия).

Анализ изменений показателей артериального кровяного давления под влиянием 20-минутной операции опиливания (рис.16) выявил увеличение максимального давления у подростков младшего возраста и понижение — у подростков старшего возраста. Минимальное давление изменялось под влиянием работы в сторону понижения только у подростков старшего возраста. В то же время в состоянии покоя данные показатели по величине преобладали у подростков 17-ти лет.

### 3. Состояние внешнего дыхания

Как в состоянии покоя, так и в период работы и восстановления частота дыхания 15-летних подростков превышает частоту дыхания 17-летних испытуемых (рис.17, табл.33). Так, у 15-летнего Г-ва в покое частота дыхания 24, у 17-летнего П-ва 13; на 10-ой минуте работы - 30 и 25; на 20-ой минуте работы 34 и 24; на 1-ой минуте восстановления - 26 и 15 и на 10-ой минуте восстановления - 26 и 14 дыханий в минуту.

Характер изменений частоты дыхания у всех испытуемых подростков практически одинаков. Это своеобразное устойчивое состояние, которое наступает примерно с 5-6-ой минуты работы.

Объем легочной вентиляции (рис.18) в состоянии покоя и на протяжении 7-8 минут работы по опиливанию металла в заданном темпе преобладает у подростков старшего возраста. Это в какой-то степени можно объяснить условно-рефлекторной реакцией на производственный характер работы (К.М.Смирнов, 1959). Подобная реакция, очевидно, отсутствует у подростков младшего возраста. Но, примерно, с 16-17-ой минуты работы легочная вентиляция у 17-летних подростков снижается, а у 15-летних - продолжает увеличиваться. Весьма вероятно, что подобные изменения данного показателя состояния внешнего дыхания обусловлены лучшими приспособительными реакциями со стороны организма подростков старшего возраста, как это было показано и ранее. Как видно из таблицы 33, индивидуальные изменения степени насыщения крови кислородом у подростков (Г.П.Т.У., шк. ин.)

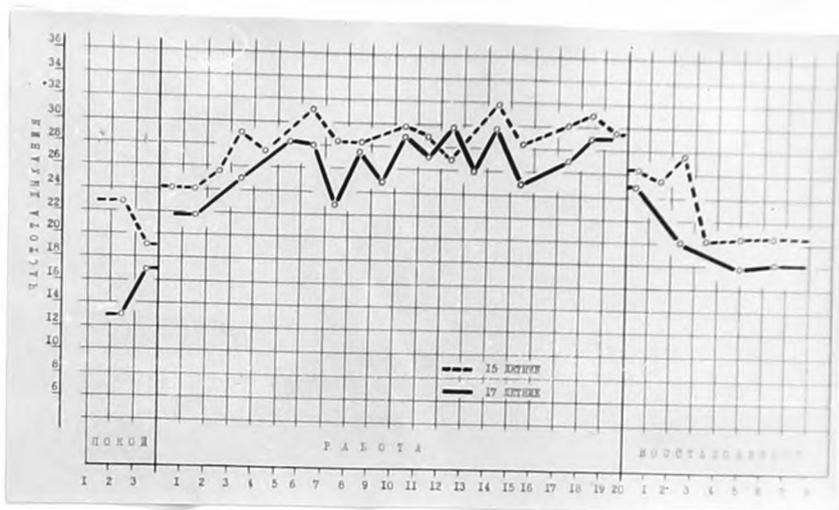


Рис.17. Динамика частоты дыхания у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое, на протяжении 20-минутной работы и в период 10-минутного восстановления при выполнении операции опилования в заданном темпе (лабораторные условия).

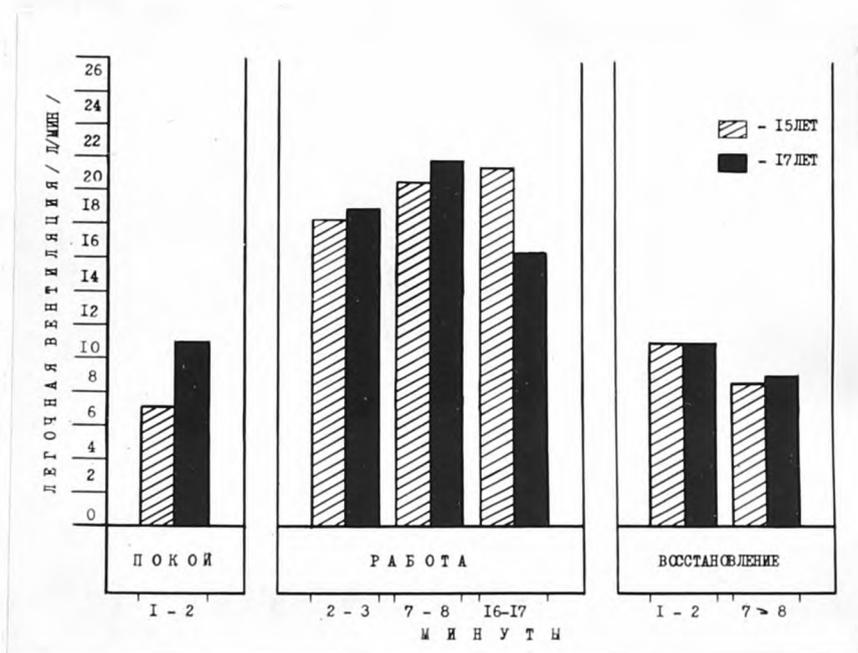


Рис.18. Легочная вентиляция у подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в покое, на 2-3-ей, 7-8-ой, 16-17-ой минутах работы и на 1-2-ой, 7-8-ой минутах восстановительного периода после выполнения операции опилования металла в заданном темпе (лабораторные условия).

младшего и старшего возраста согласуются с данными частоты пульса и дыхания. Резкое снижение данного показателя, очевидно, свидетельствует о более значительном нарушении координации работы систем кровообращения и дыхания при мышечной нагрузке у подростков младшего возраста.

#### 4. Энергозатраты

Энергетическая характеристика проделанной работы может быть дана и на основе анализа индивидуальных данных (табл.34, 35). Последние свидетельствуют о большей энергетической стоимости работы по опиливанию металла в заданном темпе для организма подростков младшего возраста. Так, это видно не только по данным энергозатрат во время и после работы (покой: 15-летние - 1,384 ккал, 17-летние - 1,364 ккал; 7-8-ая минута работы соответственно 5,694 ккал и 4,189 ккал; 16-17-ая минуты работы - 5,302 ккал и 4,013 ккал; 1-2-ая минута восстановления - 2,023 ккал и 1,826 ккал), но и по данным потребления кислорода и энергетической стоимости его одного литра. Так, если на 7-8-ой минуте работы у 15-летнего П-ова потребление кислорода - 1189 мл/мин, а энергетическая его стоимость 4,789, то у 17-летнего А-ова соответственно 855 мл/мин и 4,900; на 1-2-ой минутах восстановления у 15-летнего - 416 мл/мин и 4,863; у 17-летнего 326 мл/мин и 5,781. Приведенные данные свидетельствуют о больших функциональных возможностях организма подростков старшего возраста, у которого даже при снижении потребления кислорода имеется большой показатель энергетической стоимости одного его литра. Разные значения дыхательного коэффициента у подростков разного возраста также указывают на различную природу обеспечения энергетических

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗООБМЕНА ПРИ ОПИЛИВАНИИ МЕТАЛЛА В ТЕЧЕНИЕ 20 МИНУТ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (ТЕМП - 48 ДВИЖЕНИЙ В МИНУТУ, УСИЛИЕ - МАКСИМАЛЬНОЕ).

Испытуемый П-ов, 15 лет, среднего физического развития. Вес-56,0 кг., рост-163,5 см., объем груди-90,85,86см. ЕЕЛ-3,600 мл.

Исследование от 22.X.64 года. Р - 735 мм.рт.ст., Т - 19°.

ПОКАЗАТЕЛИ		% O <sub>2</sub> В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ	% O <sub>2</sub> В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ	ВЕНТИЛЯЦИЯ Л/МИН.	КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ O <sub>2</sub>	ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ	ПОТРЕБЛЕНИЕ O <sub>2</sub> МЛ/МИН.	ЭНЕРГЕТИЧЕС- КАЯ СТОИМОСТЬ 1л. O <sub>2</sub>	ЭНЕРГОТРАТЫ ККАЛ.
П О К О И		2,7	17,3	7,4	38,6	0,69	286	4,666	1,334
РАБОТА	2-3'	4,5	16,0	21,8	50,3	0,88	1096	4,900	5,370
	7-8'	4,5	15,5	21,0	56,6	0,79	1189	4,789	5,694
	16-17'	4,2	16,1	22,0	49,8	0,83	1096	4,838	5,302
ВОСТАВЛЕНИЕ	1-2'	3,4	17,1	10,6	39,3	0,85	416	4,863	2,023
	8-9'	2,6	17,4	9,0	37,6	0,68	338	4,654	1,573
	13-14'	3,0	18,1	7,6	27,7	1,06	210	5,120	1,075

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГАЗООБМЕНА ПРИ ОПИЛИВАНИИ МЕТАЛЛА В ТЕЧЕНИЕ 20 МИНУТ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ (ТЕМП-48 ДВИЖЕНИЙ В МИНУТУ, УСИЛИЕ-МАКСИМАЛЬНОЕ).

Испытуемый А-ов, 17 лет, среднего физического развития, вес-51,5 кг; рост-157,5 см., объем груди 87,82,83 см. ЕЕЛ-3,500 мл.

Исследование от 17.X.64 г. Р - 747 мм.рт.ст., Т - 18°.

ПОКАЗАТЕЛИ		% O <sub>2</sub> В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ	% O <sub>2</sub> В ВЫДЫХАЕМОМ ВОЗДУХЕ	ВЕНТИЛЯЦИЯ Л/МИН.	КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ O <sub>2</sub>	ДЫХАТЕЛЬНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ	ПОТРЕБЛЕНИЕ O <sub>2</sub> МЛ/МИН.	ЭНЕРГЕТИЧЕС- КАЯ СТОИМОСТЬ 1л. O <sub>2</sub>	ЭНЕРГОТРАТЫ ККАЛ.
П О К О И		2,9	17,9	9,0	30,5	0,93	275	4,960	1,364
РАБОТА	2-3'	4,6	16,2	17,2	47,5	0,95	817	4,985	4,053
	7-8'	4,5	16,0	17,0	50,3	0,88	855	4,900	4,189
	16-17'	4,2	16,6	18,5	43,5	0,95	805	4,985	4,013
ВОСТАВЛЕНИЕ	1-2'	3,6	18,2	13,0	25,1	1,50	326	5,781	1,826
	8-9'	2,9	19,1	9,0	15,6	1,80	140	6,149	0,860

запасов организма для выполнения одной и той же мышечной нагрузки.

Таким образом, операция грубой опиловки металла в лабораторных условиях при строго регламентированном ритме длительности в противовес опиловке при свободном режиме в производственных условиях выявила резко выраженные возрастные различия производительности труда по количеству опиливаемого металла. Исключение имеющих место частых отвлечений от работы в производственных условиях позволило выявить отчетливые сдвиги в ряде показателей физиологического состояния. Эти сдвиги можно было объяснить как отрицательные, характеризующие повышенную утомляемость. Особенно возрастные различия в работоспособности хорошо иллюстрировались показателями систем дыхания и кровообращения.

### З а к л ю ч е н и е

Специальные лабораторные исследования адаптационно-приспособительных способностей подростков 15-ти и 17-ти лет среднего физического развития в условиях строго постоянного режима труда и отдыха при выполнении возрастающих по интенсивности физических нагрузок достаточно полно раскрывают функциональные возможности испытуемых подростков. Прием возрастающих по интенсивности физических нагрузок может быть использован для научного обоснования нормирования физического труда подростков.

При выполнении физической нагрузки по подъему и опусканию груза (мощность работы 24,48 и 77 ватт) в работе на велоэргометре (мощность работы 45,110 и 105 ватт) работоспособность подростков младшего возраста ограничена.

Низкая работоспособность выражается в большей напряженности физиологических функций (сердечно-сосудистая система, система внешнего дыхания, состояние двигательного аппарата), в фазности изменения центральной нервной системы. Отмечается резкая неадекватность физиологических реакций, отсутствие устойчивого состояния, затрудненность в восстановительных сдвигах и т.д. Возрастные различия в уровнях возбудимости двигательного и зрительного анализаторов по ходу работы на велоэргометре имеют место как между общей группой подростков и группой взрослых, так и внутри самой подростковой группы.

Физиологические сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы, системы внешнего дыхания, энергозатрат у подростков 15-ти и 17-ти лет под влиянием операции опилования выявила ту же картину изменения работоспособности подростков разного возраста, которую мы наблюдали при выполнении таких физических нагрузок как подъем и опускание груза и работа на велоэргометре.

## Г Л А В А У

### О Б С У Ж Д Е Н И Е РЕЗУЛЬТАТОВ И ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время интерес гигиены переносится от острого массивного вредного действия на менее интенсивные, но хронически действующие факторы. Происходит ревизия максимально допустимых интенсивностей и создание оптимальных нормативов (М.Хорваж и Э.Франтик, 1961). Последнее в полной мере относится и к одной из проблем гигиенической рационализации процесса труда – проблеме физиологически обоснованного нормирования физического труда подростков.

Подростковый период отличается своими анатомо-физиологическими особенностями в сравнении со взрослым организмом. У подростков разного возраста также имеются свои специфические отличия. Особенно значительные изменения в подростковый период на разных возрастных этапах претерпевает опорно-двигательный аппарат, костно-мышечная, сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Интенсивная перестройка нейроэндокринных систем сочетается со свойственным этому возрасту формированием в коре головного мозга новых взаимосвязей и дифференциаций.

Следует отметить, что, если в области анатомии и физиологии покоя накоплен большой материал о возрастных особенностях внутри подростковой группы, то функциональные сдвиги в организме подростков разного возраста при разнообразных нагрузках изучены совершенно недостаточно. Подобного рода исследованиями в области физиологии труда подростков лишь за последнее время стали уделять все больше и больше внимания (С.М.Громбах, 1959) 1963; И.А.Арнольда, 1964; Л.И.Абросимова, 1965, Т.Н.Макарова,

1965; И.Н.Яковлева, 1961, 1962, и др.).

Имеющиеся в литературе материалы по влиянию физической нагрузки на организм подростков разного возраста в большинстве своем относятся только к области спортивной медицины (Я.А.Эголинский, 1939; Т.А.Цветаева, 1941; А.Н.Крестовников, 1951; Г.Ю.Коваль, 1955; Hruby, 1959; В.С.Фарфель, 1960; М.Нова и соавт., 1962; Donald et al., 1962; Espenschede, 1963; Р.Е.Мотылянская, 1964; К.Л.Чернов, 1965; О.С.Елизарова, 1965; Karl, 1965; Г.П.Меньков, 1965, и др.). Подобного рода исследования не дают полного представления о функциональных возможностях подросткового организма. К тому же полученные данные в значительной мере противоречивы.

Так, Г.Ю.Коваль (1955) на основании рентгенокимографических исследований влияния физической нагрузки на деятельность сердца различных групп делает заключение об аналогичных изменениях размеров сердца, амплитуды и частоты сердечных сокращений у подростков от 14-ти до 19 лет и у взрослых от 20-ти до 46-ти лет. М.П.Иванова (1963) приходит к выводу, что мышечная работа, независимо от ее интенсивности (поднимание различных грузов) и характера (статическое усилие или динамическая работа), вызывает одинаковую генерализованную вторичную реакцию коры мозга в виде подавления основных ритмов покоя и усиления быстрых колебаний на энцефалограмме у всех испытуемых - школьников от 14 до 18 лет. С другой стороны, С.С.Елизарова (1965) отмечает ряд отклонений от норм со стороны показателей электрокардиограммы у подростков 13-15 лет в отличие от 16-18-летних под влиянием трехминутной напряженной работы на велоэргометре с возрастающей нагрузкой. Эспеншеде (Espenschede, 1963) реко-

мендует при тестировании физической подготовленности школьников от 10 до 18 лет проводить их группировку. Однако, он ориентируется лишь на возраст, но не на рост или вес тела.

Некоторые авторы приходят к выводу, что функциональное состояние подросткового организма при физической нагрузке определяется не возрастом, а особенностями физического развития (Я.А. Эголинский, 1939; Т.А. Цветаева, 1941; Braun, Winter 1964, и др.). Тем не менее, у детей и подростков в возрасте от 10 до 18 лет установлена зависимость физической работоспособности от возраста, пола и физического развития (Rutenfranz et al., 1964). Анталом и соавт. (Antal et al., 1965) обнаружена прямая связь некоторых показателей физического развития с моторными функциями организма.

Большим недостатком многих работ по влиянию физических нагрузок на функциональное состояние подростков является отсутствие указаний относительно величины выполняемой физической работы. По этой причине нельзя дифференцировать, от чего зависит величина физиологического сдвига: от анатомо-физиологических особенностей самого подросткового организма, или от величины и характера физической нагрузки. Совершенно недостаточно внимания уделяется изучению адаптационных возможностей подросткового организма, хотя даже из немногочисленных исследований в этом направлении (Ю.И. Данько, 1939; Е.В. Логинова, 1957; Л.И. Абросимова, 1957; О.Р. Немирович-Данченко, 1964; Р.Е. Мотылянская, 1964; В.В. Васильева, 1965, и др.) можно видеть теоретическую важность подобного рода работ для физиологического обоснования нормирования физического труда подростков.

Физиологические исследования по влиянию физических нагру-

зок на организм подростков, проведенные в производственных условиях, чаще всего представляют собой гигиеническую характеристику труда подростков при производственном обучении (И.В. Крамаренко, 1957; Е.Ф. Альбицкая и соавт., 1958, 1960; Н.В. Ростовбекова, 1960; С.А. Косилов, 1962; С.И. Крапивинцева и соавт., 1962; П.Л. Краснянская, 1962; И.Н. Яковлева, 1962; Л.В. Михайлова, Ц.Л. Усищева, 1963; З.И. Бирюкова, Э.Л. Бычкова, 1963; И.Н. Благовещенская и соавт., 1963; Quaaas , 1963; К.Н. Дорожнова, 1964; Л.С. Недосекова, 1965; Э.А. Бычкова, 1965, 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).

Проведенные нами исследования физиологических сдвигов у подростков мужского пола среднего, ниже и выше среднего физического развития свидетельствуют о различных функциональных возможностях организма подростков 15-ти и 17-ти 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.

Выполнение операции грубой опилки металла 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. Благодаря "свободному" режиму работы на протяжении рабочего дня (без регламентированных перерывов за исключением обеденного) рабочая доминанта выражается в различном поведении испытуемых, обусловленном как их возрастными особенностями, так и физическим развитием. Весьма вероятно, что большая способность к мобилизации своих сил, концентрации внимания может объяснить большой процент занятости 17-летних подростков непосредственно работой, а также их меньшую отвлекаемость от основной работы. Относительно большая производительность не является еще доказательством высокой работоспособности, меньшей утомительности подростков 15-ти лет. Не может она свидетельствовать и о больших функциональных возможностях различных систем организма этих подростков. Выяснить действительные функциональные возможности 15-летних подростков удалось лишь при условии исключения частых отвлечений от работы, дающих широко известный эффект "активного отдыха" (И.М.Сеченов, 1952; В.В.Розенблат, 1961; И.В.Муравов и соавт., 1964, и др.).

Специальные исследования производительности труда подростков 15-ти и 17-ти лет в лабораторных условиях при той же производственной операции опиливания, 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 показателей и, как следствие, - различный период реституции (большой у подростков младшего возраста).

Результаты физиологических исследований в производственной обстановке показывают, что относительно высокая производи-

тельность труда (грубая опиловка металла), достигнутая подростками младшего возраста, сопровождается и несколько большим напряжением некоторых физиологических функций под влиянием работы в производственных мастерских. Так, 15-летние подростки, особенно с отставанием в физическом развитии, при наибольшей статической выносливости в состоянии покоя, имеют и ее наибольшее снижение через шесть часов работы. Частота их пульса в периоды основной работы в целом на 11% превышает таковую 17-летних подростков, латентное время двигательной реакции относительно замедлено после шестичасовой работы. Выполнение производственного задания сопровождается увеличением количества ошибок по корректурным таблицам у 15-летних подростков (второе задание), что, очевидно, связано с нарушением дифференцировочного торможения, ослаблением способности к концентрации основных нервных процессов в коре головного мозга. Наряду с этим величина координационного показателя у подростков младшего возраста оказалась наименьшей, что может свидетельствовать об относительно лучшем функциональном состоянии двигательного анализатора по сравнению с подростками старшего возраста.

Следует отметить, что полученные нами данные об особенностях ответных реакций 15-летних подростков на производственную нагрузку находят подтверждение в литературе. Некоторые авторы особо выделяют именно 14-15 летних подростков не только из-за специфики анатомо-физиологического развития (В.Г.Штефко, 1947; А.А.Соловьев, 1959; Millahn, 1963; Balewski, 1965; А.И.Козлов, 1965; А.А.Семкин, 1965; М.И.Семенов, 1965, и др.), но и вследствие их особых по сравнению с подростками более стар-

шего возраста функциональных изменений под влиянием физической нагрузки. Так, К.М.Смирнов (1961), отмечает у 14-15-летних подростков значительную реактивность и эмоциональность, которую связывает с началом периода полового созревания. В.С.Фарфель (1960) отмечает максимум скорости движения в 14-15 лет. В.М.Касьянов (1956) выделяет группу подростков 14-15-ти лет на основании их малой выносливости. В.И.Филиппович (1962) находит у этой группы подростков наилучшую точность воспроизведения деталей движения при формировании двигательных навыков. Г.С.Жигалин (1965), изучая функциональное состояние двигательного анализатора у детей 8-16 лет по показателям треметрии верхних конечностей, отмечает наиболее интенсивное снижение тремора у девочек в возрасте 12-ти лет и у мальчиков в возрасте 15-ти лет. Кваас (Quaas, 1962) указывает на большое увеличение работоспособности у мальчиков 15-16-ти лет. А.М.Волков (1961, 1963), наблюдая наибольшее увеличение темпа работы в возрасте 11-15-ти лет, предлагает разработать хотя бы два вида программ производственного обучения слесарей с расчетом времени на выполнение комплексных работ для подростков младших (14-15 лет) и старших (16-17 лет) возрастов с соответствующим этим группам физическим развитием.

Проведенные нами лабораторные исследования при дозированной по времени, темпу, интенсивности и одинаковой для подростков разного возраста и физического развития мышечной нагрузке подтвердили высказанные выше предположения: функциональные возможности организма подростков младшего возраста значительно уступают функциональным возможностям организма подростков старшего возраста. Ярким примером служат выявленные нами в



гипервентиляция (максимальная - 33,0 литра в минуту) и повышенная частота дыхания (максимально - до 29 дыханий в минуту) являются также результатом неспособности их организма эффективно координировать работу систем дыхания и кровообращения при данных мышечных нагрузках (Ю.И.Данько, 1965). Возбудимость и лабильность нервно-мышечного аппарата 15-летних подростков резко падают с возрастанием тяжести мышечной нагрузки, независимо от ее характера. Так, после выполнения третьей нагрузки на велоэргометре (мощность - 165 ватт) величина показателя двигательной реобазы общего сгибания пальцев у подростков младшего возраста увеличивается в среднем на 1,7 вольта, а двигательная хронаксия общего сгибателя пальцев - на 0,02 м сек. В то же время у 17-летних подростков реакция физиологических систем более экономна, адекватна величине физической нагрузки; у них удается, как правило, отметить явления *steady state*, меньшие изменения величины физиологических показателей в ответ на возрастание нагрузки и более быстрое восстановление, приближающееся к восстановлению у взрослых. Очевидно, в данном случае адаптация к нагрузке у подростков старшего возраста происходит за счет каких-то новых внутренних резервов, возникающих с возрастом (Астранд, Astrand, 1953, и др.), и возможно обусловлена явлениями большей тренированности к мышечной работе переменной интенсивности (Е.В.Логина, 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.Бабаджян, 1952,

С.А.Косилов, К.С.Точилов, 1952, В.Георгиев, 1963, и др.). Одним из важных факторов, обеспечивающих адаптацию организма к напряженной мышечной деятельности, является подвижность вегетативных процессов. (Э.В.Коссовская, 1964).

Еще И.П.Павлов (1932) писал, что организм является саморегулирующейся 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 приспособливать 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 том числе В.М.Волкова (1965), который наблюдал наибольшие сдвиги у мальчиков младшего возраста по сравнению с юношами и взрослыми при выполнении ими одинаковой дозированной мышечной нагрузки циклического типа. Как отмечает А.Н.Кабанов (1963), с возрастом увеличивается способность корковых клеток к длительной и интенсивной работе, вырабатывается способность преодолевать начальные стадии утомления.

Наши данные находят подтверждение в работах Неккера (Nöcker, 1955). Согласно данным Неккера подростки обладают меньшей по сравнению со взрослыми адаптируемостью организма к мышечной деятельности в условиях относительного анабиоза (кратковременная интенсивная мышечная работа). В то же время Н.Н.Яковлев и соавт. (1962) приходят к выводу об аналогичных физиолого-химических адаптационных изменениях в организме подростков 13-14 лет и более старших возрастных групп (тренировки скоростными нагрузками).

Наблюдаемая нами у подростков младшего возраста физиологическая неустойчивость показателей вегетативных функций (В.И. Бирюкова, 1960, и соавт., 1961), очевидно, также может быть объяснима несовершенством регуляторных механизмов. П.И.Гуменером (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.Морданская, 1965, и др.).

Относительно быстрого <sup>наступление</sup> наступления усталости у подростков младшего возраста при выполнении наибольшей по интенсивности мышечной нагрузки, независимо от ее характера, подтверждает несовершенство их центрально-нервного механизма регуляции функций. Отмечаемые при этом объективные изменения возбудимости двигательного и зрительного анализатора 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 парабихотического торможения в коре головного мозга. Не следует забывать и о следовых реакциях в нервных центрах (Г.Н. Конради, А.Д. Слоним, В.С. Фарфель, 1935; М.И. Виноградов, 1958; К.М. Смирнов, 1961, и др.), которые в силу анатомо-физиологических особенностей подростков, их высокой степени возбудимости и эмоциональности оказывают большое влияние на функциональное состояние всей центральной системы. Как отмечает Миссиуро и соавт. (Missiuro et al., 1962), ощущение усталости зависит от интенсивности работы. При интенсивной нагрузке оно переходит в боль и приводит к прекращению работы. При более умеренной нагрузке возникшая усталость по мере работы постепенно уменьшается и даже исчезает.

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, 1963; <sup>Б.А. Кацнельсон</sup> В.В. Розенлат, 1963; О.Ф. Максимова, 1963; С.А. Акупян, С.А. Гонян, 1963; Kerkhoven, 1963; Brown и соавт., 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; В.М. Волков, 1960; С.И. Горшков, 1961; З.М. Золина, 1961; З.М. Золина, Ю.В. Мойкин, 1963; Р.Е. Мотыльская, 1964), несмотря на то, что учет физиологических сдвигов в процессе работы должен быть одним из основных практических критериев при нормировании нагрузки (Ю.Г. Солонин, 1965). Особое внимание в этом отношении привлекает частота пульса. Будучи исключительно доступным по способу определения и относясь к наименее инерционной системе организма (М.Я. Горкин,

1963), показатель частоты пульса может характеризовать как рабочий, так и восстановительный период изменений сердечно-сосудистой системы организма. Частота пульса является ведущим и наиболее гибким фактором в приспособлении гемодинамики к запросам мышечной деятельности. Все более выясняется четкая связь частоты пульса с уровнем поглощения кислорода. В определенном диапазоне нагрузок, эта корреляция носит линейный характер (ASTRAID et al, 1954, и др.) и лишь в области очень больших нагрузок зависимость отклоняется от линейной и при вычислении максимального поглощения кислорода по данным частоты пульса надо вносить соответствующую поправку (Maritz, Morrison, ,1961). По выражению С.И.Крапивинцевой (1963), частота пульса является одним из наиболее лабильных показателей работоспособности при физической работе, т.к. существует определенное соотношение между степенью функционального напряжения при работе и продолжительностью необходимого отдыха, на которое чутко реагирует сердечно-сосудистая система.

Результаты динамических наблюдений за изменениями работы пульса при таких видах нагрузок как подъем и опускание груза, работа на велоэргометре и операция опилования металла подтверждают возможность использования данного показателя в качестве меры нагрузки на организм ( Bergeron ,1954; Borg, Young, 1956; Bengtsson 1956; Le Blanc 1957; Maggio, Müller 1958; Müller 1963; М.Нова, М.Губач, 1963; В.В.Васильева, В.П.Правосудов, 1963; Zeleny и соавт. ,1963; Е.К.Глушкова, 1963, 1965; Rutenfranz, Hocke, 1964; Degre , Denolin ,1965, и др.).

На основании экспериментальных данных (субмаксимальная нагрузка на велоэргометре) Бенгтсон ( Bengtsson ) установил,

что при частоте пульса 160-170 ударов в минуту коэффициенты вариации и стандартные отклонения от средних были наименьшими. По мнению автора, достаточное кровообращение может быть выражено у здоровых по крайней мере этой частотой пульса. У испытуемых в возрасте от 5 до 20 лет работоспособность, определенная таким образом, растет параллельно с возрастом. Рутенфранц и Хоке (Rutenfranz, Noske, 1964) предполагают также, что частота пульса 170 ударов в минуту может быть использована в качестве критерия физической работоспособности детей и подростков для кратковременных высоких нагрузок (например, в спорте, но не как критерий длительной физической работоспособности в условиях производства). Зелени и соавт. (Zeleny et al 1963) при обследовании подростков от 13 до 18 лет после выполнения мышечной работы находят, что линейная связь между потреблением кислорода и частотой пульса имеется только в том диапазоне мощности работы, где кислородный запрос меньше максимальных величин потребления кислорода. Дегре и Денолин (Degre, Denolin, 1965) показали, что частота пульса, измеренная непрерывно в процессе работы, дает лучшую корреляцию с действительной физической пригодностью, чем средняя частота пульса, восстановления за первые три минуты после работы и половинное время восстановления. О возможности использования пульса говорит Ю. Г. Солонин (1965). Им совместно с В. В. Розенблатом сформулированы принципы классификации тяжести физического труда по данным интегрального физиологического напряжения, определяемого с помощью метода радиопульсометрии. О максимальной интенсивности физической нагрузки в нормальных условиях среды, либо в условиях нагревающего микроклимата автор судит по наивысшим вели-

чинам частоты пульса при работе, об общей интенсивности основной работы - по средним показателям пульсовых сдвигов за период работы, об общем объеме нагрузки - по средним данным частоты пульса за всю смену. На основании материалов исследования для взрослого человека предложено установить предельно допустимую величину объема нагрузки, характеризующуюся средним уровнем частоты пульса за смену 100 ударов в минуту.

Полученные нами данные изменения частоты пульса при нагрузках динамического характера дают основание считать, что частота пульса 140-150 ударов в минуту соответствует максимально допустимой для подросткового организма физической нагрузке при 10-20 минутах работы, т.к. сопровождается неблагоприятными изменениями и со стороны других показателей функционального состояния организма (легочная вентиляция, реобаза и хронаксия двигательного анализатора и т.д.) Интересно заметить, что данные суждения о физиологической оценке тяжести нагрузки совпадают с выводами из работ М. Нова и М. Губач, которые считают максимально допустимой ту величину физической нагрузки, при которой частота пульса равна 150 ударам в минуту. Результаты определения тяжести нагрузки на основании состояния координации физиологических показателей при работе (Р. В. Мотылянская, 1964; А. А. Маркосян, В. М. Король, 1964) также подтверждают сделанные нами выводы о допустимой величине тяжести физической нагрузки динамического характера. Именно при этих условиях мощности работы (подъем и опускание груза и работа на велоэргометре), несмотря на постоянный темп, наблюдается непрерывный рост величины физиологического показателя - явное свидетельство неэффективности физиологических затрат и один из признаков

утомления (В.В.Розенблат, 1961, 1963). По мнению Мюллера и Коги (Müller, Kogi, 1965) причина длительного повышения частоты пульса при физической работе динамического характера кроется в нарушении окислительных процессов в мышцах. Образующиеся при этом продукты обмена могут оказывать раздражающее действие на рецепторы, которые имеют отношение к регулированию частоты пульса. Имеются и другие данные о факте непропорционально большого увеличения мощности работы (McIlroy, 1962). Следует отметить, что величина физиологических сдвигов зависит не только от мощности работы, но и находится в тесной связи с характером, длительностью нагрузки, темпом ее выполнения (О.Розанова, Е.Петрова, 1938; М.Е.Маршак, 1948; Г.З.Чуваева, 1961; В.Г.Шуков и соавт., 1962; К.Е.Бугаев и соавт., 1963; Н.М.Попова, В.М.Зубкова, 1964; Г.Ф.Выходов, 1965, и др.), а также изменяется при изменении рабочей позы (М.Р.Могендович, 1964, 1965; Fanasescu и соавт., 1964; Е.С.Черник, 1965, и др.) и, очевидно, зависит еще от ряда других причин.

Особенностью кривой динамики частоты пульса при 20-минутной операции опиливания в отличие от других нагрузок (подъем и опускание груза, работа на велоэргометре) является то, что после начального периода вработывания мы имеем здесь постоянный уровень без заметной тенденции к учащению в конце работы. Анализируя этот факт, следует иметь в виду, и то, что в выполнении операции опиливания участвует сравнительно ограниченная группа мышц, и то, что эта работа по своему характеру сходна со статическими напряжениями (Н.К.Верещагин, 1957; В.В.Скрябин и соавт., 1957, и др.). Возможно, что физическая работа при выполнении данной операции в наших условиях не достигает предела физиологических возможностей испытуемых подростков (Е.С.Черник, 1965) и насту-

пает состояние "устойчивой работоспособности" (Ю.И.Данько, 1963) или, так называемое, "устойчивое состояние", наблюдаемое некоторыми авторами при длительной мышечной нагрузке ( Hill, 1929; М.Е.Маршак, 1934; И.А.Арнольди, 1962, и др.). Весьма вероятно наличие влияния адаптации организма к длительно выполняемой нагрузке (А.Д.Тюбушева и соавт., 1962).

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. По нашему мнению, совершенно правы Р.Г.Сапожникова, П.И.Гуменер, Е.К.Глушкова, Н.Н.Куинджи (1963), которые утверждают, что "только по уровню частоты пульса нельзя судить об утомлении, т.к. даже высокая частота его при значительной нагрузке может рассматриваться как адекватная реакция организма, а не как признак утомления". Говорить об утомлении можно только при сопоставлении данных о величине выполненной работы и выраженности физиологических сдвигов в процессе этой работы. 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.

На основании выше сказанного представляют интерес данные физиологических исследований при таком характере работы как

подъем и опускание груза. Полученные нами изменения физиологических показателей со стороны сердечно-сосудистой системы, системы дыхания и состояния двигательного анализатора позволяют говорить о недопустимости нагрузки мощностью 77 ватт для выполнения ее подростками младшего возраста среднего физического развития. Для подростков старшего возраста - эта работа может быть отнесена к категории тяжелых работ.

Таким образом, совершенно очевидно, что функциональные возможности организма подростков находятся в тесной связи с их возрастом и физическим развитием. При одинаковой степени физического развития (средней) ведущими являются функциональные особенности, обусловленные возрастом подростка.

Выполнение возрастающей по интенсивности физической нагрузки различного характера подтверждает ранее существовавшее положение о том, что величина физиологических показателей может служить адекватным физиологическим критерием тяжести нагрузки.

## 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 психически 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 подрост-

ков с лучшим физическим развитием отмечаются по большинству 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 физических 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 исследовать 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 ступенчатых нагрузках на велоэргометре до предельных (когда испытуемые вынуждены быстро прекращать работу) также как и при подъеме тяжести были выявлены существенные возрастные различия (физическое развитие испытуемых среднее). 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 системы, 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 изменялись фазно.

7. Операция грубой опиловки металла в лабораторных условиях при строго регламентированных ритме и длительности работы в <sup>отличие от</sup>

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 ~~индивидуальную~~ <sup>опору</sup> эффективность физических 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 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 предло-

жения 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 Государственный Комитет по профтехобразованию при Госплане СССР.

В заключение выражаю глубокую благодарность научному руководителю, заведующему кафедрой патофизиологии Кубышевского медицинского института, доктору медицинских наук, профессору В. П. Низовцеву за постоянное руководство и всемерную помощь в работе.

Искренне благодарна администрации и сотрудникам Свердловского института гигиены труда и профзаболеваний за внимание и активное содействие в проведении настоящих исследований. Особо должна отметить дружескую поддержку товарищей по работе - сотрудников лаборатории физиологии труда этого института.

Хочу от души поблагодарить руководство профессионально-технического училища №1, ремесленного училища №39 и общеобразовательной школы-интерната №17 за внимательное отношение и постоянную практическую помощь в работе. Исключительно признательна всем учащимся данных училищ и школы-интерната, которые принимали участие в настоящей работе в качестве испытуемых

# ОТ Е Ч Е С Т В Е Н Н А Я

## Л и т е р а т у р а

1. АБРАМОВА А.Н. - Возрастные изменения архитектуры спонгиозы эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей области коленного сустава. Дисс., Л., 1951.
2. АБРОСИМОВА Л.И. - Изучение функций сердечно-сосудистой системы юных легкоатлетов.  
В кн. "Научная конференция аспирантов". Тезисы докладов. М., 1954.
3. АБРОСИМОВА Л.И. - О физиологической оценке влияния физических нагрузок на кровообращение подростка. Дисс. Л., 1957.
4. АБРОСИМОВА Л.И.,  
АЛЕКСАНДРОВА Л.С. - Характеристика осцилляций постминимальной части артериальной осциллограммы при изучении влияния физических нагрузок на кровообращение детей различного возраста. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (апрель 1965), М., 1965, 222.
5. АКОПЯН С.А.,  
ГОНЯН С.А. - Состояние вестибулярной, оптической и моторной хронаксии у студентов при учебно-трудовом процессе. В кн. "Материалы IV научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А. Ухтомского, Л., 1963, 7.
6. АЛЬБИЦКАЯ В.Ф.,  
ГОРКИН З.Д. - Рефлексы на время как показатель состояния высшей нервной деятельности учащихся ремесленных училищ в связи с производственным обучением. Санитария и гигиена, 1957, № 1.
7. АЛЬБИЦКАЯ В.Ф.,  
ГОРКИН З.Д.,  
КАРМИНСКИЙ М.С.,  
МИХАЙЛОВСКАЯ, В.Ф.,  
СНЕГИРЕВ В.С. - Физиолого-гигиенические основы организации производственного обучения в Р.У. машиностроения. Гигиена и санитария, 1958, № 9, 35-38.

8. АЛЬБИЦКАЯ Е.Ф.,  
ГОРКИН Э.Д.,  
КАРМИНСКИЙ М.С. - Физиологические основы рационального производственного обучения. В кн. "Материалы к физиологическому обоснованию трудовых процессов", М., 1960, 230-238.
9. АНТИПОВ Б.И.,  
БАЙЧЕНКО И.П. - Исследование корковой нейродинамики у юных легкоатлетов в процессе тренировки. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии, М., 1965, 229.
10. АРНОЛЬДИ И.А. - Учение об адаптации и вопросы гигиены труда подростков. Материалы конф. по проблеме адаптации, тренировки и другим способам повышения устойчивости организма (Винницкий мед. ин-т), Винница, 1962, 135.
11. АРНОЛЬДИ И.А. - Гигиена труда подростков. М., 1964.
12. АРРО А.И.,  
ВИРУ Л.А.,  
ВИРУ Э.А.,  
ОЯ С.М.,  
СИЛЬДМЯЭ Х.Ю. - Об особенностях влияния физической тренировки на деятельность сердечно-сосудистой системы детей младшего и среднего школьного возраста. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 233.
13. АРШАВСКИЙ И.А.,  
МАРКОСЯН А.А.,  
НИКИТИН В.Н.,  
ПУЗИК В.И. - Итоги, задачи, перспективы развития возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Труды 5-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Из-во пед. наук РСФСР, М., 1962, 5-10.
14. АРЯМОВ И.А. - Особенности детского возраста. М., 1953.
15. БАБАДЖАНИЯ М.Г. - Роль трудового обучения в развитии регуляторных процессов центральной нервной системы у подростков. Дисс., 1952.
16. БАБАДЖАНИЯ М.Г.,  
ВОЛКОВ А.И. - Некоторые физиологические механизмы формирования трудовых навыков у подростков. В кн. "Материалы к физиол. обоснованию трудовых процессов". М., 1960, 225-229.

17. БАБАЕВА Б.А.,  
ЗОЛДИНА З.М. - Производственная гимнастика в условиях конвейерной системы труда. Теория и практика физической культуры, 1956, 19, 5, 350.
18. БАЙЧЕНКО И.П. - Взаимоотношение адаптации и реактивности по мере развития спортивной формы. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтумского, 1963, 24-25.
19. БАКУЛИН С.А. - Изменения газообмена и некоторых других функций при мышечной работе у различно тренированных подростков 14-17 лет. Дисс. 1959.
20. БАКУЛИН С.А. - Результаты физиологических исследований юных легкоатлетов на тренировочных сборах и ответственных соревнованиях. Труды 5-й научной конф. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии, 1961. М., АНН РСФСР, 1962, 271-274.
21. БАКУЛИН С.А.,  
ГУМИНСКИЙ А.А.,  
ЖУРКОВА Н.Н.,  
ЗОЛОТАЙКО Г.А.,  
КОРЕНСКАЯ Э.Ф.,  
НОВОЖИЛОВА А.Д.,  
СМИРНОВ К.М. - О влиянии спортивной тренировки на подростков в период полового созревания. IX съезд Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и фармакологов, т. I, Москва-Минск, 1959, тезисы докладов. В кн.
22. БАТУЕВ А.С. - К проблеме функциональной структуры двигательных актов. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А. Ухтумского, 1963, 30-32.
23. БАХРАХ И.И. - Влияние темпов индивидуального развития на характер, адаптации подростков к некоторым функциональным пробам. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии, М., 1965, 246.

24. БИРЮКОВ Д.А. - Материалы к вопросу о рефлекторной регуляции сердечно-сосудистой системы (эксперимент. исслед.), Воронеж, 1946.
25. БИРЮКОВА З.И. - Значение исследования корковой динамики подростков в условиях производственного обучения. Гигиена политехнического и производственного обучения. М., 1963, 81-89.
26. БИРЮКОВА З.И. - Физиологический анализ механизма сдвигов нейродинамики у работающих подростков. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского, 1963, 34-35.
27. БИРЮКОВА З.И.,  
БЫЧКОВА Э.А. - Нейродинамика подростков, работающих в различных цехах часового завода. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского, 1963, 36-37.
28. БИРЮКОВА З.И.,  
ПАВЛОВ М.И.,  
ПЕРЕВЕРТАЙЛО Г.А. - К оценке соотношения и устойчивости некоторых показателей, характеризующих дыхательную функцию у подростков. В сб. "Новое в физиологии и патологии дыхания. М., 1961.
29. БИРЮКОВИЧ А.А. - Влияние статических нагрузок на артериальное кровяное давление девочек 8-14 лет. Дисс., 1951.
30. БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ И.Н.,  
СИТНИКОВА Т.А.,  
ХАРКОВЕНКО Н.М. - Восстановления  
Некоторые особенности физиологических функций у учащихся ремесленного училища во время производственной практики в "горячих" цехах. Материалы научн. конф. по республиканской "проблеме" охрана здоровья детей и подростков", Киев, 1963, 214-217.
1. БУГАЕВ К.Е.,  
МАРУСЕНКО Н.Н.,  
ШЕНИЛО И.Н.,  
СУКАЛО М.А.,  
ГОВОРОВА А.Д.,  
КАРЛОВА А.С.,  
ДРОЗДОВА Л.М. - Об изменениях некоторых функций организма учащихся под влиянием уроков труда. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского, 1963, 42-43.

- БЫКОВ К.М. - Кора головного мозга и внутренние органы. М.-Л., 1947.
- БЫЧКОВА Э.А. - Оценка некоторых физиологических функций подростков в различных условиях производственной деятельности. Автореферат дисс., М., 1965.
- ВАСИЛЬЕВА В.В. - Изменение некоторых гемодинамических показателей у школьников в связи с выполнением мышечной деятельности. Труды 6-й научн. конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 286-289.
- ВАСИЛЬЕВА В.В., КОССОВСКАЯ Э.Б., КРЕСТОВНИКОВ А.Н. - Изменение возбудимости зрительного анализатора во время интенсивной мышечной работы. Проблемы физиологической оптики. Из-во АН СССР, 1953, т.8.
- ВАСИЛЬЕВА В.В., ПРАВОСУДОВ В.П. - Частота сердечных сокращений как показатель воздействия физических упражнений на организм. В кн. "Вопр. леч. проф. мед.", Труды ЛСГМ, т.72, Л., 1963, 31-38.
- ВЕРЕЩАГИН Н.К. - О действии статических усилий на организм. Физиологический журнал СССР, 1957, 43, № 7, 699.
- ВИНОГРАДОВ М.И. - Физиология трудовых процессов. Л., 1958.
- ВИРУ А.А., ВИРУ Э.А. - Изучение динамики изменений деятельности сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке у мальчиков в возрасте 10-16 лет. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 268.
- ВОЛКОВ В.М. - К вопросу об определении тяжести и напряденности работы. Ж. "Гигиена труда и профзаболеваний", 1960, II, 10.

- ВОЛКОВ В.М. - Возрастная характеристика восстановительных процессов после скоростных циклических упражнений. Труды 5-ой научн. конф. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии, М., АПН РСФСР, 1961, 282-285.
- ВОЛКОВ В.М. - Газообмен и внешнее дыхание у мальчиков при предельных циклических скоростных упражнениях. Физиологический журнал, 1963, 12, 1457-1460.
- ВОЛКОВ В.М. - Особенности адаптации организма к предельной и дозированной мышечной деятельности в онтогенезе. Труды 6-ой научн. конф. по возрастной морфологии и биохимии, М., 1965, 289-296.
- ВОЛХИНА Т.П.  
КЛЕЙНЕР А.М. - К вопросу о нормировании физического труда подростков. Гигиена и санитария, 1964, №12, 38-43.
- ВОЛХИНА Т.П.  
КЛЕЙНЕР А.М.  
МЕЗЕНИНА Л.Б. - Функциональные сдвиги у подростков разного возраста при дозированной физической нагрузке. В кн.: Вопросы охраны здоровья подростков. Свердловск, 1964, 95-97.
- ВОЛХИНА Т.П.  
КЛЕЙНЕР А.М.  
МЕЗЕНИНА Л.Б. - Некоторые особенности физиологических реакций подростков разного возраста при трудовой нагрузке возрастающей интенсивности. X-й съезд Всесоюзн. физиологич. об-ва, им. М.П. Павлова. Тезисы научн. сообщений, т. II, вып. I, Ереван, 1964, 17.
- ВЫХОДОВ Г.Ф. - Расход энергии у школьников при опилке металла в зависимости от темпа работы. Материалы 7-ой научн. конф. по вопросам возрастной морф. физиологии и биохимии. М., 1965, 275.
- ГАМБАРЯН Л.С. - К физиологии двигательного анализатора. Матер. IУ научн. конф. по физиологии труда, посвящ. памяти А.А. Ухтомского, 1963, 78-81.
- ГЕДЕВАНШВИЛИ Г.В. - К изучению адаптационной способности аппарата внешнего дыхания у юных футболистов 15-16 лет. Материалы 7-ой н.к. по вопросам возр. морф., физиол. и биох., М., 1965, 280.
- ГЕЛЬФРЕЙХ Э. - Обмен энергии у ребенка. М.-Л., 1928.
- ГЕЛЬФАНД А.М. - Сердечно-сосудистая система в подростковом и юношеском возрасте. Дисс. М., 1944.
- ГЕОРГИЕВ В. - Роль сердца и сосудов в обеспечении системной реакции кровяного давления при статической и ритмической мышечной нагрузке. Матер. IУ научн. конф. по физиологии труда, посвящ. памяти А.А. Ухтомского, 1963, 86-87.

53. ГЕССЕН А.И.,  
КЛЫГА Л.П.,  
ХАРАХОРКИНА К.Д.,  
ЧИСТЯКОВА А.М. - Новые данные по гигиене детей и подростков. Труды Ленинград.сан.-гигиен.мед. ин-т, 1956, 31.
54. ГЛУШКОВА Е.К. - Динамика частоты сердечных сокращений во время уроков труда в столярных и слесарных мастерских. Материалы У1-й конф. по вопросам морфологии, физиологии и биохимии. М., АПН РСФСР, 1963, 302-303.
55. ГЛУШКОВА Е.К. - Динамика частоты сердечных сокращений в процессе работы как один из показателей влияния работы на организм школьника. Сб. "Гигиена детей и подростков", М., 1965, 95-107.
56. ГОНЧАРОВ Н.Н. - Динамика мышц человека при предельных напряжениях и ее возрастные изменения. Дисс., М., 1952.
57. ГОРКИН М.Я. - Физиологические исследования отделенного восстановительного периода после напряженных физических упражнений. Материалы IV научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского, 1963, 96-97.
58. ГОРШКОВ С.И. - К вопросу о физиологических критериях и методики определения тяжести работы, предложенных проф. М.В.Лейником. Гигиена труда и профзаболевания, 1961, 5, 42-44.
59. ГРОМБАХ С.М. - Гигиена учебных занятий в школе. М., 1959.
60. ГРОМБАХ С.М. - Гигиенические основы рациональной организации обучения и труда школьников. Доклад на XIV Все союзном съезде гигиенистов и сан.врачей. Медгиз, 1961.
61. ГРОМБАХ С.М. - Некоторые нерешенные вопросы гигиены политехнического и производственного обучения. В кн. "Гигиена политехнического и производственного обучения. М., 1963, 16-29.

62. ГРОМБАХ С.М. - Принципы врачебного контроля за политехническим обучением. Вестник АПН СССР, 1963, 2.
63. ГРОМБАХ С.М.,  
САПОЖНИКОВА Р.Г. - Гигиена политехнического и производственного обучения. Москва, 1963.
64. ГРУБИНА А.Ю.,  
КАПЛУНОВА Д.Э. - Клинико-рентгенологические особенности сердца в юношеском возрасте.  
В кн. "Материалы клиники по возрастной патофизиологии", М., ВИЭМ, 1937, 81-91.
65. ГУМЕНЕР П.И. - Саморегуляция ритма физиологических функций у человека при физической работе. Материалы IУ научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского, 1963, 113-115.
66. ГУМЕНЕР П.И. - Оценка регуляции физиологических функций в процессе работы школьников в мастерских. Труды 6-й науч. конф. по возрастной морф., физиологии и биохимии. М., 1965, 303-307.
67. ГУМЕНЕР П.И. - Характеристика колебаний физиологических функций в процессе работы у детей в качестве критерия состояния организма. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 290.
68. ГУМЕНЕР П.И.,  
ГЛУШКОВА Е.К.,  
САПОЖНИКОВА Р.Г. - Методика оценки тяжести работы при производственном обучении подростков. Вопросы охраны здоровья подростков, тезисы и автореферат докладов Всероссийской науч. конф. (24-26 февраля 1964), 1964, 97-98.
69. ГУМИНСКИЙ А.А.,  
ЕЛИЗАРОВА О.С. - Исследование кислородного потолка у юных конькобежцев. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 290.
70. ГУНДОБИН Н.П. - Особенности детского возраста, СП5, 1906.

- ДАНЬКО Ю.И. - Адаптация сердечно-сосудистой системы к прогрессивно-возрастающей мышечной нагрузке у детей и взрослых и ее значение в практике функционального исследования. Дисс. Краснодар, 1939.
- ДАНЬКО Ю.И. - Динамика функционального состояния центральной нервной системы при выполнении физических упражнений. В сб. "Физическая культура и здоровье", М., Медгиз, 1963, 149-155.
- ДАНЬКО Ю.И. - Кортикальный механизм адаптации вегетативных функций к физической нагрузке. В сб. "Координация двигательной и вегетативных функций при мышечной деятельности человека", М.-Л., "Наука", 1965, 65-82.
- ДЕДЛОВСКАЯ В.И. - Об изменениях моторно-эвакуаторной функции желудка собак при статической мышечной нагрузке. X съезд Всесоюзного физиологического общества им. И.П. Павлова, Ереван, 1964, т. II, тезисы научных сообщений, вып. I. М.-Л., 1964.
- ДОРОЖНОВА К.Л. - Динамика физического развития и ряда функциональных показателей школьников 9-10 классов в условиях производственного обучения. Вопр. охр. матер. и детства, 1964, № 9, 71-72.
- ЕЛИЗАРОВА О.С. - Электрокардиографические исследования юных спортсменов во время напряженной мышечной работы. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 310.
- ЕРЕМЬЕВ В.Я. - Насыщение крови кислородом у школьников при задержке дыхания и физических упражнениях. Физическая культура в школе, 1963, 9, 13-15.
- БОЙНОВ В.В., АРШАВСКИЙ И.А. - Физиология строительных работ с точки зрения их нормирования. В кн. "Физиологическое обоснование норм строительных работ". М., 1930, 18-76.

- ЖИГАЛИН Г.С. - О функциональном состоянии двигательного анализатора у детей 8-16 лет по показателям термометрии верхних конечностей.  
В кн. "Гигиена детей и подростков", под ред. Г.Н.Сердюковской и С.М.Громбаха. М., 1965, 273-278.
- ЖУКОВ В.Г.,  
МИНАЕВА В.Н.,  
ХМЕДЬНИЦКИЙ Л.Н. - Оценки утомления при мышечной работе по электрофизиологическим показателям. Материалы XII научн.сессии Св.научн.исслед,ин-та гигиены труда и профпатологии. Св-ск, 1962, 39-41.
- Закон об укреплении связи школы с жизнью и о дальнейшем развитии системы народного образования в СССР. "Правда", 25 декабря, 1958 г.
- ЗИМКИН Н.В. (ред.) - Физиологические основы физической культуры и спорта. М., 1953.
- ЗОЛИНА З.М. - Режим труда и отдыха при работе на конвейерных линиях. М., 1959.
- ЗОЛИНА З.М. - Хронометражные наблюдения, как физиологический метод изучения изменения работоспособности в динамике рабочего дня. В сб. "Методы физиологических исследований трудовых процессов", М., 1960, 7-30.
- ЗОЛИНА З.М. - Основные принципы сравнительной оценки тяжести, напряженности труда на конвейерах различного типа.  
Вестник АМН СССР, 1961, № 7.
- ЗОЛИНА З.М. - Опыт оценки тяжести труда путем исследования сердечно-сосудистой системы у работниц трех типов конвейеров.  
ж.Гигиена труда и профзаболеваний. АМН СССР, 1962, № 8.

7. ЗОЛИНА З.М. - Возбудимость и лабильность зрительного анализатора - показатель изменения работоспособности при конвейерной работе. В кн. "Материалы IV научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А. Ухтомского, 1963, 145.
8. ЗОЛИНА З.М. - Методика исследования электрической чувствительности и лабильности зрительного и двигательного анализатора у рабочих в условиях производства. Гигиена и санитария. 1958, № 7, 35-42.
- ЗОЛИНА З.М.,  
МОЙКИН Ю.В. - К вопросу об оценке тяжести труда. Гигиена труда и профзаболевания, 1963, 1, 23-29.
- ИВАНОВ-  
СМОЛЕНСКИЙ А.Г. - Основные проблемы патофизиологии высшей нервной деятельности человека. 1933.
- ИВАНОВ-  
СМОЛЕНСКИЙ А.Г. - Методика исследования условных рефлексов у человека (ребенка и взрослого, здорового и больного), 1933.
- ИВАНОВ-  
СМОЛЕНСКИЙ А.Г. - Общие функциональные нарушения высшей нервной деятельности и патодинамические структуры при неврозах и реактивных состояниях. Труды ин-та ВНИИ АН СССР, серия патофизиологическая, т. I, 1955.
- ИВАНОВА М.П. - Изменение электрической активности в различных областях коры мозга во время выполнения мышечной работы. Журнал "высокой нервной деятельности", 1963, XIII, 6.
- ИВАНОВА Н.И. - Условия труда сталеваров - учащихся ремесленных училищ во время производственной практики. Гигиена и санитария, 1956, 6, 43-48.
- ИЛЬИН Е.П. - О возрастных особенностях функциональной асимметрии человека". Труды 6-й науч. конф. по возрастной морф. физиологии и биохимии. М., 1965, 296, 300.
- ИЛЬИН Е.П. - Возрастные изменения силы обеих рук. В сб. Научные работы студентов. Тр. Лен. сан. гигиены, мед. ин-та, т. 45, л. 1958, 135.
- НОРДАНСКАЯ Ф.А. - Функциональное состояние сердца юных велосипедистов по данным ЭКГ и рентгенокимографических исследований. Тр. 6-й науч. конф. по возрастной морф. физиологии и биохимии. М., 1965, 296, 300.

- ИСРАЭЛЬЯН Л.И. - Физиологические даты детского возраста. Тбилиси, 1946.
- ИШХАНОВ Л.Л. - Влияние дозированной физической нагрузки на бронхиальную проходимость у школьников. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 336.
- КАБАНОВ А.Н. - К вопросу о закономерностях развития высшей нервной деятельности ребенка. Труды 3-й научн. конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии, АПН РСФСР, М., 1959, 42-48.
- КАБАНОВ А.Н. - Возрастные особенности развития утомления. Материалы IV научн. конференции по физиологии труда, посвящ. памяти А.А. Ухтомского, Л., Ленигр. ун-т, 1963, 164-166.
- КАГАН Э.М.,  
БОРЩЕВСКИЙ А.С. - Физиологически оптимальные условия при поднимании грузов. Исследования по физиологии труда. Труды Украинского ин-та патологии и гигиены труда. Харьков, 1959, вып. 8, 7-62.
- КАМИНСКИЙ Л.С. - Статистическая обработка лабораторных и клинических данных, из-во "Медицина", Лен. отд. 1964.
- КАРЦЕВ И.Д.,  
БЫЧКОВА Э.А. - Изменение функционального состояния подростков в покое и при работе на конвейере. В кн. "Гигиена политехнического и производственного обучения" М., 1963, 124-131.
- КАСЬЯНОВ В.М. - Возрастные особенности организма и физическое воспитание. Теория и практика физ. культуры, 1956, XIX, 3.
- КАПНЦЕЛЬСОН В.А.,  
РОЗЕНБЛАТ В.В. - Об особенностях внешнего дыхания при мышечной работе в условиях промышленного производства. Физиологический ж. СССР им. И.М. Сеченова, 1962, XLIII, 10, 1218.

КЛЕЙНЕР А.М.  
БУТКИНА Т.К.  
ВОЛЬХИНА Т.П.  
ПАСТУХИНА Р.И.

- 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.

КЛЕЙНЕР А.М.  
БУТКИНА Т.К.  
ВОЛЬХИНА Т.П.  
ПАСТУХИНА Р.И.

- 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.

КЛЕЙНЕР А.М.  
БУТКИНА Т.К.  
ВОЛЬХИНА Т.П.  
ПАСТУХИНА Р.И.

- 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.

КЛЕЙНЕР А.М.  
БУТКИНА Т.К.  
ВОЛЬХИНА Т.П.  
ПАСТУХИНА Р.И.

- 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, из-во Ленинградского университета, 1963, 47-48.

КЛЕЙНЕР А.М.  
ВОЛЬХИНА Т.П.  
ПАСТУХИНА Р.И.

- О физиологических реакциях подростков разного возраста на физическую нагрузку в условиях лабораторного эксперимента. В кн.: Материалы XII научной сессии Свердловского института гигиены труда и профпатологии, Свердловск, 1964, 521-524.

- КЕВОРЖЬЯН А.Л. - Особенности нервной системы в подростковом возрасте.  
В сб. "Совещание по вопросам физического развития, состояния здоровья и организации медицинского обслуживания рабочих-подростков 16-19 октября 1950 г., М., 1950.
- КОВАЛЬ Г.Ю. - Влияние физической нагрузки на деятельность сердца у лиц различных возрастных групп (рентгенокимографические исследования). Дисс. Киев, 1955.
- КОЗЛОВ А.И. - Возрастные особенности формирования координации движений рук и ног у детей 7-17 лет. Труды 6-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 244-247.
- КОЛАРОВА З.И.  
(БИРЮКОВА) - Оценка взаимоотношения организма и среды как путь к раскрытию механизмов саморегуляции функций. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 345.
- КОЛЬЧЕНКО Н.В. - Развитие подвижности нервных процессов и работоспособности коры головного мозга у человека в возрастном аспекте. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 346.
- КОЛЧИНСКАЯ А.З. - О влиянии высокогорного климата на детей и лиц преклонного возраста.  
В кн. "Физиология и патология дыхания, гипоксия и оксигенотерапия, К., АН УССР, 1958, 90-95.
- КОЛЧИНСКАЯ А.З. - К вопросу о повышенной реактивности организма в пубертатном возрасте. Конференция, посвященная 80-летию со дня рождения академика А.А. Богомольца, реф. докладов. Киев, 1961, 90-92, из-во АН УССР.

9. КОЛЧИНСКАЯ А.З. - "Недостаток кислорода и возраст". Киев, из-во "Наукова думка", 1964.
9. КОНРАДИ Г.П. - О попытках расчета тяжести работы. Ж. "Гигиена труда и профзаболеваний", 1961, № 7, II-16.
- Г. КОРОБКОВ А.В. - Отношение между силой, скрытым периодом двигательной реакции и скоростью движения основных групп мышц человека в онтегенезе и влияние физических упражнений на развитие и сохранение этих показателей.  
Материалы 4-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Тезисы АПН РСФСР, М., 1959, 172-174.
- КОНРАДИ Г.П.,  
МАРГОЛИНА О.И.,  
ПОНУГАЕВА А.Г.,  
СЛОНИМ А.Д. - Зависимость биохимических сдвигов в крови от характера выполнения мышечной работы. Физиологический журнал, СССР, 1935, 18, № 3, 479.
- КОНРАДИ Г.П.,  
СЛОНИМ А.Д.,  
ФАРФЕЛЬ В.С. - Физиология труда. М.-Л., 1935.
- КОРОЛЬ В.М. - О взаимосвязи функции внешнего дыхания и кровообращения при интенсивной мышечной деятельности у школьников. Материалы 7-й научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 349.
- КОСИЛОВ С.А. - Режим труда и отдыха на производстве. М., 1957.
- КОСИЛОВ С.А. - Физиология труда и производственное обучение. М., Медгиз, 1962.
- КОСИЛОВ С.А.,  
ТОЧИЛОВ К.С. - О кортикальной регуляции двигательной функции в трудовых процессах. Вестник Ленинградского Университета, 1952, № 4.
- КОССОВСКАЯ Э.В. - Продвиженность вегетативных процессов у спортсменов при мышечной деятельности. Тезисы научных сообщений X съезда Всесоюз. физиологического общества им. И.П. Павлова, Ереван, 1964, т. II, вып. I, М.-Л., 1964, 416.

- КРАВКОВ С.В. - Взаимодействие органов чувств. М., Изд-во АН СССР, 1949.
- КРАМАРЕНКО И.В. - Физиологическая оценка режима производственного обучения учащихся ремесленных училищ металлообрабатывающей промышленности. В кн. "Вопросы физиологии труда", М., 1957, 172-175.
- КРАМАРЕНКО И.В., ЯКОВЛЕВА И.Н. - Нормирование труда подростков. ж. "Профессионально-техническое образование", 1963, 10, 18-18.
- КРАПИВИНЦЕВА С.И. - Соотношение некоторых показателей работоспособности как критерий для оценки различных ее форм и степени напряженности при физической работе. В сб. "Материалы IV научной конференции по физиол. труда, посвящ. памяти А.А. Ухтомского. Л., Ленингр. ун-т, 1963, 183-190.
- КРАПИВИНЦЕВА С.И., МАЛИНСКАЯ Н.Н. - Исследование лабильности нервно-мышечного аппарата в производственных условиях. В кн. "Методы физиологических исследований трудовых процессов" М., 1960.
- КРАПИВИНЦЕВА С.И., МАЛИНСКАЯ Н.Н., АРТАМОНОВ В.Н., ГАЛЕЦКАЯ О.И. - Работоспособность подростков и режим труда при производственном обучении. Профтехиздат, М., 1962.
- КРАСНОГОРСКИЙ Н.Л. - Развитие учения о физиологической деятельности головного мозга у детей. Л., 1935.
- КРАСНЯНСКАЯ П.Л. - Гигиеническая оценка различных режимов производственного обучения учащихся старших классов. Гигиена и санитария, 1962, 8.
- КРАСНЯНСКАЯ П.Л. - Гигиеническая оценка производственного обучения учащихся старших классов средней школы в металлообрабатывающей промышленности. Авт. дис., Горький. 1964.

- КРЕСТОВНИКОВ А.Н. - Физиология спорта. М., 1939.
- КРЕСТОВНИКОВ А.Н. - Очерки по физиологии физических упражнений, М., 1951.
- КУНЕВИЧ В.Г. - Возрастные особенности двигательного аппарата в норме и при его повреждении. Дисс. Л., 1955.
- ЛЕБЕДЕВА З.А. - Топография поражений костей тазобедренного сустава при туберкулезе в связи с их возрастным развитием. Дисс. М., 1946.
- ЛЕБЕДЕВА З.А. - Топография туберкулезного поражения костей тазобедренного сустава. М., Изв. Академии мед. наук СССР, 1948.
- ЛАУЭР Н.З.,  
КОЛЧИНСКАЯ А.З. - О кислородном режиме организма в период полового созревания. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии., М., 1965, 364.
- ЛЕЙНИК М.В. - К учению о физиологических основах рационализации режима труда и отдыха. Киев, 1951.
- ЛЕЙНИК М.В. - О физиологических критериях и методике определения тяжести работы. Гигиена труда и профзаболевания, 1960, II. 3-10.
- ЛОГИНОВА Е.В. - Влияние повторной мышечной работы на внешнее дыхание, пульс и кровяное давление. Дисс. М., 1957.
- МАКАРОВ П.О. - Оптическая адекватная хронаксия человека и ее изменения при нервно-мозговой деятельности и утомлении. Советская невропатология, психиатрия и психогигиена, 1934, 3, 4.

- .МАКАРОВА Т.Н. - Возрастная характеристика изменений функционального состояния нервно-мышечной системы детей и подростков после динамической работы на выносливость.  
Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии М., 1965, 374.
- .МАКСИМОВА О.Ф. - О возрастных нормах трудовой нагрузки.  
Материалы научной конференции по физиологии труда, посвященной памяти А.А.Ухтомского. Ленинград, университет, 1963, 226.
- .МАРКОСЯН А.А.,  
КОРОЛЬ В.М. - Критерии функциональных возможностей организма детей и подростков при мышечной деятельности.  
Теория и практика физической культуры, 1964, 6, 32-38.
- .МАРТЫНОВА А.В. - Исследование функциональной способности кровообращения и дыхания у детей и юношей, занимающихся спортивной гимнастикой. М. 1962. Дисс.
- .МАРШАК М.Е. - О функциональных изменениях в организме человека при длительной мышечной работе. Физиологический журнал СССР, 1934, № 17, № 4, 853.
- .МАРШАК М.Е. - Зрительная хронаксия при динамической и статической работе. Физиологический журнал СССР, 1934, 17, № 5. 994.
- .МАРШАК М.Е. - О соотношении гуморальных и нервных факторов регуляции дыхания.  
В кн. "К регуляции дыхания, кровообращения и газообмена", М. АМН СССР, 1948, 5-24.
- .МАРШАК М.Е. - Регуляция дыхания у человека. Медгиз, 1961.

- МАРШАК М.Е. - Зрительная хронаксия при динамической и статической работе. Физиологический журнал СССР, 1934, 17, № 5.
- МЕНЬКОВ Г.П. - Гипоксемия у подростков 12-15 лет при обучении обработке металла. Материалы седьмой научн. конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 386.
- МИХАЙЛОВА Л.В.,  
УСИЩЕВА Ц.Л. - Организация производственного обучения учащихся в металлообрабатывающей промышленности. В кн. "Вопросы охраны здоровья детей и подростков" Киев, 1963, 20-31.
- МОГЕНДОВИЧ М.Р. - Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата и вегетативные органы. В кн. "Вопросы охраны здоровья детей и подростков." Свердловск, 1964, 29-31.
- МОГЕНДОВИЧ М.Р. - Моторно-висцеральные и психо-вегетативные рефлексы. В сб. "Экспериментальные исследования по физиологии, биофизике и фармакологии. Пермь, 1965, вып. IV
- МОТЫЛЯНСКАЯ Р.Е. - Принципы оценки воздействия нагрузок на занятиях юных спортсменов. Теория и практика физической культуры. 1964, № 6, 25-29.
- МОТЫЛЯНСКАЯ Р.Е. - Значение врачебных исследований при определении нормы нагрузок юношеских спортивных соревнований. Теория и практика физ. культ. 1951, № 14, № 10, 755-763.
- МУРАШКО В.В. - Внешнее дыхание при дозированной физической нагрузке. Дисс., 1953.
- МУРАВОВ И.В.,  
БУЛИЧ Э.Г.,  
ГЛУЗМАН Л.С.,  
СОКОЛОВ К.Т.,  
ТКАЧЕВ Ф.Т. - Активный отдых и изменения мышечной работоспособности, функций кровообращения и дыхания. X съезд Всесоюзн. физиологич. об-ва им. И.П. Павлова. Ереван, 1964, т. II, тезисы научн. сообщ., в. 2, из-во "Наука", М., -Л., 1964, 109.

- МУРСКИЙ Л.И. - О некоторых актуальных вопросах физиологии трудовых процессов детей в условиях политехнического обучения. Материалы к докладам I научн. конф., посвященной физиологии и гигиене труда учащихся в условиях перестройки сов. школы., 1960.
- НАВАКАТИКЯН А.О. - Действие физической нагрузки, высокой температуры среды и повышенного содержания кислорода во вдыхаемом воздухе на возбудимость зрительного анализатора человека. Физиологический журнал СССР, 1963, XIX, № 9.
- НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО О.Р. - Влияние различных нагрузок на реактивность организма юных спортсменов. Теория и практика физической культуры, 1964, 6, 45-49.
- НЕФЕДОВ В.И. - Варианты анатомического строения менисков коленного сустава. Дисс., 1945.
- НИДЕРПТРАТ Б.М. - Об особенностях проявления процессов ирредиа-ции по данным электромиографии у детей от 3 до 18 лет. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 400.
- НИЗОВЦЕВ В.П. - Некоторые вопросы методики проявления и дозировки нагрузок при функциональных исследованиях систем дыхания и кровообращения. Вопросы гигиены, физиологии труда, проф. патологии и пром. токсикологии, Свердловск, 1961, т. 6, раз. 4.
- НИЗОВЦЕВ В.П. - Применение коэффициентов и индексов в оценке функциональной способности систем дыхания и кровообращения. Вопросы гигиены, физиологии труда, проф. патологии и пром. токсикологии. Свердловск, 1961, т. 6, раз. 4.

- НИЗОВЦЕВ В.П. - Анализ функционального состояния внешнего дыхания и кровообращения при силикозе (клинико-физиологические исследования). Дисс., Свердловск, 1963.
- НИКОГОСЯН Г.Г. - К вопросу изучения работоспособности учащихся в условиях работы в школе и на производстве. В кн. "Материалы научной конференции по гигиене политехнического и производственного обучения, М., 1962, 57-58.
- НИКОНОРОВА А.Л. - О физиологических сдвигах при работе в разном темпе в пределах одинаковой мощности. В сб. "Материалы IУ-й научн. конференции по физиол. труда, посвящ. памяти А.А.Ужтомского. Л., Ленинград, ун-т, 1963, 252-254.
- НОВА М. ГУБАЧ, М. - Взаимосвязь между некоторыми показателями кардио-пульмональной функции при трудовой нагрузке подростков в период их развития. Гигиена труда и профзаболеваний, № 10, 1963, 13-21.
- НОТКИН Е.Д. - Статистика в гигиенических исследованиях. Из-во Медицина, 1965.
- ОВЕЧКИН В.Р.,  
ЧЕРНОУСОВА Л.Н. - К вопросу о дифференциальной неврологической диагностике кифосколиозов различной этиологии. В кн. "Вопросы охраны здоровья подростков", Свердловск, 1964, 71-72.
- ОСИНОВСКИЙ Н.И. - Сердечно-сосудистая система периода полового созревания. Советская педиатрия, 1938, № 12, 113-119.
- ОСТРОВСКИЙ А.Д.,  
БРАЙНИНА Ф.Я. - цит. по кн. "Стандарты основных физиологических признаков". Биомедгиз, М., 1935.
- ПАВЛОВ И.П. - Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (Поведение животных. Условные рефлексы) Статьи, доклады, лекции, Л., речи, 1932, Л. Изд. 5-е.

- ПАВЛОВА Л.П. - К вопросу об утомлении при мышечной работе человека. Ученые записки ЛГУ, 1957а, 222.
- ПАВЛОВА Л.П. - Материалы к вопросу об утомлении при мышечной работе человека. Вестник ЛГУ, 1957б, № 3.
- ПЕТЕЛИН И.М. - О дозировании физической нагрузки на занятиях с юными лыжниками. Физическая культура в школе, 1962, 2.
- ПОНОМАРЕНКО И.И. - Особенности изменения функционального состояния организма подростков 15 и 16 лет при работе в условиях высококачественного производственного шума. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии, и биохимии М., 1965, 420.
- ПОПОВА Н.М.,  
ЗУБКОВА В.М. - Организация занятий в слесарной мастерской школы. Гигиена и санитария, 1964, 29, 9, 43-48.
- ПРЕВАРСКАЯ А.Д. - О трудовой нагрузке подростков - учащихся вечерних школ рабочей молодежи. В кн. "Вопросы охраны здоровья детей и подростков", 1963, 205-209.
- ПРОТУСЬВИЧ Ю.М. - К физиологическому обоснованию нормирования учебной нагрузки школьников. Гигиена и санитария 1956, 2, 43-48.
- ПУЗИК В.И. - Возрастное развитие миокарда. В кн. Материалы клиники по возрастной патофизиологии. М., ВИЭМ, 1937, 92-113.
- ПУЗИК В.И. - Возрастное развитие скелетной мускулатуры и ее иннервационного аппарата у человека. Труды I-й научн. конф. по вопросам возрастной морфологии, физиологии, АПН РСФСР, М., 1954, 146-157.

- ПУЗИК В.И.,  
ХАРЬКОВ А.А.
- ПУЗИК В.И.,  
ХАРЬКОВ А.А.
- ПЭН Р.М.,  
НЕВСКАЯ М.А.
- РАБИНОВИЧ Р.Л.
- РАБИНОВИЧ Р.Л.
- РОЙТБАК А.И.
- РОГОВ А.А.
- РОЗАНОВА О.,  
ПЕТРОВА Е.
- РОЗЕНБЛАТ В.В.
- Возрастная морфология сердечно-сосудистой системы человека. М.-Л., 1948.
- Возрастные особенности условного торможения у детей и подростков от 5 до 17 лет.  
В кн. "Опыт систематического экспериментального исследования онтогенетического развития корковой динамики человека. Изд. ВМЭМ. М., 1940, сб.У.
- О неравномерности повышения подвижности основных нервных процессов в различные возрастные периоды школьников. Материалы седьмой научной конференции по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии". М., 1965, 428.
- Возрастные изменения подвижности нервных процессов.  
Труды 6-й научн. конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 45-48.
- О влиянии дыхательного центра на кору больших полушарий.  
Физиологический журнал СССР, 1954, т.40, № 3, 261-268.
- Выработка сосудистых условных рефлексов и влияние на них мышечной и мозговой работы. Русский физиологический журнал, 1929, 12, № 6, 507.
- Роль ритма в изменении производительности при работах разной длительности.  
Ученые записки Лен. Гос.ун-та, № 23, вып.6, 1938.
- Проблема утомления. М., 1961.

- РОЗЕНБЛАТ В.В. - К физиологии утомления и работоспособности при мышечной работе человека. Свердловск, 1963, докт. дисс.
- РОЗЕНБЛАТ В.В.,  
ДОМБРОВСКИЙ Л.С. - Регистрация по радио частоты сердечных сокращений у свободно передвигающегося человека. Физиологический журнал СССР им. Сеченова, 1958, т. 45, № 6, 7, 18-724.
- РОЗЕНБЛАТ В.В.,  
УНЖИН Р.В. - О командированном радиотелеметрическом приборе КРП-3. Биологическая и медицинская электроника, 1963, в. 2, 43-47.
- РОСТОМБЕКОВА Н.В. - Материалы к физиолого-гигиенической характеристике производственного обучения учащихся Р.У. различных профессий. Материалы научн. конф. по вопросам школьной гигиены. М., 1960, 48-49.
- РУТЕНБУРГ Э.С. - Физиолого-гигиенические и клинические наблюдения за подростками, работающими в горячих цехах металлопромышленности города Ленинграда. Автореферат дисс., 1955, Л.
- РУТЕНБУРГ Э.С. - Некоторые данные о влиянии профессионально-производственных факторов на организм подростков и вопросы гигиенического нормирования. Сб. Вопросы гигиены труда подростков под ред. докт. мед. наук В.М. Левина. Л. 1966, 5-14.
- РЫЖКОВА В.Е. - Максимальная вентиляция легких как показатель тренированности спортсменов при комплексном врачебном исследовании. Автореф. дисс., Л., 1951.
- САЗОНОВ А.Д. - Первый опыт нормирования с/хозяйственного труда школьников. Шокола и производство, 1962, 2, 35.
- САЛОЖНИКОВА Р.Г.,  
ПОПОВА Н.М.,  
КОРЕНЕВСКАЯ Е.И. - К вопросу о режиме труда школьников при производственном обучении. Гигиена и санитария, 1961, № 5.

- САПОЖНИКОВА Р.Г., - К вопросу о методах оценки влияния физической нагрузки на организм учащихся.  
ГУМЕНЕР П.И.,  
ГЛУШКОВА Е.К.,  
КУИНДЖИ Н.Н.  
Сб. "Гигиена политехнического и производственного обучения. Медгиз, М., 1963.
- СЕМЕНОВ М.И. - О возрастных изменениях во взаимосвязи пространственных и временных параметров движения. Труды 6-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 249-254.
- СЕМЕНОВА Л.К. - Суставно-связочный аппарат человека в онтогенезе.  
В сб. "Анатомо-физиологические особенности детей и подростков, АН СССР, М., 1958.
- СЕМКИН А.А. - К исследованию лабильности нервно-мышечного аппарата у детей различного возраста. Труды 6-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии, М., 1965, 212-215.
- СЕРГИЕВСКИЙ М.В. - Новые данные о регуляции дыхания. Сб. Новое в физиологии и патологии дыхания. М., 1961.
- СЕЧЕНОВ И.М. - К вопросу о влиянии раздражения чувствующих нервов на мышечную работу человека. В кн. "И.М. Сеченов, И.П. Павлов, И.Е. Эведенский, Физиология нервной системы. В. II. I, М., 1952, 1155-1166.
- СКРЯБИН В.В. - Физиологические исследования статической мышечной деятельности и ее тренировки. Дисс., Свердловск, 1957.
- СКРЯБИН В.В.,  
ШАБУНИН Р.А.,  
ДОБРОНРАВОВ С.Н. - Особенности сердечно-сосудистой деятельности при статических усилиях. Труды XX годичной научной сессии Свердловского мед. ин-та. Свердловск, 1957, сб. 22.

- СМИРНОВ А.И. - Функциональное состояние дыхательного центра и его зависимость от коры головного мозга и афферентных импульсов по Арх.биол.наук., 1936, т.44, в.1, 43-52.
- СМИРНОВ К.М. - Физиологическая характеристика влияния спортивных занятий на школьников. В кн. "Материалы IУ н.к. по вопросам возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Тезисы докладов М., АПН РСФСР, 1959, 308-310.
- СМИРНОВ К.М. - К вопросу о физиологическом обосновании режима труда и отдыха подростков. Гигиена и санитария, 1961, № 2, 34-37.
- СОЛОВЬЕВ А.А. - К вопросу о влиянии учебного дня на функциональное состояние зрительного анализатора. В кн. Материалы IУ научн. конф. по физиол. труда, посвящ. памяти А.А. Ухтомского. Л., 1963.
- СОЛОМИН Ю.Г. - Роль физиологических исследований в научной организации труда (результаты исследований по радиопульсометрии на производстве). В кн. "Технический прогресс и научная организация труда в народном хозяйстве СССР". Свердловск, 1965.
- СТОВБУН А.М. - Физиологическое обоснование режима производственного обучения в Р.У. металлургической промышленности. Дисс. 1952.
- СТРУКОВ А.И. - Возрастное развитие позвоночного столба. В кн. "Анатомические и гистоструктурные особенности детского возраста". Под ред. Э.Ю. Шурне. М., 1936, 265.
- ТАВАРТКИЛАДЗЕ Б.В. - К физиологическому анализу следовых процессов после кратковременной мышечной работы максимальной интенсивности. Авт. дисс. Тбилиси, 1962, б.
- ТАМБЛЕВА А.П. - Обмен веществ и энергии. В кн. "Анатомо-физиологические особенности детей и подростков". Изв. АПН РСФСР, М., 1958, 97.
- ТЕМКИН Б.И. - Двухлетнее наблюдение за изменениями функционального состояния нервной системы старших школьников при трудовом обучении. В кн. "Материалы научн. конф. по гигиене политехнич. и производ. обучения, М., 1962, 84-86.

- ТИМОХИНА Е.А. - Возрастные особенности порога слуховой чувствительности у подростков 15-18 лет. Материалы УП научн.конф.по вопросам возрастной морфол., физиол.и биохимии.М.1965,461.
- ТИМОФЕЕВ Н.В.,  
ПОКРЫВАЛОВА К.П. - Возрастные изменения порогов слышимости.  
В кн. "Проблемы физиол.акустики", т.2.М.М.,1950.
- ТОЧИЛОВ К.С. - Опыт физиологического изучения образования двигательных навыков в процессе производственного обучения.  
В кн.Вопросы физиол.труда. М.,1957.
- ТУРАФ. - Препедевтика детских болезней. Медгиз,1949.
- ТЮШЕВА А.Д.,  
НИЗОВЦЕВ В.П.,  
МОРОЗОВА Н.М.,  
БВТУШЕНКО М.А. - О некоторых особенностях восстановительного периода в связи с различной продолжительностью функциональных нагрузок, применяемых для оценки работоспособности систем дыхания и кровообращения.  
Материалы XII научн.сессии Свердл.научн.исслед. ин-та гигиены труда и профпатологии.Свердловск, 1962,165-167.
- УФЛЯНД Ю.М. - Теория и практика хронаксиметрии.Л.,1941.
- УФЛЯНД Ю.М. - Физиология двигательного аппарата человека.  
Из-во "Медицина". Ленинград,отд.,1965.
- УХТОМСКИЙ А.А. - Возбуждение, утомление, торможение. Физиологический журнал СССР,19346,17, № 6,III4.
- ФАРФЕЛЬ В.С. - Предельное потребление кислорода у человека, его зависимость от возраста, пола, физического развития и тренированности.  
Всесоюзн.съезд физиологов У14. Доклады.Медгиз, 1947, 616-617.
- ФАРФЕЛЬ В.С. - Физиология спорта. М.,1960.
- ФАРФЕЛЬ В.С. - Исследование по физиологии предельной мышечной работы и выносливости.  
В кн.Научные основы физического воспитания и спорта. М.,1963,29-31,69-71.
- ФАРФЕЛЬ В.С. -

- ФАРФЕЛЬ В.С. - Координация элементарных движений у детей и взрослых.  
Труды 5-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. 1961, М., АН РСФСР, 1962, 27-30.
- ФРЕЙДБЕРГ И.М. - Исследование дыхания и газообмена в покое и при максимальной работе у детей школьного возраста.  
Труды 1-й научной конференции по возрастной физиологии и морфологии. АН РСФСР, 1954.
- ФИЛИПОВИЧ В.И. - Возрастные особенности формирования двигательных навыков у подростков.  
Автореферат дисс., 1962.
- ХАРКОВЕНКО Н.М. - Физиолого-гигиеническая оценка условий труда школьников во время производственного обучения на установке непрерывной разливки стали.  
В кн. "Материалы научной конференции по гигиене политехнического и производственного обучения. М., 1962, 91-92.
- ХОДЯНОВ Л.К. - Анатомические и физиологические особенности организма подростка. В кн. "Гигиена труда учащихся ремесленных училищ и школ ФЗО", В.У.П. из-во трудрезервиздат, М., 1949.
- ЦЕЙТЛИН А.Г. - Физическое развитие детей и подростков. М., 1963.
- ЦВЕТАЕВА Т.А. - Сердечно-сосудистая система подростков и ее изменения при занятиях физическими упражнениями. Дисс. Харьков, 1941.
- ЧЕРНИК Е.С. - Изменение артериального давления и пульса под влиянием статического усилия у школьников.  
Труды 6-й научной конф. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 316-319.

- ЧЕРНОВ К.Л. - Нагрузки должны быть оптимальными. Физкультура в школе, 1965, 2, 4-6.
- ЧЕРНОУСОВА Л.Н. - О состоянии периферического кровообращения подростков с паралитическим кифосколиозом. В кн. "Вопросы охраны здоровья подростков", Свердловск, 1964, 67-69.
- ЧЕРНОУСОВА Л.Н.,  
СТОЛБУН Б.М. - Данные электрокардиографического исследования подростков с кифосколиозом. В кн. "Вопросы охраны здоровья подростков. Свердловск, 1964, 69-70.
- ЧУВАЕВА Г.З. - К вопросу о влиянии ритмичной работы рук на мышечную и сердечно-сосудистую системы. Экспериментальные исслед. по морфологии, биохимии и физиологии, 1961, в.3.
- ШАБУНИН Р.А. - Влияние статических усилий на сосудистые безусловные рефлексы у человека. Дисс. Свердловск, 1955.
- ШАЛКОВ Н.А. - Функции внешнего дыхания у детей и подростков. Дисс., Л., 1951.
- ШАЛКОВ Н.А. - Вопросы физиологии и патологии дыхания у детей. М., 1957.
- ШАХБАЗЯН Г.Х.,  
ШЛЕЙФМАН Ф.М. - Изменение некоторых биохимических процессов в организме при действии высокой T воздуха. Гигиена и санитария, 1959, I.
- ШАБУНИН Р.А.,  
ВОЛЬХИНА Т.П. - О физиологической оценке напряженности различных физических упражнений и нагрузок у детей школьного возраста. Рефераты докладов IX-й научно-практич. конф. "Актуальные проблемы врачебного контроля и лечебной физкультуры". Киев, 1965, II-112.
- ШТЕЙНБЕРГ Д.Е. - Сердечно-сосудистая система детей периода волевого созревания. Сб. "Клиника детского сердца", из-во Лен. ин-та ОЗД и П., 1933, 5-31.
- ШТЕЙНБЕРГ Д.Е. - Сердечно-сосудистая система детей периода полового созревания. Сб. "Клиника детского сердца", из-во Лен. ин-та ОЗД и П., 1933, 5-31.
- ШТЕФКО В.Г. - Возрастная остеология. М.Л., 1947.
- ЭГОЛИНСКИЙ Я.А. - Реакция сердечно-сосудистой системы детей и подростков на мышечную нагрузку. Теория и практика физической культуры, 1939, 6, 55-56.

- ЯКОВЛЕВ Н.Н.,  
ЛЕШКЕВИЧ Л.Г.,  
МАКАРОВА А.Ф.,  
ПОПОВА Н.К.,  
РОГОЗКИН В.А.,  
ЧАГОВЕЦ Н.Р.,  
КУРИЦЫН А.Ф.
- Возрастные особенности реакции организма на выполнение физических упражнений.  
Физиологический журнал СССР, 1960, т.46, № 7, 834-841.
- ЯКОВЛЕВ Н.Н.,  
КАЛЕДИН С.В.,  
КРАСНОВА А.Ф.,  
ЛЕШКЕВИЧ Л.Г.,  
ПОПОВА Н.К.,  
РОГОЗКИН В.А.,  
ЧАГОВЕЦ Н.Р.,  
КУРИЦЫН А.Ф.
- Физиолого-химический анализ адаптации организма подростков к кратковременной интенсивной мышечной деятельности.  
Физиологический журнал СССР им.И.М.Сеченова, X, УШ, № 9, 1962.
- ЯКОВЛЕВА И.Н.
- Изменение мышечной работоспособности и свойств основных корковых процессов у подростков в зависимости от возраста. Охрана здоровья детей и подростков. Киев, 1961.
- ЯКОВЛЕВА И.Н.
- Некоторые данные о возрастных особенностях работоспособности подростков в условиях производственной деятельности.  
Материалы научной конференции по гигиене политехнического и производственного обучения. М., 1962, 97.
- ЯКОВЛЕВА И.Н.
- К вопросу о трудовой нагрузке подростков.  
Физиологический журнал СССР им.И.М.Сеченова, 1962, 8, № 6, 809-811.

## Иностранная литература

1. AMAR  
/ANAP/  
- Человеческая машина.  
ТМЗ, 1922
2. ANTRAL A.,  
FLOREA E.,  
SANDULACHE L.  
- Der Einfluß einiger Faktoren auf die  
Motorik und deren Zusammenhang mit der  
physischen Entwicklung.  
Zges. Hug., 1965, II, I, 49-52.
3. ASTRAND P.  
- A study of capacity for hard muscular  
work of 17 to 19 year old male youths.  
Arb. physiol., 1953, Bd 15, H.S.,  
S. 251-245.
4. ASTRAND P.,  
RHYMING J.  
- A nomogram for calculation of aerobic  
capacity (physical fitness) from pulse  
rate during submaximal work.  
J. Appl. Physiol., 1954, 7, 218-221.
5. BALEWSKI P.  
Besonderheiten der Höheren Nerventätig-  
keit während der Pubertätsperiode.  
Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berl., 1965,  
14, 2, 251-254.
6. BENGTSZON E.  
- The working capacity in normal children  
evaluated by submaximal exercise on  
the bicycle ergometer and compared  
with adults.  
Acta Med. Scand., 1956, 154, 2, 91-  
109.
7. BERGERON G.  
- La physiologie du travail et la fatigue  
musculaire.  
Laval. med., 1954, 19, 1, 75-91.
8. BORG J.  
- Perceived exertion in relation to phy-  
sical work load and pulse-rate.  
Kgr. fisiogr. sällskap Lund för  
handl. 1961, 31, 105-115.
9. BORG J.,  
JOUNG H.  
- Relationship between heart rate and  
the intensity of work for selected  
tasks.  
J. Industr. Engng., 1956, 7, 6, 300-  
303.
10. BROWN J.,  
GROWDEN J.  
- Energy expenditure ranges and muscular  
work grades.  
Brit. J. Industr. Med., 1963, 20,  
4, 277-283.
11. BRAUN S.,  
WINTER J.  
- Über Zusammenhänge zwischen Erholungs-  
quotient Körpergewicht, Alter und Kör-  
pergröße von Kindern.  
Z. ges. innere Med., 1964, 19, 7,  
314-318.

12. CHAUVEAN C.R. - Цит. по Г.П. Конради, А.Д. Слоним, В.С. Фарфель, М.-Л., 1935.
13. JANDA F.  
/ЯНДА Ф./ - Соответствие физической работе степени развития детей и подростков. Ceskoslovenska hygiena, 1961, 6, 6, 345-349.
14. JANDA F.  
/ЯНДА Ф./ - Развитие способности к физической работе. Ceskoslovenska hygiena, 1962, 7, 2/3, 136-138.
15. JANDA F.  
/ЯНДА Ф./ - Соразмерность физического труда степени развития молодежи. Чехосл. мед. обозрение, 1963, 9, 2, 100-112.
16. JANDA F.  
/ЯНДА Ф./ - Развитие работоспособности и нормирование физической нагрузки детей и подростков. Труды 6 н.к. по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1965, 30-35.
17. JANDA F.,  
KAPALIN V.,  
KUKURA I.  
/ЯНДА Ф.,  
КАПАЛИН В.,  
КУКУРА И./ - Гигиена детей и подростков. М., 1962.
18. JOHANSSON SK. - Цит. по Г.П. Конради, А.Д. Слоним, В.С. Фарфель, М.-Л., 1935.
19. DEGRE S.  
DENOLIN - Etude de l'aptitude physique par détermination de la fréquence cardiaque au cours de l'effort et pendant la période de récupération. Acta cardiol., 1965, 20, 1, 17-26.
20. DONALD E.,  
CASSELS M.,  
MINERVA MORSE,  
Ph. D. - Cardiopulmonary data for children and young adults. Illinois, USA, 1962.
21. ESPENSCHÉDE A. - Restudy of relationships between physical performances of Scove children and age, height and weight. Res. Quart. Amer. Assoc. Health, 1963, 34, 2, 144-153.
22. FANASESCU GH.,  
CHIRIAC J.,  
MIHAILA J. - Contributii la studiul fiziologic si cinematic allunor pozitii de munea la adollescenti. Jgiena, 1964, 5, 419-427.

23. HILL A.  
/ГИЛЛ А./
24. HORWAT A.,  
FRANTIK B.  
/ХОРВАТ А.,  
ФРАНТИК Б./
25. HRUBY L.
26. HUBAC  
et al.  
/ГУБАЧ М.  
и др./
27. KARL H.
28. KERKHOVEN C.
29. KNOL  
/КНОЛЬ/
30. Le BLANC J.
31. MAGGIO M.,  
MÜLLER E.
32. MALHOTRA M.,  
JUPTA I., SEN  
RAL R.
33. MARITZ J.,  
MORRISON J.,  
PETER J.  
et al.
34. MISSIURO WLODZIMIERZ,  
KIRSCHNER HENRYK  
KOZŁOWSKI STANISLAW
- Работа мышц.  
Перевод с англ. М.-Л., 1929.
- Физиологические основы гигиенических нормативов. I. Общие вопросы:  
Ceskoslovenska hygiena, 1961, 6, 9,  
519-530.
- Príspevek k otázke vlivu tělesné práce  
na ruot dospívající mládeže.  
Sl. prác. lěk. fakulty UPSS, Rošice,  
1959, 2, 3/4, 35.
- Действие дыхательной системы подрост-  
ков в зависимости от их возраста и те-  
лесного развития.  
Ceskoslovenská hygiena, 1959, 4,  
21-29.
- Problèmes des Schulsports.  
Sportarzt, 1965, 16, 1, 13-21.
- The rating of performance levels of  
the S.A.M. films.  
J. Industr. Engng., 1963, 14, 4,  
170-174.
- Цит. по В.П. Низовцеву, 1963.
- Use of heart rate as an index of work  
output.  
J. Appl. Physiol., 1957, 10, 2,  
275.
- Die Pulszahl als Maß der Ermüdung  
bei veränderter Blutverteilung.  
Internat. Z. angew. Physiol., 1958,  
17, 2, 101-106.
- Pulse count as a measure of energy  
expenditure.  
J. Appl. Physiol., 1963, 18, 5,  
994-996.
- A practical method of estimating an  
individual's maximal oxygen intake.  
Ergonomics, 1961, 4, 2, 97-122.
- Contribution à l'étude de la fatigue  
au cours de travaux musculaires  
d'intensités différentes.  
J. physiol. (France), 1962, 54, 6,  
717-727.

35. McILROY MALCOLM B. - The respiratory response to exercise.  
Pediatrics, 1963, 32, 4, Part 2,  
680-682. Discuss., 687-690.
36. MÜLLER E.A. - The physiological basis of rest pauses  
in heavy work.  
J. Exper. Physiol., 1953,  
38, 4.
37. MÜLLER E.,  
KOGI K. - Die Arbeitspulsfrequenz als Indicator  
für langfristige Muskeler Müdung.  
Internat. Z. angew. Physiol., 1965,  
20, 6, 193-497.
38. NÖCKER J. - Grundriss der Biologie der Körper-  
übungen.  
Sportverlag, Berlin, 1955.
39. NOVA M.  
HUBAS M.  
/NOVA M.,  
ГУБАЧ М./ - Функция дыхательного аппарата и крово-  
обращения при рабочей нагрузке под-  
ростков.  
Praktický lékař, 1962, 42, 10,  
371-372.
40. NOVA M.  
et al.  
/NOVA M.  
и др./ - Вентиляция, расход кислорода и исполь-  
зование кислорода в легких при физи-  
ческой нагрузке подростков.  
Pracovní lékařství, 1962, 14, 8,  
379-382.
41. NOVA M.  
et al.  
/NOVA M.  
и др./ - Зависимость некоторых соматических и  
динамических показателей от возраста,  
степени полового развития, степени  
физического развития и веса тела.  
Pracovní lékařství, 1962, 14, 5,  
228-231.
42. QUAAS M. - Zur Leistungsfähigkeit und Belastung  
beim polytechnischen Unterricht.  
Das deutsche Gesundheitswesen,  
1962, Heft 47, 2043.
43. REICHMAN - Ergometrische Ergebnisse bei Silikose.  
Verh Dtsch. Ges Kreislforsch. Dresden,  
1946, 66-76.
44. RUTENFRANZ J.  
HOCKE R. - Über den Aussagewert einiger ergome-  
trischer Verfahren zur Grufung gend-  
lichen II Mitt. Vergleichende Unter-  
suchungen über die Beurteilung der  
körperlichen Leistungsfähigkeit von  
Kindern Jugendlichen mit Verschiede-  
nen ergometrischen Methoden.  
Internat. Z. angew. Physiol., 1964,  
20, 4, 316-336.

45. RUTENFRANZ J.,  
HOCKE R.,  
HOCKE CH.,  
HOFMANN-  
KEILHACKER E.
- Über den Aussagewert einiger ergometrischer Verfahren zur Prüfung der Körperlichen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen.  
I. Mitteilung. Die Abhängigkeit der Meßwerte von Lebensalter, Geschlecht und körperlicher Entwicklung.  
Int. Z. angew. Physiol., 1964, 20, 4, 294-315.
46. SCHWARZ H.
- Das Verhalten der Pulsfrequenz jugendlicher und junger Arbeiter während submaximaler und maximaler Arbeit.  
Zbl. Arbeitsmed., 1963, 13, 11, 267-277.
47. TEJMAR J.
- Zur Variabilität von Funktionen während der Adoleszenz Eine ergographische Analyse.  
Ärztliche Jugendkunde, 1963, 3/4, 73-78.
48. ZELENY A.,  
PEREGRIN G.,  
BENA-E.,  
HUBAC M.
- Reactions of the organism to physical activity. Application in the physiology of work and physical training.  
Proceed. 5-th Nation. Congr. Czechosl. Physiol. Soc. Prague. House Czechosl. Acad. Sci., 1963, 275-283.
49. ZOMERN
- Die Beurteilung der Körperlichen Leistungsfähigkeit bei den Stenblutungenkrankungen der Bergleute im Ruhrbezirk.  
Beitr.klin.Tbk, 100, 1943, 293-313.