ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
(Ректор – доцент Д.А.Глубоков)
КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ
(Заведующий кафедрой – доцент Т.Д.Бурмистрова)
СВЕРДЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(Ректор – профессор Е.Л.Шувалов)
КАФЕДРА АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА
(Заведующий кафедрой – профессор Р.А. Шабунин)

АЛЕЕРОВА Татьяна Владимировна

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ УТОМЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Д И С С Е Р Т А Ц И Я

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Читальный зал
С Г М И

Научные руководители:
кандидат медицинских наук,
доцент Т.Д.Бурмистрова,
доктор медицинских наук,
профессор Р.А. Шабунин.

Челябинск, 1974

О Г Л А В Л Е Н И Е

		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	3–6
ГЛАВА I.	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	7–43
	I. Развитие двигательного анализатора в процессе онтогенеза	9–I6
	2. Возрастные изменения силы и выносливости к мышечной деятельности у человека . . .	I6–24
	3. Онтогенетические особенности утомления и восстановления работоспособности после дозированной динамической и статической деятельности	24–4I
	4. Цель и задачи собственных исследований	4I–43
ГЛАВА 2.	МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ	44–66
	I. Обоснование выбора основных этапов онтогенеза для проведения исследования	44–49
	2. Применение эргографии для изучения работоспособности человека	49–52
	3. Конструкция эргографа, примененного в работе. Расчет эргограмм	52–56
	4. Обоснование величины нагрузок, применяемых при исследовании работоспособности различных возрастных групп	56–62
	5. Условия и порядок проведения опытов . .	62–65
	6. Объем выполненных исследований и обработка полученных данных	65–66
ГЛАВА 3.	ВЫБОР ЭРГОГРАФИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ, АДЕКВАТНЫХ ДЛЯ ВСЕХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП . . .	67–82
	I. Обоснование адекватной возрасту нагрузки при динамической работе	67–73
	2. Выбор величины усилия при статическом напряжении, адекватной для всех возрастных групп	73–78
	3. Учет тренированности, возникающей при длительной работе на эргографе	78–80
	Р е з ю м е	8I–82

Читальный зал С.Г.М.И.

Стр.

ГЛАВА 4. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАЗВИТИЯ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ДОЗИРОВАННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА 83-III

1. Возрастные особенности работоспособности и развития утомления при динамической работе, продолжающейся до утомления. . . 83-95

2. Возрастные изменения работоспособности и развития утомления при статической мышечной деятельности, продолжающейся до утомления 95-103

3. Сравнительно-онтогенетические особенности двигательной активности при статической и динамической работе, выполняемой до утомления 103-107

Резюме 107-111

ГЛАВА 5. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 112-125

1. Сравнительная характеристика восстановительного периода работоспособности после динамической деятельности в различные возрастные периоды 112-120

2. Возрастные особенности восстановительного периода работоспособности после статической мышечной деятельности . . . 120-124

Резюме 124-125

ГЛАВА 6. ДИНАМИКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМАХ 126-135

1. Оценка работоспособности и её восстановления при субмаксимальных нагрузках на эргографе у детей 4-5 лет 127-129

2. Влияние регулярных занятий плаванием на работоспособность и её восстановление у детей 5-6 лет 129-134

Резюме 134-135

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 136-151

ВЫВОДЫ 152-154

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ 155- 186

В В Е Д Е Н И Е

Двигательная активность всегда, в большей или меньшей степени, свойственна человеку, являясь важным проявлением его жизнедеятельности и, особенно, трудовых процессов. Поэтому вопросы физиологии двигательной активности человека постоянно привлекают внимание исследователей разных специальностей.

В настоящее время социальный и технический прогресс приводит к снижению мышечной активности не только взрослых, но и детей. Известно, что на всех этапах онтогенеза гиподинамия отрицательно сказывается на здоровье человека, нарушая сложившееся в процессе эволюции взаимоотношение мышц с другими системами организма. Так, неблагоприятное её влияние на растущий организм выражается в усилении деструктивных процессов, ухудшении функциональных возможностей организма, уменьшении общей продолжительности жизни (Kraus H., Raab W., 1961; Коларова З.И., Фонарев А.М., 1970; Аршавский И.А., 1972; Сухарев А.Г., 1972). В пожилом же возрасте гиподинамия представляет главную опасность, как основной фактор involюции (Осипов И.Т., 1967; Чеботарев Д.Ф., 1969; Муравов И.В., 1969; Гапон А.Я., 1970).

Коммунистическая партия и Советское правительство постоянно проявляют большую заботу о повышении материального благосостояния советских людей, о всестороннем и гармоническом развитии личности. В Программе КПСС указывается: "...В период перехода к коммунизму возрастают возможности

воспитания нового человека, гармонически сочетающего в себе духовное богатство, моральную чистоту и физическое совершенство". Одним из действенных средств, позволяющих решить эту задачу, является физическая культура. Применение физических упражнений дает возможность влиять на физиологические процессы как в период роста и развития, так и на поздних этапах онтогенеза. В зрелом и, особенно, в пожилом возрасте адекватные физические нагрузки оказывают благотворное влияние на функции организма, улучшая его работоспособность, оказывая тренирующее воздействие на органы и системы, возвращая людей к посильному полезно-общественному труду, способствуя продлению их жизни (Муравов И.В., 1960,1961,1969; Фролькис В.В., 1970; Kuta J., Pařízková J. and Dyck a J. 1970; Беляев И.И., 1971).

Благоприятное влияние на организм мышечная деятельность оказывает только тогда, когда она выполняется с учетом возрастных и индивидуальных морфо-физиологических особенностей организма.

Характер работоспособности, процессов утомления и восстановления наиболее широко изучался при производственной, спортивной и других видах мышечной деятельности, в основном, у лиц зрелого возраста. Однако "...проблема продления жизни, длительного сохранения работоспособности и предупреждения преждевременного наступления старости в значительной мере должна получить свое решение на более ранних этапах человеческой жизни..." (Маркосян А.А., 1969)[x].

---

[x] Маркосян А.А. В кн.: Основы морфолог. и физиол. организма детей и подростков (под ред. А.А. Маркосяна), "Медицина", 1969, 3.

Увеличившийся в последние годы интерес медицины и педагогики к этому вопросу объясняет быстрый рост исследований по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Особую актуальность приобретает изучение восстановительных процессов после физических нагрузок, т.к. результаты этого изучения все более широко используются в практике. Так, в основе тренировок, как известно, лежит принцип повторности физических нагрузок, которые выполняются на фоне следовых явлений в организме, вызванных предыдущей работой. Важно, чтобы повторная мышечная деятельность осуществлялась на фоне определенной степени готовности организма, однако в физиологии еще не существует истинных критериев такой готовности.

Кроме того, выяснение характера восстановления работоспособности после мышечной деятельности позволит более правильно подойти к оценке сдвигов, возникающих в организме под влиянием утомления у лиц различного возраста.

Одной из главных задач возрастной физиологии является развертывание исследований, проводимых в сравнительном плане на основных этапах онтогенеза. При таких исследованиях особенно важно применение одинаковых для всех возрастных групп методик, позволяющих наиболее полно оценить полученные результаты. В литературе отсутствуют подобные исследования работоспособности, проводимые на всех этапах онтогенеза, особенно, с учетом восстановительного периода. Менее всего изучена работоспособность и характер её восстановления после дозированной мышечной деятельности у детей дошкольного возраста.

В последнее время наблюдается тенденция к ранней спортивной специализации, например, в плавании чемпионами мира часто становятся 13-15-летние подростки. В связи с этим возникает необходимость разработки объективных норм тренировочных нагрузок для всех возрастных групп.

Таким образом, вопрос о возрастных различиях работоспособности, развития утомления и восстановления при различных условиях деятельности является одним из важнейших вопросов физиологии и медицины.

В данной работе проводится сравнительный анализ развития утомления и восстановления работоспособности в условиях адекватной локальной мышечной деятельности статического и динамического характера, на всех основных этапах постнатального онтогенеза.

Г Л А В А I

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Физиология двигательного анализатора наиболее полно может быть изучена только при исследовании его возрастных изменений.

Большое значение онтогенетическому подходу в физиологии придавал Сеченов И.М. (1866,1878). Он писал, что в детском возрасте рефлексы с глаза и уха характеризуются чрезвычайно обширной двигательной реакцией, с возрастом же движения группируются, в двигательную реакцию вовлекается значительно меньше мышц.

Физическое развитие детей и особенности их физического воспитания успешно изучались Лесгафтом П.С. (1882,1883).

Большую работу по изучению анатомии и физиологии детского организма провел выдающийся русский педиатр-клиницист Гундобин Н.П. (1906), положив начало развитию возрастной анатомии и физиологии. Он показал, что рост и развитие органов происходят не параллельно, а сменяют друг друга. Так, например, существуют периоды усиления роста при замедлении дифференцировки и наоборот. Переломными в этом отношении он считал: возраст I год, когда усиливается развитие структуры органов; 3 года, когда органы приобретают типично "детскую" структуру с рядом особенностей; 7 лет, когда, в основном, заканчивается качественная структура роста.

Систематическое изучение онтогенеза высшей нервной деятельности, с которой неразрывно связано развитие двига-

тельного анализатора, было проведено Ивановым-Смоленским А.Г. и его сотрудниками (Иванов-Смоленский А.Г., 1935;1971; Богаченко Л.С., 1948; Синкевич З.Л., 1953; Фадеева В.К., 1960 и др.). Так, ими было показано развитие процессов условного и безусловного торможения в коре головного мозга ребенка, взаимоотношений между процессами возбуждения и торможения и других закономерностей высшей нервной деятельности, непосредственно связанных с эволюцией движений.

В последнее время можно отметить возросший интерес к проблемам онтогенеза, что объясняется как необходимостью разрешения ряда вопросов общей и частной физиологии, так и важностью изучения особенностей и закономерностей проявления развития функций организма на разных этапах его эволюции. Особое внимание при разработке этих вопросов в общефизиологическом плане уделяется становлению функций двигательного аппарата (Коробков А.В., 1953,1958,1959,1960;1968; Яковлев Н.Н., 1961,1962,1969; Аршавский И.А.,1962,1967, 1970,1971,1972,1972а; Косилов С.А., 1973 и др.).

В большинстве же исследований изучалась работоспособность человека лишь на некоторых стадиях онтогенеза (Mori Z., 1936; Åstrand P.O., 1953,1958; Максимова О.Ф., 1954,1960, 1961,1963; Кабанов А.Н., 1956,1962; Волков В.М., 1957,1959, 1960,1962,1966; Сорокин В.Ф., 1960; Антропова М.В., 1968; Маркосян А.А., 1969; Klimt F., 1969; Eriksson Bengt O., Koch Günter, 1973).

Вопросам онтогенетического развития мышечной деятельности человека посвящены работы, проводимые в возрастном

аспекте, но без учета восстановления работоспособности (Уфлянд Ю.М., 1932; Купевич В.Г., 1955; Шабунин Р.А., 1962, 1969).

Систематического же изучения онтогенетических закономерностей мышечной работоспособности с учетом характера восстановительных процессов на всех этапах онтогенеза не производилось.

I. Развитие двигательного анализатора в процессе онтогенеза.

Характерной чертой возрастных изменений организма является неравномерное, гетерохронное их течение. Это относится как к процессам роста и увеличения веса тела, так и к закономерностям развития физиологических функций организма (Гундобин Н.П., 1906; Аркин Е.А., 1948; Никитин В.Н., 1962; Латманизова Л.В., 1973). Морфо-функциональный гетерохронизм не является признаком дисгармонии развития организма, он возникает при неизбежном взаимодействии организма со средой, на которое указывал еще Сеченов И.М. (1886). Большое значение в понимании развития человека на различных этапах онтогенеза имеет теория системогенеза Анохина П.К. (1949), который указывает на необходимость неравномерности роста и специфической тканевой дифференцировки для формирования физиологических систем.

В раскрытие закономерностей процессов эволюции организма большой вклад также внесли теория затухающего самообнов-

ления Нагорного А.В. (1950) и Никитина Б.Н. (1962), "энергетическое правило скелетных мышц" Аршавского И.А. (1971).

Для онтогенеза двигательной функции исключительно важное значение имеет анатомо-морфологическое созревание элементов нервной и мышечной систем, сопровождающееся развитием двигательных качеств, в том числе силы, выносливости, ловкости, быстроты.

У человека наиболее интенсивные качественные изменения в структуре мышечной ткани происходят в период от 1,5 до 7 лет (Семенова Я.К., Бабак О.М., Гурова Н.И., 1961). Двигательный аппарат ребенка до трех лет отличается относительно низкой степенью зрелости, быстрой истощаемостью нервных клеток, низким пределом их работоспособности, вследствие чего дети быстро утомляются, особенно при однообразной деятельности, требуют частого отдыха (Аскарина Н.М., Кривина С.М., 1964; Антонова Г.П., 1970). Исследования Аршавского И.А. (1972) и его сотрудников (Аджимолаев Г.А., 1963; Розанова В.Л., 1968) показали, что в раннем детском возрасте нервно-мышечный аппарат обладает рядом особенностей. Так, у новорожденных очень низкие потенциальная лабильность, а также уровень биопотенциалов клеток скелетной мускулатуры, по сравнению со взрослыми. У них отсутствуют такие фазы развития возбуждения, как следовая гиперполяризация, экзальтационная фаза, посттетаническая активация, которые начинают развиваться только после реализации позы стояния. В лаборатории Латманизовой Л.В. в опытах, проведенных на животных, был обнаружен двухфазный характер возрастных изменений

мембранного потенциала скелетной и сердечной мышечных тканей, что интерпретировалось как основная закономерность возрастного развития (Латманизова Л.В., 1973).

Способность расслаблять мышцы у детей выражена очень слабо. По мнению Маркосяна А.А. (1969), миелинизация некоторых проводников спинного мозга заканчивается лишь к 3-4 годам.

Возраст от 4-5 до 6-7 лет является важным узловым периодом становления двигательной функции. По данным исследований Коробкова А.В. (1958), Зимкина Н.В., Нидерштрат Б.М. (1966), в это время соотносительные показатели скрытого периода двигательной реакции и скорости движения соответствуют тем, которые отмечаются в старшем возрасте. Поперечник некоторых мышц к 6 годам увеличивается в 5 раз (Пузик В.И., 1947). У 4-летних детей повышается точность движений по сравнению с 2-летними, хотя еще отсутствует четкая связь между кинематическими и динамическими характеристиками движений (Лукашевич Т.П., 1960; Аптейн З.В., Великсон В.М., 1971). Для развития движений в этом возрасте большое значение имеет появление нового вида торможения в связи со структурным оформлением мионевральных синапсов и интенсивное развитие корковых и подкорковых функций (Красногорский Н.И., 1954; Аршавский И.А., 1967). Тамбиевой А.П. (1962) получены экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что в этом возрасте еще не наблюдается улучшения способности дифференцирования мышечного напряжения. Автор объясняет это

явление тем, что в естественных условиях дети не выполняют больших мышечных напряжений.

К 7 годам происходит созревание 6-7-го полей коркового отдела двигательного анализатора (Кукуев Л.А., 1955; Волохов А.А., 1968), но в первых клетках еще очень легко развивается запредельное торможение, охраняющее их от чрезмерного истощения (Иванов-Смоленский А.Г., 1971). Благодаря этому свойству дети, по мнению Кабанова А.Н. (1962), не умеют еще по-настоящему утомляться. Многие авторы считают, что в младшем возрасте можно констатировать лишь первые признаки утомления, которые появляются очень быстро (Зимкин Н.В., 1953; Кабанов А.Н., 1956; Аршавский И.А., 1967; Шабунин Р.А., 1969).

В первые восемь лет отмечаются наиболее бурные качественные и количественные изменения в мышцах (Маркосян А.А., 1969). Мышечная масса в 8 лет составляет 27,2% от веса тела (Коробков А.В. и др., 1962; Фонарев А.М., Гольфельд А.Я., 1964). В возрасте 6-9 лет особенно быстро развиваются мышцы кистей рук (Бабак О.М., 1955; Яковлева Е.С., 1958, 1960), хотя степень зрелости разных волокон различна (Леонтьева Н.Н., 1954; Бабак О.М., 1955). По данным Леонтьевой Н.Н. (1955), у детей 7-8 и 12-14 лет наблюдается отсутствие разницы в амплитуде и частоте биопотенциалов, отводимых с поверхностных сгибателей пальцев, что объясняется филогенетическими особенностями раннего развития данных мышц. Переселени Л.И. (1959) отмечает большую способность двигательного аппарата детей 7-8 лет повышать свой уровень активности по ходу деятельности. Так, при максимальной тетанизации током субмакси-

мальной величины сократительная реакция мышц кисти детей увеличивается на 50%.

Увеличение с возрастом двигательной активности детей способствует улучшению функций двигательного анализатора (Смирнов К.М., Ледовская Н.М., I97I). Так, лабильность мышц в 8–9 лет достигает уровня взрослых (Фонарев А.М., Гольфельд А.Я., I964). Причем у детей с большей двигательной активностью отмечается более высокий уровень максимальной аэробной производительности (Колякина Э.А., Железовская Л.Г., Прокопьева О.М., I972).

Координационные механизмы в деятельности высших отделов центральной нервной системы в 8–9-летнем возрасте развиты недостаточно, дети не могут успешно анализировать выполняемые движения как по пространственным, так и по временным их признакам (Семенов М.И., I964). Улучшение координации связано с возрастным развитием мозжечка. Так, вес мозжечка увеличивается к одному году в 4–5 раз, к I5 годам – в 7 раз (Вольпин Л.Л., I902). По данным Ковешниковой А.П. (I958), особенно бурный рост мозжечка происходит в первый год жизни, клетки же Пуркинье достигают окончательного развития к 8 годам.

К I2–I4-летнему возрасту организм ребенка, в основном, сформирован и может вынести значительные нагрузки. Двигательный анализатор по своим морфо-функциональным свойствам в этот период приближается к взрослому состоянию (Яблоновский И.М., I933; Леонтьева Н.Н., I954; Кукуев Л.А., I955; Фарфель В.С., I949, I955, I959; Семенова Л.К., I955; Коробб-

ков А.В., I958, I960; Quass M., I962; Виноградова Л.Г., I967; Маркосян А.А., I969).

На основании результатов многочисленных исследований Фарфель В.С. (I959) пришел к выводу, что непрерывное интенсивное развитие двигательного анализатора совершается только до I3-I4 лет.

Коробков А.В. (I958), отмечая наибольший прирост силы мышц в расчете на I кг веса тела у II-I4-летних детей, указывает на совершенствование нервной регуляции, а также структурных и биохимических свойств мышечной ткани в этом возрасте. Мышечная масса в I5 лет составляет 32,I% от веса тела (Коробков А.В., I959).

В подростковом возрасте заканчивается формирование высокодифференцированных мышечных волокон, рост не их продолжается до 23-25 лет (Цейтлин А.Г., I963; Фонарев А.М., Гольфельд А.Я., I964; Гальперин С.И., I965). Двигательные окончания в мышцах детей II-I3 лет сходны по своей структуре с ними в мышцах взрослых людей (Маркосян А.А., I969). Мышечная масса в I7-I8 лет составляет 44,2% от массы тела (Коробков А.В., Шкурода В.А., Яковлев Н.Н., Яковлева Е.С., I962). Структурная дифференцировка мышечных волокон и двигательных окончаний заканчивается, в основном, к I8-20 годам.

В юношеском возрасте значительно возрастают мышечная сила, координация и точность движений, которая увеличивается, по данным Жигалина Г.С. (I968), вплоть до 20-35 лет. Возбудимость и функциональная подвижность анализаторов до-

стигает максимума к 20–25 годам, держится на этом уровне до 30–45 лет, после чего происходит снижение их функциональных качеств (Макаров П.О., 1960).

После 30–40 лет отмечается снижение функциональных возможностей организма. К 50–60 годам у многих людей наблюдаются расстройство нервных процессов, понижение функции отдельных органов и систем, перерождение и атрофия тканей, изменение структуры ДНК, понижение амплитуды биопотенциалов, ухудшение координации, снижение активности общих и тканевых обменных процессов, появление состояния гипоксии, потеря памяти и т.д. (Осипов И.Т., 1967; Фролькис В.В., 1970 и др.). Ухудшению морфо-функциональных качеств двигательного анализатора способствует тенденция к гиподинамии, развивающаяся в пожилом возрасте. По существующим в литературе данным, двигательная активность в определенные возрастные периоды держится на постоянном уровне (Смирнов К.М., 1972; Смирнов К.М. и др., 1973), с возрастом же потребность в движениях уменьшается.

Значительные изменения морфо-функциональных свойств двигательного анализатора происходят в пожилом возрасте. По данным Bürger M. (1954), мышечная масса в 70-летнем возрасте составляет 22,8 кг (в 30-летнем – 35,8 кг), т.е. по сравнению с ними, у пожилых людей развивается атрофия мышц.

Brown W.F. (1972) показал также, что с возрастом, в период от 13 до 89 лет, число двигательных единиц в мышцах ладони линейно падает, предполагая, что это явление

зависит от дегенерации нервных клеток при старении. В мышцах 69-79-летних людей отмечается большая длительность токов действия, чем у молодых (Petersewa J. and Kugelberg E., 1949). Величина мембранного потенциала мышечных тканей снижается на поздних этапах онтогенеза, причем, по данным Латманизовой Л.В. (1973), полученных на животных, в ходе старения имеют место закономерные двухфазные его изменения. В пожилом и старом возрасте растет роль гуморальной регуляции и снижается значение рефлекторных реакций в организме (Фудель-Осипова С.И., 1962; Фролькис В.В., 1970; Гинецинский А.Г., 1970).

С возрастом в скелетных мышцах отмечается снижение таких высокоэнергетических соединений, как креатинфосфат и АТФ (Ermini M., 1973).

Таким образом, развитие морфо-функциональных качеств двигательного анализатора происходит неравномерно в различные возрастные периоды. При этом можно выделить несколько переломных этапов онтогенеза, после которых возникает качественно новое состояние двигательного аппарата человека: 4 года, 7 лет, 13-14 лет, 51-60 лет (Коробков А.В., 1960; Арцавский И.А., 1967).

2. Возрастные изменения силы и выносливости к мышечной деятельности у человека.

Основными качествами, определяющими мышечную работоспособность являются сила мышц, выносливость, ловкость, быстрота.

Мышечная сила отражает многие функции центральной нервной системы, величина её зависит от таких факторов, как физиологический поперечник, строение, длина, степень растяжения мышц, состояние нервных центров и т.д. (Mosso A., 1893; Ухтомский А.А., 1927; Уфлянд Ю.М., 1932; Натенштейн Л.И., 1939; Lehmann G., 1955; Williams M., Stutzman L., 1959; Ikai Michio, Steinhaus A.H., 1961). По характеру приложения мышечной силы различаются два принципиальных проявления двигательной активности: поддержание мышечного усилия на том или другом уровне без изменения длины мышцы (статическая работа, или статическое напряжение, усилие) и преходящее мышечное усилие с изменением длины (динамическая работа).

Возрастные изменения силы мышц исследованы многочисленными авторами. Большинство из них отмечает, что это качество возрастает до 20–30 лет, а затем постепенно происходит снижение силовых показателей (Уфлянд Ю.М., 1932; Букреева Д.П., 1955; Семенова Л.К., 1955; Зимкин Н.В., 1956; Коробков А.В., 1958; Тамбиева А.П., 1962; Аршавский И.А., 1962, 1967; Филин В.П., 1968; Волохов А.А., 1968). Однако сведения о развитии мышечной силы на различных этапах онтогенеза неоднозначны.

Результаты исследований многих авторов дают возможность отметить, что уже в период между 4–7 годами возрастают как мышечная сила, так и способность детей длительно выполнять кратковременные нагрузки с небольшими промежутками отдыха. Коробков А.В. (1958) обнаружил, что в этом периоде не проис-

ходит прироста силы на I кг веса и объяснил это явление несовершенством механизмов регуляции двигательного аппарата ребенка. Электромиографический анализ показал, что дети в этом возрасте еще не используют имеющиеся возможности и мобилизуют при силовых напряжениях сравнительно малое количество моторных единиц (Зимкин Н.В., Пидеритрат Б.М., I966).

В младшем школьном возрасте сила различных групп мышц продолжает постепенно нарастать, однако, темпы прироста её показателей еще невысоки (Антропова М.В., I968; Мартовский А.Н., Хаустов С.И., I97I; Тихвинский С.Б., Бобко Я.Н., Евсеева Е.В., Красиков А.Ф., I97I). Особенно, это касается показателей мышечной силы при расчете на I кг веса тела (Коробков А.В. и др., I962).

Скоростно-силовые качества резко возрастают в период от I2 до I5 лет (Гончаров Н.Н., I952; Коробков А.В., I958, I959,I960; Шмельков И.И., I966; Sato Hikaru , Hazeki Takashi et al. , I97I).

Многочисленные исследования показали, что сила большинства мышечных групп достигает своих максимальных значений к I7-I8 годам (Smedley, I900; Amar J. , I922; Зимкин Н.В., I956; Коробков А.В., I958; Филин В.П., I968). Данные о темпах и величине прироста силы разных мышечных групп при этом различны. Так, Зимкин Н.В. (I956), Кассандров Н.Н. (I957), Беляев Н.Г. (I960), Розенблат В.В. (I963) отмечают, что сила мышц кисти у I7-I8-летних юношей превышает её у 7-8-летних мальчиков в 2,4-2,5 раза; а Ильин Е.П. (I958), Тамбиева А.П. (I962) - в 4-6 раз. Vierordt H. (I906) показал, что

максимальный вес, поднимаемый обеими руками, у юношей двадцати лет был в 5 раз больше, чем у мальчиков восьми лет. Большие различия в данных, полученных при измерении силы разными авторами, были отмечены в систематизированном обзоре Шабуниным Р.А. (1969), однако после переработки результатов, полученных некоторыми авторами, им были выведены основные закономерности развития силы на разных возрастных этапах.

По мнению Astrand P.O. (1953), уровень работоспособности в 17 лет значительно ниже, чем в 19, а показатели 19-летних позволяют отнести их во взрослую группу, т.е. в юношеском периоде существуют неоднородные по своим силовым качествам возрастные подгруппы.

Большинство указанных выше авторов считают, что мышечная сила увеличивается до 20-30 лет. Этой точки зрения придерживаются также ряд зарубежных авторов (Reijs J.H., 1921; Hettinger T.H., Müller E.A., 1951; Cotungo V., 1964; Janeff B.A., 1965). Коробков А.В. с соавторами (1962) показали, например, что с 4-5 до 20-30 лет вес мышечной массы возрастает в 7,5-8,5 раз, а сила различных мышц - в 9-14 раз. По данным экспертной группы ВОЗ (Andersen K.L., Astrussen E., Henschel, Муравов И.В., 1972), мышечная сила и максимальная аэробная производительность также достигают пика к 25-30 годам.

После 30-40 лет происходит снижение уровня силы мышц (Bramati C., 1953; Новзон И., 1955; Малхотра М.С., 1970), причем к 60-70 годам сила различных групп мышц снижается по сравнению с 20-30 годами на 25-40% (Reijs J.H., 1921;

Hettinger T.H. , Müller E.A., 1951; Гончаров П.Н., 1952; Миссиро В.И., 1962). По мнению Коробкова А.В. (1959), в этом возрасте больше выражено снижение силы при расчете на 1 кг веса тела. Наибольшие изменения при этом наблюдаются в период от 51-60 до 61-70 лет, что позволяет считать этот возраст важным узловым периодом онтогенеза. Скорость же движений, по данным автора, в 81-90 лет в ряде мышц соответствует таковой в раннем детском возрасте.

Янковская А.С. (1963) указывает на ограничение функциональных возможностей мышц пожилых людей, связанное с вовлечением меньшего числа нейромоторных единиц в двигательную реакцию, чем у молодых.

Под выносливостью понимается способность к длительному выполнению работы на заданном уровне (Фарфель В.С., 1949; Виноградов М.И., 1966; Эголинский Я.А., 1966). Основным фактором, ограничивающим продолжительность работы, является утомление. Поэтому выносливость характеризует способность противостоять утомлению, преодолевать его. Эголинским А.Я. (1966) выделяются следующие виды выносливости: общая, связанная с движением (при динамической работе умеренной интенсивности); скоростная - характеризуется способностью длительное время выполнять работу, связанную с большими физическими усилиями; выносливость к статическим напряжениям (статическая выносливость) - характеризуется способностью длительно поддерживать умеренное мышечное напряжение; разносторонняя - способность выполнять работу, при которой необходимо переключаться с одного вида и характера мышечной

деятельности на другой. Этой классификации придерживается большинство авторов, изучавших выносливость (Фарфель В.С., 1949; Зимкин Н.В., 1953; Виноградов М.И., 1969; Мотылянская Р.Е., 1969).

Выносливость так же, как и сила, зависит от многочисленных факторов: величины нагрузки, тренированности организма, состояния центральной нервной системы и т.д. (Фарфель В.С., 1949; Этолинский Я.А., 1966; Чернов К.Л., 1967; Waldman R., Stull G. Alan , 1969; Schauber H., Müller E.A., 1970; Летунов С.П., Мотылянская Р.Е., 1971). Работа, совершаемая до утомления – обязательное условие совершенствования выносливости (Фарфель В.С., 1949). Это явление связывается со следовыми процессами, возникающими после утомительной работы в периоде восстановления (Виноградов М.И., 1969).

Изучению статической выносливости и зависимости её от ряда факторов посвящены многочисленные исследования у нас в стране и за рубежом, этому вопросу были посвящены специальные научные конференции[X]. Зависимость продолжительности усилия от его величины исследовалась Wachholder K. (1928), Шейдиным Я.А., Курбатовой И.Н. (1936). Оказалось, что между максимальной силой и продолжительностью поддержания усилия, равного её половине, нет непосредственной связи (Фарфель В.С., 1949; Розенблат В.В., 1955; Верещагин Н.К., 1957). Из этого следует, что выносливость – это особенное свойство нервно-мышечной системы, отличное от силовых свойств мышц.

[X] Материалы XI Всес.научн.конф.по физиол., морфолог., биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Проблемы выносливости в спорте. Свердловск, 1970.

В онтогенетическом плане свойство выносливости исследовано значительно меньше, чем мышечная сила.

Яковлев Н.Н. (1962), исследуя работоспособность лиц от трех до 65 лет, пришел к выводу, что дети и подростки могут выполнять работу, одинаковую по мощности со взрослыми, более короткое время, а при одинаковой с ними продолжительности работы, они могут выполнять её со значительно меньшей мощностью. При этом чем младше возраст, тем меньшие величины кислородной задолженности доступны организму. Применяя дозированные нагрузки на эргографе, Белоярцева В.В. (1971) показала, что качество выносливости проявляется после пяти лет, а 4-5-летние дети еще не способны к продолжительной работе.

Ряд авторов отмечают высокий уровень статической и, особенно, динамической выносливости у детей в возрасте 8-11 лет (Черник Е.С., 1962; Мартовский А.Н., Хаустов С.И., 1971). Влияние спорта на развитие выносливости особенно заметно в этом возрасте (Майоров В.Л., 1970). По данным Беляева Н.Г. (1960), наибольший прирост статической выносливости кисти мальчиков отмечается также в 7-10 лет. По мнению же Kozlik J. (1971), у детей 9-10 лет темпы физического развития и повышения выносливости замедляются, по сравнению с другими возрастными периодами.

Многие авторы указывают на наиболее значительный прирост выносливости, по сравнению с другими возрастными группами, к 13-14 годам (Фарфель В.С., 1949; Зимкин Н.В., 1953). Однако, довольно часто наблюдается более раннее созревание

функций двигательного анализатора, к II–I3 годам, и замедление их развития в период полового созревания, в I4–I6 лет (Васютина А.И., I955; Букреева Д.П., I955; Семенов М.И., I964). Снижение выносливости в I4–I5 лет, связанное с половым созреванием, отметили также Lobsien M. (I905), Касьянова В.М. (I956), Маркосян А.А. (I969).

Уровень выносливости юношей немногим отличается от взрослых. Шабунин Р.А. (I969) показал, что юноши, так же, как и взрослые обладают высокой способностью преодолевать утомление при статических напряжениях. Наивысший уровень выносливости некоторые авторы отмечают в период между 25–46 годами (Максимова О.Ф., I954).

Выносливость, особенно к тяжелой физической работе, снижается после 40 лет (Dill D.B., Horvath S.M., Craig F.N., I958; Максимова О.Ф., I963; Ficher A., Pařízková J., Roth L., I965; Lang S., I965). Однако даже в пожилом возрасте сохраняется довольно высокая выносливость к нагрузкам, соответствующим функциональным возможностям организма (Фролькис В.В., I970; Vitte N.K., Kryshanowskaja W.W. et al., I967).

Следовательно, такие важнейшие двигательные качества, как сила и выносливость, с возрастом развиваются неравномерно, достигая максимальных значений к 20–30 годам, удерживаясь до 40 лет почти на постоянном уровне и снижаясь после 40–45 лет. Их развитие зависит не только от возраста, но и многих других факторов: тренированности, зрелости двигательного анализатора, физического развития и т.д. Литературные

данные о темпах прироста и изменений этих качеств на разных этапах онтогенеза довольно неоднозначны.

4. Онтогенетические особенности утомления и восстановления работоспособности после дозированной динамической и статической деятельности.

Проблема утомления во время мышечной деятельности привлекала к себе внимание ученых еще со второй половины I9 века. Так, Бугославский В.О. (I89I) в своей диссертации описал влияние эмоций, различных запахов, холодной воды и других раздражителей на мышечную работу человека. Конопасевич П.А. (I892) изучал зависимость работоспособности от физических факторов и фармакологических воздействий. Итальянский ученый Мосso А. (I893) при помощи сконструированного им эргографа выявил изменения работоспособности не только под влиянием мышечной, но и умственной деятельности. Полученные факты эти ученые пытались объяснить изменениями нервной регуляции мышц во время работы. При этом подчеркивалась важность изучения процессов утомления в целом организме. Так, Мосso писал: "На лягушке невозможно бывает воспроизвести нормальную мышечную деятельность и получить подобие той работы, которую совершает человек, выполняющий какой-либо механический труд".[x]

Дальнейшее развитие центрально-нервной теории утомления было продолжено замечательными отечественными физиологами Павловым И.П. и Сеченовым И.М.

---

[x] Мосso А. Усталость. СПб, I893, 76.

В последнее время убедительные доказательства центрально-первной теории утомления приведены в многочисленных исследованиях (Виноградов М.И., 1941, 1966; Зимкин Н.В., 1953, 1956; Данько Ю.И., 1960, 1969; Розенблат В.В., 1961; Мартьянов В.А., 1973 и др.).

В трудах зарубежных исследователей внимание обращается, главным образом, на химические изменения, происходящие в мышцах во время работы (Weichardt W., 1910; Lindhard J., 1920; Hill A.V., Kuralov P., 1929; Merton P.A., 1954; Naess K., Strom-Matissen A., 1955; Bergstrom J., Guarnieri G. et al., 1971; Vogel J.A., Gleser M.A., Wheeler R.C. et al. 1972).

Проблема утомления является центральной в физиологии труда и спорта. Однако, несмотря на колоссальное количество работ в этой области, она не может считаться решенной, так как до сих пор не существует единства взглядов ученых по важнейшим её вопросам, в том числе и самого термина. В настоящее время многие отечественные физиологи придерживаются следующего определения: утомление - это временное снижение работоспособности, вызванное предшествующей работой (Гиппенрейтер Б.С., 1961; Розенблат В.В., 1961; Эголинский Я.А., 1966; Виноградов М.И., 1969; Данько Ю.И., 1969). Это определение утомления не указывает на его физиологические механизмы и определяется неполнотой наших знаний в этой области.

Систематическое изучение восстановительных процессов началось позже, чем процессов утомления. Основоположником изучения процессов восстановления можно считать отечествен-

ного физиолога академика Павлова И.П., который еще в 1890 году, исследуя баланс азота в подчелюстной слюнной железе при её работе, показал, что в органах, наряду с тратой веществ, происходит противоположный процесс – их восстановление, причем во время утомления оно протекает более интенсивно, чем в покое.

Основоположник физиологии труда Сеченов И.М. (1903) установил, что работоспособность утомленных мышц быстрее восстанавливается, если во время её отдыха работает другая мышечная группа, открыв таким образом феномен активного отдыха. Введенский Н.Е. (1886) создал теорию фазности изменения возбудимости работающей системы.

Развитие теории восстановления было продолжено учеником И.П.Павлова Фольбортом Г.В., который, столкнувшись с этой проблемой в 1917 году, был поражен грандиозностью её теоретического и практического значения и решил посвятить этому вопросу всю свою дальнейшую научную деятельность. Наблюдая волнообразность восстановительных процессов в слюнной железе, он установил, что в первое время после утомительной работы отмечается снижение работоспособности, а в последующем периоде – её повышение, что объяснил избыточным восстановлением израсходованных ресурсов ткани (Фольборт Г.В., 1934, 1938, 1941, 1949, 1958). Подобный ход кривой напоминает стадии изменения возбудимости, с наличием экзальтационной фазы, открытые Введенским Н.Е. на возбудимых тканях. Очевидно, фаза повышенной работоспособности выражает возможность совершить в этот момент возросшее количество работы и свой-

ственна не только отдельной возбудимой ткани, но и целому организму или органу. Г.В.Фольборт и его сотрудники (Фольборт Г.В., Семернина А.В., 1946) показали также, что торможение может как охранять нервные клетки от утомления, так и стимулировать восстановительные процессы.

Описанные фазы восстановительного периода определились в дальнейших исследованиях работоспособности и при мышечной деятельности человека. Васильев Л.Л. и Князева А.А. (1926) первыми установили наличие трех фаз (неполного восстановления, повышения и угнетения работоспособности) после работы руки. Фазность восстановительных процессов подтвердилась и в последующих исследованиях как у нетренированных лиц, так и у спортсменов (Виноградов М.И., 1941; Лейник М.В., 1951, 1952; Гиппенрейтер Б.С., 1953,1961; Зимкин Н.В., 1953; Трахтенберг И.М., Савицкий И.В., 1955; Волков В.М., 1960, 1963; Яковлев Н.Н., 1961; Медведева Н.Г., 1967). Фазовые изменения при физических нагрузках и в восстановительном периоде наблюдаются также в центральной нервной системе (Лапко Ю.И., 1959). Зайцев А.А. (1969) наблюдал у спортсменов фазовое течение восстановления возбудимости в спинном мозге после дозированной статической и динамической работы, которое полностью закончилось через 8-12 минут. При этом автор отметил наличие фазы повышенной возбудимости. Верещагиным Н.К. (1962) было показано наличие фазовых процессов в центральной нервной системе при статических напряжениях и в период отдыха, что подтвердилось дальнейшими исследованиями Розенблата В.В. (1953), Скрябина В.В., Шабунина Р.А. (1959),

Шабунина Р.А. (1963). Изменения мышечной работоспособности после статических усилий, описанные Лейник М.В. (1952), Кулак И.А. (1955) и др., напоминают фазовое течение восстановления после динамической работы.

В дальнейшем было проведено большое количество исследований, посвященных изучению характера восстановительных процессов при различных по объему и интенсивности нагрузках, при разных видах мышечной деятельности, различной степени тренированности испытуемых и т.д. Так, выявилась зависимость скорости и интенсивности восстановления от мощности нагрузки, её длительности, от количества повторных рабочих циклов (Kenisies F., 1896; Златин Р.С., 1954; Тимченко В.В.,1958; Семергина А.В., 1958; Муравов И.В., 1960,1961; Кулак И.А., 1968; Didier J. P., Klepping J., Escousse A., 1969; Royce J., 1969 и др.). Исследуя, например, работоспособность спортсменов при разных нагрузочных режимах, Михайлов В.В. (1963,1969) пришел к выводу, что результативность равномерной работы больше, чем работы с перепадами мощности.

Биохимии восстановительных процессов посвящены многочисленные труды лаборатории Яковлева Н.Н. и его сотрудников (1961,1969,1970 и др.), которые показали основные биохимические изменения, происходящие в мышечной ткани во время работы и в период отдыха у лиц различного возраста.

Исследования в области проблемы восстановления послужили основой для практического решения многих важных задач физиологии труда и спорта. Научному обоснованию режимов труда и отдыха на производстве способствовали работы Лейни-

ка М.В. (1951,1952 и др.), Кубяк О.К. (1955), Путилина Н.И. (1958), Завьялова В.И. (1961), Золиной З.М. (1962,1967), Крапивенцевой С.И. (1971) и др.; правильному построению режимов тренировок у спортсменов – исследования Фарфеля В.С. и сотрудников (1949,1955,1959,1960), Горкина М.Я. и сотрудников (1954,1956,1961,1970), Тавартхиладзе В.В. (1955,1962), Гоциридзе И.К. (1958,1960,1962) и мн.др.

Однако в проблеме восстановления работоспособности существует много нерешенных вопросов. Так, Чаговец Н.Р. (1972) в своей работе представил биохимический анализ суперкомпенсации рабочих трат в восстановительном периоде, обусловленной интенсификацией процессов окислительного фосфорилирования в митохондриях клетки отдыхающей мышцы и более полной утилизацией энергии окисляющихся субстратов для генерирования АТФ. В то же время в восстановительном периоде после второй и последующих повторных работ фазы повышения работоспособности не было выявлено (Волков В.М., 1960,а; Гоциридзе И.К., 1962).

Большое количество работ посвящено исследованию динамики вегетативных показателей в периоде реституции после мышечной деятельности, причем также доказана волнообразность их восстановления (Маршак М.Е., 1953; Маркосян А.А., 1959; Данько Ю.И., 1959; Арупев А.А., 1960; Гоциридзе И.К., 1960; Тавартхиладзе Б.В., 1962).

Однако нужно отметить, что восстановление вегетативных функций еще не свидетельствует о полном восстановлении работоспособности (Волков В.М., 1960; Гиппенрейтер Б.С., 1961;

Косилов С.А., 1965; Киселев В.А., 1967; Медведев И.А.,1968).

Таким образом, в проблеме восстановления не разработан еще такой важный вопрос, как критерии готовности организма к повторной деятельности.

Особый интерес представляет вопрос о характере физиологических процессов при статической и динамической деятельности. В имеющихся исследованиях не существует единого мнения по этому вопросу. Так, эксперименты, проводимые на кафедре физиологии Свердловского медицинского института с 1946 года, показали, что статические усилия связаны с большим напряжением корковых процессов (Розенблат В.В., 1953; Скрябин В.В., Шабунин Р.А., 1959; Верещагин Н.К., 1962). Во время статической деятельности быстро развивается утомление, при котором на первый план выступают явления торможения ряда функций организма. Такого же мнения придерживается Лехтман Я.Б. (1955).

Кулак И.А. (1968), Виноградов М.И. (1969) в своих исследованиях оспаривают сложившееся мнение о большей утомительности статической работы в отличие от динамической, считая, что иногда она может быть менее утомительной (например, при невысокой её интенсивности). Эту точку зрения подтверждают экспериментальные исследования Степанова А.С. и Бурлакова М.А. (1963), показавшие, что удержание такого же груза, как и при динамической работе, может выполняться в 2-3 раза более продолжительное время, так как при этом участвует меньшее количество двигательных единиц. Авторы считают, что при малых отягощениях деятельность осуществляется, в основном,

за счет специализированных, тонических волокон.

Различный характер процессов утомления и восстановления при статической и динамической деятельности был выявлен и Сарычевым С.П. (1958). Им было показано, что статические усилия протекают при меньшей частоте биотоков напряженных мышц, чем идентичная динамическая работа. Суммарная же биоэлектрическая активность мышц больше при статических напряжениях, так как здесь имеет место фактор непрерывной импульсации. Динамическая работа, примененная после статической, долго носит следы предшествующих низких по частоте ритмов, и лишь к концу деятельности приходит к более высокой их частоте. Переход от статических усилий к динамической работе осуществляется проще, чем в обратном порядке.

Ещё Сеченовым И.М. в 1903 году было показано, что, если в период отдыха между двумя применениями динамической работы включить небольшие статические усилия, то наблюдается ускорение восстановления работоспособности. В дальнейшем это подтвердили Шейдин Я.А. и Куневич В.Г. (1935).

Таким образом, и в отношении особенностей развития утомления и восстановления работоспособности после статической и динамической работы не существует полной ясности. Приведенные исследования позволяют предположить различную организацию двигательной активности при динамической работе и статических напряжениях. Этой же точки зрения придерживается Зимкин Н.В. (1956).

Для возрастной оценки работоспособности особенный интерес представляет исследование процессов развития утомления

и восстановления при том и другом видах деятельности в онтогенетическом плане. В возрастной физиологии большинство исследований работоспособности проведено лишь на некоторых этапах онтогенеза, при этом были выявлены некоторые особенности развития утомления и восстановления в различные возрастные периоды.

О работоспособности детей дошкольного возраста, особенно при точно дозированных нагрузках, имеются весьма немногочисленные данные (Klimt F. , Haense B. , 1970; Белоярцева В.В., 1971). Применив дозированные нагрузки на велоэргографе для детей 4–7 лет, Белоярцева В.В. (1971) показала, что в этот период в 2,5 раза нарастает частота педалирования и общий объем выполняемой работы, а до 5-летнего возраста дети не способны к продолжительной работе.

Helmreich E. (1927,1931), исследуя энергетические затраты при осуществлении детьми различного возраста одной и той же работы (поднимание ноги лежа на спине), обнаружили, что у самых маленьких детей энергетический обмен повышался на 20–25%, а у старших детей – на 80–100%. Во время повседневной мышечной деятельности ребенок, вследствие малых линейных размеров, расходует меньше энергии, чем взрослый. Этим было принято объяснять неутомимость детей при подвижной игровой деятельности. Оказалось, однако, что при расчете энерготрат на каждый кгм выполненной работы, они оказываются одинаковыми у детей и взрослых (Арцавский И.А.,1967). Bal M. E. , Thompson E.M. , Mc. Intosh E.M. et al. (1953) обнаружили, что у детей 6–9 лет величина производительного

использования энергии составляет 70%, а у 10-12-летних - 87% от уровня взрослых.

О характере восстановительных процессов у дошкольников можно судить по весьма ограниченному числу исследований вегетативных показателей во время и после физических упражнений. Так, Уварова З.С. (1966), Юрко Г.П. (1966) после физической нагрузки отметили быстрое восстановление пульса и дыхания у детей дошкольного возраста, причем восстановление частоты сердечных сокращений происходило быстрее, чем дыхания. Такая же последовательность восстановления вегетативных показателей характерна и для взрослых (Еременко Н.П., 1971).

Ряд авторов, отметив в эмпирических наблюдениях высокую скорость восстановления работоспособности у детей, объясняли это явление высоким уровнем обмена веществ и быстрой доставкой кислорода тканям, в связи с тем, что кровоснабжение мышц у детей относительно больше, чем у взрослых (Аскарина Н.М., Кривина С.М., 1964; Антонова Г.П., 1970).

В младшем школьном возрасте дети еще не способны преодолевать утомление (Бирюкович А.А., Король В.М., Фарфель В.С., 1962; Шабунин Р.А., 1969), они не могут длительно выполнять работу большой интенсивности (Яковлев Н.Н., 1969). Однако, в условиях адекватных нагрузок на ручном эргографе (Волков В.М., 1960,а), дети 10-11 лет поднимают груз, равный 50% от максимального, одинаковое число раз со взрослыми. Такой же точки зрения придерживается Захаров Ю.В. (1967). Считая, что в любом возрасте наиболее полно характеризует работоспо-

собность такой показатель, как мощность работы, он показал, используя методики электрокардиографии, миографии, оксигемографии, что к работе субмаксимальной мощности (75%) дети и подростки приспосабливаются хуже, чем взрослые. При работе же мощностью 50% от максимальной функциональные возможности детей и подростков приближаются к уровню взрослых.

Кабанов А.Н. (1962) в отличие от Lobsien M. (1905) считает, что дети младшего возраста не способны к глубокой степени утомления, им доступны лишь начальные его фазы, которые прерываются наступлением торможения нервных клеток. К 10-11 годам более высокая лабильность нервных клеток позволяет им работать более длительное время, на пределе возможностей. С возрастом все более реальной становится возможность значительного утомления, связанного с наступлением в рабочем органе изменений, которые отражаются на работе всего организма и требуют длительного отдыха. Таким образом, процесс утомления, по мнению автора, у младших и старших школьников обусловлен различными физиологическими закономерностями. Это подтверждается электрофизиологическими исследованиями Леонтьевой Н.Н. (1955), которая обнаружила существенную разницу в амплитуде и частоте биопотенциалов у детей 7-8 и 12-14 лет в различные моменты удержания груза на заданном уровне.

О характере восстановительных процессов детей младшего школьного возраста нет единой точки зрения. Так, Эголинский Я.А. (1959), исследуя работоспособность и её восстановление при дозированных нагрузках на эргографе и скоростном беге

у детей 8-12 лет, обнаружил, что восстановительный период у младших детей короче, чем у старших. Автор объяснил это явление большей степенью обеспечения организма кислородом в младшем возрасте и достижением высокого уровня приспособительных процессов в организме, обеспечивающих необходимый уровень обмена веществ даже при интенсивной работе. Большая скорость и интенсивность восстановительных процессов у детей 11-12 лет, по сравнению с более старшими, была обнаружена Волковым В.М. (1957,1959,1960,1962,1965).

Наряду с высокой скоростью восстановления работоспособности, авторы отмечают его волнообразность, подобную фазовым процессам восстановительного периода взрослых (Касьянов В.М., 1956; Волков В.М., 1963; Киселев В.А., 1967; Цонева Т.М. и др., 1971).

Однако не все авторы придерживаются подобного мнения. Так, Романов А.В. (1968), Редькина Е.К. (1962), Боковец В.С. (1973) отмечают удлинение периода реституции у детей младшего школьного возраста, особенно при увеличении нагрузки, однако эти данные, в основном, касаются вегетативных показателей. При малой же нагрузке, по мнению Романова А.В. (1968), восстановление у детей протекает быстрее, чем у взрослых.

Относительно больше исследований посвящено подростковому возрасту. В связи с резким возрастанием скоростно-силовых качеств к 13-14 годам, о котором было указано ранее, увеличивается и работоспособность подростков при работе до утомления. При этом утомляемость в 14-летнем возрасте значительно меньше, чем в 8-летнем (Бирюкович А.А., Король В.М., Ма-

каров В.А., 1959). Однако физиологические сдвиги, связанные с половым созреванием подростков, накладывают специфический отпечаток на их работоспособность. Так, чувство усталости при длительной однообразной работе появляется у подростков раньше, чем у взрослых, так как в этом возрасте процессы безусловного торможения превалируют над условным (Маркосян А.А., 1969), при общем преобладании возбудительных процессов. В этом возрасте очень важен правильный подход к дозированию спортивных и трудовых нагрузок, так как многие авторы отмечают более низкую, чем у взрослых, работоспособность при трудовой деятельности подростков (Keller R. , 1897; Benes K. , Hlivický V. , Vaneková M. , 1961; Смирнов К.М., 1961; Яковлева И.Н., 1962).

В подростковом возрасте, наряду с улучшением моторных качеств и хорошим развитием двигательного анализатора, отмечается меньшая, чем у взрослых, способность адаптации организма к физическим нагрузкам (Яковлев Н.Н., Лешкевич И.Г., Макарова А.Ф., Попова Н.К., Рогозкин В.А., Чаговец Н.Р., 1960; Филин В.П., 1968; Фомин Н.А., Филин В.П., 1972). У подростков выполнение работы происходит менее экономно, с более значительными функциональными сдвигами (Мотылянская Р.Е., 1970; Вайнруб Е.М., 1971). Волков В.М., Бахрах И.М. (1967), в свою очередь, отмечают, что к 15-16 годам происходит приостановка адаптации к гипоксемии, которая зависит от темпов полового созревания.

Антропова М.В. (1968) отмечает, что тренировка к одному и тому же виду работы требует от подростков в два раза

больше времени, чем у взрослых, объясняя это особенностями высшей первной деятельности подростков.

По вопросу скорости восстановления в подростковом возрасте существуют разноречивые мнения.

Так, Волков В.М. (1957), Сорокин В.Ф. (1960) указывают на более быстрое,чем у взрослых, восстановление работоспособности подростков после физических упражнений и спортивных нагрузок. На более высокую скорость врабатывания у подростков также обращают внимание Горкин М.Я., Шуркик С.Б., Бойко И.К. (1956). По мнению Антроповой М.В. (1968), восстановление силы у подростков имеет одинаковую скорость со взрослыми, а выносливость восстанавливается медленней.

Противоположные данные, полученные в исследованиях Смирнова К.М. (1961,1966), Яковлевой И.Н. (1963), Бахрах И.И. (1966), указывают на замедление скорости восстановления у подростков, по сравнению со взрослыми, особенно, при интенсивной работе. При таких условиях утомление наступает раньше, и степень его выше у подростков, чем у соседних, младших и старших возрастов.

Восстановительные процессы у подростков имеют фазовое течение, как и у взрослых, причем, по мнению Ивановой М.П. (1959), после силовой работы полного восстановления работоспособности не происходит в течение исследуемых 20 минут.

Скорость восстановительных процессов зависит также от физического развития подростков (Крапивенцева С.И., Малинская Н.Н., Артамонова В.Н., Галецкая О.И., 1962; Антропова М.В., Кузнецова З.И., Сальникова Г.П., 1966) и от индиви-

дуальных особенностей организма. Например, Вайшвила Ч.А. (1968), Оганезова А.Т. (1969) показали, что восстановление вегетативных показателей у подростков протекает по четырем индивидуальным типам.

Юноши обладают почти такой же работоспособностью, как и взрослые. Однако и в этом возрасте имеются свои особенности развития процессов утомления и восстановления, по сравнению со зрелым возрастом (25–45 лет) (Максимова О.Ф., 1954; Маркосян А.А., 1959; Пешков В.П., 1963 и др.).

Сравнительная оценка работоспособности юношей дается в работах Максимовой О.Ф. (1954,1963). Применяя дозированные эргографические и трудовые нагрузки для лиц в возрасте от 17 до 65 лет, она обнаружила самую высокую степень утомляемости в 17–19 лет (по снижению амплитуды движений), при большом объеме выполняемой работы, а наименьшую утомляемость – в 37–42 года. Восстановление работоспособности после работы на эргографе быстрее всего наступало у юношей, медленней – у 52–65-летних. При трудовых же нагрузках время восстановления у 17-летних было в 2 раза продолжительнее, чем у 20-летних, т.е. у юношей существуют значительные различия в показателях работоспособности между отдельными возрастными группами.

На более высокую скорость врабатывания у юношей, чем взрослых, при субмаксимальных нагрузках указывает Пешков В.П. (1963), но при этом обращает внимание на более низкий уровень адаптации к физическим нагрузкам. Маркосян А.А. (1959), напротив, отмечает меньшую скорость процессов восстановления

у юношей, несмотря на то, что их функциональные возможности мало отличаются от взрослых. Очевидно, скорость восстановления зависит от величины применяемых в отдельных исследованиях нагрузок.

Восстановление функционального состояния мышц юношей после спортивных тренировочных занятий, по данным Медведевой Н.Г. (1962), заканчивается через 25–30 минут, причем так же, как и у взрослых, отмечается фазность восстановительных процессов.

Отчетливое снижение работоспособности наступает уже после 40 лет. У пожилых людей наблюдается быстрая утомляемость как при статической, так и при динамической деятельности (Mitolo N., Cotungo V., 1964; Cotungo V., 1964). Исследуя статическую выносливость пожилых, Шабунин Р.А. (1969,1973), отметил, что ощущение усталости, которое хорошо коррелирует с дискоординацией функций, так же, как и у юношей, является у них одним из первых признаков утомления.

После 50 лет отмечается ухудшение адаптации организма к физическим нагрузкам. Так, Головченко С.Ф.,Грабина Я.Л. (1963) указывают на падение потенциальной лабильности миокарда в 60–70 лет, по сравнению с 20 годами. Миссиро В.И. (1962) наблюдал уменьшение эффективности кровообращения в мышцах, особенно в сердце, циркуляторные изменения, изменения высшей нервной деятельности. В то же время автор подчеркивает, что эти явления компенсируются уровнем трудовой квалификации, приспособлением к условиям труда, продлением трудовой деятельности.

В пожилом возрасте наблюдается также снижение восстановительных способностей организма, на что указывают многочисленные исследования (Фольборт Г.В., Семеринна А.В., 1940; Фольборт Г.В., Зольникова Н.К., 1940; Максимова О.Ф., 1961; Головченко С.Ф., Грабина Я.Л., 1963; Краснова А.Ф., Яковлев Н.Н., 1966; Соколов К.Т., 1967; Фудель-Осипова С.И., 1968; Фролькис В.В., 1970). Авторы единодушно связывают это явление с указанными выше морфо-функциональными изменениями двигательного анализатора в старческом возрасте.

Однако, некоторые авторы (Фролькис В.В., 1970; Henschel A. , 1970) указывают на то, что в определенных условиях работоспособность в пожилом и старческом возрасте может сохраняться на довольно высоком уровне. По мнению Фролькиса В.В.: "...существенные изменения трофики скелетных мышц не лимитируют её работоспособности в определенных, оптимальных условиях".[x] Опыты, проведенные на мышцах старых животных (Фролькис В.В., 1970; Замостьян В.П., 1964), также показали, что они могут сокращаться без признаков утомления десятки часов. Сократительные белки в старых мышцах также не претерпевают существенных изменений (Корниенко В.М., Мартыненко А.А., 1960).

В настоящее время возникло новое понимание процессов старения. В механизме возрастных изменений наблюдаются не просто количественные сдвиги, а качественные, происходящие на разных уровнях саморегуляции движений (Фролькис В.В.,

---

[x] Фролькис В.В. Регулирование, приспособление и старение. "Наука", Л., 1970, 334.

Безруков В.В., Генне Е.Д., Дупленко Ю.К., Танин С.А., 1972). Эти сдвиги играют существенную приспособительную роль при взаимодействии организма с различными факторами.

Исследования Vitte N.K., Krysbanowskaja W.W. et al. (1967) показали, что старость сама по себе мало снижает работоспособность, причем, профессиональная работоспособность уменьшается медленнее, чем отдельные физиологические функции организма.

Таким образом, в литературе не существует однозначных данных как об изменениях работоспособности организма и отдельных мышечных групп на разных этапах онтогенеза, так и о возрастных особенностях утомления и восстановления работоспособности после дозированной мышечной деятельности. В этом плане особенно недостаточно исследован дошкольный, младший школьный, а также пожилой и старческий возраст. Недостаточно изучены онтогенетические особенности развития утомления при дозированных нагрузках, отсутствуют исследования, направленные на изучение восстановительных процессов при мышечной деятельности статического и динамического характера на основных этапах онтогенеза.

4. Цель и задачи собственных исследований.

Из приведенных литературных данных можно сделать вывод о том, что, несмотря на наличие большого фактического материала по отдельным возрастным группам, систематические исследования онтогенетических особенностей работоспособ-

ности при дозированной мышечной деятельности, с учетом восстановительных процессов, отсутствуют. Особенно недостаточно в этом плане исследован дошкольный возраст. Раскрытие же проблемы утомления и восстановления в онтогенетическом аспекте, особенно при использовании как статических, так и динамических нагрузок, адекватных для каждого возраста, может внести ценный вклад в её теоретическое обоснование.

Практические запросы физического воспитания, трудового обучения, производственной деятельности требуют от возрастной физиологии выработки научнообоснованных критериев, по которым можно судить о степени восстановления работоспособности, т.е. о готовности организма к повторной мышечной работе, начиная с дошкольного вплоть до старческого возраста. Решение этой задачи позволит рационально дозировать физические нагрузки во все возрастные периоды.

Целью нашего исследования и явилось изучение возрастных особенностей развития процессов утомления и восстановления работоспособности при локальной мышечной деятельности статического и динамического характера в адекватных для лиц различного возраста условиях.

Исследования проводились на пальцевом эргографе. В работе участвовали мышцы, обеспечивающие сгибание и разгибание указательного пальца правой руки. При выборе данной мышечной группы мы исходили из того, что в процессе онтогенеза наиболее рано развиваются и включаются почти во все трудовые движения именно мышцы кисти и пальцев. В области кисти реализу-

ются усилия, являющиеся результатом вовлечения в действие верхних конечностей. Кроме того, ограниченная группа мышц позволяет создать реальную лабораторную модель, на которой можно изучать процессы утомления и восстановления при действии различных факторов и строгом дозировании нагрузки.

Задачи исследования:

I. Изучить работоспособность при дозированной мышечной деятельности статического и динамического характера, с адекватными нагрузками у лиц мужского пола в возрасте 4-5, 8-9, I3-I4, I8-20, 30-35, 60-74, 75-90 лет.

2. Исследовать особенности восстановительного периода работоспособности при повторной адекватной возрасту статической и динамической работе на основных этапах онтогенеза.

3. Разработать эргометрические нормы, позволяющие создать оптимальные, соответствующие возрастным и индивидуальным возможностям организма условия при статической и динамической работе малых групп мышц.

Г Л А В А 2

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

I. Основные этапы онтогенеза, исследованные при изучении работоспособности человека.

Исследования проводились на лицах мужского пола, составивших 7 возрастных групп. Выбор возрастных периодов производился на основе как физиологических, так и социальных критериев.

В соответствии со схемой возрастной периодизации, рекомендованной симпозиумом, созванным в Институте возрастной физиологии АПН СССР в 1965 г., были исследованы следующие возрастные группы.

I г р у п п а. Дошкольный возраст, 4-5 лет, воспитанники детского сада № 255 г.Челябинска.

Из периода первого детства (4-7 лет) мы выбрали этот возраст, так как исследования работоспособности у детей до 3-4 лет значительно затруднены. Этот период можно охарактеризовать как стадию "иннервационного примитива" (Бернштейн Н.А., 1966), в которой происходит лишь освоение простейших локомоторных актов в среде (Аркин Е.А., 1948; Маслов М.С., 1953). В раннем возрасте мышцы еще выполняют функции терморегуляционного тонуса (Коробков А.В., 1960), происходит интенсивный рост и развитие всех органов и систем (Аршавский И.А., 1967 и др.). При исследовании мышечной силы ребенок 2-3 лет не может напрячь заданных групп мышц в нужном направлении, в движение при этом вовлекается почти весь мышечный

аппарат (Коробков А.В., 1959). Дети этого возраста не способны дозировать силу и амплитуду движений (Бернштейн Н.А., 1966 и др.).

После трех лет жизни начинается качественно новый возрастной период. В это время увеличивается динамический компонент нагрузки на скелетную мускулатуру, имеющий большое значение для её развития, и к 4 годам жизни двигательный анализатор уже имеет высокую степень зрелости для выполнения грубых движений (Коробков А.В., 1959; Аршавский И.А., 1967).

В возрасте 4-6 лет интенсивно формируется внутреннее торможение (Иванов-Смоленский А.Г., 1971), хотя преобладает еще процесс возбуждения. Поведение детей значительно усложняется и совершенствуется. Дети этого возраста способны переносить посильные физические нагрузки и при этом выполнять мышечную деятельность "до отказа".

Темпы роста и развития к 4-5 годам замедляются, усиливаясь вновь к 6-7 годам (Аркин Е.А., 1948).

П г р у п п а. Младший школьный возраст, 8-9 лет, учащиеся 2 класса школы-интерната № 2 г.Челябинска.

Из периода второго детства (8-12 лет) мы предпочли для исследований эту группу, так как возраст 7 лет можно назвать переломным (Пузик В.И., 1947; Аркин Е.А., 1948; Аршавский И.А., 1967). В этом периоде корковый отдел двигательного анализатора в основном сформирован (Кукуев Л.А., 1955; Волохов А.А., 1968). С 7 лет движения кистью и пальцами все более усложняются в связи с началом обучения в школе.

В 8-9-летнем же возрасте, так называемом "периоде округления" (Аркин Е.А., 1948 и др.), темпы роста и развития органов несколько замедляются, нарастает вес мышц. В этом периоде наиболее целесообразно исследовать работоспособность детей младшего школьного возраста. Необходимость таких исследований объясняется также начинающейся в этом возрасте подготовкой к элементарным формам и навыкам трудовой и общественной деятельности.

Ш г р у п п а. Подростковый возраст, 13-14 лет, учащиеся 7 класса школы-интерната № 2 г.Челябинска.

Подростковый возраст представляет особый интерес для исследователей в связи с началом полового созревания, наступающего в этом периоде. В это время часто нарушается равновесие между процессами возбуждения и торможения под влиянием изменений в деятельности желез внутренней секреции.

Темпы роста и развития в этом возрасте вновь ускоряются, мышечная ткань уже мало отличается от нее у взрослых (Леонтьева Н.Н., 1954), морфо-функциональные показатели двигательного аппарата достигают высокого уровня (Фарфель В.С., 1949, 1960; Семенова Л.К., 1955).

IУ г р у п п а. Юношеский возраст, 18-20 лет, студенты 2 курса Челябинского медицинского института.

В возрасте 15-17 лет начинается новый пубертатный период, характеризующийся разнообразием форм трудовой и творческой деятельности. В юношеском возрасте значительно нарастают сила мышц, координация движений. Наибольшее увеличение показателей силы происходит в период от 15 до 18 лет,

что связано с мощным развитием мышц спины, плечевого пояса и ног (Коробков А.В., 1959 и др.). В 18-20 лет прирост показателей значительно снижается (Маркосян А.А., 1969), в связи с чем этот юношеский период наиболее удобен для изучения работоспособности.

У г р у п п а. Зрелый возраст, 30-35 лет, слушатели Советской партийной школы г.Челябинска.

В этом возрасте происходит относительная стабилизация функций двигательного аппарата. Человек зрелого возраста находится в расцвете трудовой и творческой деятельности, показатели работоспособности удерживаются приблизительно на постоянном уровне.

Несмотря на то, что данный возрастной период наиболее полно исследован физиологами, изучение работоспособности лиц зрелого возраста необходимо при сравнительной её оценке в онтогенетическом плане.

УI г р у п п а. Пожилой возраст, 60-74 лет, мужчины, проживающие в интернате для престарелых г.Челябинска (средний возраст 66 лет).

В последнее время во всех экономически развитых странах происходит увеличение контингента старших возрастов (Беляев И.И., 1971; Piketty Fr. , 1966). Перед обществом встает необходимость продления работоспособности и общественно-трудовой деятельности пожилых. Мышечная же активность является одним из факторов, обеспечивающих предупреждение преждевременного старения организма (Bürger M., 1954; Аршавский И.А., 1967; Муравов И.В., 1969 и др.).

При исследовании работоспособности пожилой возраст представляет интерес как один из важнейших этапов онтогенеза человека.

УП г р у п п а. Старческий возраст, 75-90 лет, мужчины, проживающие в интернате для престарелых г.Челябинска (средний возраст 82 года).

После 75 лет наблюдается ускорение инволютивных процессов в организме, снижение его функциональных возможностей. Лицам этого возраста приходится выполнять различную мышечную работу чаще всего бытового характера, посильная физическая нагрузка имеет благоприятное значение для сохранения их функций на более высоком уровне (Фролькис В.В., 1970; Fumagalli C., Foskani A., Baroni A., 1972).

Изучение данного этапа онтогенеза представляет большой интерес для решения проблемы продления жизни и работоспособности человека.

Испытуемые всех возрастных групп были практически здоровыми, не занимались спортом до и в момент исследований. В группах лиц старше 60 лет учитывался, по возможности, как паспортный, так и биологический возраст (Чеботарев Д.Ф., 1972; Аршавский И.А., 1973). Кроме того, у двух испытуемых в этих группах наблюдались явления атеросклероза сосудов и гипертонической болезни I-2 степени (вне обострений в период исследований), что существенно не влияло на показатели работоспособности. У двух испытуемых в возрасте 84 и 90 лет наблюдались клинические признаки одряхления.

Все молодые люди первых четырех групп были среднего физического развития. Необходимость комплектования групп испытуемых с учетом этого фактора вызвана тем, что работоспособность зависит от уровня физического развития (Шкурода В.А., 1962; Антропова М.В. и др., 1966; Шабунин Р.А., 1969). Показатели физического развития оценивались с помощью соответствующих таблиц (Маслова А.И., 1965; Жаков Л.И., 1970).

В исследуемые группы не включались дети, перенесшие ревматизм, скарлатину, дифтерию, туберкулез, сахарный диабет, а также переболевшие за 2-3 месяца до экспериментов каким-либо заболеванием.

Все испытуемые находились примерно в равных бытовых и трудовых условиях.

2. Применение эргографии для изучения работоспособности человека.

Эргографический метод, впервые описанный Моссо А. в 1890 г., нашел широкое применение в лабораторных исследованиях работоспособности. Моссо, при помощи сконструированного им пальцевого эргографа изучал развитие процессов утомления и восстановления после умственной и физической деятельности. Бугославский В.О. (1891), Конопасевич П.А. (1892) с успехом применяли этот метод в исследованиях работоспособности при воздействии на организм различных факторов.

С помощью эргографических исследований Сеченов И.М. (1903) открыл ряд важных физиологических закономерностей, таких как феномен " активного отдыха" и т.д.

Применение эргографической методики позволило выявить зависимость работоспособности от интенсивности выполняемой работы (Васильев Л.Л., Князева А.А., 1926; Чебанова О.В., 1963; Эголинский Я.А., 1963; Kirschner Henryk, 1963). При помощи этого метода были раскрыты закономерности развития процессов утомления и восстановления у лиц среднего возраста и их зависимость от степени тренированности организма, тяжести нагрузки, предшествующей деятельности и других факторов (Шатенштейн Д.И., Иорданская Е.Н., 1955; Нарикашвили С.П. и др., 1960; Точилов К.С., Павлова Л.П., 1962; Вербианова З.Г., 1963; Таварткиладзе Б.В., 1963; Кулак И.А., 1968 и мн.др.).

Васильев Л.Л. и Князева А.А. (1926) обнаружили фазовый характер восстановительных процессов после утомительной, продолжавшейся до отказа, работы руки, что было подтверждено дальнейшими исследованиями (Лейник М.В., 1951, 1952; Максимова О.Ф., 1954; Кундиев Ю.И., 1955; Кубяк О.К., 1955 и др.).

Эргографическая методика нашла применение и в определении функционального состояния центральной нервной системы во время мышечной деятельности (Миссиро В.И., 1955; Косилов С.А., Душков Б.А., 1971 и др.).

Алексеев М.А., Аскназий А.А. (1970) при помощи эргографа изучали координацию движений мышц предплечья при дозированной работе.

Для изучения статических усилий обычно используются различные по конструкции динамометры и динамографы (Шейдин Я.А., Курбатова И.Н., 1936; Розенблат В.В., 1955 и др.).

Однако в последнее время с этой целью была применена эргография, позволившая изучить работоспособность одной и той же группы мышц при разных видах деятельности (Аскназий А.А., 1960; Киселев В.А., Галочкин Г.П., 1971).

При изучении в лабораторных условиях работоспособности различных возрастных групп чаще применяется велоэргография (Åstrand J., 1958; Åstrand P.O., 1958; Самсонова Н.И., 1967; Мотылянская Р.Е., 1969 и мн.др.). Однако этот метод доступен не для всех возрастных периодов.

Значительно реже для изучения возрастных особенностей работоспособности применяется эргографический метод, особенно при исследовании младших возрастных периодов. Эголинский Я.А. (1959), применяя в своих исследованиях вертикальный эргограф, не получил данных, свидетельствующих о функциональной неполноценности организма в период с 9 до 18 лет. Утомление же при работе на эргографе в младшем возрасте наступало, по данным автора, раньше, чем в 15-18 лет. Волков В.М. (1959), изучая восстановительные процессы при работе на ручном эргографе у юных спортсменов 10-15 лет, обнаружил, что скорость восстановления у детей короче, чем у взрослых. Соколов К.Т. (1968), исследуя работоспособность пожилых при работе на эргографе, выявил, что при интенсивной нагрузке у них наблюдается более низкая вентиляция, газообмен, чем у взрослых, а также повышение энергетических затрат, снижение экономичности работы, удлинение периода реституции.

При исследовании же онтогенетических особенностей работоспособности эргография не применялась, несмотря на то, что

удобство и доступность этого метода позволяют применять его с первых лет жизни до старческого возраста.

Трудность применения метода заключается в отсутствии единого подхода к выбору адекватной нагрузки, соответствующей возрастным и индивидуальным возможностям организма.

Удобство эргографической методики заключается в её простоте и надежности в получении объективных экспериментальных данных при строго дозированной мышечной деятельности статического и динамического характера.

Г.В.Фольборт высоко оценил этот метод: "...Только эргография дает нам полное и точное указание на физиологические и функциональные свойства мышцы, на её работоспособность. Эргография интересна тем, что она дает не аналитическую характеристику какой-либо одной стороны, одной части деятельности нервно-мышечного прибора, как например, это практикуется при определении возбудимости, хронаксии или силы динамометром и др. общепринятых методах, а дает характеристику всей комплексной функции двигательного анализатора в целом..."[x]

3. Конструкция эргографа, примененного в работе. Расчет эргограмм.

В литературе описано много различных видов эргографов, в которых, наряду с достоинствами, существует ряд недостатков, затрудняющих их применение в массовых исследованиях. Так, эргографы с пневматической передачей (Мануилов И.А.,

---

[x] Фольборт Г.В. К вопросу об эргографии как методе исследования (в соавт. с Н.К.Зольниковой "Сб.научн.работ эвакогоспиталя", 1945). Избр.тр., Киев, 1962, 310-313.

1957; Пакулов В.А., Вербианова З.Г., 1963; Бордуков М.И., 1967) отличаются сложностью конструкции, что ввиду отсутствия серийного производства мешает их использованию в лабораторных исследованиях. Пружинные эргографы и динамографы (Бабский Е.Б., Смолянский Н.А., 1954; Киселев В.А., Галочкин Г.П., 1971) обладают также сложной конструкцией и большой инертностью.

Наиболее простыми для использования являются эргографы типа Моссо с тремя кольцами и эргографы, предложенные Дюбуа, с вертикально расположенной ручкой для фиксации кисти. Трудность количественного учета выполненной работы устраняется применением специальных счетчиков (Муравов И.В., Сукачев Н.С., Романенко Д.И., 1957; Ивлев В.Ф., Бордуков М.И.,1968).

Однако все существующие эргографы не приспособлены для обеспечения исследования различных возрастных групп. Особенно неудобен для массовых исследований серийно выпускаемый эргограф с чернильной записью на кимографе, отдельные части которого нужно вновь закреплять на каждом рабочем месте.

Для решения поставленных в работе задач мы сконструировали пальцевой эргограф, несложный по конструкции, удобный при эксплуатации (рис. I).

Он состоял из металлической подставки (а), на которой крепились блок (б), винт (в) с отверстием для стального тросика (г), перекинутого через блок. На другом конце трос заканчивался петлей для пальца (д), длину которой можно было легко изменять. Пальцы, не участвующие в работе, фиксировались при помощи вертикальной рукоятки (е), которая имела

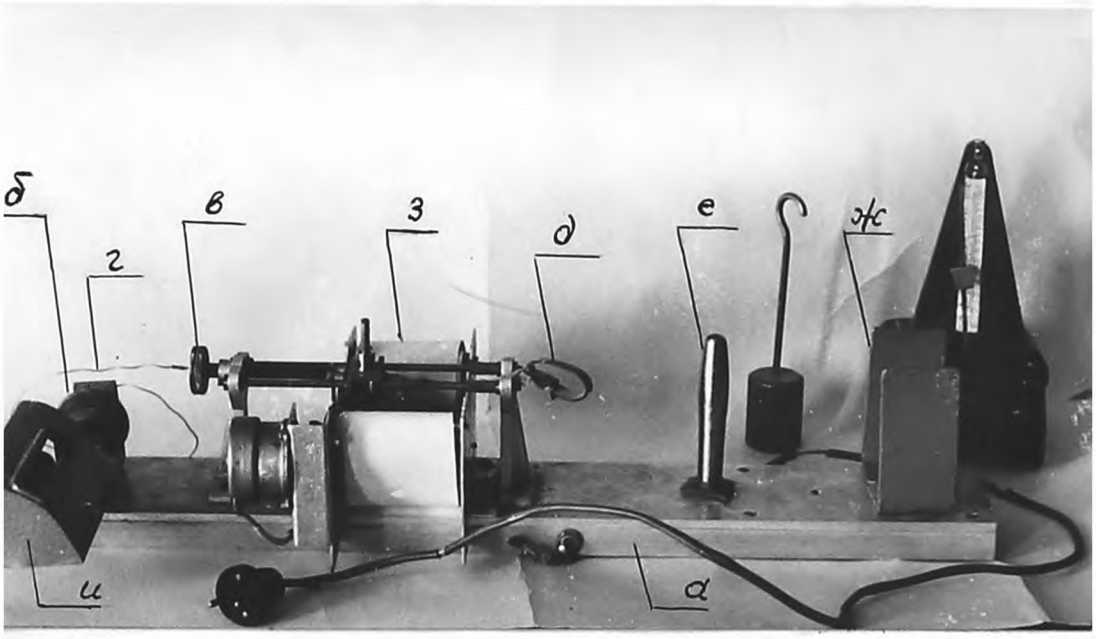


Рис.I. Пальцевой эргограф.

свою форму для каждой возрастной группы, предплечье фиксировалось при помощи двух сближающихся пластин (к). Запись эргограмм производилась при помощи лентопротяжного механизма (з). Для учета выполненной работы был установлен счетчик (и), в котором использовалось счетное устройство, применяемое в газовых часах. Счетчик связан с блоком, по которому скользит тросик с грузом. Блок имеет шестерню, которая не позволяет ему вращаться в обратную сторону при свободном опускании груза. Шестерня прочно крепится по оси блока, по её зубцам скользит фиксатор, не дающий ей поворачиваться в обратную сторону.

Работа подсчитывалась по формуле: $A = P \times n\ell$,

где P – вес груза;

n – показатель счетчика;

ℓ – длина окружности блока, равная 0,008 м.

На таком эргографе исследовалась работоспособность мышц, обслуживающих движения указательного пальца правой руки. Подобную модель эргографа можно было успешно применять во всех возрастных группах.

Динамическую работу характеризовали следующие показатели: количество работы (А) учитывалось при помощи счетчика, показатель утомляемости (У) определялся по разнице между высотами первой (Н) и последней (h) миограмм, выраженной в % от высоты первого подтягивания груза (Н) по методике Лейника М.В. (1952), (рис.2):

$$У = \frac{Н - h}{Н} \times 100\%$$

Показатель выносливости (В), выраженный в сек., определялся продолжительностью работы до полного утомления (отказа от работы); учитывались также время появления чувства усталости (ВУ) в сек.; мощность работы в кгм/сек.; показатель сопротивляемости утомлению (продолжительность работы после появления усталости, выраженная в % к общему рабочему времени). На рис.2 при значениях В = 100 сек., ВУ = 60 сек., А = 1,200 кгм сопротивляемость утомлению (СУ) равна:

$$СУ = \frac{В - ВУ}{В} \times 100\% = \frac{100 - 60}{100} \times 100\% = 40\%$$

Мощность же работы (М) равна при этом:

$$М = \frac{А}{В} = \frac{1{,}200 \text{ кгм}}{100 \text{ сек.}} = 0{,}012 \text{ кгм/сек.}$$

При статической деятельности учитывались следующие показатели: показатель усилия (Н), определяемый в мм по высоте подтягивания груза в 1/3 от максимального; показатель

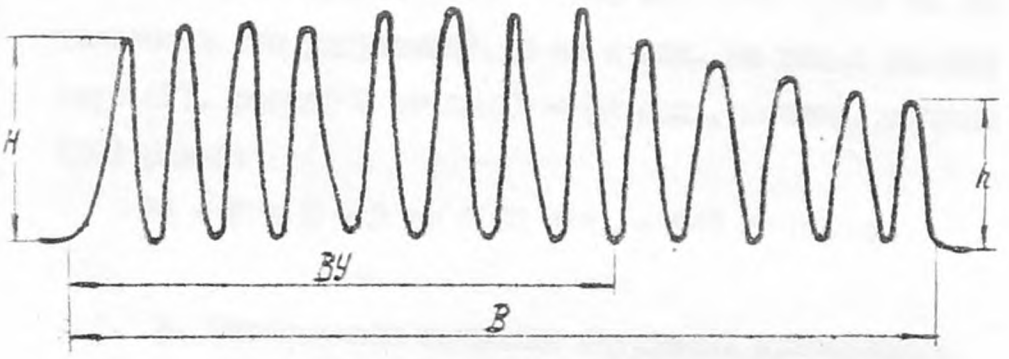


Рис. 2 Эргограмма динамической работы (схема)

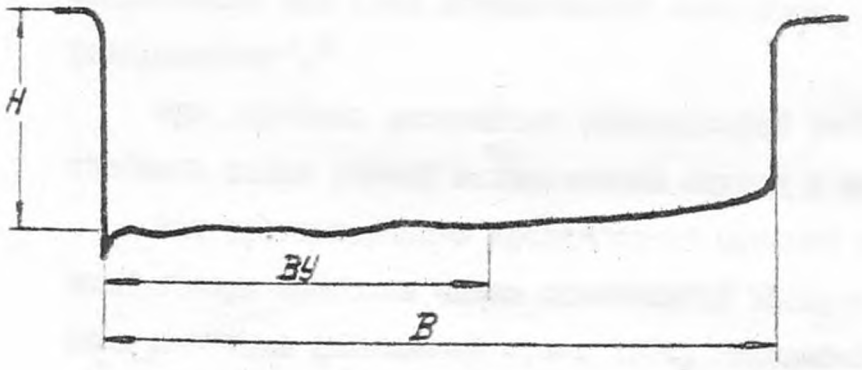


Рис. 3 Эргограмма статического напряжения (схема).
(Объяснения к рис 2. и рис. 3 в тексте).

выносливости к статическому усилию (статическая выносливость, В) в сек., определяемый продолжительностью удержания груза на одном уровне; время появления чувства усталости (ВУ) в сек. (рис,3). Кроме того, учитывались показатель сопротивляемости утомлению (СУ), как и при динамической работе, и импульс силы (произведение величины груза на продолжительность его удержания), в кг х сек. На рис.3 удерживался груз (Г), равный 3 кг при В = 80 сек., значит, импульс силы (ИС) равен:

ИС = Г х В = 3 кг х 80 сек. = 240 кг х сек.

4. Обоснование величины нагрузок, применяемых при исследовании работоспособности различных возрастных групп.

Работоспособность организма зависит от нагрузки. По словам Павлова И.П. "...ответная реакция организма, работоспособность его мышц определяется качеством, силой и местом раздражителя".[x]

При изучении возрастных особенностей работоспособности особенно важен единый методический подход к выбору нагрузки.

Для сравнительного исследования функций двигательного анализатора наиболее часто применяется дозированная физическая нагрузка (Максимова О.Ф., 1954; Эголинский Я.А., 1961, 1963,1966; Вербианова З.Г., 1963; Мотылянская Р.Е., 1970 и мн.др.). Многими авторами для оценки реакции организма применяются также спортивные нагрузки (Nöcker J., 1955;

[x] Павлов И.П. Полное собр.сочин., М.-Л., 1952, т.5, 466.

Горкин М.Я. и др., 1956; Волков В.М., 1960,1962; Фарфель В.С., 1960 и др.). При изучении двигательной деятельности дошкольников предпочитаются естественные, экологически адекватные детям нагрузки, как еда, питье, перекладывание игрушек, ходьба (Ледовская Н.М., 1970; Аштейн З.В. и др., 1971; Меретеи К., 1971; Меринов С.Г., 1971).

Наиболее же удобным методом для адекватного дозирования нагрузок всем возрастным группам является эргография. Однако до последнего времени в эргографических исследованиях не существует единого подхода к выбору нагрузок. Одни авторы используют грузы, составляющие часть от максимального для данной мышцы (Коробков А.В., 1953; Нарикашвили С.П. и др., 1960; Волков В.М., 1960; Эголинский Я.А., 1961). Другие же выбирают произвольно меньшие или большие по величине грузы и ритмы (Шатенштейн Д.И., Иорданская Е.Н., 1955; Аскназий А.А., 1960; Ташпулатов М.Т., 1970).

Эголинский Я.А. (1963) для испытуемых разного возраста подбирал такие грузы, чтобы работа с ними до полного утомления продолжалась одинаковое время (10-15 мин.). Подобного методического подхода к выбору нагрузок придерживаются также Зайцев А.А. (1969), Саплинскас Ю.С. (1972).

В исследованиях же Лейника М.В. (1952), Максимовой О.Ф. (1954), Кесаревой Е.П. и др. (1970), Сергеевой А.Н. и др. (1970), Акзамова А.А. (1970) для лиц различного возраста применялся одинаковый груз и ритм. Однако одинаковая нагрузка не может создать адекватных для всех возрастных групп

условий работы, и полученные при этом результаты не могут быть использованы в сравнительной оценке работоспособности испытуемых.

Учитывая вышеизложенное, противоречивые сведения о процессах утомления и восстановления у лиц разного возраста можно объяснить неодинаковой величиной груза, применяемого в исследованиях разных авторов.

Для того, чтобы выявить возрастные различия работоспособности человека, возникла необходимость выбора методики определения нагрузки, адекватной для всех возрастных групп.

Предварительный анализ литературных данных показал, что в исследованиях работоспособности человека используются различные принципы выбора величины нагрузки.

Так, при изучении работоспособности спортсменов часто применяются максимальные и субмаксимальные грузы (Горкин М.Я. и др., 1956; Гоциридзе И.К., 1962; Mellerowicz H., 1967). Klimt F., Haense B. (1970), применяя субмаксимальные велоэргографические нагрузки для детей 4–6 лет, не выявили у них изменений вегетативных показателей, выходящих за рамки физиологических, во время и после нагрузки. Eriksson Bengt O., Koch Günter (1973) обнаружили улучшение некоторых гемодинамических показателей у мальчиков 11–13 лет в течение четырех месяцев тренировки с субмаксимальными и максимальными нагрузками.

Однако, по мнению Красновой А.Ф. (1960), Яковлева Н.Н. (1962), Фомина Н.А., Филина В.П. (1972), максимальные грузы являются неадекватными для детей и лиц пожилого возраста,

так как они приводят к нежелательным изменениям физиологических функций в организме детей и пожилых, к понижению активности окислительных ферментов в период отдыха, при них не достигается та степень утомления, которая стимулирует восстановительные процессы в возбудимых тканях (Введенский Н.Е., 1886).

Темкин И.Б., Минаева В.В. (1966), исследуя гимнастов, также пришли к заключению, что значительные нагрузки, применяемые в 13-14 лет, вызывают выраженные функциональные изменения в центральной нервной системе и должны быть исключены из тренировок.

Максимальные нагрузки из-за их непродолжительности не позволяют также выявить начальные признаки развития утомления.

С увеличением нагрузки работоспособность сначала нарастает, потом постепенно уменьшается, а при некоторой большой её величине снижается до нуля. Отсюда следует, что у каждой мышцы максимальная работоспособность может быть при некоторых средних нагрузках. Это явление, которое было названо "законом средних нагрузок", было открыто *Weber* E.H. в 1846 г. По *Weber* "средний груз" для мышцы характеризует ту его величину, при однократном подъеме которой выполняется наибольшее количество работы.

Из этого закона следует, что наибольшее количество работы при предельной её продолжительности возможно также только при определенной средней, т.е. оптимальной силе мышечных сокращений и средней их частоте. Это положение сохраняет

силу как при работе изолированной мышцы, так и при мышечной деятельности всего организма. Чем больше частота и сила сокращений, тем быстрее наступает утомление (Зимкин Н.В. и др., 1953).

"Для работы без устали, - писал Сеченов И.М., - необходимо совершенно определенное соотношение между факторами работы (частотой и силой движений, а также величиной преодолеваемых препятствий) и продолжительностью периодов покоя".[x]

Гудзь П.З. (1970) доказал в своей работе, что прогрессивная перестройка структуры скелетных мышц происходит лишь под влиянием длительных, средних по величине нагрузок. Многие авторы (Моногаров В.Д., 1958; Фарфель В.С., 1960; Зимкин Н.В., 1960; Hettinger Th., 1961; Эголинский Я.А., 1963; Осипов И.Т., 1967) считают, что для тренировки таких качеств, как сила и выносливость, в спорте лучше применять средние грузы, величина которых не остается постоянной во время тренировок (Моногаров В.Д., 1958; Berger R., 1960; Nagle F.J., 1960; Зимкин Н.В., 1969).

Средние по величине нагрузки приводят к наиболее значительным биохимическим изменениям в работающих мышцах, к усилению процессов аэробного окисления и пластического обмена в период отдыха, являясь наиболее адекватными как для детей, так и лиц пожилого возраста (Яковлев Н.Н., 1962).

Упражнения же малой мощности, несмотря на их доступность в любом возрасте, не вызывают сколько нибудь значительного

---

[x] Сеченов И.М. Избран. тр., М., 1935, 152.

синтеза белков в период отдыха. Кроме того, длительные упражнения, как правило, у детей, подростков и пожилых приводят к снижению уровня сахара в крови, что создает худшие условия для мышечной деятельности (Яковлев Н.Н., I962). При работе с малыми грузами наблюдается так же большая вариативность полученных показателей (Кесарева Е.П., Миркина В.Д., Полуянчик М.А., I970).

Дети младшего возраста плохо переносят такие длительные, малоинтенсивные нагрузки, особенно, с применением статического компонента (Фонарев А.М., Гольфельд А.Я., I964; Уварова З.С., Сорочек Р.Г., I965; Крячко И.А., I966; Темкин И.Б., I97I). Как показал Шабунин Р.А. (I969), дети младшего школьного возраста с трудом удерживают на постоянном уровне статическое напряжение в I/2 максимальной силы, целесообразными же для них являются напряжения в I/3 от максимального; усилия подобной интенсивности наиболее часто встречаются в жизни. По мнению Nova M., Nubac M. (I963), постоянная и продолжительная работа, составляющая примерно I/3 максимального усилия, является физиологической границей нагрузки, доцустимой для детей и подростков.

Таким образом, перед нами стояла задача выбора оптимальной для каждой возрастной группы нагрузки при динамической работе малых групп мышц предельной продолжительности. Учитывая вышеизложенное, мы считали наиболее целесообразным определять такую нагрузку, исходя из величины "среднего груза" каждого испытуемого, как интегрального показателя функциональных возможностей мышц. Основным условием всех исследо-

ваний являлась относительно постоянная предельная продолжительность мышечной деятельности испытуемых (I,5-3,0 мин.). Это условие соблюдалось только в том случае, если рабочий груз составлял определенную часть от "среднего", ибо, как показали наши предварительные данные, длительность работы с целым "средним грузом" не превышала нескольких секунд, т.е. работа была максимальной интенсивности.

Проводимые в избранном режиме исследования не отнимали много времени у испытуемых, не вызывали отрицательных эмоций к их проведению и позволяли выявить особенности развития утомления и восстановления работоспособности у представителей всех возрастных групп.

5. Условия и порядок проведения опытов.

При сравнительном изучении работоспособности в онтогенетическом аспекте необходима идентичность условий проведения экспериментов, так как двигательные качества изменяются в зависимости от времени дня, недели, года и т.д. Так, для детей школьного возраста обнаружено два периода оптимальной работоспособности в течение суток: перед обедом, с I0 до I3 часов и после обеда, с I6 до I9 часов (Силла Р.В., I964; Зима В.И., Зима А.Г., I97I). В этих исследованиях было показано также, что у школьников младших классов в понедельник и в пятницу работоспособность снижена, а у более старших детей это снижение выражено только в понедельник.

Изменение силы в течение дня было отмечено еще Бух М.О. (1883) и Поварниным М. (1883) у различных возрастных групп Молдавской С.И. и Трошихиным В.А. (1970) было выявлено снижение работоспособности студентов вуза перед зимней сессией (январь) и, особенно, весной (март месяц).

Наши исследования проводились для всех испытуемых, в основном, в осенне-зимний период (сентябрь-декабрь), два раза в неделю. Для детей и лиц старше 60 лет опытными днями были вторник, четверг, а для юношей и лиц зрелого возраста - среда, пятница. Все эксперименты велись во второй половине дня, с 15 до 19 часов, в одной и той же обстановке.

Рис.4. Испытуемый Б-хов, 5 лет, во время выполнения статической деятельности на эргографе.

При проведении экспериментов испытуемый усаживался таким образом (рис.4), чтобы плечо правой руки составляло прямой угол с предплечьем, предплечье при этом закреплялось сближающимися пластинами, неработающие пальцы фиксировались специальной рукояткой; таким образом, в работе участвовал только указательный палец правой руки.

Перед началом опытов все испытуемые были проинструктированы, с каждым из них с целью освоения методики было проведено по два тренировочных занятия.

Первая серия наших исследований была посвящена выбору оптимальных рабочих грузов, представляющих часть от "среднего" (по Веберу), и ритмов с целью создания адекватных всем возрастным группам условий работы при динамической деятельности, а также выбору оптимальной величины усилия при статических напряжениях.

Вторая серия посвящена изучению работоспособности представителей всех возрастных групп при избранных адекватных рабочих режимах.

Третья серия представлена исследованием восстановительных процессов работоспособности всех испытуемых после дозированной мышечной деятельности.

Кроме того, для более всесторонней характеристики работоспособности детей дошкольного возраста (как почти не изученного в этом отношении этапа онтогенеза) были предприняты следующие исследования.

I. Влияние субмаксимальных нагрузок на эргографе на работоспособность и её восстановление у детей 4-5 лет,

воспитанников детского сада № 180 города Челябинска.

2. Влияние систематических физических нагрузок (занятий плаванием) на работоспособность при статических напряжениях и её восстановление у детей 5-6 лет.

6. Объем выполненных исследований и обработка полученных данных.

Всего исследовано 154 человека, с которыми проведено 2361 исследований (табл. I).

Таблица I

Количественный состав возрастных групп и объем исследований.

Номер возрастной группы	I - 4-5 лет			II	III
	основная группа	пловцы 5-6 лет	субмаксимальные грузы	8-9 лет	I3-I4 лет
Количество испытуемых	I8	I4	7	2I	28
Количество исследований	484	250	70	357	292

Номер возрастной группы	IУ I8-20 лет	У 30-35 лет	УI 60-74 лет	УII 75-90 лет	Итого
Количество испытуемых	I8	30	9	9	I54
Количество исследований	357	200	I72	I79	236I

Полученные данные обработаны вариационно-статистическим методом, с расчетом доверительных интервалов. Корреляционный анализ проведен с помощью электронно-вычислительной машины "Электроника Д Д".

При обработке данных использовались статистические методы, предложенные следующими авторами: Беленький М.Л. (1959), Каминский Л.С. (1964), Урбах В.Ю. (1964).

Вычислялись средняя арифметическая (M), среднее квадратическое отклонение (σ), средняя ошибка средней величины (m), показатель существенности различий (t) и достоверность различий (p) по формулам:

$$M = \frac{\Sigma x_i}{n}; \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma (M - x_i)^2}{n - 1}};$$

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \qquad t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}};$$

где: x_i – осредняемая варианта;

n – число наблюдений.

Различия считались достоверными при $p < 0{,}05$.

Доверительные интервалы рассчитывались по формуле mt При этом средняя арифметическая с верхним доверительным интервалом была равна $M + mt$; с нижним = $M - mt$.

Парные коэффициенты корреляции (r_{xy}) рассчитывались по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\Sigma dx \times dy}{\sqrt{\Sigma d^2x \times \Sigma d^2y}},$$

где dx и dy – разница между средней и каждой из вариант. Корреляция считалась слабой, если значения r были в пределах от 0 до 0,3; средней – от 0,3 до 0,7 и сильной – от 0,7 до 1,0.

ГЛАВА 3

ВЫБОР ЭРГОГРАФИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ, АДЕКВАТНЫХ ДЛЯ ВСЕХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

I. Обоснование адекватной возрасту нагрузки при динамической работе.

С целью индивидуализации нагрузки при динамической деятельности, исходя из закона "средних нагрузок" (*Weber E.*, 1846), для каждого испытуемого определялась величина груза, при однократном подтягивании которого выполнялось наибольшее количество работы в кгм (рис.5).

В следующие дни все испытуемые производили на эргографе динамическую работу с грузами, равными целому "среднему", I/2 и I/3 части от него. В начале исследований мы выбрали ритм 50-60 движений в мин., как наиболее часто употребляемый различными авторами при изучении работоспособности человека (Виноградов М.И., 1941; Фольборт Г.В., 1945; Максимова О.Ф., 1954; Эголинский Я.А., 1961; Кулак И.А., 1968 и мн.др.).

Оказалось, что продолжительность рабочего периода до утомления (отказ от работы) при ритме 50-60 движений в мин. со "средним грузом" и I/2 от него составила во всех группах от 5 до 40 сек., т.е. работа была максимальной и субмаксимальной по интенсивности. Деятельность же с грузом, равным I/3 от "среднего" продолжалась от I,5 до 3,0 мин., т.е. была средней интенсивности и позволяла выявить начальные признаки утомления (субъективное чувство усталости и т.д.). Работа с

меньшими грузами носила монотонный характер, была длительной и утомительной для детей младшего возраста.

Таким образом, за оптимальную величину груза была принята I/3 часть от "среднего", измеряемого по закону "средних нагрузок" Вебера.

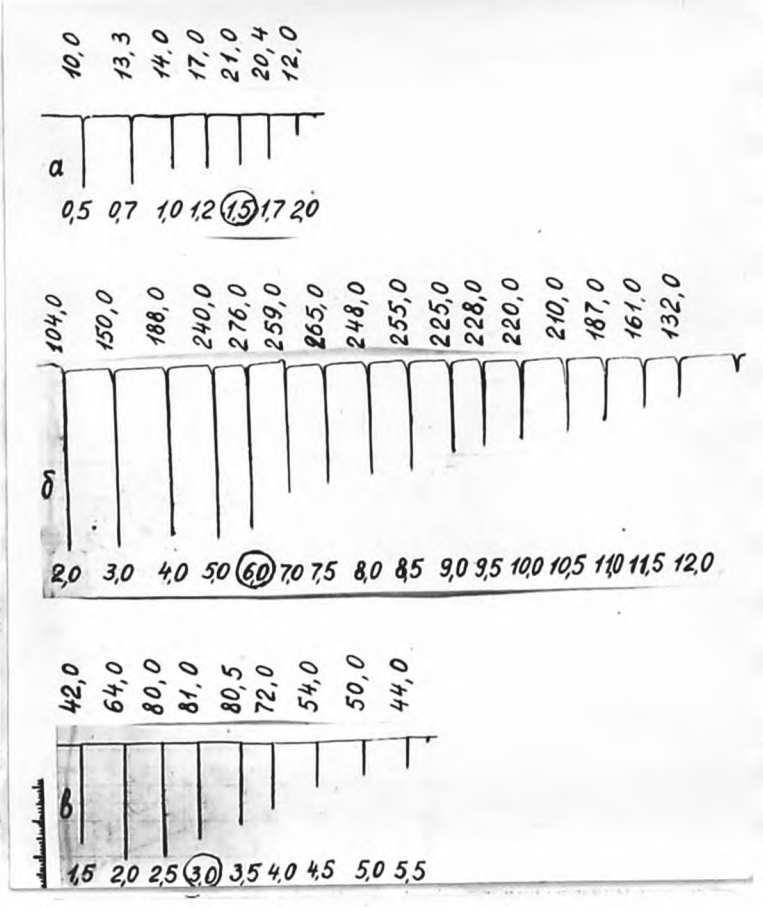


Рис.5. Определение "среднего груза" у испытуемых разного возраста: а - С-кий, 5 лет; б - Т-леб, 30 лет; в - К-цов, 78 лет.

На каждой эргограмме внизу указана величина поднимаемого груза в кг (отмечен "средний груз"); вверху - количество совершенной при этом работы в кгм.

Результаты проведенных исследований показали, что величина "среднего груза" у 18-летних испытуемых была в 6 раз больше, чем у 4-5-летних; она оставалась неизменной и в возрасте 30-35 лет; у лиц же старше 60 лет снижалась, причем у стариков - в 2,4 раза, по сравнению с юношами (табл. 2). "Средний груз" лиц старческого возраста при этом был в 2 раза больше, чем у детей дошкольного возраста.

Так как вес тела зависит, в основном, от мышечной массы, представлял интерес проследить его возрастную динамику. Оказалось, что в 8-9 лет вес тела был больше, чем в 4-5 лет в 1,4 раза; в 13-14 лет - в 1,6 раза больше, чем у первых, а в 18-20 лет - в 1,9 раза выше, чем в 13-14 лет. Таким образом, к 18-20 годам вес тела был в 4,5 раза выше, чем в 4-5 лет, причем наибольшая разница в весе тела между исследованными возрастными периодами выявлялась между подростковым и юношеским возрастом. В зрелом возрасте вес тела практически был такой же, как в юношеском; в пожилом - в 1,3 и в старческом - в 1,4 раза меньше, чем у юношей. Уменьшение веса в старости можно отнести за счет атрофии мышечной ткани.

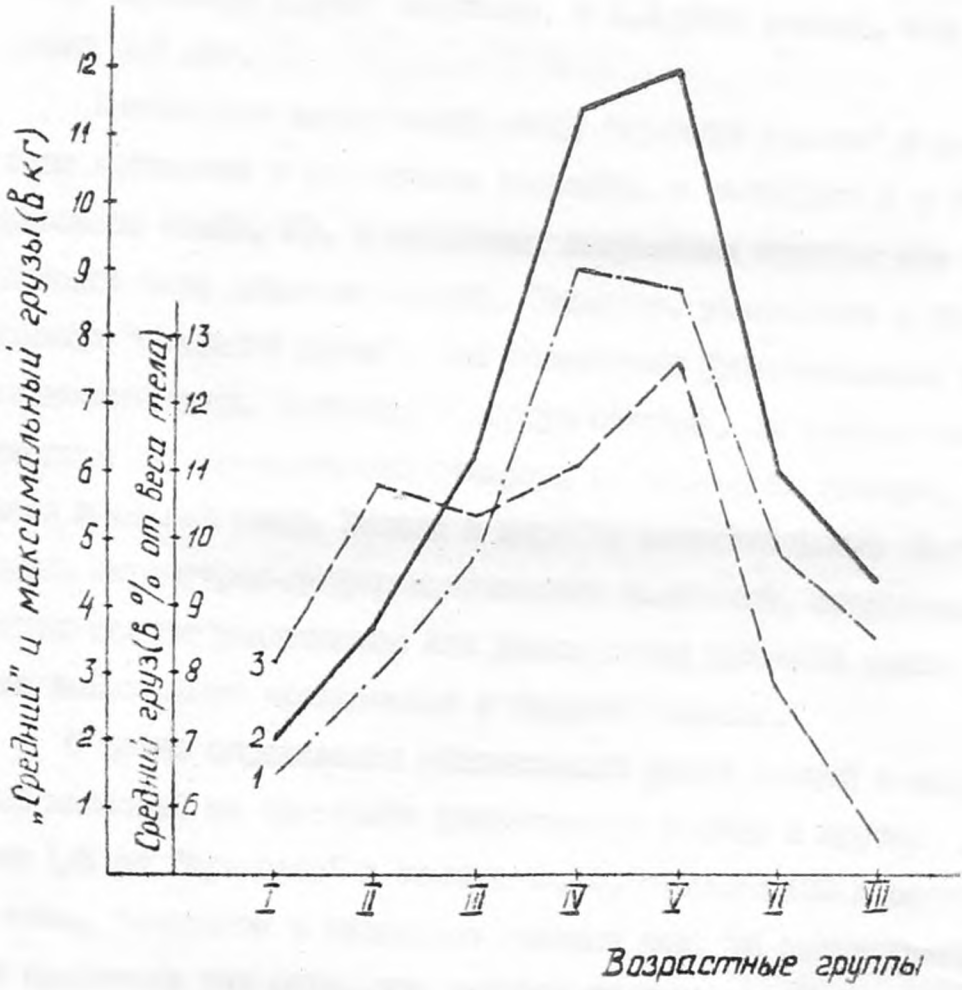
Самое наибольшее увеличение "среднего груза" наблюдалось в периоды от 4-5 до 8-9 лет (в 2 раза), а также от 13-14 до 18-20 лет (в 1,8 раза); наиболее выраженное его снижение отмечалось в период от 30-35 до 60-74 лет (рис.6).

Выявлена также зависимость величины "среднего груза" от веса тела в различные возрастные периоды. Так, из табл.2 и рис.6 видно, что наибольший процент от веса тела составляет "средний груз" лиц зрелого возраста и юношей, причем

Таблица 2

Показатели, характеризующие силу мышц и работоспособность испытуемых

Общие показатели	Вес тела (в кг)	Максимальный груз (в кг)	"Средний груз" (в кг)	"Средний груз" (в % от веса тела)	Удельная работа за I мин. (в кгм)	Удельная работа за I мин. (в кгм/кг веса тела)
Статистические показатели	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
Возрастные группы: I 4-5 лет	I8,8±0,7	2,0±0,II	I,5±0,006	8,I±0,34	0,355±0,030	0,0I8±0,00I
II 8-9 лет	26,2±0,5	3,8±0,I2	3,0±0,I3	I0,9±0,42	0,9I9±0,063	0,034±0,004
III I3-I4 лет	44,4±I,I	6,4±0,22	4,8±0,20	I0,4±0,40	I,445±0,0I2	0,03I±0,00I
IУ I8-20 лет	70 ±I,I	II,3±0,3I	9,0±0,43	II,I±0,55	6,045±0,558	0,084±0,00I
У 30-35 лет	68 ±2,7	II,9±0,25	8,8±0,47	I2,7±0,78	4,263±0,29I	0,066±0,004
УI 60-74 лет	6I,3±I,8	6,0±0,47	4,8±0,33	7,6±0,84	3,028±0,270	0,047±0,005
УII 75-90 лет	60,8±2,2	4,3±0,3I	3,8±0,38	5,6±0,5	I,5II±0,I92	0,024±0,002
	> 0,5 < 0,05 > 0,5 < 0,00I < 0,00I < 0,00I	< 0,00I < 0,00I < 0,00I < 0,00I < 0,00I	> 0,05 < 0,00I > 0,5 < 0,00I < 0,002 < 0,00I	> 0,02 < 0,00I = 0,I > 0,25 > 0,25 < 0,00I	> 0,25 < 0,00I < 0,00I < 0,00I < 0,00I	< 0,00I > 0,002 < 0,00I < 0,00I > 0,25 > 0,5



1 - „средний" груз; 2 - максимальный груз

3 - „средний" груз в % от веса тела.

Рис. 6. Зависимость величины максимального и „среднего" груза от возраста.

вплотную к ним приближаются эти показатели у школьников 8-9 и 13-14 лет. Наименьший процент от веса тела составила величина "среднего груза" стариков, в 1,4 раза меньше, чем у детей 4-5 лет.

Наибольшая зависимость между "средним грузом" и весом тела выявилась в старческом возрасте, в юношеском и в дошкольном (табл. 3). В остальных возрастных группах эта зависимость была довольно низкой. Очевидно, увеличение с возрастом "среднего груза", как показателя функциональных возможностей мышц, зависит, в первую очередь, от возрастных изменений нервно-мышечного аппарата и, в меньшей степени, от веса и объема мышц. Только в периоды относительного снижения темпа структурно-дифференцировочных изменений, сопровождающихся резким увеличением или уменьшением мышечной массы, эта зависимость проявляется в большей степени.

С целью определения оптимального ритма каждый испытуемый выполнял на эргографе динамическую работу с грузом, равным 1/3 от "среднего" и темпом 40,50,60,70,90,120 движений в мин., различном в отдельные опытные дни. За оптимальный мы принимали тот ритм, при котором за одинаковый промежуток времени (1 мин.) выполнялось наибольшее количество работы в кгм, при наименьшей степени утомления. Учитывалось также, что общая продолжительность работы до утомления должна быть не менее 1,5 мин.

Оказалось, что в этих условиях оптимальными для всех возрастных групп являются ритмы 50-60 движений в мин. Работоспособность при работе в том и другом темпе была практически одинаковой у всех испытуемых (табл.4). Из таблицы 4 видно,

Таблица 3

Взаимосвязь между показателями работоспособности и весом тела испытуемых (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
"Средний груз" – вес тела	+0,44	+0,20	+0,28	+0,47	+0,I3	+0,26	+0,6I
Максимальный груз – вес тела	+0,7I	+0,20	+0,54	+0,05	+0,02	+0,36	+0,34
Максимальный груз – "средний груз"	+0,83	+0,78	+0,87	+0,30	+0,60	+0,83	+0,87

Таблица 4

Показатели работоспособности испытуемых при динамической работе с различными темпами.

Общие показатели		Количество работы за I мин. (в кгм)		Показатель утомляемости за I мин. (в %)		Продолжительность работы до утомления (в сек.)	
Статистические показатели		M ± m		M ± m		M ± m	
	Темпы	50	60	50	60	50	60
Возрастные группы	I 4–5 лет	0,393± 0,036	0,52I± 0,030	24± 4,8	I2± 4,8	I3 8± I0,7	I23± 5,9
		>0,0I		=0,I		>0,25	
	II 8–9 лет	0,768± 0,I30	0,9I9± 0,063	33± I,9	I3,5± 2,0	92± I,3	82± 4,3
		>0,I		<0,00I		>0,02	
	III I3–I4 лет	I,077± 0,090	I,445± 0,0I2	I6± I,9	2I± 2,0	I48± 8,8	I37± 7,6
		<0,002		=0,I		>0,5	
	IУ I8–20 лет	5,586± 0,389	6,045 0,558	3I± 2,9	22± 3,0	90,6± 5,8	78± 4,8
		>0,5		>0,I		=0,I	
	У 30–35 лет	3,924± 0,098	4,66I± 0,I6I	I7± I,7	2I± 3,2	I2I± 5,0	II0± 6,0
		<0,05		>0,25		>0,25	
	УI 60–74 лет	2,430± 0,363	3,028 0,270	27± 5,0	33± 3,0	I0I± 8,5	I0I± 9,3
		>0,I		>0,25		>0,5	
	УII 75–90 лет	I,447± 0,I93	I,5II± 0,I92	4I± 4,9	39± 3,9	89± 8,6	95± 7,8
		>0,5		>0,5		>0,5	

что почти для всех возрастных групп наиболее оптимальным является ритм 60 в мин., а для юношей – 50 в мин., так как продолжительность работы при ритме 60 была менее I,5 мин.

Наибольшее количество работы за I мин. при этих ритмах как в абсолютных значениях, так и при расчете на I кг веса тела, выполнялось юношами, наименьшее – дошкольниками (табл.2).

Характерно, что у самых младших возрастных групп при работе в темпе 60 движений в мин. резко снижался показатель утомляемости, по сравнению с работой в ритме 40 и 50 мин. (рис.7), при довольно высоких объеме выполненной работы и её продолжительности до утомления (табл.4). При ритме же 70 в мин. показатель утомляемости у них резко возрастал, а количество работы увеличивалось незначительно. Из рис.7 видно, что у лиц старше 60 лет показатель утомляемости растет параллельно учащению ритма движений, но в старческом возрасте вновь наблюдается тенденция к его снижению при работе в темпе 60 в мин. Количество же работы в этих группах наибольшим было при ритме 60 в мин., а при 70 – снижалось. У остальных возрастных групп показатель утомляемости возрастал параллельно увеличению интенсивности работы, но количество последней было наибольшим при 50–60 движениях в мин.

Высокие ритмы (свыше 70 в мин.) детьми младшего возраста и лицами старше 60 лет усваивались хуже, чем подростками, юношами и лицами зрелого возраста, показатель выносливости же при этом снижался во всех группах. Так, если в группе юношей ритмы 90–120 в мин. усвоили с первого раза 7

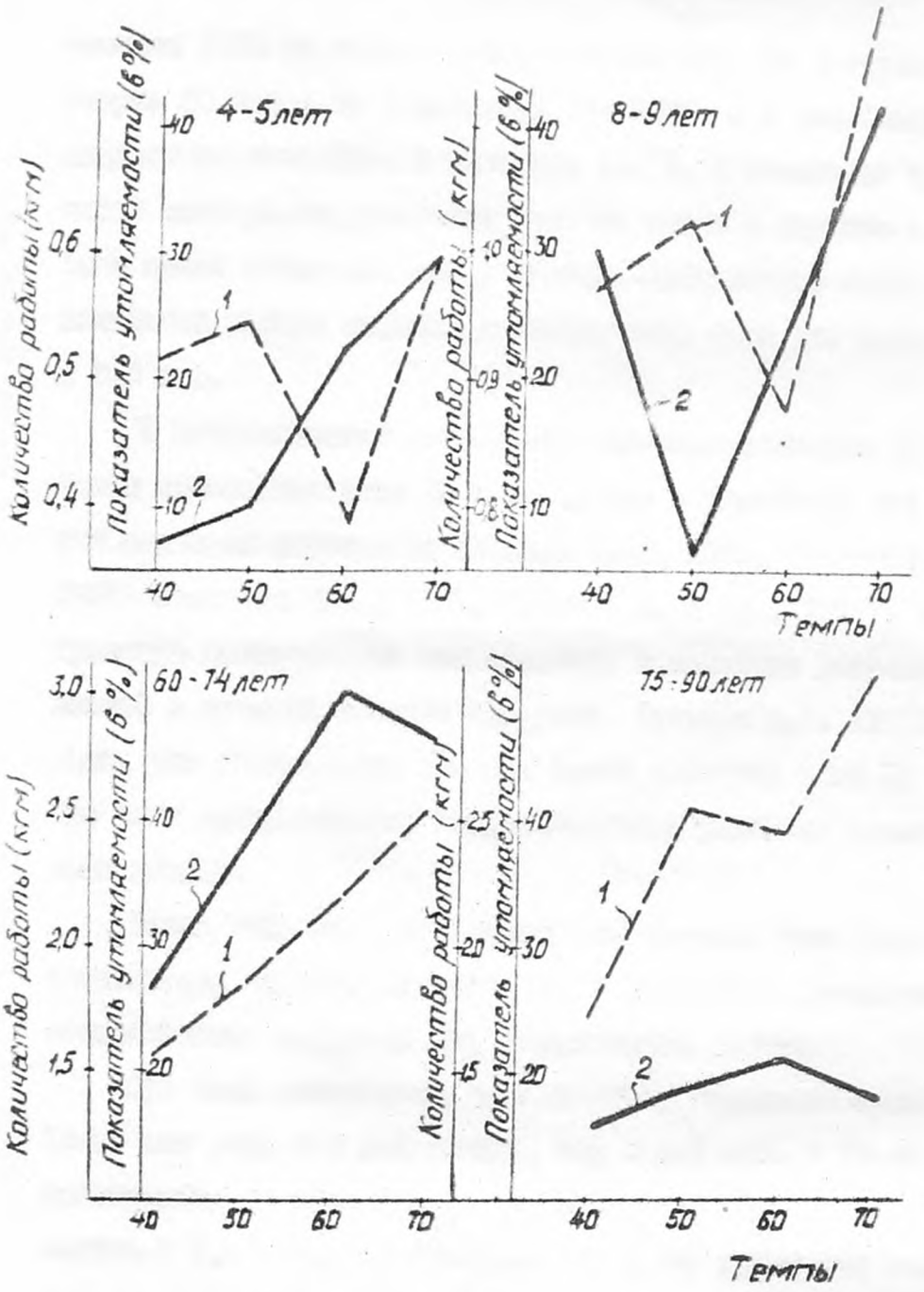


Рис. 7. Возрастные особенности показателя утомляемости (1) и количества выполняемой за 1 мин. работы с грузом в 1/3 от „среднего" (2) при мышечной деятельности с различными темпами.

человек (55% от общего числа испытуемых), то в группах лиц старше 60 лет – по 4 человека (44–50%), а у дошкольников и младших школьников – 2 человека (II%). В остальных группах число испытуемых, усвоивших высокие ритмы с первого раза, было почти такое же, как у юношей. Субъективно самой затруднительной работа высокой интенсивности была для детей 4–5 и 8–9 лет.

В исследованиях возрастной работоспособности также часто применялся ритм 60 в мин., как оптимальный для некоторых периодов онтогенеза (Лейник М.В., 1952; Максимова О.Ф., 1954; Бордуков М.И., 1967; Русин В.Я. и др., 1972). Исследуя трудовую деятельность лиц среднего и пожилого возраста при легкой и средней тяжести нагрузки, Бузупов В.А. (1970) выявил, что оптимальным для них также является темп 60 в мин. При этом автор отмечал затруднительное усвоение ритма пожилыми лицами.

Таким образом, для каждого испытуемого была подобрана адекватная, соответствующая его возрастным и функциональным возможностям, нагрузка при динамической работе.

При этом выяснилось, что величина "среднего груза" в 18–20 лет была в 6 раз больше, чем в 4–5 лет. У 75–90-летних испытуемых, по сравнению с 30–35-летними "средний груз" был меньше в 2,4 раза. Характерно, что к 8–9 годам его величина была больше, чем в 4–5 лет ($p < 0{,}002$) как в абсолютных цифрах, так и в расчете на I кг веса тела (на 0,034 кг).

У лиц старческого возраста объем выполняемой до утомления работы и величина "среднего груза" в абсолютных цифрах

были больше, чем у дошкольников; по в % от веса тела "средний груз" составлял у них значительно меньшую, чем у последних, величину.

У отдельных представителей старческого возраста величина "среднего груза" приближалась к её значению у детей: так, у И-ева, 84 года, она была равна 2,0 кг; у П-ого, 79 лет- 2,5 кг. Эти факты, очевидно, можно объяснить особенностями нервно-мышечного и регуляторного аппарата у лиц старческого возраста, позволяющими им при резком снижении силы мышц выполнять довольно большой объем работы с адекватными средними нагрузками.

Плохое усвоение детьми и лицами старше 60 лет высоких ритмов, зависящее, по мнению ряда авторов (Бузунов В.А., 1970; Силкин И.А., Юдовина И.Ш., 1970; Кручинин В.А., 1971), от функционально-морфологических и регуляторных особенностей нервно-мышечного аппарата, также способствует их низкой, по сравнению со средними возрастными группами, работоспособности.

Итак, процесс разработки оптимальных эргометрических режимов позволил выявить некоторые возрастные особенности работоспособности человека.

2. Выбор величины усилия при статическом напряжении, адекватной для всех возрастных групп.

Для сравнения работоспособности испытуемых при дозированной статической и динамической деятельности многие авто-

ры (Зайцев А.А., 1969; Саплинскас Ю.С., 1972) применяли такую нагрузку, чтобы продолжительность работы с ней была относительно постоянной при том и другом виде деятельности. Основным критерием идентичности условий работы разного характера мы также избрали её продолжительность, как основной фактор, определяющий интенсивность нагрузки. Используя методику "среднего груза", испытуемые не могли осуществить статическую работу такой же длительности, как динамическую. Например, статическое напряжение с грузом, равным 1/3 от "среднего", продолжалось от 5 до 15 мин., что было субъективно утомительным для детей и представителей старших возрастных групп.

Мы избрали такой же методический подход, какой использовался Шабуниным Р.А. (1969). В соответствии с его данными в наших исследованиях наиболее адекватной для всех возрастных групп при статическом напряжении была величина груза, равного 1/3 от максимального.

В предварительной серии исследований было обнаружено, что в начале работы испытуемые удерживали груз почти на одном уровне ($\pm$ 2,0 мм) более или менее продолжительное время, затем или сразу отпускали его (рис.8,а); чаще же всего кривая записи резко или постепенно отклонялась на 5-7 мм, и через несколько сек. испытуемый отказывался удерживать груз (рис.8,б), что позволило считать отклонение кривой на 5 мм критическим уровнем утомления испытуемых. Реже наблюдались случаи, когда через 2-3 мин. испытуемый разгибал палец в такой степени, что кривая отклонялась на 5-6 мм, после

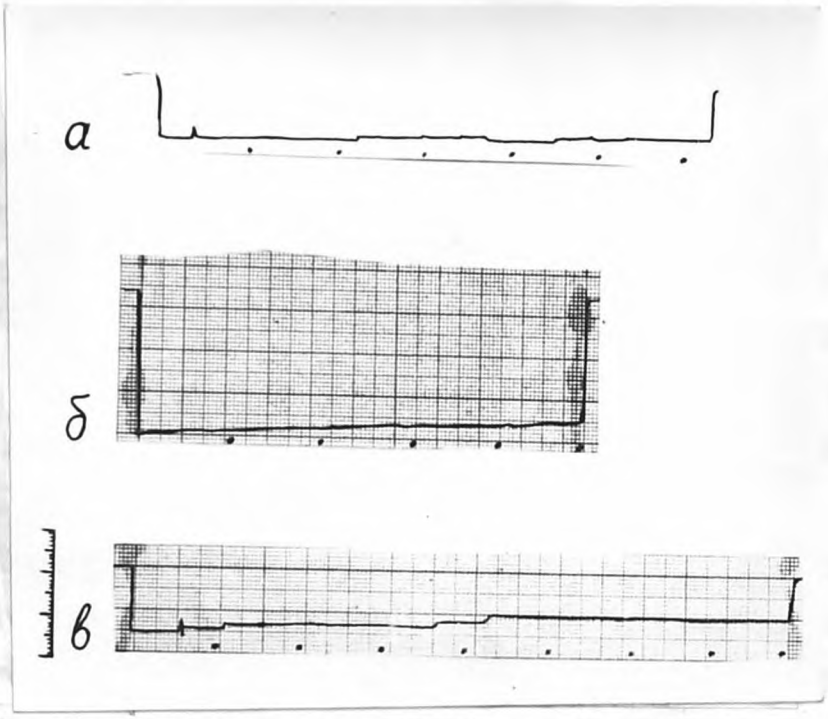


Рис.8. Эргограммы статических напряжений у испытуемых разного возраста: а – М-шин, 5 лет; б – К-сев, 18 лет; в – И-нов, 5 лет.

Точки внизу обозначают отметку времени через 15 сек. (на следующих рисунках подобного типа обозначения те же).

чего груз удерживался на новом уровне еще 2–3 мин. (рис.8,в). Обычно это явление происходило в детских группах. Очевидно, при изменении угла сустава в деятельность вовлекались новые группы мышечных волокон. Исходя из этого, учитывалась продолжительность удержания груза до отклонения эргограммы на 5 мм от исходного уровня.

Работа до утомления в этих условиях продолжалась так же, как и при динамической деятельности 1,5–3 мин.

Величина максимального груза наибольшей была у 30–35-летних, в отличие от "среднего груза", который был выше у

юношей. Из таблицы 2 и рис.6 можно заметить, что наибольший разрыв между "средним" и максимальным грузами имеется в группах от 13-14 до 30-35 лет. У детей 4-5 и 8-9 лет и лиц старше 60 лет (УI и УП группы) значения "среднего груза" почти совпадают с максимальными. Максимальный и "средний" грузы у этих групп хорошо коррелируют между собой. У юношей же и лиц зрелого возраста эта зависимость более слабая (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют о том, что у детей и представителей старших возрастных групп работоспособность в большей мере зависит от силы мышц, а у более зрелых испытуемых - от других факторов. Можно согласиться с Аршавским И.А. (1967), что все функции детей протекают как бы на потолке своих возможностей. Это явление зависит, очевидно, от особенностей центральной регуляции нервно-мышечного аппарата. Так, например, быстро возникающее у детей и старших испытуемых запредельное торможение (Иванов-Смоленский А.Г., 1971 и др.) позволяет сохранить им функциональные возможности на оптимальном для возраста уровне, не допуская их поломки.

Максимальная сила мышц сгибателей указательного пальца так же, как и "средний груз" в 18-20 и 30-35 лет были в 6 раз выше, чем в 4-5-летнем возрасте, что совпадает с данными Тамбиевой А.П. (1962) и др., хотя для различных мышечных групп ряд авторов указывает на меньшую разницу в силе (в 2-4 раза) в этот период (Кассандров Н.И., 1957; Беляев Н.Г., 1960; Розенблат В.В., 1963).

Результаты проведенных исследований позволили заключить, что сила исследованных групп мышц неравномерно возрастает с 4-5 до I8-20 лет, до 35 лет она остается примерно на том же уровне, а затем постепенно снижается и достигает наименьших величин в старческом возрасте. Наши данные совпадают в этом с данными Зимкина Н.В. (I953), Коробкова А.В. (I959), Аршавского И.А. (I962,I967), Миссюро В.И. (I962) и др.

Однако, в отличие от данных Коробкова А.В. (I959), не выявившего у детей от 4 до 7 лет значительного прироста силы мышц, особенно в расчете на I кг веса тела, у наших испытуемых этот прирост наблюдался довольно четко. Так, величина максимального груза в 8-9 лет была выше, чем в 4-5-летнем возрасте как в абсолютных значениях, так и на I кг веса тела (на 0,039 кг; $p < 0,00I$).

Темпы прироста максимального груза так же, как и "среднего", наиболее высокими были между 4-5 и 8-9; I3-I4 и I8-20 годами (в I,9 раза), а снижения - между 30-35 и 60-74 годами (тоже в I,9 раза), что подтверждает мнение Коробкова А.В. (I959) о том, что этот период является важным этапом онтогенеза.

Между весом тела и максимальным грузом обнаруживается прямая корреляция средней степени (табл.3). У дошкольников, подростков и пожилых эта зависимость выражена несколько больше, чем со "средним грузом", у остальных же групп - значительно меньше. Почти не коррелирует вес тела и максимальный груз у юношей (в отличие от "среднего") и лиц зре-

лого возраста; у дошкольников же - коэффициент корреляции самый высокий (τ = +0,71).

В дошкольном возрасте увеличение мышечной массы играет, по-видимому, решающую роль в увеличении силы. Резкое увеличение силы и массы мышц к 5-летнему возрасту наблюдал Аркин Е.А. (1948). Исследованиями Бабак О.М. (1955) установлено нарастание диаметра мышечных волокон после 4 лет жизни. Коробков А.В., Шкурода В.А., Яковлев Н.Н., Яковлева Е.С. (1962) также относили возрастание мышечной силы с 4 до 6 лет за счет увеличения массы мышц, но отмечали при этом незначительное повышение функциональной активности из-за незрелости мышечной ткани.

Таким образом, на каждом возрастном этапе такие показатели мышечной силы, как "средний" и максимальный грузы, имеют свои особенности.

3. Учет тренированности, возникающей при длительной работе на эргографе.

При всей своей ценности метод эргографии имеет существенный недостаток, так как не исключает возможность тренировки испытуемых (Фольборт Г.В., 1945). Исходя из этого, мы должны были выявить степень тренируемости испытуемых во время длительных исследований, чтобы учесть её в дальнейшей оценке работоспособности. Для этого была прослежена динамика показателей силы и выносливости, зарегистрированных в начале и конце исследований.

Динамическая работа изучалась почти во всех возрастных группах в течение двух-трех месяцев, причем школьники исследовались, в основном, один раз в неделю, остальные группы - 2 раза.

В результате проведенных исследований было установлено, что силовые показатели работоспособности при динамической работе (количество работы, высота первой миограммы) при избранном нами режиме почти не изменялись к концу исследований (табл.5). Исключение составляют подростки, у которых к концу исследуемого трехмесячного периода достоверно увеличилась высота первой миограммы ($p < 0,01$), и юноши, у которых в конце опытных 1,5 месяцев возросло количество выполняемой до утомления работы ($p < 0,01$). У лиц старческого возраста на конечном этапе исследований произошло даже уменьшение количества работы, что очевидно можно объяснить как большей утомляемостью, так и ускорением инволюционных процессов в этой группе.

Показатель выносливости за опытный период достоверно увеличился также только у двух возрастных групп: младших школьников и юношей. У остальных же испытуемых он практически не изменился (табл. 5).

Таким образом, лишь четыре возрастные группы (II,III,IУ, УI) обнаружили за исследуемый период небольшую степень тренированности, выраженную в увеличении одного из показателей работоспособности.

Некоторыми авторами в условиях проведения опытов трижды в неделю отмечена большая степень тренированности испы-

Таблица 5

Динамика показателей работоспособности в начальном (а) и конечном (б) периодах исследований

Общие показатели	Статистические показатели	Время исследований	Возрастные группы													
			I 4–5 лет		II 8–9 лет		III 13–14 лет		IУ 18–20 лет		У 30–35 лет		УI 60–74 лет		УП 75–90 лет	
Количество работы (в кгм)	M ± m	а	0,838± 0,070	> 0,25	I,342± 0,053	> 0,25	3,613± 0,68	> 0,5	8,976± 0,7	> 0,5	6,654± 0,2I	> 0,5	3,27I± 0,2I	< 0,0I	2,2I9± 0,22	= 0,0
		б	0,800± 0,080		I,390± 0,080		3,457± 0,07		9,379± I,I		6,950± 0,42		4,780± 0,38		I,870± 0,35	
Высота первой миограммы (в мм)	M ± m	а	I3,2± I,2	< 0,25	I8± I,8	> 0,5	I4± 0,6	< 0,0I	44,5± 2,3	> 0,5	27 ± 0,7	< 0,25	32 ± I,9	> 0,5	22 ± I,4	> 0,5
		б	I5,2± I,3		I7 ± 0,4		I6 ± 0,4		46,0± 3,2		26 ± I,2		29 ± 4,I		22 ± 3,5	
Выносливость (в сек.)	M ± m	а	I30± 9,6	< 0,25	7I ± I,2	< 0,0I	I36 ± 8,7	< 0,5	92 ± 5,9	< 0,00I	95 ± 3,3	< 0,05	73 ± 4,3	< 0,25	82 ± 7,4	< 0,25
		б	II7± 8,0		93 ± 6,3		I29± 9,9		I35± 5,7		84 ± 3,3		9I ± I6,0		92 ± 9,0	

туемых зрелого возраста. В этих условиях при работе на пальцевом (Эголинский Я.А., 1961) и плечевом (Майсурадзе М.Я., 1959) эргографах некоторые показатели работоспособности, особенно выносливости, увеличились в 5-6 раз.

Исследование статической деятельности продолжалось значительно меньшее количество времени (1-1,5 месяца), чем динамической. Показатели выносливости при этом отличались большой вариабельностью, что затрудняло их сравнение в ряде случаев. Почти во всех группах наблюдалась тенденция к увеличению выносливости к концу исследуемого периода. Исключение составили лица старческого возраста, у которых в течение исследуемого месяца выносливость была стабильной, и дети 8-9 лет, выносливость которых в конце 1,5 месяцев имела тенденцию к снижению (рис.9).

Таким образом,и при статической мышечной деятельности не обнаружено отчетливых признаков тренированности у всех испытуемых.

Это явление позволило нам применить указанные режимы работы при статической и динамической деятельности для оценки работоспособности различных возрастных групп, с учетом имеющихся элементов тренированности в некоторых из них. Так, например, в группах, где подобная тренированность имела место, при общей оценке работоспособности не учитывались некоторые показатели, зарегистрированные в последние опытные дни.

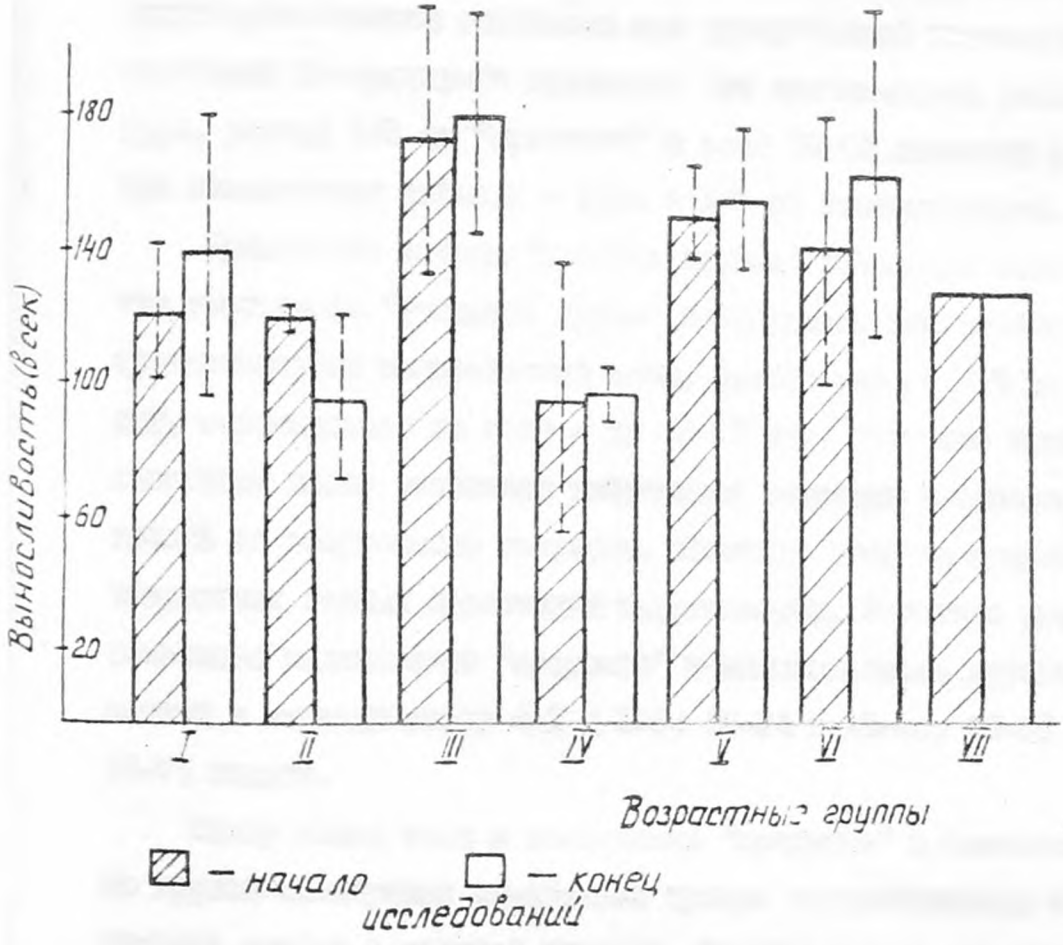


Рис. 9. Изменение показателя статической выносливости в конце исследуемого периода по сравнению с исходным его уровнем.

Резюме

Результаты исследований, приведенные в данной главе, позволяют сделать вывод о том, что для различных возрастных групп оптимальными условиями при дозированной мышечной деятельности на эргографе являются: при динамической работе груз, равный I/3 от "среднего" и темп 50-60 движений в мин.; при статических усилиях - груз в I/3 от максимального.

Применение метода "средних грузов" позволило выявить, что увеличение "среднего груза" испытуемых, как показателя функциональных возможностей мышц, происходит от 4-5 до I8-20 лет, максимальной же силы - до 30-35 лет, снижение этих показателей после указанных возрастных периодов продолжается вплоть до старческого возраста. Развитие силы на отдельных возрастных этапах происходит неравномерно. Особенно резкие изменения показателей "среднего" и максимального грузов отмечены в периоды между 4-5 и 8-9; I3-I4 и I8-20; 30-35 и 60-74 годами.

Между весом тела и величинами "среднего" и максимального грузов испытуемых обнаружена прямая корреляционная зависимость слабой и средней степени. Самая высокая зависимость между "средним грузом" и весом тела отмечается у лиц старческого (r = +0,6I), самая низкая - у лиц зрелого возраста (r = +0,I3); с максимальным же грузом эта зависимость наибольшая в группе дошкольников (r = +0,7I), наименьшая - у юношей (r = +0,05).

Систематическая, I-2 раза в неделю работа на пальцевом эргографе при избранном режиме в течение I-3 месяцев исследований не вызывает развитие тренированности у испытуемых 4-5, 30-35, 74-90 лет, и лишь небольшие её проявления позникают у лиц 8-9, I3-I4, I8-20, 60-74 лет.

Г Л А В А IУ

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РАЗВИТИЯ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ДОЗИРОВАННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

I. Возрастные особенности работоспособности и развития утомления при динамической работе, продолжающейся до утомления.

Испытуемые производили динамическую работу на пальцевом эргографе в избранном нами режиме, при этом учитывались следующие показатели работоспособности: количество или объем выполняемой "до отказа" работы в кгм; показатель утомляемости в % (по методике Лейника М.В.,1952); выносливость и время появления усталости в сек; показатель сопротивляемости утомлению (продолжительность работы после появления усталости в % ко всему рабочему времени); мощность работы в кгм/сек.

Результаты проведенных исследований показали, что мощность выполняемой со средней нагрузкой динамической работы увеличивается с 4-5 до I8-20 лет в I3,I раза, причем наиболее выражено это увеличение в период между подростковым и юношеским возрастом; затем происходит постепенное снижение этого показателя вплоть до старческого возраста, в 4,6 раза, по сравнению с юношеским (рис.I0).

При оценке полученных показателей работоспособности подобная возрастная динамика была выявлена и для такого показателя, как количество работы, который наибольшую величину имел у юношей (9,584±0,I3 кгм), наименьшую – у дошкольников

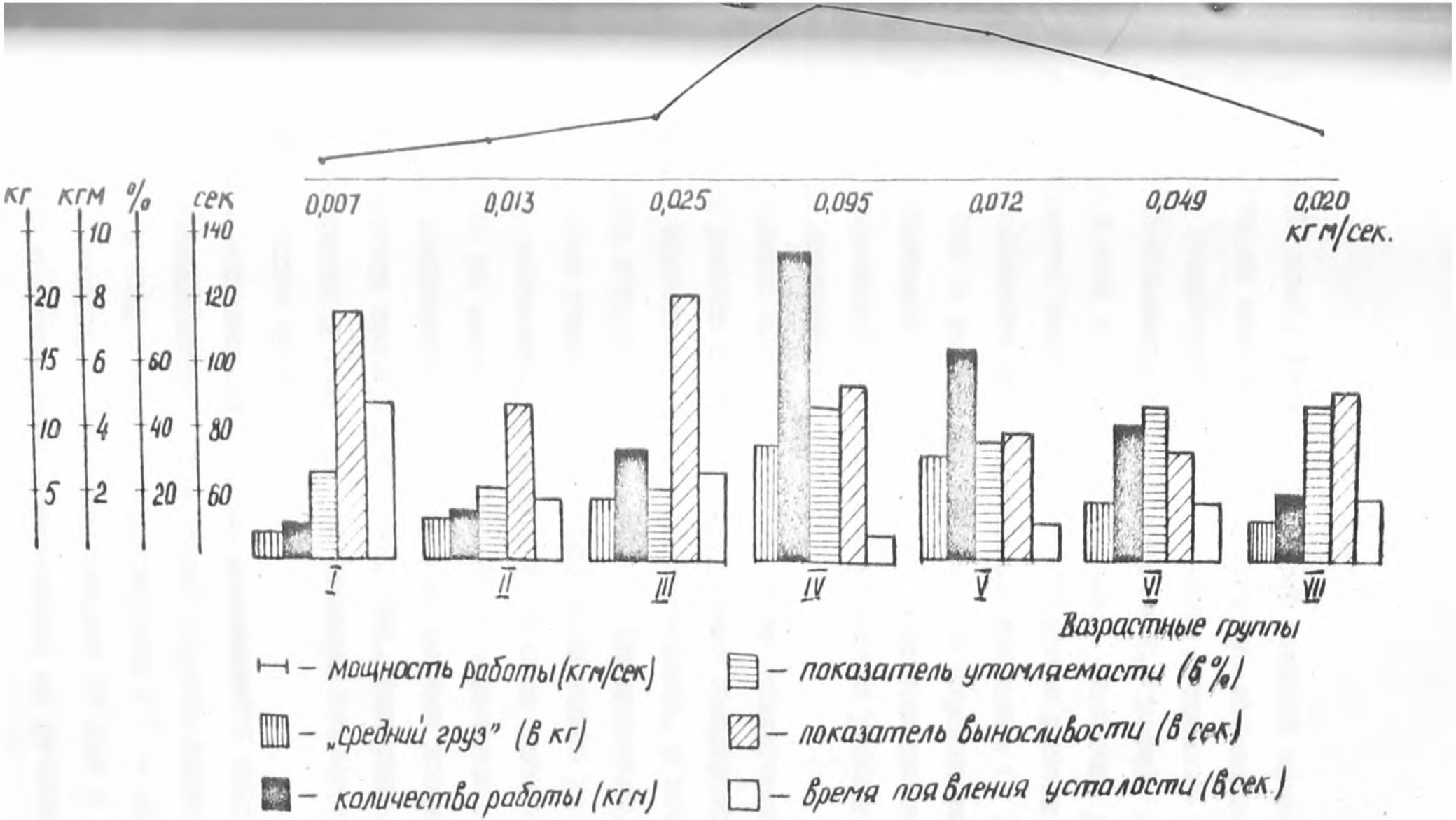


Рис. 10. Зависимость работоспособности от возраста при динамической мышечной деятельности.

(0,915±0,15 кгм), (табл.6). Самый высокий прирост этого показателя, так же как и мощности работы, наблюдался также в период между подростковым и юношеским возрастом (в 2,8 раза) и с 8-9 до 13-14-летнего возраста (в 2,6 раза), а наименьший - между 4-5 и 8-9 годами (в 1,3 раза). Наиболее резкое снижение количества выполняемой до утомления работы наблюдалось в период от пожилого до старческого возраста (в 1,9 раза). Характерно, что в различные возрастные периоды сила мышц и объем выполняемой динамической работы изменялись непараллельно. Индивидуальные колебания количества работы были небольшими во всех возрастных группах.

При оценке полученных данных не обнаружено корреляции количества работы с весом тела у всех испытуемых (Табл.7). Исключение составила группа дошкольников, у которых эта зависимость была обратной (r = -0,34). По-видимому, дети с низким весом способны выполнить большее количество работы, чем с высоким, что, возможно, происходит за счет увеличения относительной силы их мышц. Подобный факт отмечался некоторыми авторами при исследовании испытуемых разных возрастов и неодинаковой степени тренированности. Так, например, Чудинов В.И. (1960) обнаружил у спортсменов большую относительную силу мышц при меньшем весе тела.

Прямая зависимость объема выполняемой динамической работы от максимального и "среднего" грузов испытуемых обнаружена только у лиц старческого возраста (r = +0,37).

Таким образом, лишь у лиц старше 75 лет с увеличением груза растет и количество выполняемой до утомления работы,

Таблица 6

Зависимость показателей работоспособности при динамической мышечной деятельности от возраста.

Общие показатели	Статистические показатели	Возрастные группы						
		I 4–5 лет	II 8–9 лет	III 13–14 лет	IУ 18–20 лет	У 30–35 лет	УI 60–74 лет	УII 75–90 лет
Мощность работы (кгм/сек.)	M ± m	0,007± 0,0005	0,013± 0,0007	0,025± 0,009	0,092± 0,006	0,072± 0,003	0,049± 0,006	0,020± 0,002
	p	>0,02	<0,002	<0,001	=0,01	>0,002	<0,001	
Количество работы (кгм)	M ± m	0,915± 0,15	1,267± 0,05	3,375± 0,09	9,584± 0,13	6,487± 0,21	4,075± 0,09	2,048± 0,07
		>0,02	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Выносливость (в сек.)	M ± m	126±8,1	97±2,5	133±2,8	104±3,7	90±1,3	83±4,5	102±4,4
		>0,002	<0,001	<0,001	>0,001	>0,02	<0,01	
Появление усталости (в сек.)	M ± m	97±7,3	69±1,5	76±1,4	56±1,1	61±1,1	68±5,2	67±3,0
		>0,001	>0,001	<0,001	<0,001	>0,1	>0,5	
Показатель утомляемости (в %)	M ± m	25±1,5	22±1,5	20±1,7	49±1,3	38±1,1	48±2,4	48±2,0
		>0,1	>0,25	<0,001	<0,001	<0,001	>0,5	
Сопротивляемость утомлению (в %)	M ± m	23±2,9	29±2,0	42±1,7	46±4,2	32±2,6	18±4,3	34±4,3
		=0,1	<0,001	>0,25	>0,002	>0,002	>0,002	

Таблица 7

Взаимосвязь между количеством работы и другими показателями (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Количество работы – – вес тела	-0,34	+0,03	+0,22	+0,07	+0,12	+0,13	-0,13
Количество работы – – "средний груз"	-0,27	-0,01	-0,14	-0,21	-0,24	-0,29	+0,37
Количество работы – – максимальный груз	-0,11	-0,11	-0,18	-0,43	-0,33	-0,32	+0,37

у остальных же испытуемых наблюдается противоположная тенденция, которая наиболее резко выражена у юношей, лиц зрелого возраста и пожилых (r = от -0,43 до -0,32 соответственно). Очевидно, прибавление груза ведет к общему уменьшению объема работы именно в тех группах, которые достигают наибольшей зрелости двигательного аппарата.

Таким образом, количество выполняемой до утомления работы почти не зависит от силы мышц, а связано, по-видимому, с возрастным развитием двигательного анализатора. Так, например, юноши, уступая по величине максимальной силы исследуемых мышц лицам зрелого возраста, выполнят наибольшее количество работы.

В результате проведенных исследований оказалось, что характер эргограмм имеет не только индивидуальные особенности, как это было выявлено еще Моссо, но и возрастные (рис.II). Эти особенности на эргограммах ярче проявлялись во время периода утомления. Период врабатывания по скорости был почти одинаковым во всех группах (от I до 5 сек.) или же практически совсем отсутствовал. Исключение в этом отношении составили эргограммы лиц старческого возраста, период врабатывания у которых часто растягивался до I0-I5 сек. Фазы же устойчивой работоспособности и утомления были хорошо выражены в подавляющем большинстве случаев.

На эргограммах детей 4-5 и 8-9 лет амплитуда движений при развитии утомления либо очень незначительно снижалась (рис.II,I,а,б), либо оставалась прежней (рис.II,II,а). У млад-

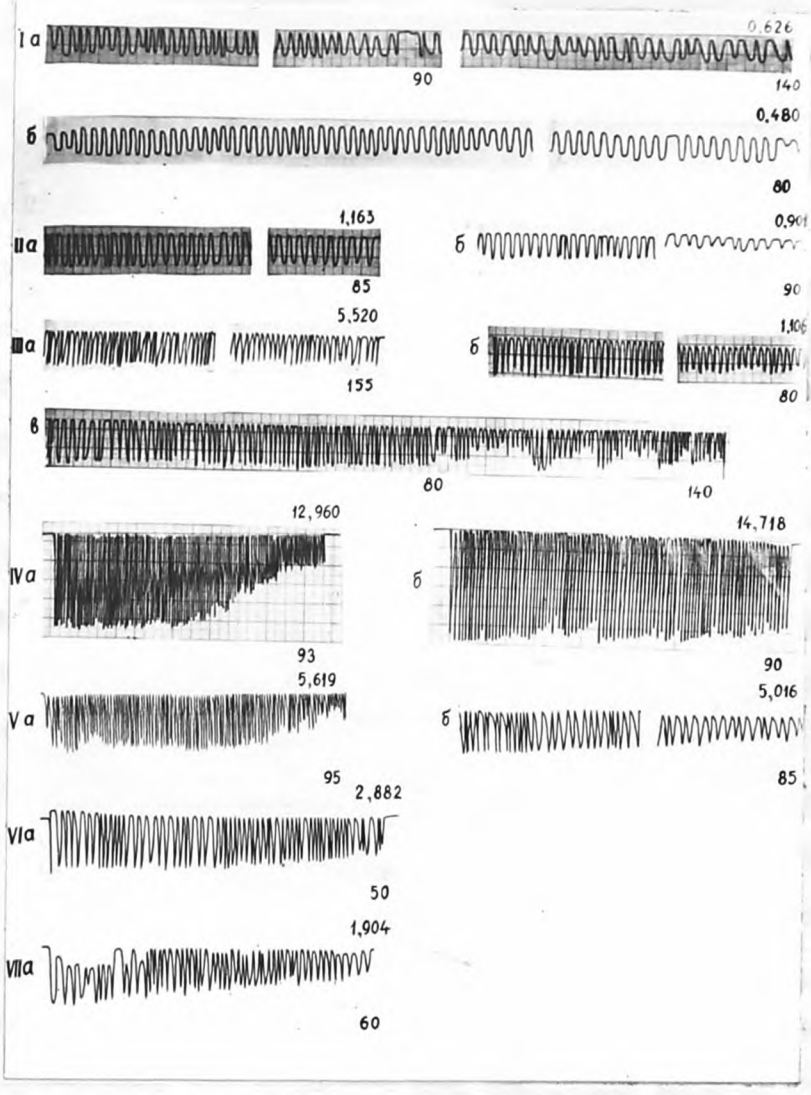


Рис.II. Наиболее типичные эргограммы при динамической работе у испытуемых разного возраста: Iа – К-цин, 5 лет; б – Б-кин, 4 лет; IIа – К-лев, 8 лет; б – А-ров, 9 лет; IIIа – Д-лов, I3 лет; б – С-лин, I4 лет; в – С-еев, I3 лет; IVа – В-нин, I9 лет; б – Ш-ров, I9 лет; Va – К-сев, 32 лет; б – Б-сов, 32 лет; VI – К-лов, 74 лет; VII – Г-нов, 83 лет.

Над каждой из эргограмм указано количество выполненной работы в кгм; внизу – первая цифра обозначает время появления усталости; вторая – продолжительность работы в сек. (На следующих рисунках подобного типа обозначения те же).

ших школьников изредка наблюдалось более значительное снижение амплитуды к моменту утомления (рис.II,П,б). В подростковом возрасте эргограммы имели различный характер: без выраженного снижения высоты отдельных миограмм (рис.II,Ш,а); с уменьшением её при утомлении (рис.II,Ш,б), но это уменьшение еще было незначительным; реже у них встречался волнообразный тип эргограмм (рис.II,Ш,в), проявляющийся после появления чувства усталости.

Самая высокая амплитуда движений наблюдалась у юношей (рис.II,IУ,а,б). У них не чаще всего встречались эргограммы, на которых можно было видеть снижение высоты миограмм при утомлении (рис.II,IУ,а); но, примерно, в I/3 случаев утомление наступало без выраженного снижения амплитуды движений (рис.II,У,б). Таким образом, у некоторых юношей еще сохранялся такой тип развития утомления, когда внешние проявления снижения функциональных возможностей двигательного аппарата были незначительными, а отказ от работы, как и у детей, наступал, по-видимому, вследствие развития центрального торможения. Характерно, что подобный тип эргограмм чаще всего наблюдался у юношей, имеющих большую силу исследуемых групп мышц, по сравнению с остальными.

Довольно высокая амплитуда движений наблюдалась в начале работы у лиц зрелого и пожилого возрастов (рис.II,У,УI) и частично, у стариков. У представителей этих возрастных групп преобладали эргограммы с различной степенью снижения миограмм при утомлении (рис.II,У,а,б;УI;УП).

Эргограммы лиц дошкольного и старческого возрастов характеризовались неравномерной высотой соседних зубцов, нарушением ритма, особенно, в момент врабатывания, причем, у стариков наблюдалось неполное разгибание пальца в момент отпускания груза (рис.II,УП).

Нами была прослежена также динамика возрастных изменений показателя утомляемости при динамической работе до отказа. Самая высокая утомляемость была отмечена у юношей (рис.I2, табл.6), самая низкая – у детей и подростков. У лиц старше 60 лет этот показатель был таким же, как у юношей; среднее положение между этими группами занимали лица зрелого возраста.

Если учесть, что в наших исследованиях показатель утомляемости характеризует способность двигательного аппарата к более полному использованию функциональных резервов, а также способность организма преодолевать развивающееся утомление, то можно провести параллель между высокой работоспособностью и высоким показателем утомляемости.

В литературе также приводятся данные (Максимова О.Ф., 1960), указывающие на высокую степень утомления юношей и пожилых при дозированной работе. Очевидно, дети и подростки не способны достичь той степени утомления, которая развивается, например, у юношей, что подтверждается и характером эргограмм. У лиц зрелого возраста, несмотря на большую силу мышц, наблюдаются более низкие, по сравнению с юношами, показатели объема работы и утомляемости.

В соответствии с различными типами эргограмм в каждом возрастном периоде наблюдалась высокая вариабельность показа-

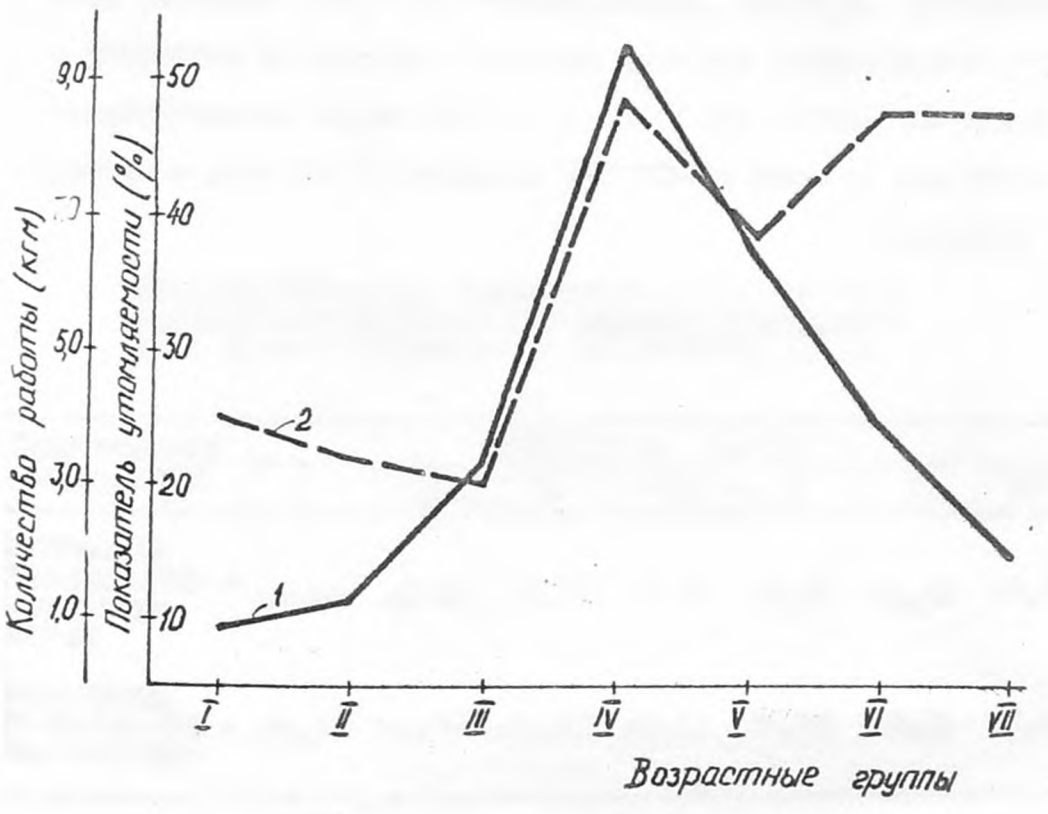


Рис. 12 Зависимость показателя утомляемости (2) и количества выполняемой работы (1) от возраста.

теля утомляемости (от 0 до 60–70%). Почти у всех испытуемых, за исключением дошкольного и старческого возраста, показатель утомляемости зависел от количества выполняемой работы (табл.8). У детей 8–9 лет, подростков и юношей утомляемость была тем выше, чем больший объем работы они выполняли. У лиц зрелого и пожилого возраста, напротив, с увеличением количества работы снижался показатель утомляемости. Очевидно, начинающееся в указанных возрастных периодах снижение работоспособности компенсируется более стойким уровнем показателей во время работы с меньшей степенью их снижения к моменту утомления.

Таблица 8

Зависимость между показателем утомляемости и другими показателями при динамической работе (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Показатель утомляемости – количество работы	-0,04	+0,33	+0,56	+0,49	-0,49	-0,44	+0,04
Показатель утомляемости – выносливость	+0,17	-0,54	-0,57	+0,11	+0,04	-0,13	+0,003

При сравнении выносливости с утомляемостью корреляция обнаруживается только в двух возрастных группах: 8–9 и 13–14 лет, у них с ростом выносливости показатель утомляемости снижается (табл.8). В других группах зависимость между этими показателями отсутствует.

Как показали полученные результаты, качество выносливости в онтогенезе развивается еще более неравномерно, чем мышечная сила.

Довольно высокий уровень выносливости при средних нагрузках отмечался у дошкольников, но количество работы у них было наименьшим. Леонтьева Н.Н. (1955) также отметила высокую выносливость мышц сгибателей пальцев у детей, связывая её с ранним филогенетическим развитием функции хватания.

В 8-9-летнем возрасте наблюдалось снижение выносливости, при увеличении силы мышц и объема выполняемой работы, что можно объяснить неравномерностью роста и развития двигательного аппарата.

Наибольшей выносливостью при дозированной динамической работе обладали подростки. Наши данные совпадают с мнением Фарфеля В.С. (1959), считающего, что максимальные темпы развития отдельных двигательных качеств наблюдаются в 13-14-летнем возрасте. Это подтверждается и морфологическими исследованиями Кукуева Л.А. (1955), показавшего, что на данном возрастном этапе полностью заканчивается созревание центрального звена двигательного анализатора. Волков В.М. (1960,а) также отмечает, что дети 10-15 лет поднимают груз, пропорциональный их возможностям, равное число раз со взрослыми. На высокий рост выносливости к динамической работе после 10-летнего возраста указывают Мартовский А.Н. и Хаустов С.И. (1971). Куневич В.Г. (1955), напротив, обращает внимание на более позднее окончательное развитие силы и выносливости, чем в подростковом возрасте. Разницу в результатах можно объяснить,

очевидно, разной величиной нагрузок, применяемых в исследованиях. Яковлева И.Н. (1962), исследуя довольно значительные трудовые нагрузки (опиловка деталей), показала, что выносливость к ним подростков значительно меньше, чем взрослых. По-видимому, нагрузки, близкие к максимальным, являются неадекватными для подростков.

После 13-14 лет отмечается равномерное снижение выносливости вплоть до пожилого возраста, однако у лиц старше 75 лет она вновь несколько увеличивается. Очевидно, развивающиеся с возрастом компенсаторные механизмы позволяют выполнять работу меньшего объема более продолжительное время.

Характерно, что у детей и лиц старше 30 лет после появления чувства усталости довольно быстро наступал отказ от работы (табл.6). У подростков и юношей усталость появлялась значительно раньше (рис.13), что, очевидно, объясняется более быстрым развитием у них выраженного утомления. В этих же группах хорошо была выражена способность преодолевать утомление. Так, после появления чувства усталости подростки и юноши продолжали динамическую работу в течение 42-46% всего рабочего времени, остальные группы - значительно меньше (табл.6).

В группе 8-9-летних детей обнаружена тесная зависимость выносливости от появления чувства усталости, т.е. большая выносливость у них сопровождалась и более поздним появлением усталости (табл.9). У юношей, лиц зрелого возраста эта зависимость была средней, у остальных испытуемых её вообще не выявлялось.

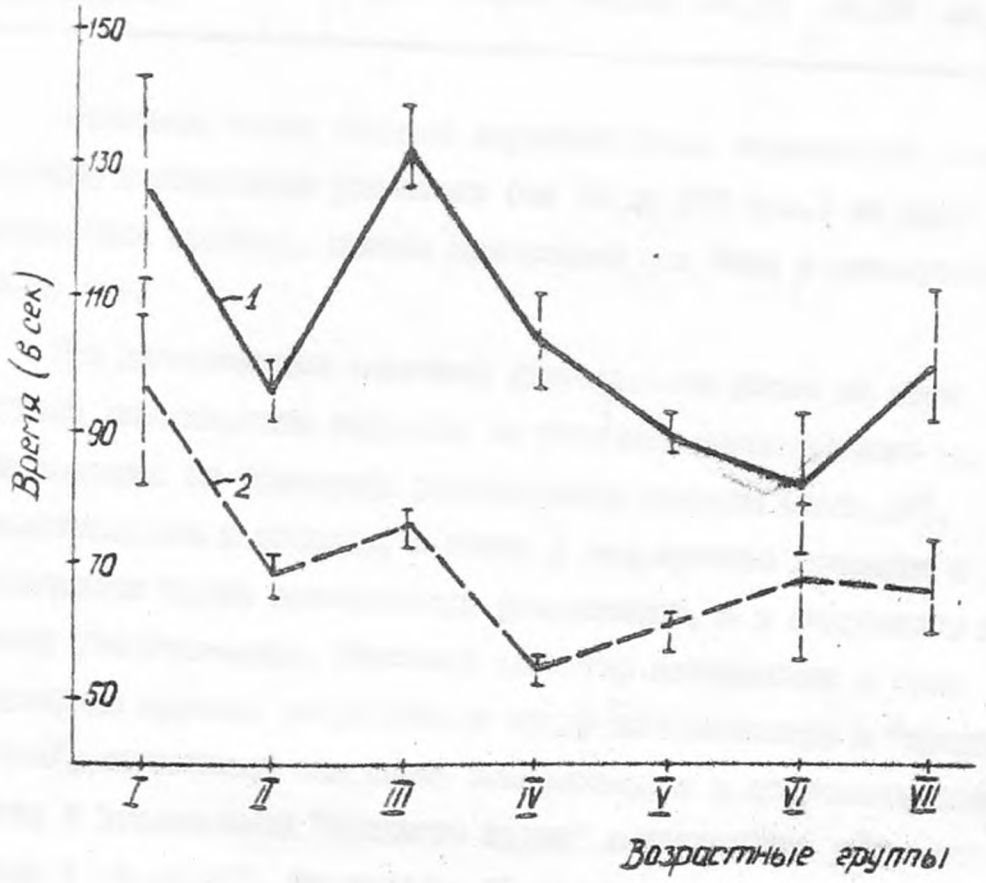


Рис 13 Показатель выносливости (1) и время появления чувства усталости (2) при динамической работе у испытуемых разного возраста.

Таблица 9

Зависимость между показателями выносливости и появления чувства усталости при динамической работе.

Возрастные группы	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Коэффициент корреляции, r	+0,27	+0,75	-0,02	+0,33	+0,3I	+0,47	+0,2I

Отмечена также большая вариабельность показателей выносливости и появления усталости (от 60 до 300 сек.) во всех возрастных группах, причем наименьшей она была у испытуемых 30-35 лет.

При динамической мышечной деятельности почти во всех группах выносливость зависела от величины максимального груза, поднимаемого на эргографе указательным пальцем (табл.I0). У дошкольников и пожилых, а также у лиц зрелого возраста с увеличением груза выносливость уменьшалась, а у подростков и юношей увеличивалась. Подобный характер зависимости в этих возрастных группах сохранялся и между выносливостью и "средним грузом", появлялась эта связь показателей и в старческом возрасте; с увеличением "среднего груза" выносливость у них снижалась (r = -0,36). Из таблицы I0 видно, что почти во всех возрастных группах, за исключением младших школьников и юношей, выносливость зависит и от количества работы. Так, у подростков с увеличением объема работы выносливость снижается, а у остальных групп увеличивается, т.е. именно в этих группах количество выполненной работы зависит от её продолжительности.

Таблица 10

Взаимосвязь между выносливостью к динамической работе и другими показателями (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Выносливость - - вес тела	-0,04	+0,08	-0,07	+0,10	+0,12	+0,48	+0,65
Выносливость - - количество работы	+0,24	-0,001	-0,41	+0,13	+0,49	+0,43	+0,31
Выносливость - - "средний груз"	-0,55	-0,09	+0,002	+0,03	-0,13	-0,76	-0,36
Выносливость- - максимальный груз	-0,72	+0,08	+0,39	+0,58	-0,43	-0,52	-0,14

Увеличение не веса тела влияет на повышение выносливости только у лиц старше 60 лет (γ = +0,48 и +0,65).

Если изобразить зависимость между выносливостью и показателями, характеризующими силу мышц, в виде графика (рис.14), становится видно, что у детей и испытуемых зрелого, пожилого и старческого возраста при увеличении силы мышц наблюдается снижение выносливости. У подростков и юношей при увеличении поднимаемого груза возрастает и выносливость, что, очевидно, связано с наибольшей морфо-функциональной зрелостью их двигательного аппарата.

Полученные результаты, таким образом, свидетельствуют о том, что один из показателей работоспособности, например, сила, выносливость, еще не отражают её полной картины. Можно присоединиться к мнению Розенблата В.В. (1961), что общее состояние работоспособности характеризует именно эргография. Наиболее же интегральными показателями являются объем и мощность выполняемой работы.

При средних нагрузках самыми работоспособными являются группы юношей и лиц зрелого возраста, а также пожилых, однако, и в этих группах имеются свои особенности развития утомления. Так, наиболее работоспособными по объему выполняемой работы можно считать юношей, а наименее утомляемыми – лиц зрелого возраста. Чем ближе возраст к максимуму работоспособности (18–30 лет), тем большее количество работы может выполнить организм за короткий отрезок времени, тем быстрей и глубже развивается утомление, а возможность преодолевать

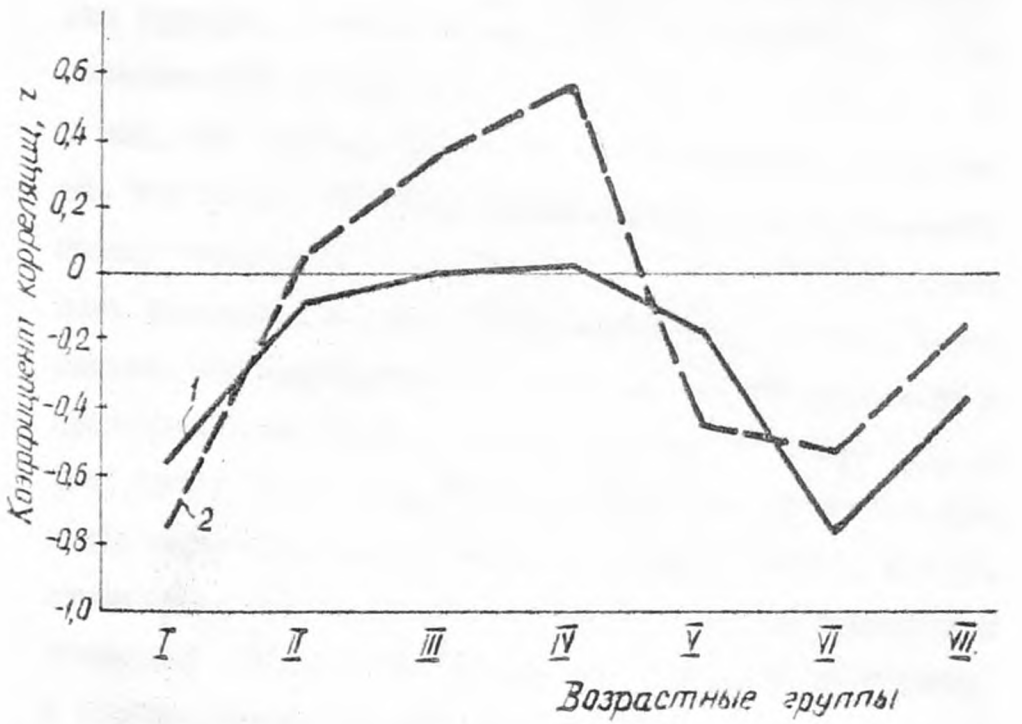


Рис. 14. Корреляция между выносливостью и средним грузом* (1), выносливостью и максимальным грузом (2) при динамической работе.

его возрастает. По мере старения организма снижается количество выполняемой работы, утомление развивается медленней, но глубина его, определяемая степенью снижения функциональных показателей двигательного аппарата, остается такой же, как у иных. У детей имеются следующие особенности развития утомления: возникает оно гораздо медленней, чем в других группах, и степень его весьма незначительна. В этом отношении наши данные противоречат выводу Lobsien M. (1905) о том, что степень утомления при ежедневной работе тем больше, чем младше ребенок. Автор считает, что с возрастом повышается общая работоспособность, а вместе с этим падает степень утомления и растет сопротивляемость к нему. Известно, однако, что при утомлении наступает резкий дисбаланс между процессами истощения и восстановления (Фольборт Г.В.,1934, 1941,1949; Кулак И.А.,1968), с возрастом же растет способность организма к мобилизации ресурсов, значит, и несоответствие между расходованием и восстановлением ресурсов при утомлении должно быть глубже, как и степень утомления, что и подтверждается нашими данными об изменении показателей работоспособности при утомлении лиц старше 18 лет.

Подобное несоответствие полученных нами и Lobsien данных объясняется, очевидно, разным подходом к понятию утомляемость. Само свойство утомляемости характеризует, по-видимому, способность возбудимых тканей к развитию утомления и определяется оно двумя показателями: скоростью развития утомления и глубиной истощения функциональных ресурсов. Можно говорить о быстром развитии утомления у детей при высоких нагрузках, т.е. о быстрой их утомляемости в этих усло-

виях, что, очевидно, и имелось в виду Lobsien . Наши же экспериментальные данные показали, что при средних, оптимальных нагрузках, близких к естественным условиям, дети выполняют определенный объем работы за счет большей её длительности и меньшей степени истощения функциональных ресурсов, т.е. в этих условиях они менее утомляемы, чем взрослые.

По мнению Кабанова А.Н. (1962), ребенок до 7-летнего возраста еще не умеет по настоящему утомляться, ему доступны лишь начальные фазы утомления, которое прерывается наступающим торможением работающих нервных клеток, появлением новых очагов возбуждения, новой доминанты; в последующие же годы способность корковых клеток к длительной и интенсивной работе продолжает увеличиваться. Повышается и возможность развития значительного утомления, отражающегося на работе двигательного аппарата и требующего значительного восстановительного периода.

У пожилых и старых испытуемых, по данным, полученным в нашей работе, довольно высокий объем работы (в два раза выше, чем у детей) при оптимальных нагрузках, поддерживается не только за счет большей продолжительности работы до утомления, но и за счет более полного использования функциональных ресурсов. Эти приспособительные процессы способствуют длительному поддержанию функции двигательного аппарата на оптимальном для этих возрастных групп уровне.

Затрудненное врабатывание у стариков, сопровождающееся частым нарушением ритма движений, можно также объяснить особенностями их двигательного аппарата. Так, Фролькис В.В.

(1970) предполагает, что в это время еще не успевают стабилизироваться восстановительные механизмы в ходе работы мышцы, т.е. наблюдается отставание в течении восстановительных процессов у старых испытуемых по сравнению с молодыми в момент врабатывания, на фоне общего ослабления нервных влияний на мышечную ткань.

Таким образом, регуляторные процессы в организме, направленные на поддержание оптимального для каждого возраста уровня работоспособности, осуществляются при помощи различных механизмов на каждом этапе онтогенеза. Эти механизмы включают в себя гетерохронное развитие с возрастом отдельных двигательных качеств. Общая же работоспособность при средних нагрузках непрерывно увеличивается с 4-5 до 18-20 лет, после чего постепенно снижается вплоть до старческого возраста.

На основании наших данных можно утверждать, что механизмы развития работоспособности, а следовательно и процессов утомления при адекватных нагрузках, имеют свои особенности на каждом возрастном этапе.

2. Возрастные изменения работоспособности и развития утомления при статической мышечной деятельности, продолжающейся до утомления.

Статические напряжения выполнялись испытуемыми также на пальцевом эргографе при удержании на одном уровне (±5 мм) груза, равного 1/3 от максимального. Учитывались следующие

показатели: импульс силы (величина груза, умноженная на время его удержания в кг х сек.); величина усилия (высота подтягивания груза в мм); выносливость и время появления усталости в сек.; сопротивляемость утомлению в %.

В результате проведенных исследований оказалось, что, как и при динамической работе, самая высокая работоспособность была у юношей. Например, такой интегральный показатель, как импульс силы, у них был намного выше, чем у остальных испытуемых. У лиц зрелого возраста этот показатель был несколько ниже, чем у юношей (рис.I5). Самым низким импульс силы был у детей дошкольного и младшего школьного возраста; у подростков же он был более, чем в три раза выше, чем у детей, и практически равен этому показателю у пожилых. Импульс силы лиц старческого возраста был почти в два раза больше, чем у детей.

Выяснилось также, что величина усилия (в мм) при подтягивании груза, равного I/3 от максимального, у юношей была в два раза больше, чем у дошкольников, после 20 лет этот показатель несколько снижается, однако у пожилых вновь отмечалось его увеличение по сравнению с лицами зрелого возраста (табл.II). Это явление говорит, очевидно, об особой адекватности средних статических нагрузок для пожилых, что подтверждается и самым высоким уровнем их статической выносливости.

Довольно высокой выносливостью к средним статическим напряжениям обладали дошкольники (табл.II). Из таблицы видно, что, как и при динамической работе, выносливость к 8-9

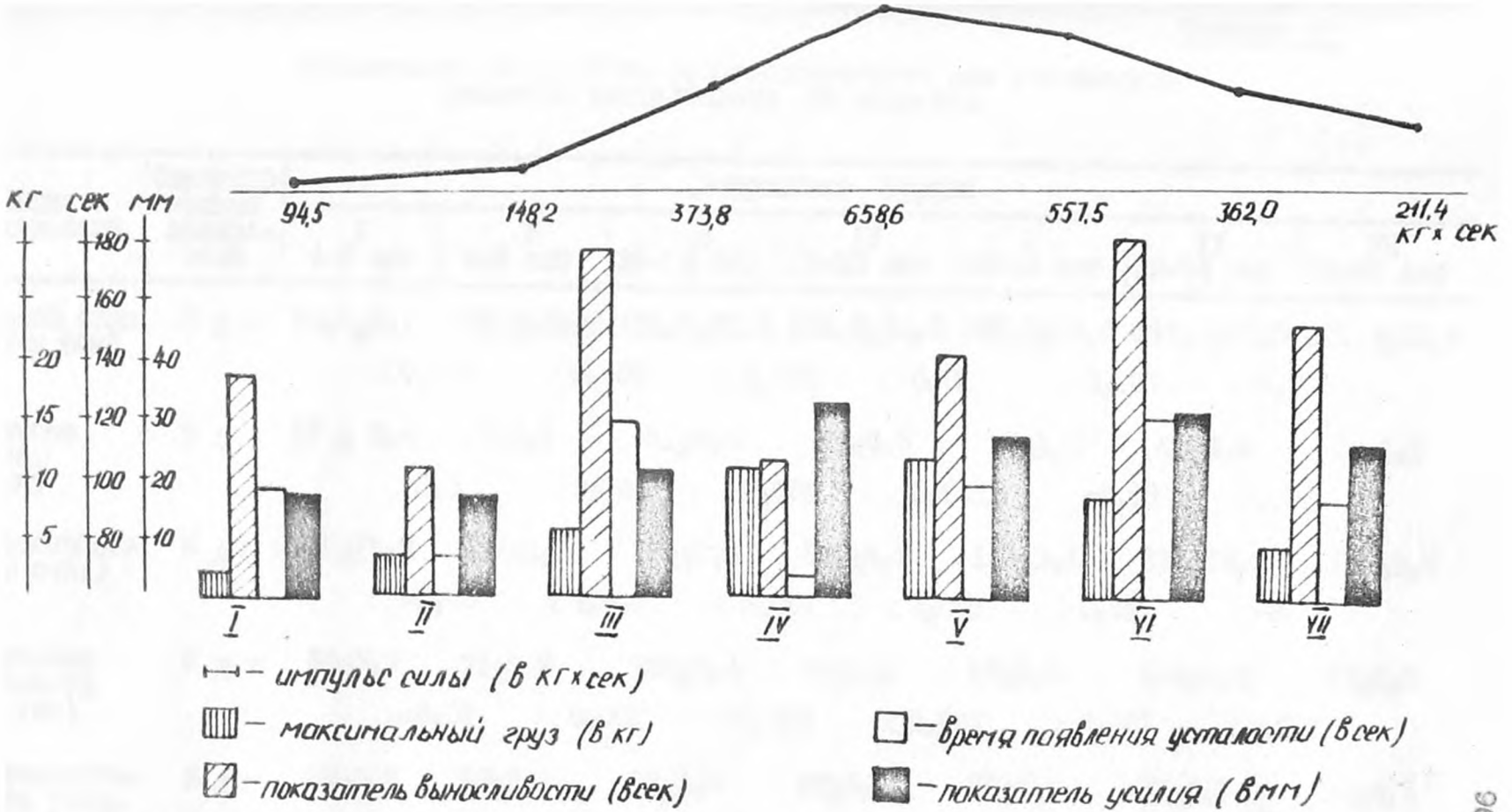


Рис. 15. Зависимость работоспособности от возраста при статической мышечной деятельности.

Таблица II

Зависимость показателей работоспособности при статической мышечной деятельности от возраста

Общие показатели	Статистические показатели	Возрастные группы						
		I 4–5 лет	II 8–9 лет	III 13–14 лет	IУ 18–20 лет	У 30–35 лет	УI 60–74 лет	УП 75–90 лет
Импульс силы (кг х сек)	M ± m	94,5±3,1	148,2±13,9	373,8±11,9	658,6±16,0	557,5±34,6	362,0±31,0	211,4±21,0
			<0,002	<0,001	<0,001	>0,02	<0,001	<0,002
Величина усилия (в мм)	M ± m	17 ± 0,4	17±1,0	21±0,5	33±0,5	27±1,0	31±1,2	26±1,1
			>0,5	<0,002	<0,001	<0,001	=0,02	<0,01
Выносливость (в сек.)	M ± m	135±11,0	114±2,8	178±2,8	106±2,3	143±3,1	181±16,2	151±8,5
			>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	>0,02	>0,1
Появление усталости (в сек)	M ± m	95±7,7	71±2,9	120±2,4	66±3,1	97±3,3	120±4,5	91±2,5
			=0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Сопротивляемость утомлению (в %)	M ± m	30±3,5	38±3,2	32±2,3	37±5,8	32±3,4	33±4,3	39±4,5
			=0,1	>0,1	>0,25	>0,25	>0,5	>0,25

годам несколько понизилась по сравнению с дошкольным возрастом, максимальное же усилие увеличивалось. Замедление темпов роста статической выносливости в этом возрасте отмечалось и другими авторами. Так, Абросимова Е.И., Копакова Н.И. (1970) показали, что наибольший рост выносливости к усилию в 1/3 от максимального наблюдается только после 8 лет. Черник Е.С. (1962), исследуя статическую выносливость дошкольников, также отметил высокий её уровень и развитие с 3 до 7 лет, а затем резкое уменьшение прироста этого показателя с последующим повторным ускорением темпов после 12 лет.

Высокий уровень выносливости к статическим напряжениям, как и при динамической работе, оказался у подростков (табл. II), что можно объяснить высоким развитием их двигательного анализатора. Так, Рабинович Р.Л. (1971) было отмечено, что у подростков, как и у взрослых, при удержании усилия в 50% от максимального, наблюдается значительное снижение биоэлектрической активности при большей продолжительности работы, по сравнению с детьми 8-10-летнего возраста. Эти данные указывают на то, что в подростковом возрасте наблюдаются качественные изменения в регуляции мышечной деятельности, близкие по характеру к тем, которые происходят в зрелом возрасте. Наибольший прирост статической выносливости к усилию в 1/3 от максимального в период от 11-12 до 15-16 лет был отмечен также Абросимовой Л.И. и др. (1970).

У юношей же при наибольшей величине усилия наблюдается наименьшая выносливость к нему. Замедление роста статической

выносливости к I5-I8 годам при преимущественном её увеличении от 7-II до I2-I5 лет отмечал Кассандров Н.И. (I957).

У лиц старческого возраста статическая выносливость сохранялась на высоком уровне, хотя и несколько ниже, чем у пожилых. Это явление подтверждает мнение Фролькиса В.В. (I970) о том, что в старшем возрасте происходит компенсаторная перестройка регуляторных механизмов двигательного аппарата, позволяющая им в оптимальных условиях поддерживать высокую работоспособность. Этому способствует и перестройка нервно-мышечного аппарата, переход мышц на тонический тип деятельности (Гинецинский А.Г., I970), не требующий частой импульсации из центров, которая в этот возрастной период ослабевает (Фролькис В.В., I970). У детей мышцы также еще сохраняют тонический характер (Арцавский И.А., I967), что позволяет им длительно выполнять средние статические усилия, при которых, как показали Степанова А.С. и Бурлаков М.А. (I963) не требуется участия большого количества двигательных единиц, в деятельность не вовлекаются, в основном, тонические волокна.

У юношей и лиц зрелого возраста удерживаемый груз имеет значительно большую величину, чем у детей и пожилых. Поддержание такого груза требует, по мнению ряда авторов, большей импульсации из центров, обеспечивающих эффективность работы (Розенблат В.В., I953; Скрябин В.В., I959 и др.), в деятельность вовлекаются тетанические волокна, и выносливость при этих условиях снижается. Мнение многих авторов о большей утомительности статических усилий по сравнению с

динамической работой, в числе других факторов, можно объяснить, очевидно, тем, что исследования проводились, в основном, у лиц зрелого возраста и со статическими напряжениями значительной величины.

Характерно, что чувство усталости во всех группах при статической деятельности, в отличие от динамической, возникает позже и ближе к концу работы (рис.16). У юношей, детей 4–5 и 8–9 лет и лиц зрелого возраста это чувство появляется раньше и ближе к концу работы, чем в других группах. Результаты, полученные Шабуниным Р.А. (1969) также указывают на то, что чувство усталости у юношей является первым признаком утомления. Очевидно, на каждом возрастном этапе чувство усталости характеризует различную степень утомления и должно являться важным критерием его развития.

По сравнению с динамической работой способность преодолевать утомление при статических напряжениях повышается у детей младших возрастов и лиц старше 60 лет, остается на прежнем уровне у лиц зрелого возраста и снижается у подростков и юношей. В указанных возрастных группах повышение сопротивляемости утомлению можно объяснить меньшей утомительностью работы статического характера, по сравнению с динамической, принимая во внимание продолжительность рабочих периодов.

Из всех групп хуже преодолевают утомление дошкольники; так, после появления усталости они продолжают работу в течение 30% всего рабочего времени, остальные же группы более продолжительное время (табл. II).

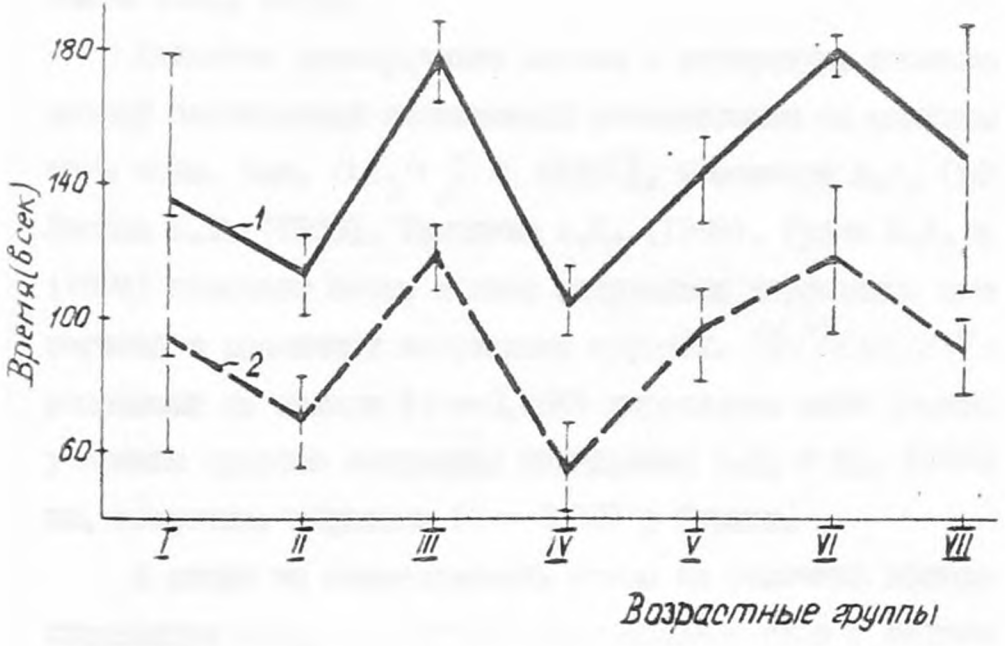


Рис. 16. Показатель выносливости (1) и время появления чувства усталости (2) при статических напряжениях у испытуемых разного возраста.

Нужно отметить, что самый малый разброс индивидуальных данных имел показатель силы мышц. Показатели же выносливости и появления чувства усталости были еще более вариабельными, чем при динамической работе. Большинство авторов, исследующих статическую выносливость, также отмечали большую её вариабельность у отдельных лиц даже одного возраста (Розенблат В.В., 1955; Кассандров Н.Н., 1957; Беляев Н.Г., 1960; Тамбиева А.П., 1963).

Довольно разноречивые мнения в литературе сложились по поводу зависимости статической выносливости от максимальной силы мышц. Так, Reijs J.H. (1921), Розенблат В.В. (1955), Беляев Н.Г. (1960), Тамбиева А.П. (1963), Русин В.Я. и др. (1972) отмечают почти полное отсутствие корреляции этих показателей в различных возрастных группах. Yellewicz M. (1970) указывает на прямую ($r = +0,364$) корреляцию этих показателей у мужчин зрелого возраста; Мартиросов Э.Г. и др. (1970) выявили, напротив, обратное ($r = -0,40$) у борцов.

В наших же исследованиях также не отмечено достоверной корреляции между величинами максимальной силы и статической выносливостью у всех испытуемых. В то же время отмечена прямая зависимость средней степени между статической выносливостью и величиной усилия (высота подтягивания груза в мм) при удерживании груза в 1/3 от максимального у младших школьников, лиц зрелого возраста и пожилых, т.е. в периоды относительной стабилизации возрастных изменений (табл.12). В остальных же группах подобная корреляция отсутствовала. Зависимость статической выносливости от величины усилия, равного

Таблица I2

Взаимосвязь между выносливостью и другими показателями при статической деятельности (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Выносливость - - вес тела	-0,I2	- 0,II	-0,I4	+0,4I	-0,II	+0,39	+0,08
Выносливость - - появление усталости	-0,09	+0,I9	+0,24	+0,83	-0,I4	+0,83	+0,20
Выносливость - - величина усилия	-0,II	+0,34	-0,20	+0,I0	+0,30	+0,49	-0,02
Выносливость - - максимальный груз	+0,2I	+0,2I	-0,I2	-0,27	+0,I6	+0,28	+0,22
Величина усилия - - вес тела	+0,37	-0,02	-0,27	+0,II	-0,29	+0,I2	-0,5I

20-35% от максимального, отмечена Shaver Larry G. (1971) для испытуемых зрелого возраста.

Характерно, что между выносливостью и появлением чувства усталости при статической деятельности взаимозависимость становилась все более тесной по мере роста и развития организма, так как коэффициент корреляции непрерывно увеличивался с дошкольного до юношеского возраста (табл.12). У лиц зрелого и старческого возраста эта корреляция исчезала, а у пожилых была хорошо выражена.

Из табл.12 видно, что с увеличением веса тела только в двух возрастных группах: юношей и пожилых соответственно возрастала и выносливость.

Между величиной усилия и весом тела отмечается корреляция средней степени в двух группах: прямая - у дошкольников и обратная - у лиц старческого возраста. Таким образом, у дошкольников испытуемые с большим весом развивают большее усилие, у стариков же - наоборот, что связано, очевидно, с атрофией мышечной ткани.

Итак, мы видим, что статическая выносливость развивается, в основном, как самостоятельное качество и лишь в отдельные возрастные периоды её развитие зависит от веса тела, а следовательно, и мышечной массы (в 18-20 и 60-74 года) и от величины усилия (в 8-9, 30-35 и 60-74 года). Развитие статической выносливости происходит весьма неравномерно на всех этапах онтогенеза, в отличие от максимальной силы исследуемых мышц (рис.17). Так, максимальный уровень силы отмечается в 18-20 и 30-35 лет, а статической выносливости - в 13-14 и 60-74

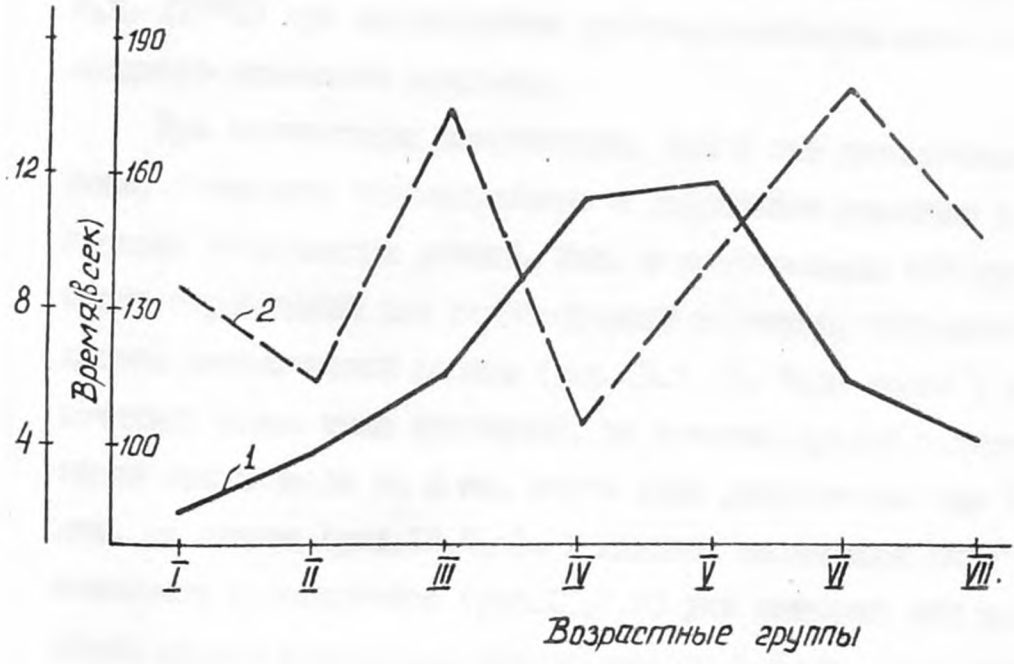


Рис. 17. Зависимость максимальной силы (1) и статической выносливости (2) от возраста.

года. Гармоническое развитие силы и выносливости наблюдается лишь в 13–14 лет, но при этом темп роста выносливости опережает прирост силовых показателей. В 8–9 и 18–20 лет, т.е. в периоды некоторого снижения выносливости, развитие работоспособности при статических напряжениях зависит, очевидно, от повышения способности максимально мобилизовать усилия в короткий промежуток времени. Подобный же вывод делает Черепнева Л.Я. (1971) при исследовании работоспособности гимнасток младшего школьного возраста.

При статических напряжениях, как и при динамической работе, выявились индивидуальные и возрастные различия в эргограммах статических усилий. Так, у дошкольников эргограммы имели ступенчатый или волнообразный характер, напоминая запись динамической работы (рис.18,I,а). Чаще всего у них отмечались такие типы эргограмм, на которых кривая записи постепенно отклонялась на 5 мм, затем груз удерживался еще 1–1,5 мин. до отказа (рис.18,II,а). У младших школьников наряду с подобными эргограммами (рис.18,II,б) уже появился тип записи, когда кривая постепенно отклонялась на 5–6 мм, после чего испытуемые не могли удерживать груз (рис.18,III,а). У детей 4–5 и 8–9 лет при удерживании груза, особенно после появления усталости возникало натуживание, и, несмотря на ежедневную инструкцию экспериментатора перед проведением опытов, дети пытались помочь себе другой рукой; появлялись движения головы и туловища.

У подростков типы эргограмм были средними между детскими и юношескими (рис.18,III,б). Для юношей, а также для лиц зрело-

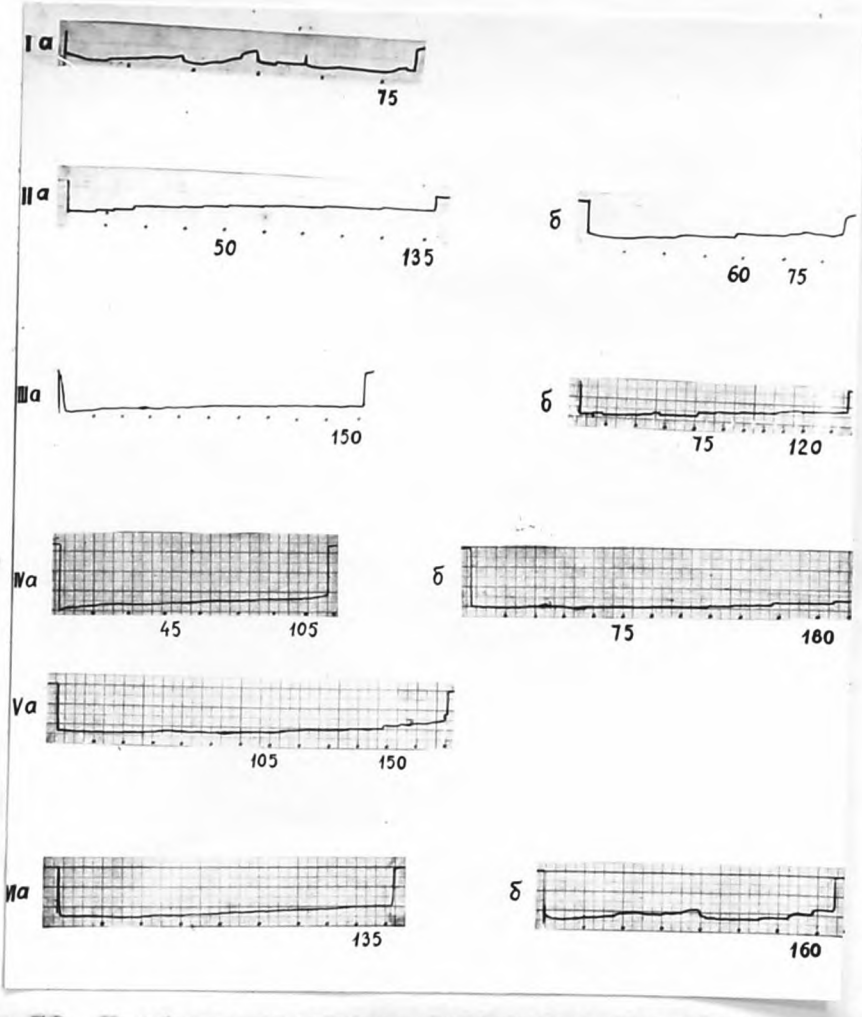


Рис.18. Наиболее типичные эргограммы при статическом напряжении у испытуемых разного возраста.

I – Б-ков, 5 лет; II – а) И-нов, 5 лет; б) Н-аев, 9 лет; III – а) С-ров, 8 лет, б) Т-кач, 13 лет; IУ – а) К-лев, 19 лет, б) К-сев, 32 лет; У – С-нин, 33 лет; УI – а) К-лов, 74 лет, б) С-нов, 90 лет.

Первая цифра под каждой эргограммой обозначает время появления усталости; вторая – продолжительность удержания груза на одном уровне в сек.

(На следующих рисунках подобного типа обозначения те же).

го возраста и пожилых были характерны следующие два типа эргограмм: с плавным отклонением кривой на 5-6 мм и последующим опусканием груза (рис.I8,IУа, Уа, УIа) или же груз длительное время удерживался на одном уровне, затем сразу отпускался (рис.I8,IУб).

У лиц старческого возраста эргограммы, как и у детей, часто включали динамический компонент (рис.I8, УI,б).

Характерно, что индивидуальный тип эргограмм как при статической, так и при динамической работе, был постоянным в течение всего периода исследований.

Таким образом, полученные факты гетерохронизма в возрастном развитии отдельных показателей работоспособности свидетельствуют о различиях в механизмах её развития при оптимальных статических напряжениях, как и при динамической работе во всех возрастных группах. Следовательно, механизмы развития утомления в этих условиях также будут иметь свои особенности на всех этапах онтогенеза.

3. Сравнительно-онтогенетические особенности двигательной активности при статической и динамической работе, выполняемой до утомления.

Характер развития утомления, изменения различных двигательных качеств и другие физиологические процессы при статической и динамической работе, по мнению многих авторов, различны. В обзоре литературы были приведены разные точки зрения на феноменологию утомления в этих условиях. Поэтому

представляло интерес сравнить полученные при статической и динамической работе показатели в онтогенетическом плане, в процессе становления и развития двигательного аппарата.

Что касается силовых показателей, то, как было уже сказано, при том и другом видах деятельности они развиваются до 20-35 лет, затем наступает снижение их уровня.

Выносливость в оптимальных условиях локальной мышечной деятельности, близким к естественным, почти во всех исследованных группах была достоверно выше при статических напряжениях, чем при динамической работе, за исключением юношей, у которых при обоих видах деятельности она была одинаковой (табл.I3, рис.I9). Из таблицы I3 видно, что чувство усталости, за исключением дошкольной группы, при статических напряжениях появлялось позже, чем при динамической работе. Способность преодолевать утомление при статической деятельности была выше в 4-5, 8-9, 60-74 и 75-90 летнем возрасте. У подростков и юношей эта способность была выше при динамической работе, а у лиц зрелого возраста одинаковой в том и другом случае.

Таким образом, почти для всех возрастных групп средние статические усилия были менее утомительными, чем динамическая работа и лишь для юношей оба вида деятельности были почти одинаковыми по своей утомительности. Очевидно, для этой возрастной группы справедливы точки зрения о большей утомительности статических усилий по сравнению с динамической работой (Лехтман Я.Б., I955; Косилов С.А., I962), т.к. при довольно большой величине даже среднего груза у них быстро наступает торможение в центрах вследствие непрерывной нервной импульса-

Таблица I3

Сравнение некоторых показателей работоспособности при статической (а) и динамической (б) деятельности.

Общие показатели	Статистические показатели	Условия работы	Возрастные группы I 4–5 лет		Возрастные группы II 8–9 лет		Возрастные группы III I3–I4 лет		Возрастные группы IУ I8–20 лет		Возрастные группы У 30–35 лет		Возрастные группы УI 60–74 лет		Возрастные группы УII 75–90 лет	
Выносливость (в сек.)	M ± m	а	I35± II,0	> 0,05	II4± 2,8	< 100,0	I78± 2,8	< 100,0	I06± 2,3	> 0,5	I43± 3,I	< 100,0	I8I± I6,2	< 100,0	I5I± 8,5	< 100,0
		б	I26± 8,I		97± 2,5		I33± 2,8		I04± 3,7		90± I,3		83± 4,5		I02± 4,4	
Появление чувства усталости (в сек.)	M ± m	а	95± 7,7	> 0,5	7I± 2,9	< 0,25	I20± 2,4	< 100,0	66± 3,I	< 10,0	97± 3,3	< 100,0	I20± 4,5	< 100,0	9I± 2,5	< 100,0
		б	97± 7,3		69± I,5		76± I,4		56± I,I		6I± I,I		68± 5,2		67± 3,0	
Сопротивляемость утомлению (в %)	M ± m	а	30± 3,5	> I,0	38± 3,2	< 0,02	32± 2,3	= 0,002	37± 5,8	> I,0	32± 3,4	> 0,5	33± 4,3	> 0,02	39± 4,5	< 0,25
		б	23± 2,9		29± 2,0		42± I,7		46± 4,2		32± 2,6		I8± 4,3		34± 4,3	

Рис. 19. Соотношение между динамической (1) и статической (2) выносливостью в различные возрастные периоды.

ции. Этот факт еще раз подчеркивает разный характер развития утомления на различных этапах онтогенеза, что подтверждается электрофизиологическими исследованиями Леонтьевой Н.Н. (1955). При удержании детьми 7-8 и 12-14 лет максимального статического усилия, автор обнаружила различную частоту и амплитуду потенциалов на разных этапах работы.

Полученные результаты, в основном, подтверждают мнение Степанова А.С., Бурлакова М.А. (1963), Кулака И.А. (1968), Виноградова М.И. (1969) о меньшей, при определенных условиях, утомительности статических напряжений, чем динамической работы. Согласно представлениям Степанова А.С. и Бурлакова М.А., такое явление может быть связано с тем, что при выполнении статических напряжений с малыми грузами участвует меньшее количество двигательных единиц, чем при динамической работе и, что особенно важно, при этом участвуют, в основном, специализированные тонические мышечные волокна. На этом основании можно предположить разную организацию двигательной функции при статической и динамической работе, о чем свидетельствуют, в определенной степени, данные Сарычева С.П. (1958) о том, что малые статические усилия протекают с меньшей частотой биотоков, чем динамическая работа.

Между показателями статической и динамической работы существенная корреляция обнаружена лишь в некоторых возрастных группах. Так, между статической и динамической выносливостью наблюдается прямая зависимость средней степени у младших школьников, лиц зрелого возраста и пожилых, обратная же - у дошкольников (табл.14). Очевидно, у дошкольников

Таблица I4

Взаимозависимость между показателями работоспособности при статической и динамической деятельности (по данным коэффициента корреляции, r).

Сравниваемые показатели	Возрастные группы						
	I	II	III	IУ	У	УI	УII
Статическое усилие – выносливость к динамической работе	-0,68	+0,33	-0,33	+0,22	+0,02	-0,05	-0,07
Статическая выносливость – количество динамической работы	-0,29	+0,I8	+0,09	+0,I5	+0,68	+0,49	+0,39
Статическая выносливость – "средний груз"	-0,22	+0,40	-0,I9	+0,07	+0,20	+0,I0	+0,37
Статическая выносливость – выносливость к динамической работе	-0,08	-0,02	+0,3I	+0,I0	-0,26	+0,03	+0,04
Статическая выносливость – утомляемость при динамической работе	-0,34	+0,42	+0,02	-0,26	+0,4I	+0,38	+0,I3

развивается преимущественно статическая выносливость, о чем говорит её высокий, по сравнению с динамической, уровень. Быстрое развитие статической выносливости в дошкольном возрасте отмечает и Черник Е.С. (1963). В отношении младшего школьного возраста в литературе существуют данные, в которых не отмечается корреляции между динамической и статической выносливостью кисти у детей 8-11 лет (Кузнецова З.И., Мартовский А.Н., Хаустов С.И., 1971).

Между статической выносливостью и количеством динамической работы отмечается прямая корреляция у лиц зрелого, пожилого и старческого возрастов. Между выносливостью к динамической работе и величиной усилия при статическом напряжении такая же зависимость наблюдается у детей 8-9 лет и обратная у дошкольников и подростков. Почти у всех испытуемых, за исключением младших школьников не отмечается корреляции между статической выносливостью и "средним грузом", а также статической выносливостью и утомляемостью при динамической работе, за исключением подростков. Характерно, что у юношей ни в одном случае не отмечено корреляции между показателями работоспособности при статической и динамической работе. Очевидно, в этом возрасте мышечные волокна достигают высокой специализации и обеспечивают самостоятельное развитие этих качеств.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод о том, что чем ближе возраст к периоду зрелости двигательного анализатора, тем менее зависимы друг от друга показатели работоспособности при статической и динамической работе.

Полученные материалы также дают основание предполагать, что механизмы развития утомления при том и другом видах мышечной деятельности имеют свои особенности на каждом этапе онтогенеза. Однако, общими для всех возрастных групп закономерностями являются непрерывное увеличение работоспособности с 4–5 до 18–20 лет с последующим её снижением на более поздних этапах онтогенеза, а также гетерохронизм в развитии отдельных двигательных качеств как при статической, так и при динамической работе.

Р е з ю м е .

Результаты проведенных исследований указывают на то, что в условиях локальной мышечной деятельности при адекватных нагрузках, близких к повседневным, работоспособность в процессе онтогенеза изменяется за счет гетерохронного развития отдельных двигательных качеств. Так, например, максимальный груз, свидетельствующий о силе исследуемых мышц, возрастает с 4–5 до 30–35 лет, "средний" же груз – только до 18–20; т.е. наиболее сильными оказываются лица зрелого возраста, а большие функциональные возможности имеют юноши. Исходя из этого, силовые нагрузки, очевидно, наиболее адекватными будут для указанных возрастных групп.

Наименьшей выносливостью при динамической работе обладают лица зрелого и пожилого возрастов; наибольшей – дошкольники и подростки. В условиях статических напряжений наименее выносливы младшие школьники и юноши, наиболее – подростки

и пожилые испытуемые, а также лица старческого возраста. Очевидно, при имеющемся уровне силы мышц нагрузки на выносливость к динамической работе наиболее адекватными будут для детей и подростков, а при статической – для пожилых и старых испытуемых. Средние адекватные нагрузки, особенно статического характера, оказывают, по-видимому, и на поздних этапах онтогенеза стимулирующее действие на восстановительные процессы во время работы, являясь тем оптимальным фоном, на котором может поддерживаться высокая работоспособность. Об этом говорит и факт небольшого снижения профессиональной работоспособности с возрастом (*Vitte N.K. et al.*, 1967). О возможностях двигательного аппарата старых животных свидетельствуют и опыты Фудель-Осиповой С.И. (1968), которая показала, что нервно-мышечный аппарат старых крыс практически так же неутомим, как и у молодых. При этом отмечается высокий уровень энергетических процессов в мышцах, а напряженность восстановления после двух часов работы даже возрастает, снимаясь лишь после 14 часов непрерывной деятельности.

Наименьшей утомляемостью в указанных оптимальных условиях динамической работы обладают дети и подростки, наибольшей – юноши и лица старше 60 лет, среднее положение между ними занимают лица зрелого возраста, т.е. на каждом возрастном этапе приспособительные механизмы, в зависимости от развития отдельных двигательных качеств, обеспечивают различный уровень использования функциональных ресурсов.

Определенные закономерности на каждом возрастном этапе выявляются и по таким показателям, как время появления

чувства усталости и сопротивляемость утомлению. Чувство усталости свидетельствует о развивающемся утомлении, в основном, у детей и испытуемых старше 60 лет. Сопротивляемость утомлению возрастает от 4–5 до 18–20 лет, с дальнейшим снижением при динамической работе у более старших испытуемых; но при статических напряжениях выше всех она – у представителей пожилого и старческого возрастов. Учитывая все показатели работоспособности, можно сказать, что статические напряжения средней тяжести являются наиболее адекватными для указанных последних возрастных групп.

Выявленная неравномерность в развитии отдельных показателей работоспособности служит, очевидно, причиной того явления, что для каждой из возрастных групп имеются различия в их корреляционных взаимоотношениях. Общим для всех этапов онтогенеза, исследованных в нашей работе, является отсутствие взаимосвязи между количеством выполняемой до утомления работы и силой мышц, а также между статической выносливостью и максимальным грузом. Можно также отметить, что к 18–20 годам все более снижается взаимозависимость между отдельными показателями работоспособности, полученными при статической и динамической работе.

Благодаря существующим на каждом возрастном этапе особенностям в механизмах, обеспечивающих работоспособность, происходит непрерывное увеличение с 4–5 до 18–20 лет таких её показателей, как объем и мощность динамической работы, импульс силы при статических напряжениях, с последующим их снижением на более поздних этапах онтогенеза.

Таким образом, наиболее работоспособными в условиях локальной мышечной деятельности при оптимальных для каждого возраста нагрузках являются 18-20-летние испытуемые. Этому, вероятно, способствуют морфо-функциональные особенности их нервно-мышечного аппарата. Так, Янковская А.С. (1963) на электромиограмме молодых людей выявила высокую градацию соотношений между величиной нагрузки и количеством вовлеченных нейромоторных единиц, чего не обнаруживается, например, в старости. В зрелом возрасте отмечается уже снижение работоспособности в указанных условиях. Малхотра М.С. (1970) считает, что особенно уменьшается работоспособность после 37-летнего возраста. Однако, при специальной тренировке лица зрелого возраста способны развивать большую мощность работы и достигать высоких результатов, например, при спортивных нагрузках (Коробков А.В. и др., 1962).

В старческом возрасте достигается наименьший в позднем онтогенезе уровень мышечной силы и объем выполняемой до утомления работы. Фролькис В.В. (1970) объясняет снижение работоспособности стариков изменениями как в исполнительном, так и в регулирующем звеньях двигательного аппарата, например, им отмечается ослабление нервных воздействий на мышечную ткань, повышение чувствительности последней к медиаторам на фоне деструкции нервных окончаний и т.д. Однако, все эти изменения обеспечивают и важнейший приспособительный механизм, направленный на поддержание определенного уровня нервной регуляции ткани. Падение работоспособности связано и с

атрофией мышечной ткани, а вместе с тем и понижением её функции (Bürger M., 1954; Яковская А.С., 1963).

Полученные материалы, особенно касающиеся показателей выносливости и сопротивляемости утомлению, свидетельствуют также о том, что для большинства испытуемых, кроме юношей, статические напряжения при оптимальных нагрузках являются менее утомительными, чем динамическая работа.

ГЛАВА У

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОСЛЕ ДОЗИРОВАННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

I. Сравнительная характеристика восстановительного периода работоспособности после динамической деятельности в различные возрастные периоды.

Проведенные нами ориентировочные опыты показали, что после дозированной локальной работы в избранном режиме работоспособность всех испытуемых восстанавливается в первые двадцать минут отдыха. В литературе, посвященной исследованию восстановительных процессов работоспособности после дозированной мышечной деятельности в различные возрастные периоды, указывается такое же время восстановления, I5–30 мин. (Лейник М.В., I95I; Волков В.М., I963 и др.). Поэтому мы исследовали первые 20 мин. восстановительного периода. Испытуемые выполняли повторную работу с интервалом времени отдыха от I до 20 мин., различным в каждый из опытных дней. Для оценки скорости и интенсивности (т.е. степени изменения показателей в периоде отдыха) восстановительных процессов все показатели работоспособности, полученные при повторной работе, выражались в процентах от их величин при первой работе, принимаемых за исходные.

В результате проведенных исследований оказалось, что в восстановительном периоде всех испытуемых можно выделить

три фазы: пониженной, дорабочей и повышенной работоспособности.

В первые две минуты восстановления работоспособность в той или иной степени была снижена у всех испытуемых (рис.20). В эту фазу наиболее низкие показатели наблюдались у юношей и лиц зрелого возраста, что вполне соответствовало высокой степени их утомления во время работы. Менее всего уменьшалась в этот период величина показателей работоспособности детей 8-9 и 4-5 лет (табл.I5,I6).

Самая высокая скорость восстановления работоспособности до исходного уровня наблюдалась у младших школьников, а также у дошкольников и подростков (третья мин. восстановительного периода (рис.2I). У юношей, лиц зрелого и пожилого возрастов работоспособность приближалась к первоначальным величинам на четвертой минуте отдыха (табл.I5,I6). У стариков же приближение показателей к исходному уровню наблюдалось только на пятой минуте восстановительного периода (рис.22).

Если у детей 8-9 лет между первой и третьей минутами отдыха объем работы, например, вырос на 9%, то у юношей и взрослых - на 30-20%, а у дошкольников - на 32%. Таким образом, развитие восстановительных процессов отличалось как по скорости, так и по интенсивности (т.е. степени изменения показателей) в каждой возрастной группе.

В дальнейшем периоде отдыха почти у всех испытуемых, за исключением лиц зрелого и пожилого возрастов, на 7-й мин. работоспособность повышалась относительно исходного значения (рис.23). Это повышение наиболее отчетливо было выраже-

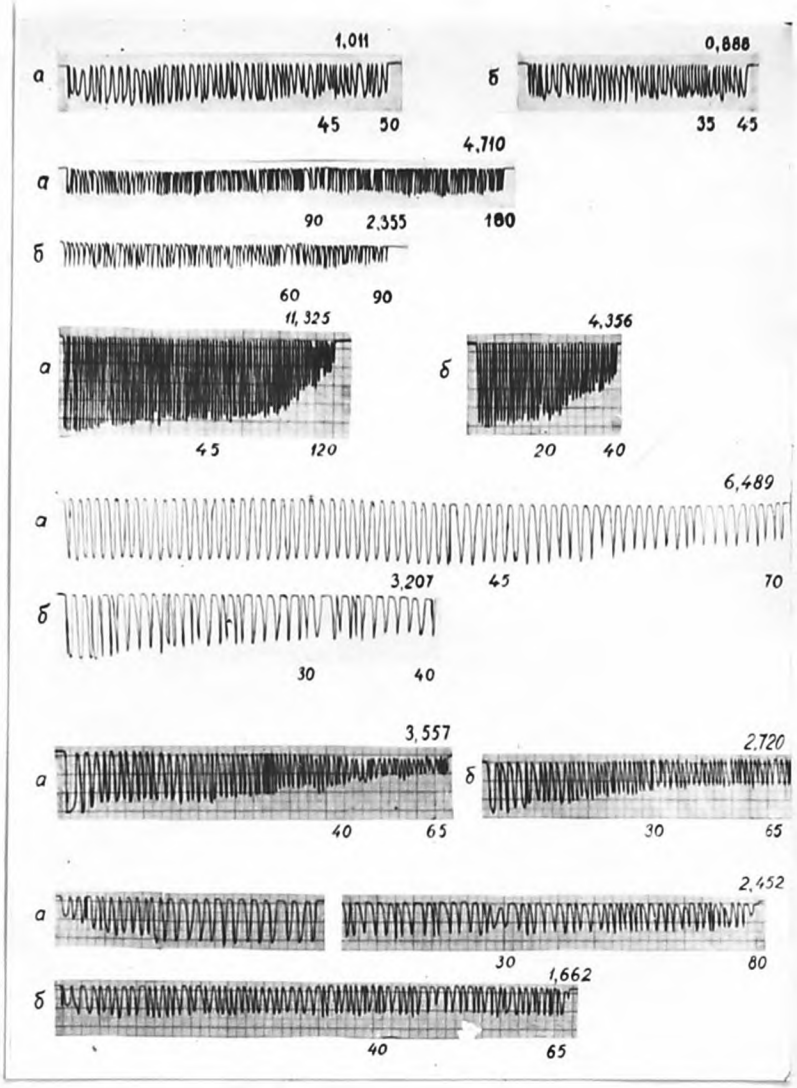


Рис.20. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным I мин. у испытуемых разного возраста: I – К-лев, 8 лет; 2 – Г-нов, I3 лет; 3 – М-ков, I8 лет; 4 – Г-лов, 35 лет; 5 – З-уев, 60 лет; 6 – С-ков, 90 лет.

(а – первая; б – повторная работа. На дальнейших рисунках подобного типа обозначения те же).

Таблица I5

Восстановление количества работы (в % от исходного уровня) после динамической работы у испытуемых разного возраста.

Возрастные группы	Статистические показатели	Восстановительный период (в мин.)									
		I	2	3	4	5	7-8	9-I0	II-I3	I4-I5	I6-20
I 4-5 лет	M ±m	69±4,0	76±2,2	I0I±4,0	I07±3,0	I04±7,0	III±3,6	I06±7,9	I26±22,2	80±8,4	
		>0,5	<0,00I	>0,25	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	>0,05		
II 8-9 лет	M ±m	8I±2,7	90±3,6	90±5,8	95±2,8	98±4,8	II0±2,6	I03±6,2		99±3,8	92±4,I
		>0,05	>0,5	>0,25	>0,5	>0,02	>0,I	>0,5		>0,I	
III I3-I4 лет	M ±m	63±5,8	7I±5,8	93±8,2	9I±8,9	I0I±3,6	I09±7,3	II3±6,6	98±6,0		I04±8,I
		>0,25	>0,02	>0,5	>0,25	>0,25	>0,5	>0,I	>0,5		
IУ I8-20 лет	M ±m	46±2,4	56±3,6	76±5,3	87±3,3	85±4,4	I08±9,4	94±4,6	I09±3,3	I00±9,4	
		>0,02	>0,002	>0,05	>0,5	>0,02	>0,I	>0,0I	>0,25		
У 30-35 лет	M ±m	57±4,I	69±5,3	77±3,I	84±2,8	93±3,9	99±5,6	I00±5,9	I02±8,I	98±I2,5	
		=0,I	>0,I	>0,I	>0,05	>0,25	>0,5	>0,5	>0,5		
УI 60-74 лет	M ±m	69±9,0	68±8,I	78±5,2	96±7,3	93±7,3	I00±4,3	94±4,8	9I±7,8	I06±I6,5	I0I±3,5
		>0,5	>0,25	=0,05	>0,5	>0,25	>0,25	>0,5	>0,25	>0,5	
УII 75-90 лет	M ±m	66±7,I	76±4,5	82±6,0	66±5,3	96±4,I	III±9,5	97±8,0	I02±8,3	II0±3,2	I09±I7,3
		>0,I	>0,25	>0,05	<0,00I	>0,I	>0,25	>0,5	>0,25	>0,5	

Таблица 16

Восстановление показателя выносливости (в % от исходного уровня) после динамической работы у испытуемых разного возраста.

Возрастные группы		Статистич. показатели	Восстановительный период (в мин.)									
			I	2	3	4	5	7-8	9-I0	II-I3	I4-I5	I6-20
I	4-5 лет	M±m	76±4,9	79±2,6	I03±4,8	I05±4,I	I06±6,8	II6±II,2	I06±8,6	I24±II,5	82±6,6	
			>0,5	<0,00I	>0,5	>0,5	>0,25	>0,25	=0,05	<0,00I		
II	8-9 лет	M±m	8I±2,9	85±5,0	II2±9,3	97±6,I	99±6,2	II2±3,6	II2±4,6	99±4,7		90±2,4
			>0,25	=0,02	<0,25	>0,5	>0,05	>0,5	>0,05		>0,I	
III	I3-I4 лет	M±m	67±5,0	65±5,3	90±6,2	82±I0,7	96±5,9	I06±7,I	I0I±6,5	98±7,4		88±6,I
			>0,5	=0,05	>0,5	>0,25	>0,25	>0,5	>0,5	>0,25		
IУ	I8-20 лет	M±m	55±3,4	65±3,6	82±4,8	87±3,5	90±3,7	II3±II,8	I02±7,8	I09±6,5	I04±6,8	
			>0,05	<0,0I	>0,25	>0,5	>0,05	>0,25	>0,5	>0,5		
У	30-35 лет	M±m	64±3,6	66±4,9	8I±3,8	88±4,4	94±4,9	92±4,8	I0I±4,3	I03±I0,4	I03±4,4	
			>0,5	>0,02	>0,I	>0,25	>0,5	>0,I	>0,5	>0,5		
УI	60-74 лет	M±m	62±I0,2	79±8,2	84±7,6	I0I±4,I	82±8,0	97±4,4	87±4,8	I0I±II,7	II6±7,0	I04±I6,0
			>0,I	>0,5	>0,05	>0,02	>0,I	>0,I	>0,25	>0,25	>0,5	
УII	75-90 лет	M±m	76±8,0	70±5,3	9I±9,5	79±6,9	9I±3,8	I04±6,3	I05±I0,0	95±I0,5	II6±4,0	87±I2,0
			>0,5	>0,02	>0,25	>0,I	>0,05	>0,5	>0,25	>0,05	>0,02	

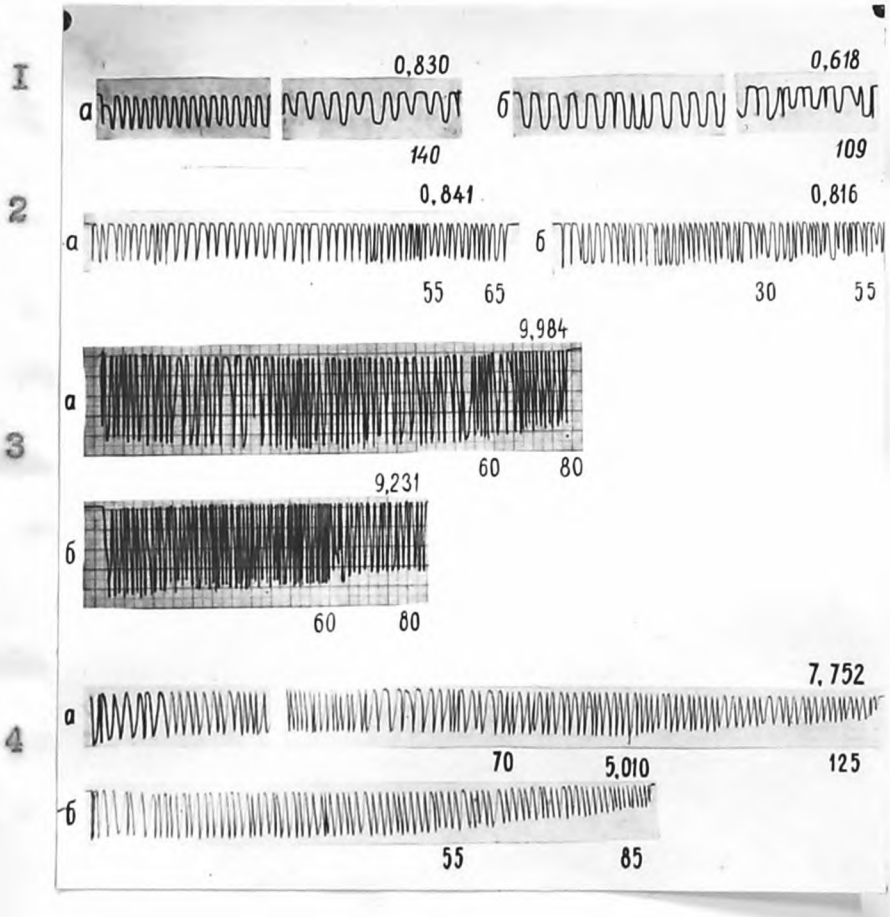


Рис.21. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным 3 минутам у испытуемых разного возраста:

I – С-нов, 4 лет; 2 – О-пов, 9 лет; 3 – Ш-лов, 20 лет; 4 – Б-сов, 35 лет.

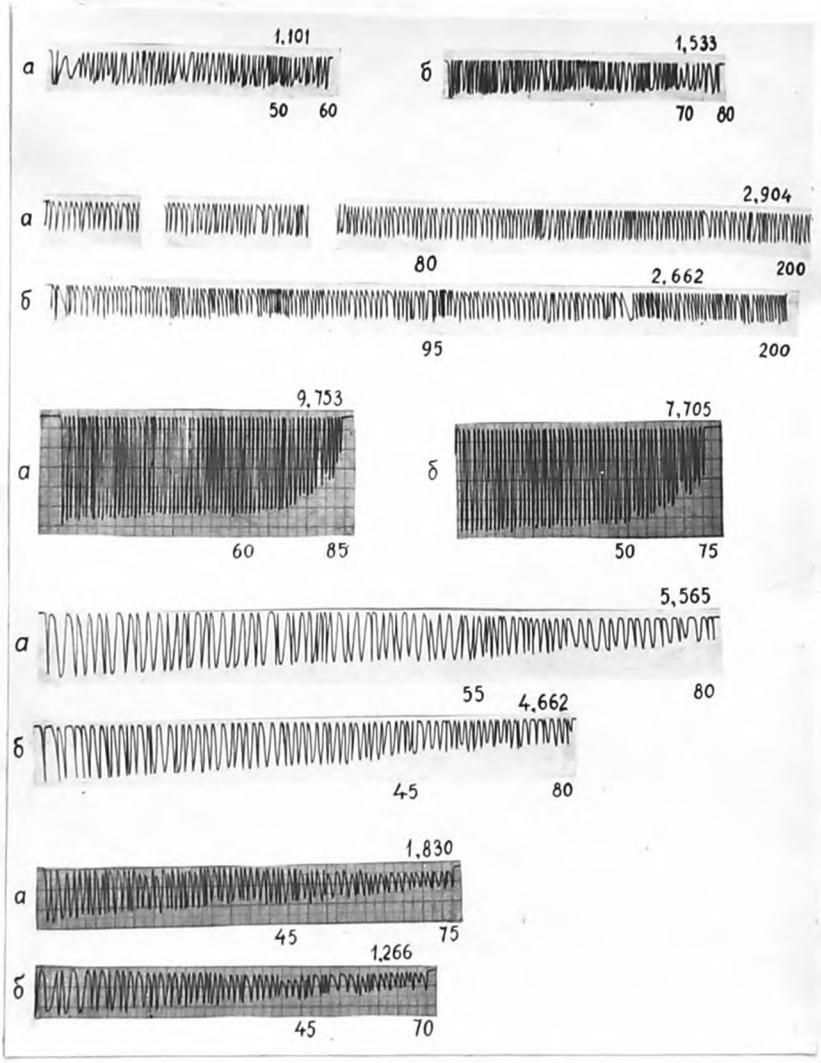


Рис.22. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным 4–5 минутам, у испытуемых разного возраста:

I – Б–аев, 8 лет; 2 – Х–лин, I3 лет;
3 – М–ков, I8 лет; 4 – К–сев, 32 лет;
5 – Г–мов, 83 лет.

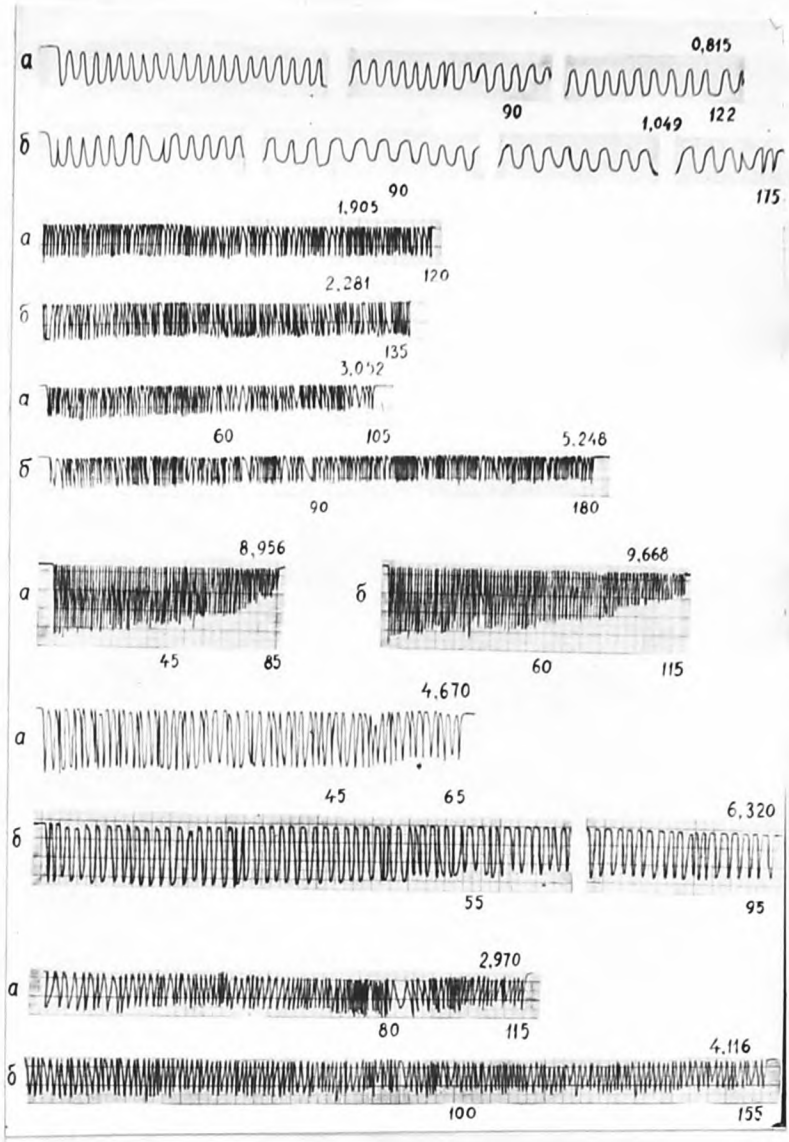


Рис.23. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным 7 минутам у испытуемых разного возраста:

I – К-ина, 5 лет; 2 – Мкин, 9 лет;
3 – У-нов, I3 лет; 4 – С-нов, I8 лет;
5 – О-нев, 33 лет; 6 – У-ких, 78 лет.

но у детей и стариков (рис.24, табл. I5,I6). Длительность этой фазы восстановительного периода была также различной. Так, работоспособность младших школьников и подростков после её повышения возвращалась вновь к исходному уровню на II-I3-й мин., у дошкольников и юношей - на I5-й мин., у стариков же - только после I6-й мин. отдыха. У лиц зрелого возраста и пожилых отмечалась лишь кратковременная тенденция к повышению показателей на II-й и I5-й мин., соответственно (рис.25,26).

Таким образом, наши данные, полученные на всех основных этапах онтогенеза, соответствуют пятому правилу Фольборта Г.В. (I940) о волнообразности восстановительных процессов, вызванных утомительной мышечной работой. Подобному ходу восстановления работоспособности сопутствуют фазовые процессы, наблюдаемые после мышечной деятельности в коре головного мозга (Данько Ю.И.,I960), связанные с чередованием тормозных и возбудительных процессов в нервных центрах. Вторичного же снижения работоспособности, которое было отмечено Лейником М.В. (I95I) в исследованиях лиц зрелого возраста и Волковым М.В. (I959) у детей I0-I5 лет, не наблюдалось ни в одной возрастной группе. Возможно, что за повторное снижение работоспособности был принят волнообразно затухающий процесс восстановления, соответствующий, например,ходу кривой восстановления мышечной энергии (рис.27).

При качественной оценке периода реституции выявились следующие возрастные особенности. Так например, была прослежена динамика утомляемости на протяжении всех фаз иссле-

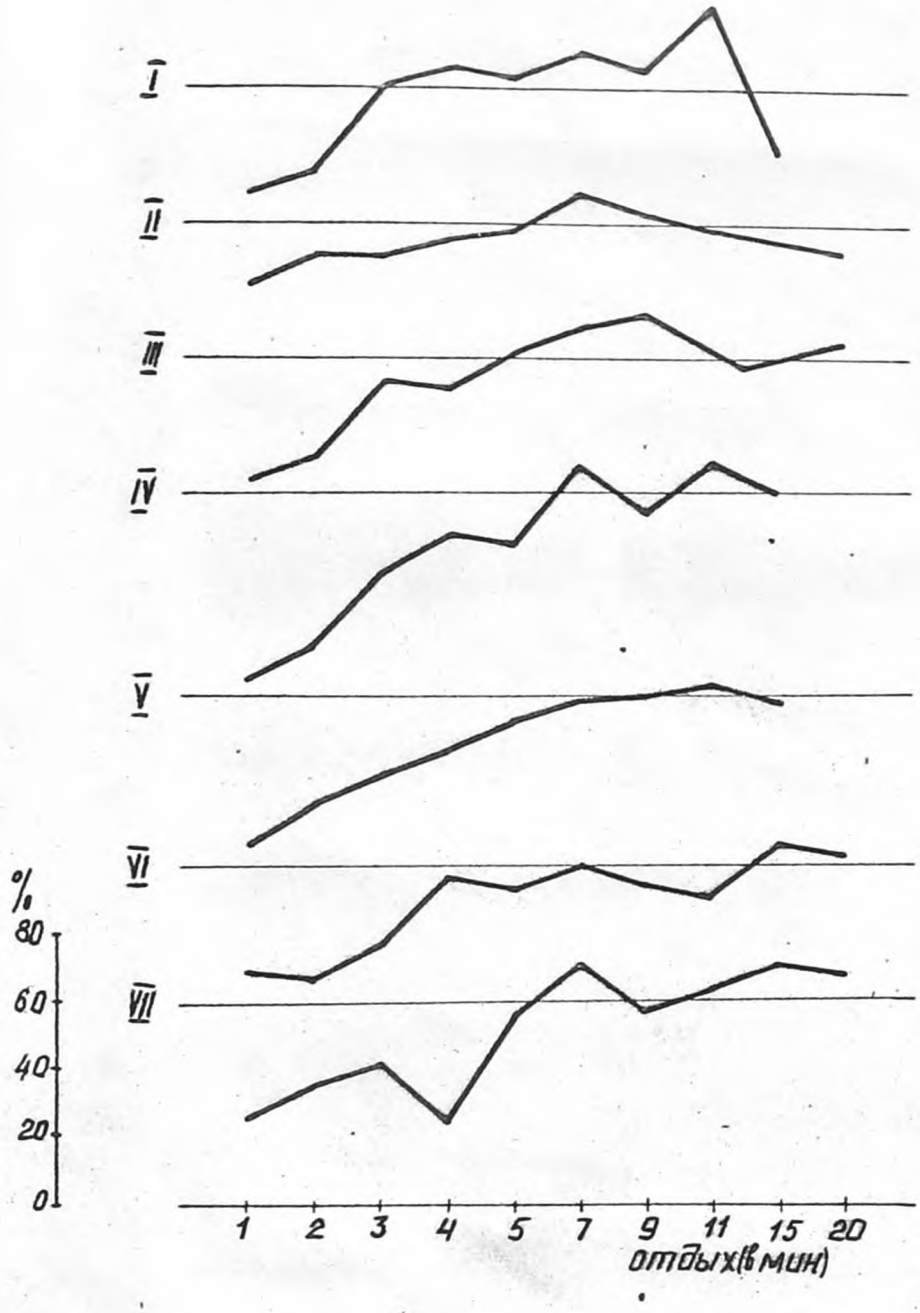


Рис. 24. Характер восстановления количества работы у испытуемых разного возраста (количество работы выражено в % от исходного уровня, который на графиках показан прямой линией обозначающей 100%, номера графиков соответствуют номерам возрастных групп).

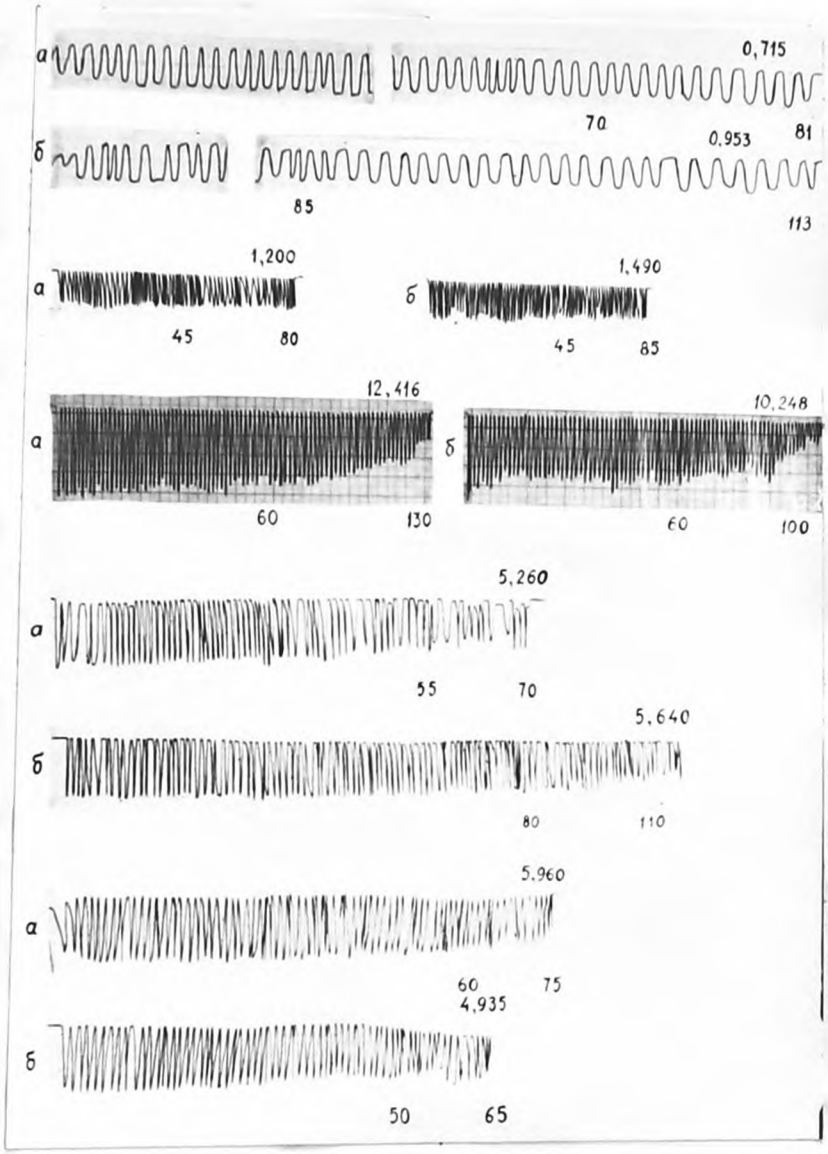


Рис.25. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным 9 минутам у испытуемых разного возраста:

I – Д-нин, 5 лет; 2 – К-лев, 8 лет;
3 – Р-нов, I3 лет; 4 – С-нев, 33 лет;
5 – Ш-мов, 66 лет.

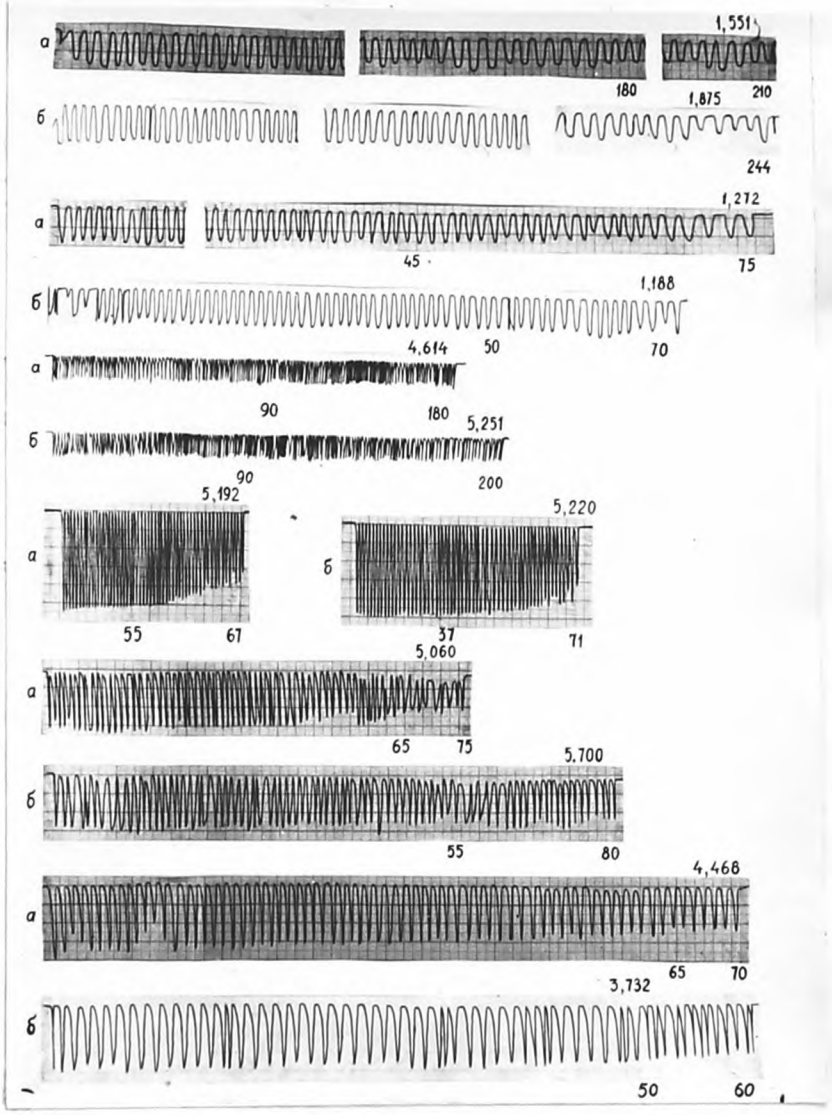
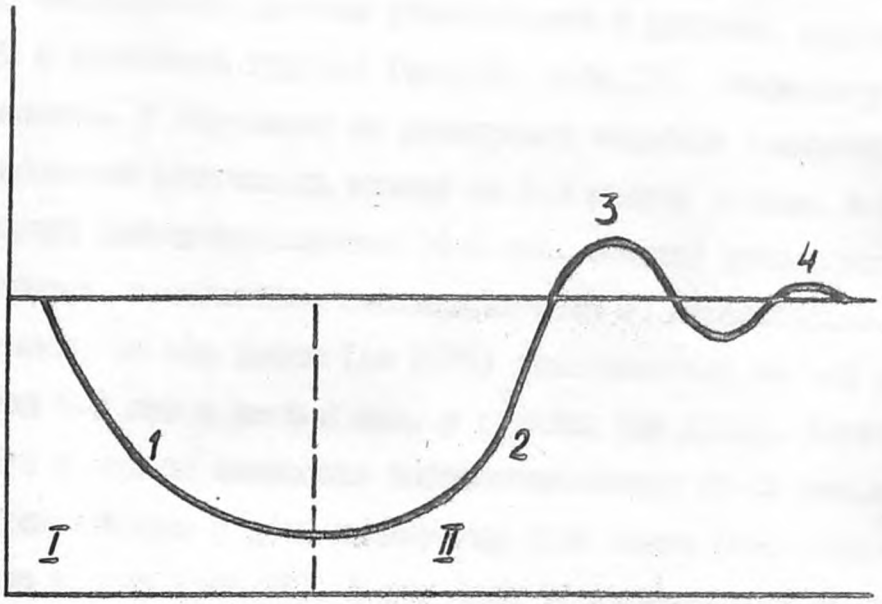


Рис.26. Эргограммы повторной динамической работы с интервалом отдыха, равным II-I9 минутам у испытуемых разного возраста:

1 – М-ков, 5 лет (отдых I5 мин.); 2 –Х-рин, 8лет (I9 мин.); 3 – Г-нов, I3 лет (I2 мин); 4 – С-пко, I8 лет (II мин.); 5 – О-нев, 33 лет (I4 мин.); 6 – Б-нец, 72 лет (I2 мин.).



I - работа; II - отдых; 1 - расходование;
2 - восстановление; 3 - сверхвосстановление;
4 - возвращение к исходному уровню.

Рис. 27. Схема процессов расходования и восстановления источников энергии при мышечной деятельности (по Н.Н. Яковлеву, 1969).

дуемого периода отдыха. В период понижения работоспособности, который занимает, в основном, первые три минуты отдыха, наблюдалась высокая утомляемость в детских, подростковой и юношеской группах (рис.28, табл.I7), особенно у подростков. У остальных же испытуемых подобное повышение утомляемости отмечалось только на 2-й минуте отдыха. В фазе дорабочей работоспособности (4-6 мин. отдыха) утомляемость испытуемых, в основном, соответствовала её первоначальным значениям, но она резко (до I93%) увеличивалась на 4-й мин. у детей 8-9 лет и на 5-й мин. у пожилых (до I3I%). Характерно, что в период повышения работоспособности (7-II мин.отдыха) утомляемость у всех испытуемых чаще всего была ниже исходного уровня (рис.29). В эту фазу кратковременное её увеличение наблюдалось у юношей на 7-й мин., у дошкольников и подростков - на 9-й мин. и вновь у подростков и пожилых - на I5-й минуте отдыха (табл.I7). В этом отношении наиболее благоприятными следует считать 7-ю и II-ю мин. восстановления, когда при высоком уровне работоспособности утомляемость почти у всех испытуемых была ниже исходной.

Медведева Н.Г. (I967) в своих исследованиях отметила, что максимум восстановления возбудимости мышц разгибателей голени у спортсменов после продолжительной разминки наблюдается на восьмой минуте; восстановление же носит фазовый характер. Виноградов М.И. (I94I), исследуя период реституции, показал, что на 6-9-й минуте отдыха после кратковременной работы до утомления создаются условия для наиболее экономичных энерготрат во время работы.

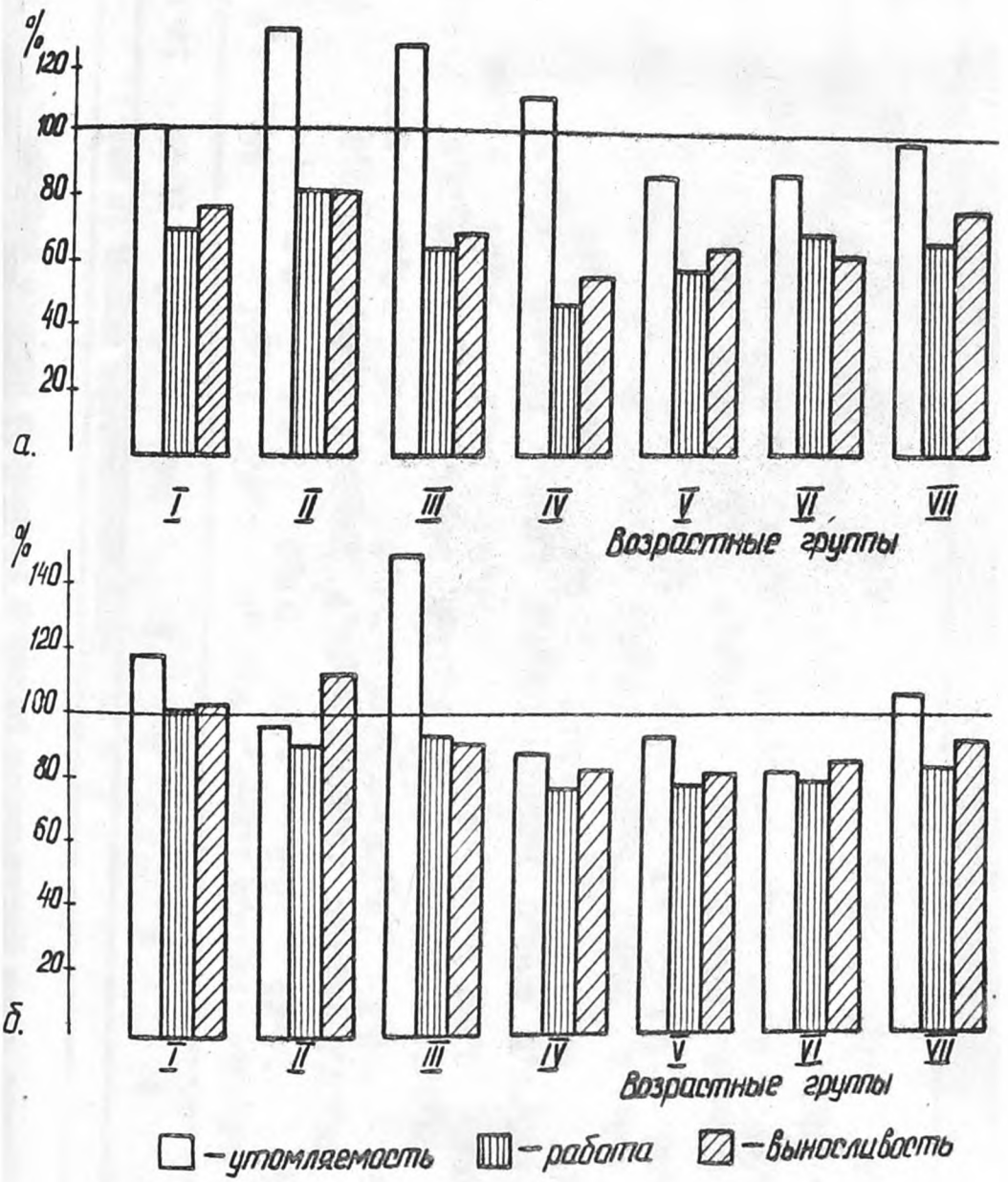


Рис. 28. Характер восстановительного периода на 1-й (а) и 3-й (б) минутах отдыха. Все показатели выражены в % от исходных уровней.

Восстановление показателя утомляемости (в % от исходного уровня) после динамической работы у испытуемых разного возраста.

Возрастные группы		Стат. показ.	Восстановительный период (в мин.) I	2	3	4	5	7-8	9-I0	II-I3	I4-I5	I6-20
I	4-5 лет	M±m	I02±I3,I	I02±I0,2	II8±I4,8	II2±I3,0	70±I6,6	72±9,3	II8±3I,0		95 ± 28,7	
			>0,5	>0,25	>0,5	=0,05	>0,5	>0,I	>0,5			
II	8-9 лет	M±m	I3I±I2,4	I0I±I2,3	96±I6,8	I93±27,6	98±I0,7	I00±I0,4	87±I3,0	89±I2,0		79±9,7
			>0,5	>0,5	<0,002	<0,00I	>0,5	>0,25	>0,5	>0,25		
III	I3-I4 лет	M±m	I26±I6,I	72±8,I	I49±I5,I		99±II,3	94±28,0	II5±23,I	76±I3,5		I85±28,9
			<0,002	<0,00I	>0,02		>0,5	>0,5	>0,25	>0,002		
IУ	I8-20 лет	M±m	II0±4,9	II0±I0,I	87±6,0	I0I±6,3	I09±7,8	II2±7,6	I07±6,9	9I±4,5		
			>0,5	=0,05	>0,I	>0,25	>0,5	>0,5	>0,05			
У	30-35 лет	M±m	86±7,3	I03±4,2	92±7,I	72±I2,0	I00±7,8	83±7,4	98±5,8	99±9,3	I0I±I7,6	
			=0,05	>0,I	>0,I	>0,05	>0,I	>0,I	>0,5	>0,5		
УI	60-74 лет	M±m	87±7,0	II7±6,2	8I±6,3	89±9,7	I3I±8,7	86±5,I	83±I9,5	97±I6,3	I44±I6,5	
			>0,002	<0,00I	>0,25	>0,002	<0,00I	>0,5	>0,5	=0,05		
УII	75-90 лет	M±m	97±I0,4	I06±6,6	I05±II,3	94±7,4	90±7,7	88±I3,6	69±I0,I	46±I3,4	I0I±II,5	I08±4,8
			>0,25	>0,5	>0,25	>0,5	>0,5	>0,25	>0,I	>0,002	>0,5	

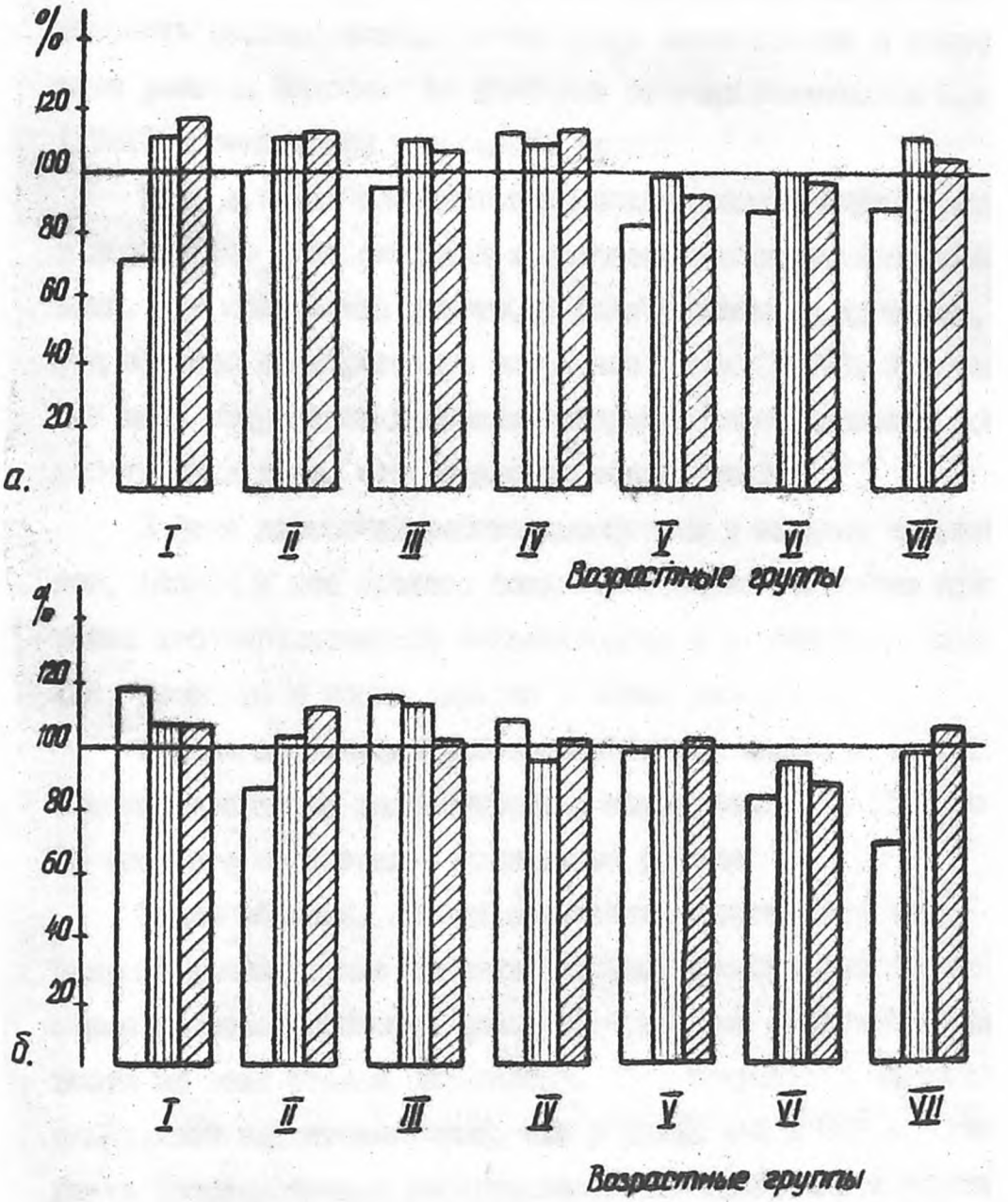


Рис. 29. Характер восстановительного периода на 7-й (а) и 9-й (б) мин. отдыха. (Обозначения теже, что на рис. 28)

Почти во всех возрастных группах отмечалась разная скорость восстановления показателей выносливости и количества работы. Подобный же факт был отмечен Максимовой О.Ф. (1961) у нескольких возрастных групп.

Так, в наших исследованиях восстановительного периода в первой его фазе скорость восстановления выносливости была выше, чем количества работы, у дошкольников, подростков, лиц зрелого и старческого возрастов (табл.I5,I6). У детей 8-9 лет, подростков и пожилых скорость восстановления объема работы была выше, чем остальных показателей.

В фазе дорабочей работоспособности у младших школьников, юношей и лиц зрелого возраста быстрее остальных показателей восстанавливалась выносливость, а у остальных испытуемых, особенно в конце периода - объем работы.

В фазе повышенной работоспособности по-прежнему быстро восстанавливалась выносливость у испытуемых 8-9, I8-20 и 30-35 лет, а у остальных - количество работы.

Таким образом, анализ полученных данных позволяет выявить качественные и количественные особенности восстановления работоспособности после дозированной мышечной деятельности на всех этапах онтогенеза. Так, результати наших исследований свидетельствуют, что у детей 4-5 и 8-9 лет скорость восстановления работоспособности выше, чем в других группах.

Авторы, получившие идентичные результаты для детей школьного возраста, по-разному объяснят их. Так, Волков В.М. (1959) более быстрое восстановление работоспособности у млад-

ших школьников связывает с большей подвижностью их нервных процессов, например, с более отчетливым проявлением отрицательной индукции в центральной нервной системе и наступающим поэтому более глубоким торможением нервных клеток после окончания утомительных упражнений, которое является стимулом ускорения процессов восстановления. По нашему мнению, более быстрое восстановление работоспособности детей можно связать также с очень малой величиной нагрузки во время работы и с особенностями морфологии и биохимии их мышечной ткани.

Тот факт, что скорость восстановления различных проявлений работоспособности в каждом возрастном периоде неодинакова, свидетельствует о том, что в основе восстановления каждого из них лежат различные физиологические механизмы.

Восстановление выносливости у детей опережает восстановление количества работы, что говорит о более лучших условиях для аэробных процессов у детей в период отдыха, чему способствует хорошая капилляризация их мышц. Кроме того, у молодых организмов, по данным лаборатории Яковлева Н.Н., меньше запас макроэргов в мышцах, а это приводит к большему удельному весу нефосфорилирующего окисления (Яковлев Н.Н., Краснова А.Ф., 1970). Эти же авторы отмечают большее увеличение молочной кислоты после стандартной работы в крови у детей, чем у взрослых. В то же время считается (Meyerhof O., 1928; Яковлев Н.Н., 1961), что чем выше содержание недоокисленных веществ в крови к моменту окончания работы, тем выше будет интенсивность аэробного окисления,

тем быстрее произойдет в организме восстановление биохимических сдвигов.

У подростков же скорость восстановления несколько замедлена, по сравнению с детьми 8-9 лет, но выше, чем у юношей и взрослых. Подобные результаты получены Волковым В.М. (1957). Однако, Смирнов К.М. (1961), Яковлева И.Н. (1963) отметили замедленное восстановление у подростков в условиях более высоких, чем в наших исследованиях, нагрузок.

Меньшей скоростью восстановления работоспособности обладают юноши и лица зрелого возраста, причем у юношей она несколько ниже, чем у взрослых, что было отмечено и в исследованиях Максимовой О.Ф. (1963). Очевидно, большая степень утомления во время работы требует и большего времени на восстановление у нетренированных испытуемых, занятых в наших экспериментах.

У пожилых испытуемых скорость восстановления работоспособности недостоверно ($p > 0,25$) выше, чем у юношей и лиц зрелого возраста, но медленней, чем у детей. Наши данные расходятся с мнением Фролькис В.В. (1970), Максимовой О.Ф. (1961) и других авторов, указывающих на замедление скорости восстановительных процессов после 50 лет. Очевидно, средние нагрузки стимулируют и в пожилом возрасте восстановительные процессы в организме, так, например, по мнению Буланкина И.Н. и Париной Е.В. (1959), стареющий организм имеет еще относительно высокие потенциальные возможности как окислительных, так и синтетических процессов, реализация которых раскрывает перспективы для удлинения поздних стадий онтогенеза и

продления жизни. Видная роль в этом принадлежит активной мышечной деятельности (Яковлев Н.Н. и др., 1970; Аршавский И.А., 1971).

Только у испытуемых старше 75 лет была зарегистрирована наименьшая, чем у остальных испытуемых, скорость восстановления работоспособности.

У всех испытуемых в восстановительном периоде выявляется три фазы: пониженной, дорабочей и повышенной работоспособности. Исключение составляют лица зрелого и пожилого возрастов, у которых после дозированной мышечной работы со средними нагрузками практически отсутствует фаза повышенной работоспособности. Наиболее интенсивно выражен период снижения работоспособности у юношей и лиц зрелого возраста. Фаза повышенной работоспособности вообще выражена слабее, чем пониженной, наибольшая её интенсивность наблюдается у детей, подростков и стариков. Очевидно, в этих группах имеются лучшие условия для суперкомпенсации затрат в периоде отдыха.

Отдельные показатели работоспособности имеют неодинаковую скорость восстановления во всех возрастных группах. Выносливость быстрее восстанавливается у дошкольников, младших школьников и юношей, количество работы – у подростков. У остальных испытуемых восстановление этих показателей идет волнообразно, но можно отметить преимущественную скорость восстановления выносливости у 30-35-летних, а работы – у пожилых и старых испытуемых.

На основании оценки всех показателей работоспособности в период отдыха, можно считать оптимальными следующие сроки восстановления: для дошкольников, младших школьников и подростков – 5–7 мин., для юношей и лиц зрелого возраста – 8–II мин., для пожилых и старых – 7–II мин. В более поздние сроки работоспособность снижается у большинства испытуемых.

2. Возрастные особенности восстановительного периода работоспособности после статической мышечной деятельности.

Восстановительные процессы после средних статических напряжений также изучались на протяжении I5–20 мин. отдыха. При этом выявились те же фазы, что и в периоде реституции после динамической работы, однако, имелись существенные различия в скорости развития и характере этих фаз (рис.30, 33). Очевидно, фазовый характер развития восстановления также связан с волнообразными процессами в коре головного мозга во время статической деятельности и после неё, отмеченными Верещагиным Н.К. (I962) и др.

Наиболее кратковременной первая фаза была у пожилых и лиц старше 75 лет (табл.I8,I9, рис.34). У юношей, подростков и дошкольников наблюдалась более высокая, чем у других испытуемых степень снижения уровня показателей работоспособности в первый период отдыха. Интенсивность этого периода была различной после статической и динамической работы. Так, если у детей 4–5 лет между I-й и 3-й мин. отдыха вынос-

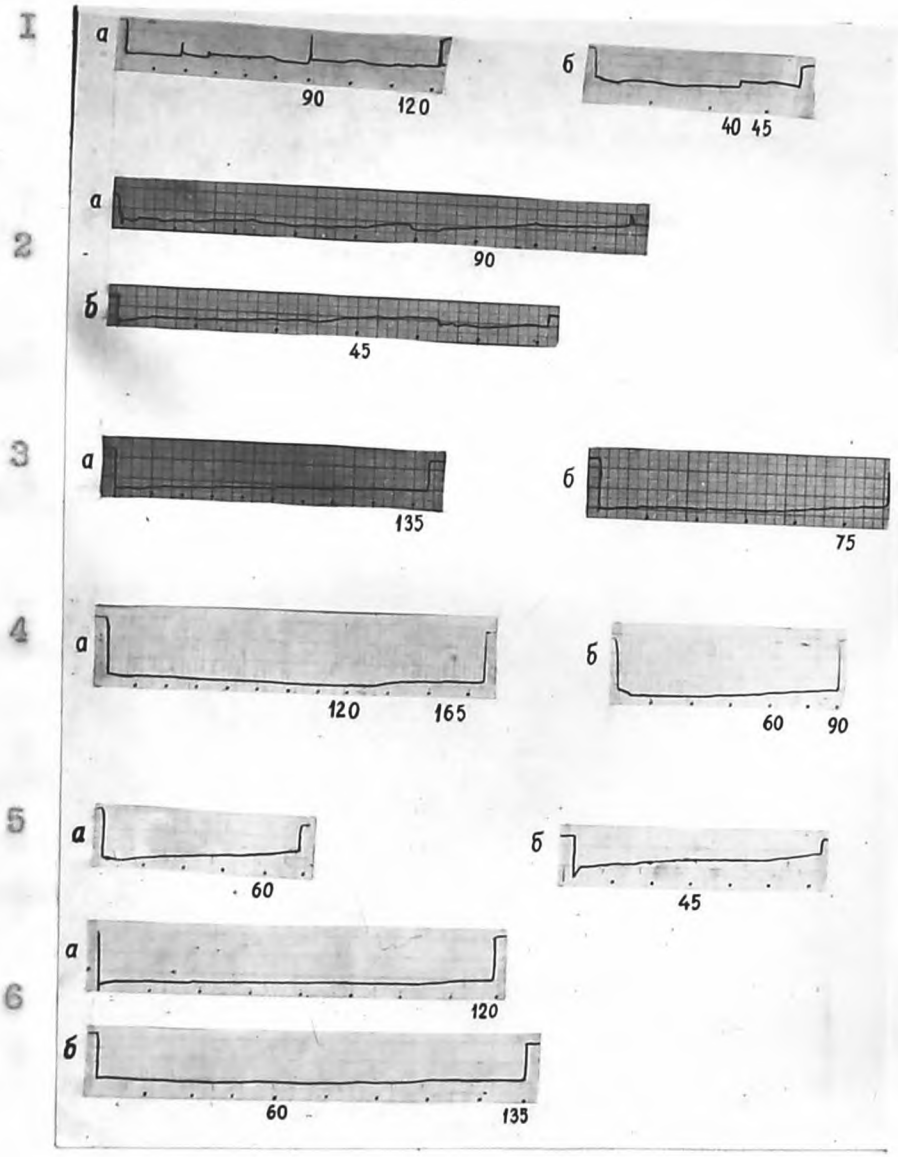


Рис.30. Эргограммы повторной статической работы с интервалом отдыха, равным I минуте у испытуемых разного возраста:

I – Б-хин, 5 лет; 2 – П-зев, 8 лет;
3 – П-лов, 20 лет; 4 – К-сев, 32 лет;
5 – К-лов, 70 лет; 6 – У-ких, 78 лет.

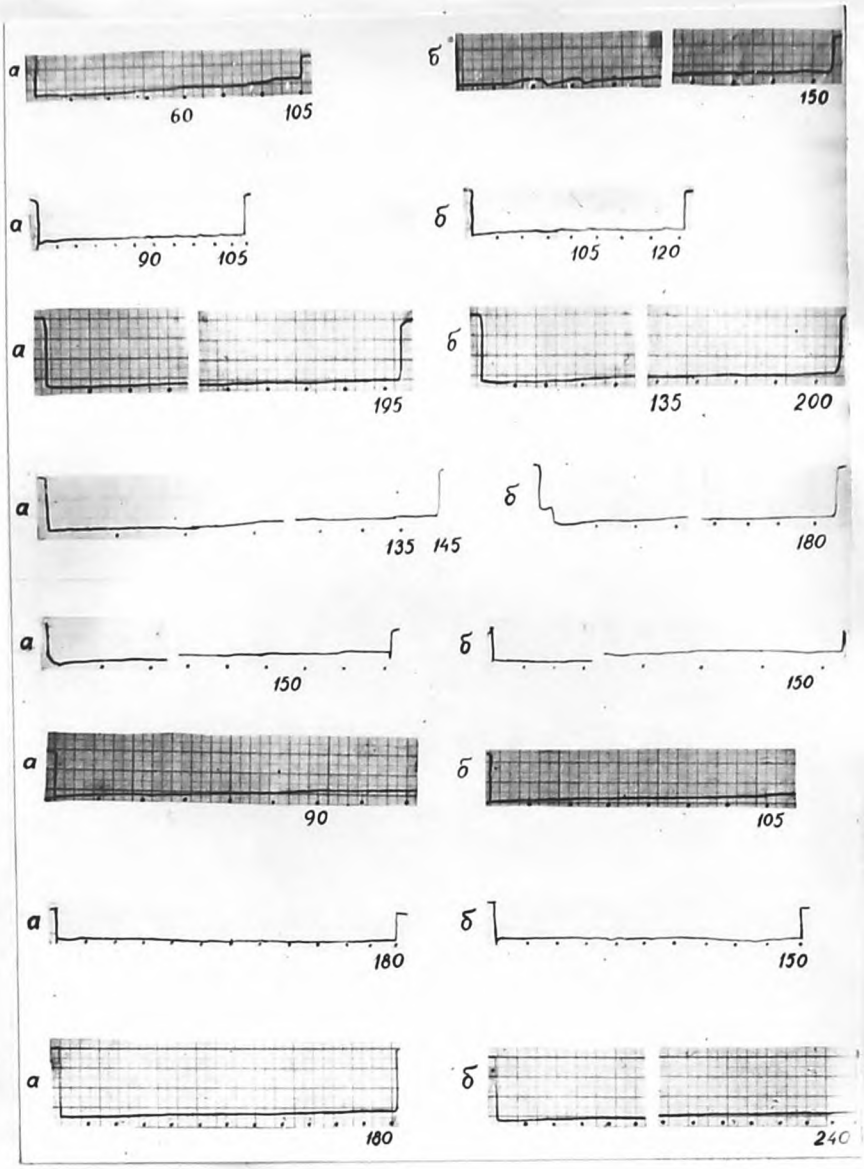


Рис.31. Эргограммы повторной статической работы с интервалом отдыха, равным 3 мин. (1–4 эргограммы) и 5 мин. (5–8 эргограммы) у испытуемых разного возраста:

1 – А-ров, 9 лет; 2 – Б-лев, 13 лет;
3 – Зуев, 60 лет; 4 – Н-кий, 79 лет;
5 – Б-ков, 5 лет; 6 – В-нин, 18 лет;
7 – С-уин, 30 лет; 8 – З-уев, 60 лет.

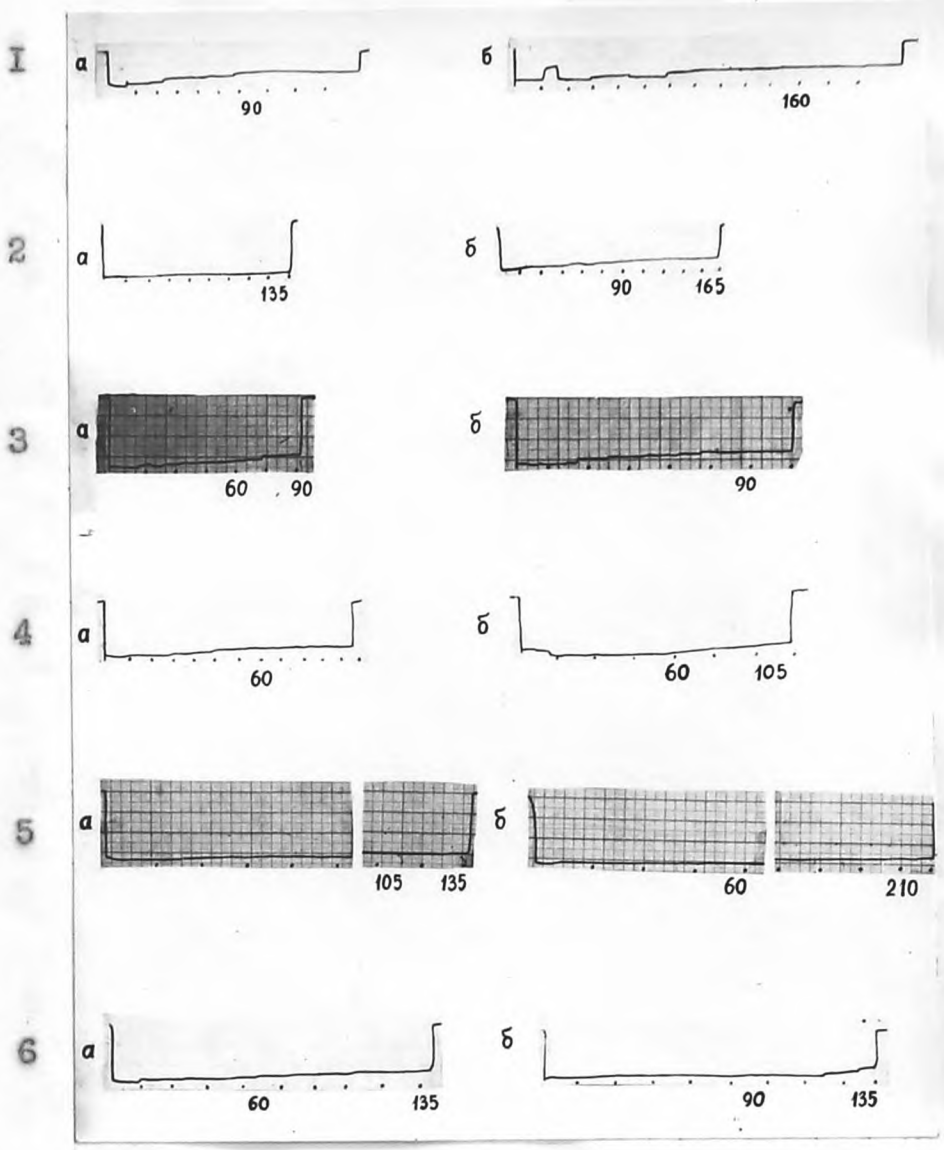


Рис.32. Эргограммы повторной статической работы с интервалом отдыха, равным 7-8 минутам у испытуемых разного возраста:

I - М-ков, 5 лет; 2 - К-аев, I4 лет;
3 - С-лов, I8 лет; 4 - Ч-ура, 32 лет;
5 - Ш-мов, 66 лет; 6 - Г-мов, 83 лет.

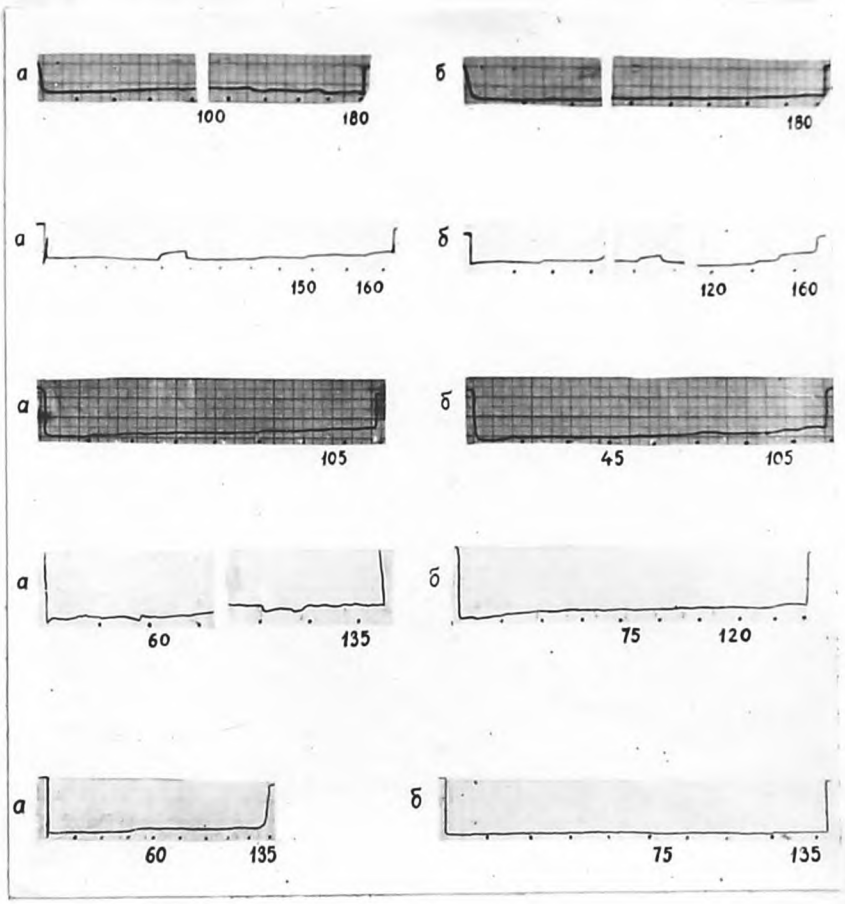


Рис.33. Эргограммы повторной статической работы с интервалом отдыха, равным 9–20 мин. у испытуемых разного возраста:

I – Б-хин, 5 лет (отдых 9 мин.); 2 – Д-мин, 5 лет (I3 мин.); 3 – Д-вин, I8 лет (20 мин.); 4 – В-нов, I9 лет (I5 мин.); 5 – У-ких, 78 лет (I5 мин.).

Восстановление показателя выносливости (в % от исходного уровня) после статической мышечной деятельности у испытуемых разного возраста.

Возрастные группы		Статистич. показатели	Восстановительный период (в мин.)								
			I	2	3	4	5	7-8	9-I0	II-I3	I5-20
I	4-5 лет	M±m	66±5,5	56±5,7	8I±5,4	85±4,7	9I±5,0	I07±7,I	I02±5,8	96±6,3	II3±6,0
			<0,I	<0,02	>0,5	>0,25	<0,05	>0,5	>0,25	<0,05	
II	8-9 лет	M±m	72±5,4	8I±5,5	9I±9,4	94±7,3	II4±I0,7	I02±9,I	99±I0,8		
			>0,25	>0,25	>0,5	>0,I	>0,25	>0,5			
III	I3-I4 лет	M±m	64±6,7	77±5,5	I20±I5,0	I02±6,3	88±6,2	92±7,4			
			>0,I	>0,0I	>0,25	>0,I	>0,5				
IУ	I8-20 лет	M±m	67±3,6	72±3,2	74±6,I	87±9,3	95±6,7	I06±6,8	I00±5,8	I03±5,7	III±I0,0
			>0,25	>0,5	>0,25	>0,25	>0,25	>0,5	>0,5	>0,25	
У	30-35 лет	M±m	86±I3,3	85±I4,4	80±4,I	I04±6,2	98±5,7	I33±I5,I	I08±9,I	93±4,8	I06±I2,6
			>0,5	>0,5	>0,002	>0,25	>0,02	>0,I	>0,I	>0,25	
УI	60-74 лет	M±m	8I±8,0	I00±9,9	I2I±7,7	II3±I3,3	I23±I4,0	90±I0,4	I03±I5,3		
			>0,I	>0,I	>0,5	>0,5	>0,05	>0,5			
УII	75-90 лет	M±m	99±I0,6	I2I±3,8	95±5,7	I04±9,3	95±7,7	I04±9,5	99±8,6		
			>0,05	<0,00I	>0,25	>0,5	>0,5	>0,5			

Восстановление величины усилия (в % от исходного уровня) после статической мышечной деятельности у испытуемых разного возраста.

Возрастные группы	Статистич. показатели	Восстановительный период (в мин.)								
		I	2	3	4	5	7-8	9-I0	II-I3	I5-20
I 4-5 лет	M±m	89±3,2	97±2,6	93±2,3	I00±4,0	I03±3,3	96±2,8	94±2,4	I03±4,I	
			>0,05	>0,25	>0,I	>0,5	>0,I	>0,5	>0,05	
II 8-9 лет	M±m	96±4,I		95±2,8		I03±6,I	I09±7,9	I09±8,3	I04±7,8	87±2,5
				>0,5		>0,I	>0,5	>0,5	>0,5	>0,02
III I3-I4 лет	M±m	I03±8,8		I04±5,2		I03±6,3		I04±8,0	99±4,5	
				>0,5		>0,5		>0,5		
IУ I8-20 лет	M±m	99±2,5	96±2,0	I07±2,2	I04±3,7	I0I±I,8	99±3,5	I04±2,0	I0I±2,8	95±3,0
			>0,25	<0,00I	>0,25	>0,25	>0,5	>0,I	>0,25	>0,I
У 30-35 лет	M±m	98±2,5	93±3,4	I00±3,3	98±2,7	99±2,7	97±6,7	95±3,6	I05±7,5	I04±I,5
			>0,I	=0,05	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	>0,I	>0,5
УI 60-74 лет	M±m	86±5,I		82±8,2		I00±2,6	92±I,2	I03±9,0	I00±3,0	I00±9,4
				>0,02		>0,002	>0,I	>0,5	>0,5	
УII 75-90 лет	M±m	99±2,4		I0I±3,5		98±5,6	I02±5,I	98±5,7	99±4,I	I00±4,5
				>0,5		>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	

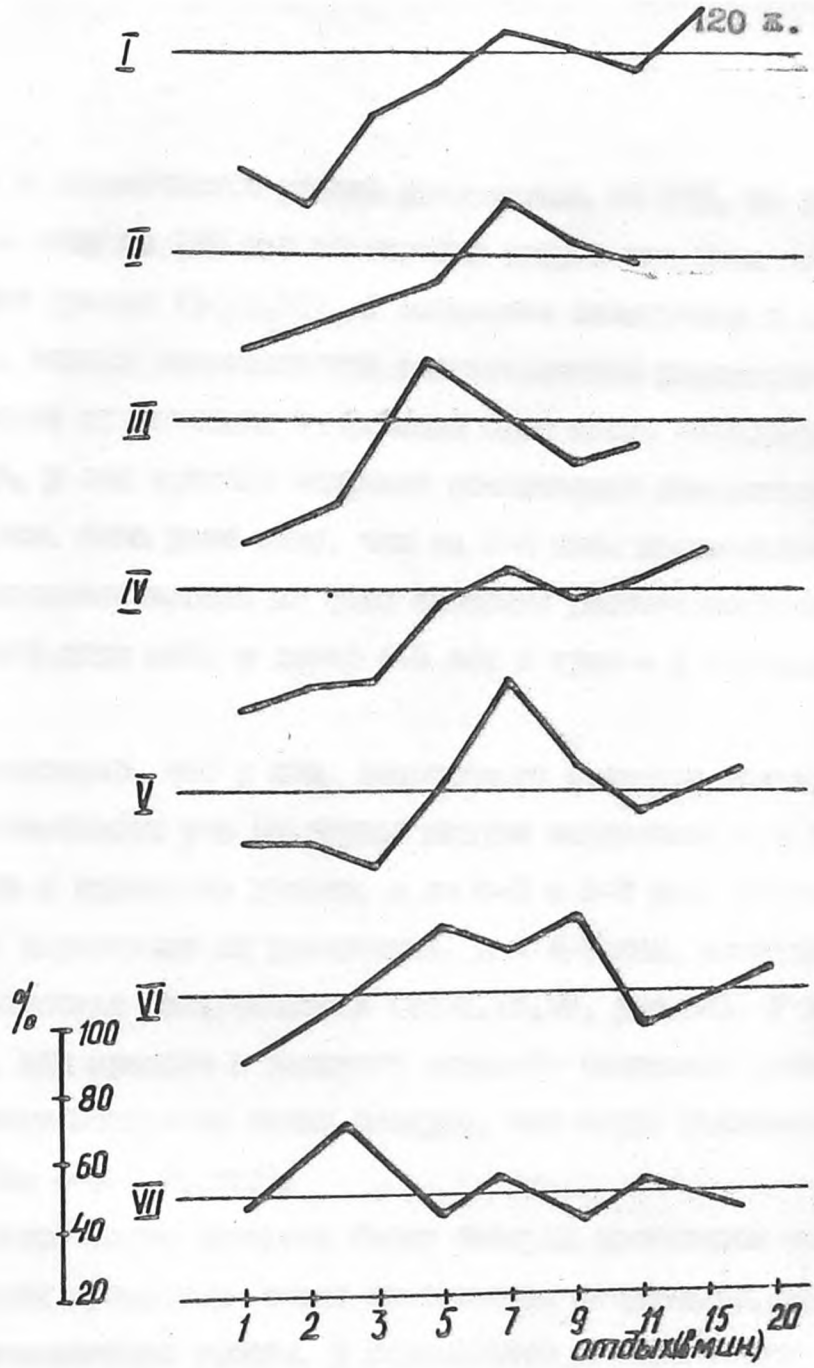


Рис. 34. Характер восстановления статической выносливости у испытуемых разного возраста. (Выносливость выражена в % от исходного уровня, который на графиках показан прямой линией, обозначающей 100%. Номера графиков соответствуют номерам возрастных групп).

ливость к динамической работе увеличилась на 27%, то статическая – лишь на 15% и в абсолютных цифрах она была меньше исходного уровня ($p > 0,25$). У остальных испытуемых в первые три мин. отдыха интенсивность восстановления работоспособности после статических напряжений была также невысокой, например, у лиц зрелого возраста статическая выносливость на 3-й мин. была даже ниже, чем на 1-й мин. восстановления.

Продолжительность же фазы снижения работоспособности была равна двум мин. у детей 4–5 лет и трем – у остальных групп.

Характерно, что у лиц старческого возраста показатели работоспособности уже на первой минуте восстановления приближались к исходному уровню, а на 2-й и 3-й мин. наблюдалось уже выраженное их увеличение, и к 4–5 мин. восстановление полностью заканчивалось (табл.18,19, рис.34). У подростков, лиц зрелого и пожилого возраста повышение работоспособности наступало также быстрее, чем после динамической работы (на 4–5-й минуте).

В целом можно отметить более быстрое протекание восстановительных процессов после статических напряжений, чем после динамической работы, у большинства исследованных групп. Этот факт можно, очевидно, объяснить тем, что при статической деятельности быстрее развивается торможение в соответствующих отделах центральной нервной системы (Лехтман Я.Б., 1955; Верещагин Н.К., 1962), которое является мощным стимулом восстановительных процессов. Кроме того, утомляемость при средних статических напряжениях почти у всех

испытуемых, судя по продолжительности рабочего периода, была меньше, чем после идентичной динамической работы, следовательно, и на восстановление требовалось меньше времени.

Фаза повышенной работоспособности у дошкольников, младших школьников и юношей развивалась, как и после динамической работы, на 7-й минуте восстановительного периода. Однако, в отличие от динамической деятельности, это повышение наиболее значительным было у лиц зрелого возраста (7-я мин.) и пожилого (9-я мин.), до I33 и I23%, соответственно (рис.32, 33). Характерно, что у пожилых дважды отмечалось повышение работоспособности в период отдыха после статической мышечной деятельности, на 4-й и 9-й минуте.

Сила мышц, судя по показателю статического усилия (высота подъема груза в I/3 от максимального, в мм) после статического напряжения восстанавливалась быстрее, чем выносливость (табл.I9). Исключение составили периоды отдыха между 5-9, а для лиц старше 60 лет - между 2-3 мин., когда скорость восстановления выносливости была выше, чем силы. У пожилых и старых испытуемых восстановление выносливости, вообще чаще всего опережало восстановление величины усилия.

Если провести сравнительный анализ характера восстановления показателя выносливости при обоих видах работы (рис.35), то можно отметить, что скорость восстановления у дошкольников и младших школьников - выше после динамической, а интенсивность (степень изменения показателей) первой фазы более выражена после статической. У юношей же скорость и интенсивность восстановления выносливости практически одинакова после

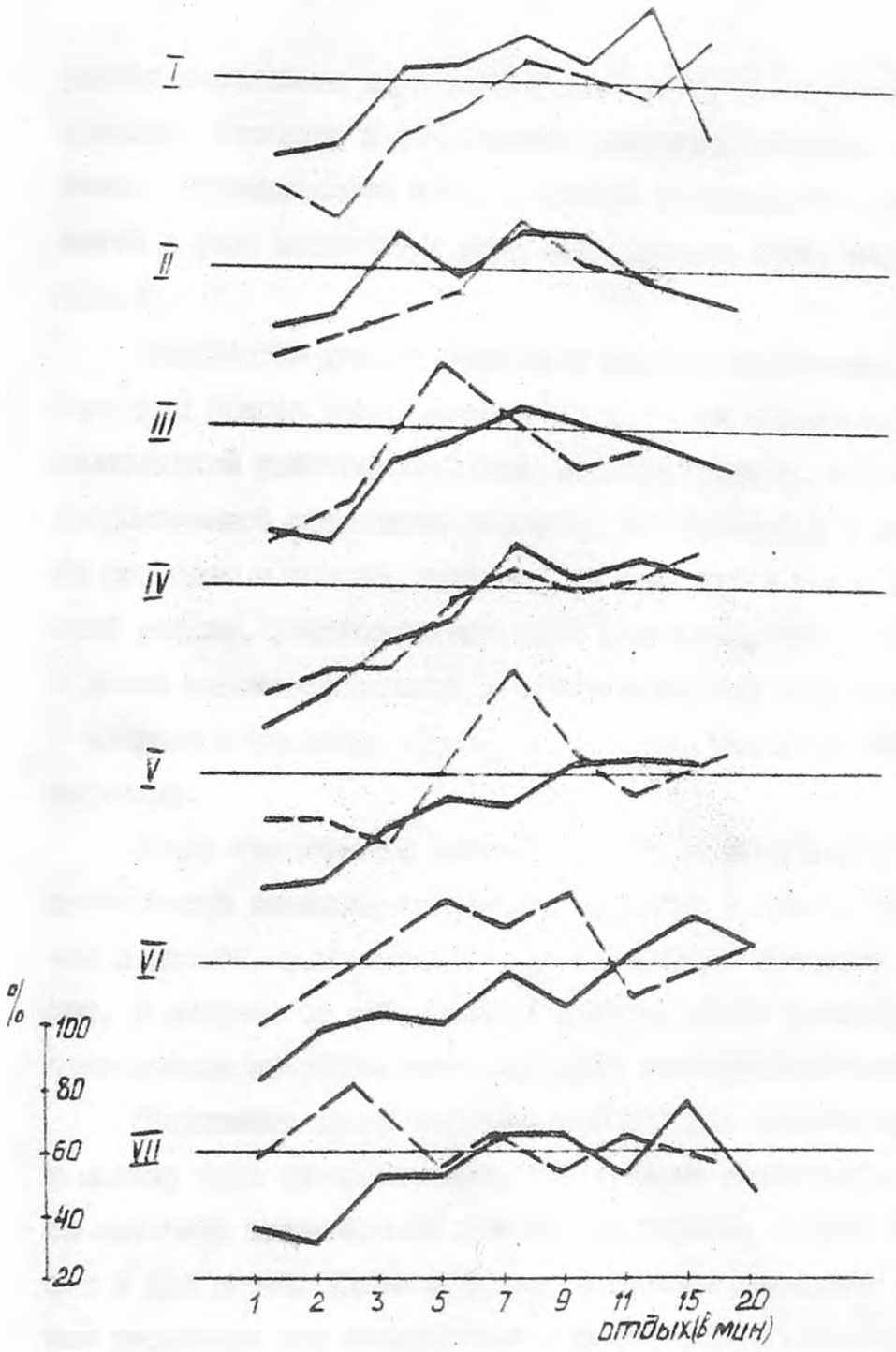


Рис. 35. Зависимость восстановления статической (— — —) и динамической (——) выносливости от возраста (обозначения те же, что на рис. 34).

работы различного характера (рис.35,IУ). У подростков, лиц зрелого, пожилого и старческого возрастов скорость и, особенно, интенсивность восстановления статической выносливости в фазе повышенной работоспособности выше, чем динамической.

Полученные данные позволили сделать заключение, что наиболее быстро после средних статических напряжений восстанавливается работоспособность лиц старческого, пожилого и подросткового возрастов, наиболее же медленно - у лиц зрелого возраста и юношей, причем у юношей, как и после динамической работы, восстановление идет медленней, чем у взрослых. У детей работоспособность восстанавливается медленней, чем у старших возрастных групп, но быстрее, чем у юношей и взрослых.

После статической деятельности фаза пониженной работоспособности наиболее интенсивно выражена у детей, подростков и юношей, а повышенной - у лиц зрелого возраста и пожилых, в отличие от динамической работы, после которой у них практически отсутствовало повышение работоспособности.

Результаты наших исследований еще раз свидетельствуют в пользу того предположения, что средние статические нагрузки являются оптимальными как для испытуемых старше 60 лет, так и для детей. Таким образом, различные механизмы развития утомления при статической и динамической деятельности соответствуют отличиям и в ходе восстановительных процессов, так, например, средние статические нагрузки являются более

мощным стимулом развития восстановительных процессов, чем динамические для испытуемых большинства исследованных групп.

Оптимальными после статической деятельности в адекватных для каждой возрастной группы условиях можно считать следующие сроки восстановления: для детей и подростков - 4-7 мин., для юношей и лиц зрелого возраста - 5-9, для пожилых - 4-10 и для стариков - 3-7 мин. отдыха.

Р е з ю м е.

Таким образом, характер восстановительного периода работоспособности, в свою очередь, свидетельствует в пользу различных механизмов утомления на разных этапах онтогенеза. Так, большая длительность периода восстановления и высокая интенсивность первой фазы у юношей и лиц зрелого возраста говорит о более высокой степени их утомления во время мышечной деятельности различного характера, даже в оптимальных условиях работы. Меньшей же степени утомления у детей и старших испытуемых соответствует и высокая скорость восстановления. Тот факт, что восстановительные процессы быстрее протекают после статических напряжений средней тяжести, также свидетельствует в пользу их меньшей утомительности для большинства исследованных групп. Очевидно, средние статические нагрузки являются мощным стимулом восстановительных процессов в двигательном аппарате, особенно у пожилых и старых испытуемых.

Высокий уровень выносливости при средних дозированных нагрузках у детей 4-5 лет и быстрое восстановление работоспособности свидетельствуют о достаточно хорошем развитии функций их двигательного анализатора, способного уже к выполнению средних физических нагрузок, с применением статического компонента.

В пожилом и старческом возрасте также сохраняется высокий уровень выносливости, особенно, при статической деятельности и быстрое её восстановление, что свидетельствует о больших функциональных резервах их двигательного аппарата, особенно при адекватных нагрузках.

ГЛАВА VI

ДИНАМИКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМАХ

В предыдущих главах были получены данные, которые свидетельствуют о высокой выносливости детей дошкольного возраста к средним нагрузкам, а также о быстром, по сравнению с другими возрастными периодами восстановлении их работоспособности после дозированной мышечной деятельности. Учитывая, что работоспособность детей дошкольного возраста при различных нагрузочных режимах изучается недостаточно, мы поставили своей задачей оценить также характер развития утомления и восстановительного периода у детей при динамической работе с грузами, близкими к максимальным, т.е. при работе высокой интенсивности.

Большое количество работ в литературе посвящено исследованию влияния регулярных занятий спортом на организм школьников и на развитие их двигательных качеств (Зимкин Н.В. и др., 1953; Волков В.М., 1959 ; Данько Ю.И.,1959; Коробков А.В., 1959; Фарфель В.С., 1960; Яковлев Н.Н., 1962; Шабунин Р.А., 1969 и др.). Однако, во многих видах спорта систематическую подготовку к нему начинают уже в дошкольном возрасте. Влияние же систематических тренировочных занятий на работоспособность дошкольников, предстоит изучить как тренерам, так и физиологам.

Целью нашего исследования и явилось изучение динамики изменения силы и выносливости кисти к статическим напряжениям, а также характера их восстановления после тренировочных нагрузок у детей 5-6 лет в процессе занятий плаванием.

I. Оценка работоспособности и её восстановления при субмаксимальных нагрузках на эргографе у детей 4-5 лет.

Как и в основной группе, исследования проводились с практически здоровыми, нетренированными детьми 4-5 лет, воспитанниками детского сада (5 мальчиков и три девочки). Показатели работоспособности детей обоего пола между собой практически не различались.

Дети выполняли на пальцевом эргографе работу до утомления в темпе 60 в мин., но груз был взят больший, чем в основных исследованиях. При его выборе мы исходили из такого груза, который бы составил 11% от веса тела так же, как "средний груз" у юношей.

Оказалось, что величина этого груза составила в среднем $1,76 \pm 0,02$ кг, превышая величину "среднего груза" на 0,26 кг ($p < 0,001$). Почти у всех детей груз в 11% от веса тела приближался к максимальному, который дети могли поднять указательным пальцем на эргографе. Так, максимальный груз был равен, в среднем, $2,0 \pm 0,11$ кг.

Исходные данные работоспособности детей представлены в табл.20. Из таблицы видно, что при одном и том же количестве выполняемой в разных условиях работы, при большей её

Таблица 20

Работоспособность детей 4–5 лет при разных нагрузочных режимах.

Общие показатели	Статистические показатели	Условия работы	
		I/3 "среднего груза	I/3 груза, равного 11% от веса тела
Величина груза (в кг)	M ± m	I,5±0,006	I,76±0,02
		<0,00I	
Количество работы до утомления (в кгм)	M ± m	0,9I5±0,I5	0,949±0,I9
		>0,5	
Показатель выносливости (в сек)	M ± m	I26 ± 8,I	24 ± I,I
		<0,00I	
Появление чувства усталости (в сек.)	M ± m	97 ± 7,3	I6 ± 0,I
		<0,00I	
Сопротивляемость утомлению (в %)	M ± m	23 ± 2,9	33 ± 3,I
		>0,02	
Показатель утомляемости (в %)	M ± m	25 ± I,5	46,6±5,6
		<0,00I	

интенсивности резко (в 5,2 раза) снижается выносливость и растет утомляемость испытуемых. Чувство усталости при этом возникает очень рано, чем, очевидно, можно объяснить относительно высокую способность преодолевать утомление в этих условиях.

В восстановительном периоде наиболее короткой была фаза пониженной работоспособности. Уже на I-й минуте отдыха все показатели практически достигали исходных значений (табл.2I), но на 2-й минуте наблюдалась некоторая тенденция к снижению показателей, причем утомляемость, по сравнению с исходной, увеличивалась. Кратковременное, но весьма выраженное повышение работоспособности отмечалось у детей после 7-й минуты отдыха, когда количество выполняемой работы увеличилось на 63%, показатель утомляемости же, напротив, снизился на 26% относительно исходного. К своим первоначальным значениям все показатели возвращались на 9-й мин. отдыха. Таким образом, восстановительные процессы после работы детей с большими грузами заканчивались, в основном, за 9 мин. Наиболее благоприятным интервалом времени отдыха при этом, как и при работе со "средними грузами", можно считать 5-7-ю мин. восстановительного периода.

Таким образом, полученные результаты позволяют предположить, что субмаксимальные грузы являются неадекватными для детей 4-5 лет, что подтверждается низкой выносливостью и высокой утомляемостью детей в этих условиях. Об этом же свидетельствуют экспериментальные исследования, проведенные в лаборатории Яковлева Н.Н. (Краснова А.Ф.,I960; Яковлев Н.Н.,I962).

Таблица 21

Восстановление работоспособности при работе с субмаксимальными грузами у детей 4–5 лет.

Общие показатели (в % от исходного уровня)	Статистические показатели	Восстановительный период (в мин.)					
		I	2	3	5	7	9
Количество работы	M ± m	9I±6,I	87±I0,4	97±I4,3	97±I5,0	I64±8,0	9I±9,I
Показатель выносливости	M ± m	93±I7,4	95±I2,3	I09±I8,2	I0I±8,8	II6±6,0	I27±I3,0
Показатель утомляемости	M ± m	76±6,3	II4±I2,0	II4±I6,9	I08±I3,0	74±I9,2	I50

В то же время полученные нами данные свидетельствуют о положительном влиянии высоких нагрузок на восстановительные процессы испытуемых, например, на их ускорение и большую степень повышения показателей в фазу суперкомпенсации, чем при средних нагрузках, чему способствует, очевидно, быстро развивающееся в этих условиях центральное торможение. Возникновением охранительного торможения можно объяснить, по-видимому, и раннее возникновение чувства усталости у детей при интенсивных нагрузках. Klimt F., Haense B. (1970), применяя субмаксимальные нагрузки на велоэргографе для детей 4-6 лет, также не выявили у них каких-либо патологических отклонений вегетативных функций во время работы и в период отдыха.

По всей вероятности, субмаксимальные нагрузки могут быть кратковременно применены и в двигательном режиме дошкольников, однако, этот вопрос нуждается в дополнительных исследованиях.

2. Влияние регулярных занятий плаванием на работоспособность и её восстановление у детей 5-6 лет.

Исследовалась группа детей этого возраста (7 мальчиков и 7 девочек), воспитанников детских садов. Испытуемые тренировались 3 раза в неделю, по 45-60 мин., примерно с равной нагрузкой, доступной им по интенсивности, постепенно увеличивающейся к концу исследуемого четырехмесячного периода.

В результате занятий дети обучались держаться на воде и плавать различными стилями. Высокие скоростные нагрузки не применялись.

У всех испытуемых измерялись максимальная сила в см. рт.ст. и выносливость (в сек.) кисти правой руки к статическому напряжению в 1/3 от максимального, при помощи ртутно-жидкостного динамометра (модификации Розенблата В.В., 1961). Заданное усилие удерживалось до отказа. Для изучения влияния тренировочных нагрузок на величины исследуемых показателей в каждый опытный день все измерения производились дважды: до и после занятия. Изучались также восстановительные процессы испытуемых, для чего все замеры как до, так и после каждого тренировочного занятия, производились повторно. В каждый исследуемый день применялись различные интервали времени отдыха, от 1 до 9 мин.

В результате оказалось, что максимальная сила кисти, измеряемая в течение первых двух недель до начала каждого занятия, составила у мальчиков, в среднем, $9,3 \pm 0,4$ см.рт.ст., а у девочек – $7,3 \pm 0,41$ см рт.ст. При этом показатель выносливости был равен $39,6 \pm 1,4$ и $21,7 \pm 0,8$ сек. соответственно. Различия указанных показателей между группами статистически достоверны ($p < 0,001$).

Измерения, произведенные в те же дни после занятий, показали, что сила кисти у всех испытуемых практически не изменилась ($p > 0,5$) и составила у мальчиков $9,6 \pm 0,19$; у девочек – $8,0 \pm 0,29$ см.рт.ст. В то же время показатель выносли-

вости у мальчиков увеличился до 47,5±4,3 сек. ($p = 0,1$), а у девочек достоверно снизился до 16,4±0,63 сек. ($p < 0,001$).

После четырех месяцев тренировок сила кисти, измеряемая до начала занятий, увеличилась у всех детей, причем у мальчиков в 1,43, а у девочек – в 1,32 раза. Показатель выносливости вырос при этом, соответственно, в 1,7 и 1,98 раза, по сравнению с начальным периодом тренировок (рис.36).

Сила кисти, измеряемая в те же дни после занятий, по-прежнему практически не изменялась у всех детей ($p > 0,5$) и составила у мальчиков 12,6±0,42, а у девочек – 9,8±0,38 см. рт.ст. Характерно, что выносливость в этом случае снижалась у всех испытуемых, причем у мальчиков – в меньшей степени, до 68±5,4 сек. ($p > 0,5$), а у девочек – в большей, до 35±2,9 сек. ($p > 0,25$).

В то же время, изменение всех показателей после каждого занятия было менее выражено в конце исследуемого периода тренировок, чем в его начале, когда дети только приступили к занятиям плаванием.

Таким образом, регулярные тренировки привели к росту силы и выносливости у всех испытуемых. Показатель выносливости при этом увеличился в большей степени, чем показатель силы, и имел больший прирост у девочек (при меньших абсолютных значениях), чем у мальчиков.

Общепринято, что развивающееся после физической нагрузки утомление способствует тренированности организма. В наших опытах о появлении утомления у испытуемых после занятий свидетельствует снижение показателя выносливости, особенно в

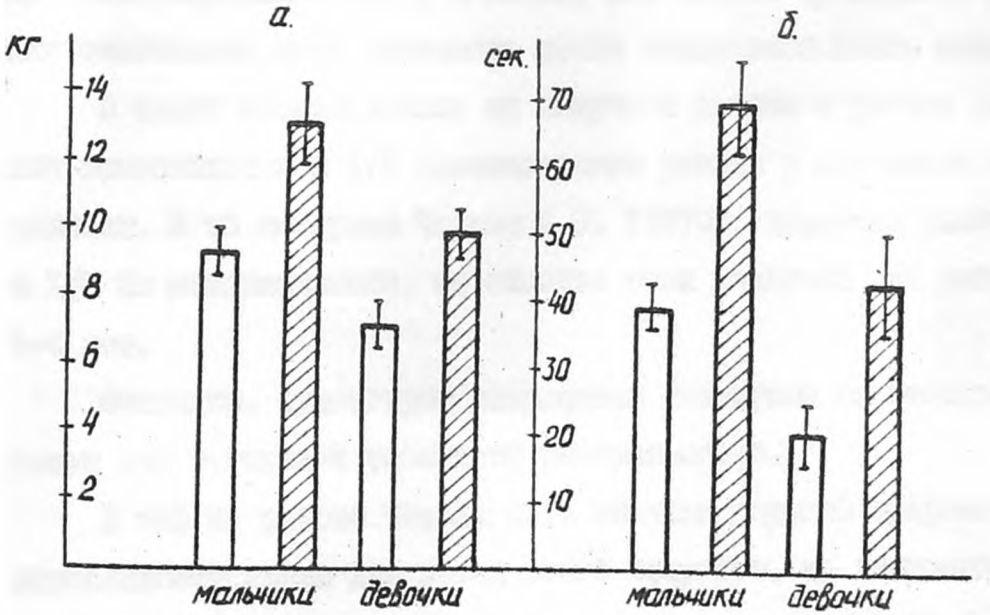


Рис. 36. Максимальная сила (а) и статическая выносливость кисти (б), измеренные перед тренировочными занятиями. Незаштрихованные столбики обозначают уровни показателей в начале тренировочного периода, заштрихованные — в конце четвертого месяца тренировок.

конце исследуемого периода. Однако, одинаковые по величине нагрузки являлись, очевидно, более высокими по интенсивности для девочек и приводили к их лучшей тренированности. Об этом говорит тот факт, что снижение выносливости у мальчиков было менее выражено, чем у девочек, а в начале тренировок у них отмечалось даже повышение этого показателя после занятий.

В своих исследованиях мы получили данные о разных уровнях выносливости к I/3 максимального усилия у мальчиков и девочек. В то же время Черник Е.С. (1970), применяя усилие в I/2 от максимального, не отметил этих различий для детей 5-6 лет.

Очевидно, существует возрастная специфика работоспособности при нагрузках различной интенсивности.

В той же работе Черник Е.С. получил годовой прирост выносливости кисти для детей этого возраста, не занимающихся спортом, I3-20 сек. В нашей работе этот прирост за 4 месяца тренировок составил 30,5 сек. для мальчиков и 2I,3 сек. для девочек.

В предыдущих же исследованиях на пальцевом эргографе мы не обнаружили вообще прироста выносливости у детей 4-5 лет при динамической работе и недостоверное её увеличение ($p > 0,25$) на I7 сек. при статической деятельности за два месяца.

Таким образом, можно прийти к заключению, что занятия плаванием ускоряют рост показателя выносливости у детей 5-6 лет. Причем влияние этих занятий на выносливость к ста-

тическим усилиям у мальчиков и девочек носит различный характер.

Особенности восстановительного процесса работоспособности изучались в течение четвертого месяца, когда дети имели уже трехмесячный стаж занятий. Оказалось, что период восстановления показателя выносливости как до, так и после каждого занятия имел фазовый характер, включая фазы пониженной, дорабочей и повышенной работоспособности, и отличался по продолжительности и степени восстановления исходных величин показателей у мальчиков и девочек. Перед началом занятий (рис.37,а) восстановительные процессы более интенсивно развивались у девочек. Уже на первой минуте отдыха работоспособность у них была повышена относительно исходной, а на 7-й мин. уровень выносливости у девочек повышался до 146±5,4% от исходного; у мальчиков же - только до 106±2,1%. Фаза пониженной работоспособности у девочек была кратковременной и отмечалась после 4-й мин., а у мальчиков она была более длительной - между 2-4-й мин отдыха.

После каждого тренировочного занятия восстановительные способности улучшались у всех детей, особенно у девочек. Максимальное увеличение работоспособности, наступающее после 7-й мин. отдыха, составляло у них 203±6,2% от исходного (рис.37,б).

Значительное усиление восстановительных процессов после тренировок у девочек подтверждает сделанное нами ранее заключение, что тренировочная нагрузка для них является более интенсивной, чем для мальчиков.

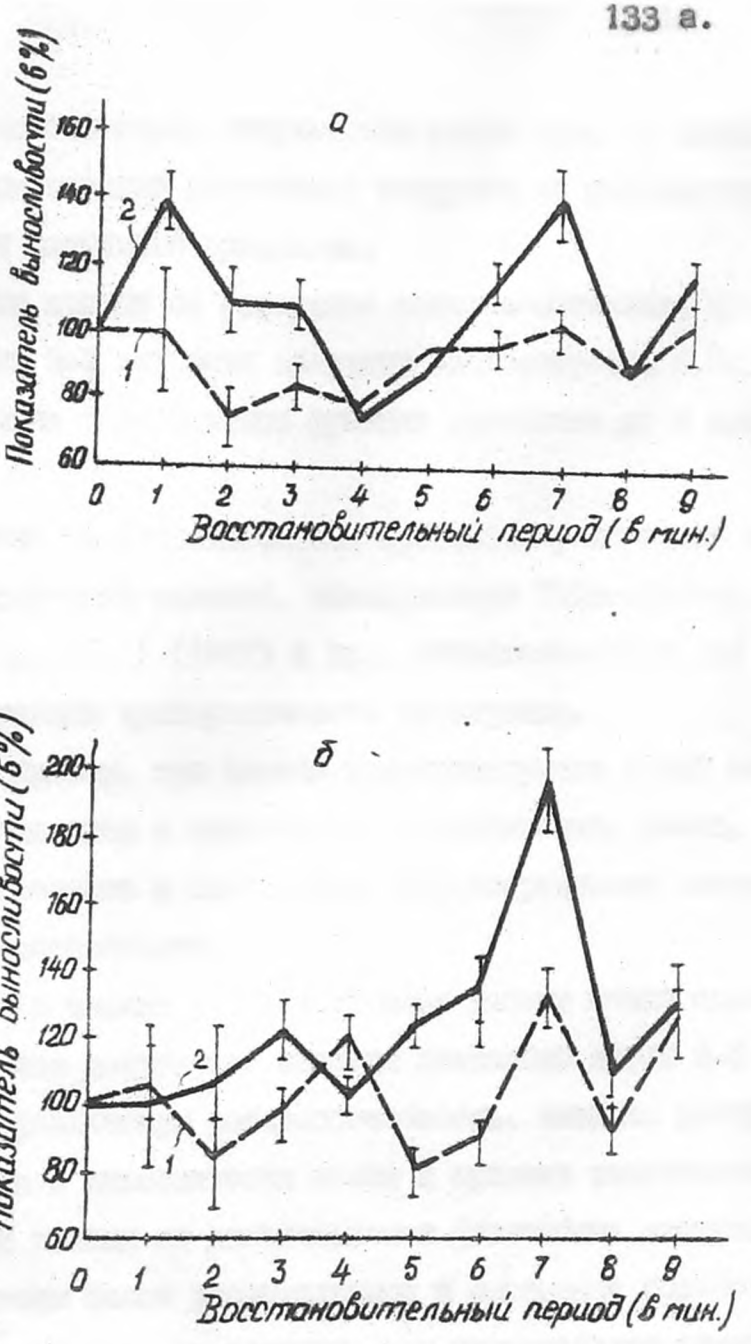


Рис. 37 Характер восстановления показателя выносливости, измеряемого до (а) и после (б) каждого тренировочного занятия у мальчиков (1) и девочек (2).

На основании наших результатов можно сделать вывод о благоприятном влиянии физической нагрузки на восстановительные процессы растущего организма.

Подобные данные об ускорении восстановительных процессов у пловцов 5–7 лет были получены Сильвестровой М.Н. (1966), которая изучала вегетативные функции организма до и после нагрузок.

Ускорение восстановительных процессов у взрослых людей после тренировочных занятий, обнаруженное Гиппенрейтер Б.С. (1961), Klonowicz J. (1967) и др., свидетельствует, по их мнению, о степени тренированности испытуемых.

Таким образом, при оценке тренированности детей наряду с показателями силы и статической выносливости, можно, очевидно, использовать и показатели, характеризующие восстановление работоспособности.

При общей оценке полученных нами данных можно сделать заключение, что регулярные занятия плаванием детей 5–6 лет повышают их физическую работоспособность, вызывая ускорение развития силы и выносливости кисти к средним статическим усилиям. При равных по интенсивности физических нагрузках они оказываются более утомительными и оказывают большее тренирующее воздействие на девочек, чем на мальчиков этого возраста.

Р е з ю м е

Таким образом, с целью расширения представления о процессах развития утомления и восстановления работоспособности

детей дошкольного возраста, были выполнены две дополнительные серии опытов. В результате этих исследований выяснилось, что адекватными для детей являются средние нагрузки, при которых во время динамической деятельности они проявляют высокую выносливость и низкую утомляемость. Работа же с субмаксимальными грузами приводит к снижению выносливости более чем в 5 раз и повышению утомляемости. Восстановительные процессы у детей 4–5 лет имеют высокую скорость как при умеренной, так и при высокой нагрузке; но в последнем случае они протекают более интенсивно и заканчиваются быстрее, чем в первом.

Кроме того, результаты наших исследований показали, что регулярные занятия плаванием оказывают благоприятное влияние на работоспособность детей и её восстановление при статической деятельности.

Очевидно, с 4–5 лет двигательный аппарат детей вполне подготовлен для выполнения физических нагрузок средней интенсивности, которые, в свою очередь, влияют на его ускоренное развитие. Возможно, что и субмаксимальные нагрузки не совсем противопоказаны в дошкольном возрасте при их кратковременном применении, как мера стимуляции восстановительных процессов работоспособности.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Анализ литературных данных показал, что работоспособность и связанные с ней процессы утомления и восстановления наиболее полно изучены в применении к среднему возрасту. Большое количество работ посвящено также отдельным возрастным группам (Фарфель В.С., 1949; Astrand P.O., 1953; Зимкин Н.В. и др., 1953; Мотылянская Р.Е., 1970 и мн.др.). В этих исследованиях испытуемые выполняли довольно высокие спортивные и трудовые нагрузки, осуществляемые большой группой мышц. По мнению большинства авторов работоспособность так же, как и отдельные её показатели, например, сила, выносливость, в этих условиях возрастают до 25-30-летнего возраста. По мнению Мотылянской Р.Е. (1970), выносливость к работе все большей мощности увеличивается до 20 лет. По материалам, полученным Белоярцевой В.В. (1971), в 5-летнем возрасте подобная выносливость отсутствует.

Значительно меньше исследований сравнительно-возрастного плана посвящено исследованию работоспособности при локальной мышечной деятельности (Максимова О.Ф., 1954; Волков В.М., 1960; Эголинский Я.А., 1966 и др.), хотя актуальность подобных исследований в настоящее время подчеркивается многими физиологами (Sherrer J., 1967; Смирнов К.М., 1972,а).

Авторами получены довольно противоречивые сведения об уровне и темпах прироста отдельных двигательных качеств на разных возрастных этапах как при локальной, так и глобальной мышечной деятельности (Зимкин Н.В., 1956; Ильин Е.П.,

1958; Беляев Н.Г., 1960; Тамбиева А.П., 1962 и др.), что можно объяснить различной величиной нагрузки, применяемой в этих исследованиях.

Наименее изучено в онтогенезе такое свойство двигательного аппарата, как утомляемость. Мнения отдельных исследователей в отношении этого свойства довольно разноречивы. Так, Lobsien M. (1905) считает, что наименьшей утомляемостью обладают дети, с возрастом же происходит её снижение; противоположного мнения придерживается Кабанов А.Н. (1962). Максимова О.Ф. (1954) при изучении работоспособности лиц 17-65 лет с помощью эргографической методики показала, что наиболее утомляемы (по степени снижения высоты миограмм) при локальной работе юноши 17-18-летнего возраста, наименее - пожилые испытуемые. По нашему мнению полученные разногласия можно объяснить неодинаковым подходом к понятию утомляемость. В применении к двигательному аппарату так же, как и к целому организму, это свойство, по-видимому, означает способность к утомлению. Характеризуется оно двумя факторами: быстротой развития утомления и степенью использования функциональных ресурсов, о которой можно судить по снижению уровня показателей при работе. Принимая во внимание первый показатель, можно, как и Lobsien , прийти к выводу о высокой утомляемости детей, так как работу большой мощности они могут выполнять значительно меньшее время, чем взрослые (Яковлев Н.Н., 1962). Принимая во внимание второй показатель, можно говорить о меньшей утомляемости детей, так как способность к использованию функциональных ресурсов у

ших ограничена, по сравнению со взрослыми (Яковлев Н.Н., 1962; Иванов-Смоленский А.Г., 1971 и др.). Можно еще раз подчеркнуть, что при оценке утомляемости, как и других показателей работоспособности, необходимо применение идентичных нагрузок для испытуемых всех возрастных групп.

Восстановительные процессы в возрастном плане изучены в меньшей степени, чем процессы утомления. Однако материалы, полученные при подобных исследованиях, позволяют представить два направления в ходе восстановительных процессов на разных этапах онтогенеза. После работы средней интенсивности самую высокую скорость восстановительные процессы имеют у детей, с последующим её снижением в более старших возрастных группах, вплоть до старческого возраста (Волков В.М., 1957,1960,1965; Эголинский Я.А., 1959; Киселев В.А., 1967). При больших нагрузках скорость восстановления работоспособности увеличивается с 7-8-летнего возраста (дошкольный возраст не исследован) до зрелого, с последующим постепенным снижением на поздних этапах онтогенеза (Редькина Е.И.,1962; Романов А.В., 1968).

Можно отметить полное отсутствие в литературе систематических исследований процессов утомления и восстановления в онтогенетическом аспекте при адекватных, соответствующих возрасту нагрузках и при локальной мышечной деятельности.

Необходимость же таких исследований, как было показано в предыдущих разделах диссертации, диктуется как теоретическими, так и практическими интересами. Поэтому наша работа была посвящена изучению работоспособности, процессов

утомления и восстановления после локальной, адекватно дозированной мышечной деятельности статического и динамического характера у лиц мужского пола на основных этапах постнатального онтогенеза (4-5, 8-9, 13-14, 18-20, 30-35, 60-74, 75-90 лет).

Критерием идентичности условий при обоих видах мышечной деятельности была избрана продолжительность рабочего периода до утомления (отказ от работы), которая является показателем интенсивности нагрузки. Среднюю интенсивность нагрузки при локальной мышечной деятельности характеризует продолжительность рабочего периода от двух до пяти минут (Зимкин Н.В. и др., 1953), поэтому мы избрали 1,5-3,0 мин. за оптимальную продолжительность работы для всех возрастных групп. При работе не разной длительности, как показали электрофизиологические исследования (Коц Я.М., 1973), имеются существенные особенности в механизмах развития утомления при нагрузках как динамического, так и статического характера.

Результаты наших специальных исследований показали, что адекватные для всех испытуемых условия при работе до утомления (отказ от работы), продолжительностью от 1,5 до 3,0 мин. создавались при динамической деятельности с грузом, равным 1/3 от "среднего" (по Weber E. H. (1846) это такой груз, при однократном подтягивании которого выполняется наибольшее количество работы) и темпом 50-60 движений в мин. и при статическом усилии в 1/3 от максимального.

В избранных нами условиях при локальной мышечной деятельности работоспособность, судя по таким интегральным показателям, как объем и мощность динамической работы и импульс силы (произведение величины груза на время его удержания) при статических напряжениях неуклонно возрастала с 4-5 до 18-20 лет, с последующим её снижением вплоть до старческого возраста.

Нами выявлены также общие закономерности и существенные различия в характере восстановительных процессов после адекватно дозированной работы у испытуемых всех возрастных групп. Так, восстановительный период у всех испытуемых после статической и динамической работы состоял из трех фаз: пониженной, дорабочей и повышенной работоспособности. Скорость и интенсивность этих фаз были различными в каждой возрастной группе.

Отдельные показатели работоспособности восстанавливались с различной скоростью у всех испытуемых. В основе этого явления, очевидно, находится выявленный Кузнецовым С.П. (1973) факт разной скорости восстановления работоспособности сократительного аппарата и "электрогенных" факторов мышечного сокращения.

На каждом возрастном этапе определенный уровень работоспособности поддерживался при помощи различных механизмов, которые и обеспечивали особенности развития утомления на всех этапах онтогенеза.

Однако, мы понимаем, что материалы проведенной работы, полученные при локальной мышечной деятельности в оптималь-

ных условиях, нельзя применять к оценке работоспособности при других нагрузках и при работе больших мышечных групп.

В дошкольном возрасте при наименьшем уровне силы (показатели максимального и "среднего" грузов и величины усилия при статических напряжениях (высота подтягивания груза в 1/3 от максимального в мм) определенный объем работы при оптимальных условиях выполнялся как за счет большей её продолжительности, так и за счет меньшей способности к использованию функциональных ресурсов. Характерным для этого возраста являлась низкая сопротивляемость утомлению (продолжительность работы после появления чувства усталости в % ко всему рабочему времени), отказ от работы наступал вскоре после появления усталости при статической и динамической деятельности.

Скорость восстановления работоспособности у них была самой высокой после динамической и выше, чем у юношей и лиц зрелого возраста, после статической работы. После динамической мышечной деятельности у дошкольников была хорошо выражена фаза повышенной, а после статической - пониженной работоспособности.

У младших школьников общий объем работы возрастал за счет увеличения силы мышц, но продолжительность рабочего периода уменьшалась. Показатель не утомляемости, который в нашей работе свидетельствовал о глубине истощения функциональных ресурсов двигательного аппарата (измеряемый по Лейнику М.В., 1952) оставался практически таким же, как в дошкольном возрасте. Сопротивляемость же утомлению несколько возрастала.

Скорость восстановления работоспособности во всех случаях мышечной деятельности была у детей 8-9 лет такой же, как в 4-5-летнем возрасте.

В подростковом возрасте наблюдалась максимальная продолжительность динамической работы до утомления и самая низкая из всех возрастных групп утомляемость. Высокий показатель выносливости отмечался у них и при статических напряжениях. Чувство усталости при обоих видах деятельности появлялось у подростков раньше, чем в других группах.

Скорость восстановления работоспособности у подростков имела тенденцию к замедлению, по сравнению с детьми, характер же отдельных фаз был почти таким же.

Самый высокий объем и мощность динамической работы и импульс силы при статических напряжениях отмечались у юношей. Работоспособность в этой группе увеличивалась как за счет роста силы мышц, так и за счет наиболее полного использования всех функциональных ресурсов двигательного аппарата. Выносливость же у юношей была ниже, чем у подростков при динамической работе и ниже, чем во всех группах при статической. Очевидно, в этом возрасте наибольшего совершенства достигала способность к использованию в короткий срок всех функциональных ресурсов. Сопротивляемость утомлению у юношей была хорошо выражена при обоих видах деятельности, после появления усталости работа до утомления обычно продолжалась еще в течение 50% от всего рабочего времени.

Как после динамической, так и статической деятельности работоспособность у юношей восстанавливалась значительно

медленней, чем у детей и подростков, при этом лучше, чем в других группах была выражена фаза её понижения, повышение же работоспособности относительно исходного уровня было весьма незначительным.

Регуляторные механизмы двигательного аппарата в зрелом возрасте обеспечивали довольно высокий объем работы за счет большой силы мышц, а также меньшего, более экономного расходования функциональных ресурсов во время работы, т.е. эта группа была менее утомляема, чем юношеская. Продолжительность работы при статических напряжениях у них была намного выше, чем при динамической работе. Сопротивляемость утомлению была несколько снижена, по сравнению с юношами.

Скорость и характер восстановления работоспособности у лиц зрелого возраста были такими же, как у юношей, характерно, что после динамической работы фаза повышенной работоспособности у них практически отсутствовала.

В пожилом возрасте работоспособность, по сравнению с юношами была намного снижена, но выполнялся в два раза больший, чем в старческом возрасте, объем работы, очевидно, за счет большей, чем у последних, силы, а также, судя по показателю утомляемости, за счет хорошего использования всех имеющихся возможностей. Если утомляемость у пожилых при динамической работе была такой же высокой, как и у юношей, то сопротивляемость утомлению и продолжительность работы - самой низкой из всех исследуемых групп. При статических же напряжениях пожилые испытуемые обладали самой высокой выносливостью и лучшей, чем при динамической работе, способ-

ностью к сопротивлению утомлению, что говорит об особой адекватности для этой группы средних статических напряжений при локальной мышечной деятельности.

Характер восстановления работоспособности после динамической работы у пожилых был таким же, как у лиц зрелого возраста. После статических напряжений, в отличие от динамической работы, работоспособность у них восстанавливалась быстрее, чем во всех предыдущих группах, при этом хорошо была выражена фаза её повышения.

В старческом возрасте достигался наиболее низкий в позднем онтогенезе уровень работоспособности, однако, по сравнению с дошкольниками, они выполняли в два раза больший объем работы, во-видимому, как за счет довольно высокой продолжительности, так и за счет лучшего, в отличие от последних, использования функциональных ресурсов. Сопротивляемость утомлению у них была выше, чем у пожилых, при динамической работе и выше, чем в других группах, при статической.

Восстановление работоспособности в старческом возрасте имело самую низкую скорость после динамической, но самую высокую из всех возрастных групп скорость - после статических напряжений, причем фаза повышенной работоспособности была более интенсивной, чем пониженной. Быстрое восстановление работоспособности у лиц старше 60 лет еще раз подтверждает наши данные об особой адекватности средних статических напряжений в этом возрасте.

Полученные нами данные свидетельствуют, что в адекватных условиях при локальной мышечной деятельности оптималь-

ный для каждого возраста уровень работоспособности поддерживается за счет механизмов, имеющих свои особенности на каждом этапе онтогенеза. Выраженный гетерохронизм в развитии отдельных двигательных качеств не позволяет применять их для полной оценки работоспособности на каждом возрастном этапе. Наиболее же полно её характеризуют такие интегральные показатели, как объем и мощность динамической работы и импульс силы при статических напряжениях.

Характер восстановительных процессов еще раз подтверждает выводы нашей работы о существенных различиях в механизмах работоспособности на всех этапах онтогенеза как при статической, так и динамической работе в адекватных возрасту условиях.

Выраженные различия в механизмах развития утомления приводят к тому, что на каждом этапе онтогенеза имеются свои особенности в корреляционной зависимости между отдельными показателями работоспособности. Общим для всех возрастных групп является отсутствие зависимости между количеством выполняемой до утомления работы и силой мышц, а также между статической выносливостью и максимальным грузом. Чем ближе возраст к своему максимуму работоспособности, тем менее выражена зависимость между отдельными показателями, полученными при статической и динамической работе. Очевидно, можно проводить какие-либо корреляции не между показателями работоспособности вообще, а только лишь в применении к конкретному возрастному этапу. Обсудить же подробно характер каждой корреляционной зависимости в отдельных возрастных груп-

лах, что частично производилось в отдельных главах, ввиду ограниченности объема данной работы, не представляется возможным.

Данные полученные в нашей работе, особенно по показателям выносливости и сопротивляемости утомлению, свидетельствуют также, что статическая работа почти для всех исследованных групп, кроме юношеской, является менее утомительной, чем динамическая.

Таким образом, если при высоких нагрузках, осуществляемых большими группами мышц, максимальная работоспособность по литературным данным отмечается в 25-30-летнем возрасте, то при локальной мышечной работе в оптимальных условиях наиболее работоспособными, как показали данные нашей работы, оказываются испытуемые 18-20-летнего возраста. Юноши развивают самую высокую мощность работы и импульс силы при средних нагрузках, они хорошо преодолевают утомление, несмотря на то, что оно развивается быстрее, чем почти во всех остальных группах, и достигают высокой его степени, т.е. максимально используют резервы двигательного аппарата. Характерно, что и величина "среднего груза", при подтягивании которого выполняется наибольшее количество работы, у юношей также самая высокая.

Развитие же отдельных двигательных качеств, определяющих работоспособность при оптимальных нагрузках, достигает высокого уровня уже в дошкольном возрасте. Например, для развития двигательного аппарата в этом возрасте наиболее целесообразным является длительное его функционирование

при адекватных для детей нагрузках, с медленным развитием утомления, что и происходит, как показали наши данные, на данном возрастном этапе. Для поддержания довольно высокой выносливости у детей 4–5 лет в оптимальных условиях имеются все предпосылки. Так, наряду с усиленной дифференцировкой и ростом мышечных волокон (Пузик В.И., 1954; Зимкин Н.В., Нидерштрат Б.М., 1966 и др.), продолжающимся оформлением мионевральных синапсов (Аршавский И.А., 1967) у них происходит интенсивное развитие корковых и подкорковых функций (Красногорский И.П., 1954). Быстрое возникновение центрального торможения (Иванов-Смоленский А.Г., 1971) препятствует развитию выраженного утомления, и в случае монотонной работы ребенок быстро бросает её после появления усталости (Зимкин Н.В. и др., 1953; Кабанов А.Н., 1962) переключается на другой вид деятельности. Этими фактами можно объяснить относительную неутомимость детей при повседневной мышечной деятельности. Выявленный нами гетерохронизм в развитии свойств, определяющих работоспособность детей, например превалирование такого качества, как выносливость, является, по-видимому, наиболее целесообразным для быстрого становления функциональных систем, связанных с движением.

Более быстрое восстановление у детей и подростков мы объясняем меньшей степенью утомления, достигнутой ими в ходе работы, а также лучшим кровоснабжением их мышц, на что указывает Стрельников И.Д. (1970) и большим накоплением в крови молочной кислоты (Яковлев Н.Н., 1961) после стандарт-

ной работы, в отличие от работы с высокими нагрузками, по сравнению со взрослыми.

В младшем школьном возрасте происходит приостановка дифференцирования тканей и органов, усиливается рост мышц (Гундобин Н.П., 1906), чем можно объяснить снижение выносливости и увеличение силы мышц. Очевидно в этом возрасте физические нагрузки должны быть меньше по длительности, но больше по интенсивности, чем в дошкольном.

В подростковом же возрасте имеются все предпосылки как для развития силы, так и выносливости, высокие значения которых были зарегистрированы у подростков в нашей работе.

Так, по своим морфо-функциональным свойствам двигательный анализатор приближается у них к взрослому состоянию (Леонтьева Н.Н., 1954; Семенова Л.К., 1955; Фарфель В.С., 1955; Маркосян А.А., 1969 и др.), значительно совершенствуется и нервная регуляция движений (Коробков А.В., 1958; Рабинович Р.Л., 1971; Индерштрат Б.М., Индерштрат Ю.М., 1973). В этом возрасте намного увеличивается мышечная масса (Гальперин С.И., 1965). Однако, к нагрузкам максимальной мощности организм подростков приспособлен хуже, чем у взрослых (Смирнов К.М., 1961; Яковлева И.П., 1962). Очевидно, в этом возрасте для более совершенного развития двигательного анализатора целесообразно применять нагрузки средней интенсивности и большой продолжительности.

В юношеском возрасте продолжается рост мышечной массы, а следовательно, и силы; очевидно, наиболее рациональным для совершенствования большого объема работы будет полное

использование имеющихся возможностей, что и происходит при локальной работе средней интенсивности. Даже при оптимальных нагрузках, применяемых в нашем исследовании, юноши используют максимум возможностей для совершения большого количества работы за короткое время, развивая глубокую степень утомления. По-видимому, силовые и скоростно-силовые нагрузки наиболее адекватными будут для этого возраста.

В зрелом возрасте начинающееся в условиях мышечной деятельности, близкой к естественным, снижение работоспособности компенсируются более экономным расходованием ресурсов двигательного аппарата во время работы. Сила же мышц достигает самого высокого уровня (Цейтлин А.Г., 1963; Гальперин С.И., 1965 и наши данные). При специальной тренировке лица этого возраста способны к высоким результатам при скоростно-силовых нагрузках (Коробков А.В., 1962).

В пожилом и старческом возрасте имеются все предпосылки к высокому уровню выносливости в оптимальных условиях, так, наряду со снижением силы мышц, в них сохраняется довольно высокая скорость окислительно-восстановительных реакций, большой запас энергетических веществ, способность к длительному функционированию без утомления в условиях эксперимента "*in situ*" (Яковлев Н.Н., 1962; Фудель-Осипова С.И., 1968; Фролькис В.В., 1970). Очевидно, приспособительные процессы в организме осуществляются в этом возрасте как за счет более продолжительной работы, так и за счет полноценного использования имеющихся возможностей, о чем свидетельствует высокая

степень утомления лиц пожилого и старческого возрастов, выявленная в нашей работе. Эти механизмы вполне соответствуют задаче длительного поддержания функций двигательного аппарата при резком снижении силы мышц на оптимальном для возраста уровне.

Высокая утомляемость пожилых и стариков при динамической работе на фоне общего снижения восстановительных способностей приводит к более медленному восстановлению их работоспособности. Средние же статических нагрузки для них являются, очевидно, более мощным стимулом восстановительных процессов.

При высоких по величине нагрузках работоспособность в детских группах и на поздних этапах онтогенеза, судя по приведенным ранее литературным данным, значительно снижена, по сравнению с работой при средних нагрузках. Следовательно, диапазон рабочих возможностей значительно шире при зрелом и приближающемся к нему состояниях двигательного аппарата.

Мы получили также материалы, свидетельствующие о более высокой скорости восстановления работоспособности у детей 4–5 лет при высоких нагрузках на эргографе, по сравнению со средними. Это явление можно объяснить более быстрым развитием запредельного торможения в центрах, участвующих в работе, при высокой ее интенсивности (Иванов-Смоленский А.Г., 1971), что подтверждается и резким, по нашим данным, снижением выносливости детей в этих условиях. Околомаксимальные нагрузки не являются, по-видимому, прямым противопоказанием к кратковременному применению их уже в дошколь-

ном возрасте, так как они являются мощным стимулом восстановительных процессов. Однако, этот вопрос нуждается в дальнейших исследованиях.

Нами также выявлено благоприятное влияние регулярных физических нагрузок (занятий плаванием) на работоспособность и её восстановление у детей 5-6 лет. На этом основании можно говорить о том, что двигательный аппарат детей дошкольного возраста вполне сформирован для выполнения посильных физических нагрузок, которые в свою очередь, ускоряют его развитие.

Итак, в нашей работе дана сравнительно-возрастная оценка как процессов утомления, так и восстановления при локальной мышечной деятельности с адекватными нагрузками на всех основных этапах онтогенеза, включая такие малоисследованные периоды, как дошкольный и старческий возраст.

Выявленные возрастные закономерности и особенности этих процессов необходимо учитывать при планировании двигательных режимов на всех возрастных этапах.

В Ы В О Д Ы

I. Единый методический подход к выбору нагрузки при сравнительно-онтогенетическом исследовании работоспособности человека методом эргографии заключается в создании всем испытуемым оптимальных условий работы. Таким условиям соответствует динамическая работа с грузом в I/3 от "среднего" и темпом 50-60 движений в минуту и статическое напряжение в I/3 от максимального.

2. При локальной мышечной работе в оптимальных условиях, судя по её интегральным показателям, наиболей работоспособностью обладают 18-20-летние испытуемые, наименьшей - дети 4-5 лет. После юношеского возраста работоспособность неуклонно снижается вплоть до старческого, оставаясь при этом выше, чем у дошкольников. Определенный для каждого возраста уровень работоспособности поддерживается за счет гетерохронного развития отдельных её показателей (силы, выносливости, утомляемости и т.д.), что свидетельствует о выраженных различиях в механизмах, обеспечивающих работоспособность на каждом этапе онтогенеза.

3.Корреляционные взаимоотношения между отдельными показателями работоспособности имеют существенные различия на каждом возрастном этапе. Общей закономерностью является отсутствие во всех возрастных группах зависимости объема выполняемой до утомления динамической работы и величины показателя выносливости к статическим усилиям от максимальной силы исследуемых мышц.

4.Возрастные особенности развития утомления при локальной мышечной деятельности в оптимальных условиях заключается в том,что: а) наименее утомляемыми при динамической работе являются дети и подростки, наиболее - испытуемые юношеского,пожилого и старческого возраста, среднее положение между ними занимают лица зрелого возраста; б) наибольшей выносливостью при динамической работе обладают подростки и дошкольники, при статической - подростки,лица пожилого и старческого возрастов; в) наибольшая сила исследуемых мышц, определяемая максимальным грузом,отмечается у лиц зрелого возраста,наибольшая же величина "среднего груза" характерна для юношей.

5. Чувство усталости во всех возрастных группах характеризует различную степень утомления: у детей 4-5 и 8-9 - летнего возраста оно почти совпадает с отказом от работы как при статической,так и динамической мышечной деятельности; у юношей же это совпадение наблюдается только при статической,а у лиц зрелого и пожилого возрастов - при динамической работе.

6. Эргограммы при статической и динамической работе имеют выраженные индивидуальные и возрастные различия. Индивидуальный характер всех эргограмм остается постоянным в течение всего трехмесячного периода исследований.

7. Для всех испытуемых,кроме юношей,статические напряжения средней тяжести,судя по показателям выносливости и сопротивляемости утомлению,являются менее утомительными, чем идентичная динамическая работа,что указывает на суще-

ственные различия в механизмах развития утомления при этих режимах работы на всех этапах онтогенеза.

8. Показатели характера восстановительных процессов могут быть использованы для оценки утомительности работы и тяжести нагрузки во всех возрастных периодах. Общей закономерностью в развитии восстановительных процессов после адекватной дозированной мышечной деятельности на всех этапах онтогенеза является наличие фаз пониженной, дорабочей и повышенной работоспособности.

9. При динамической работе в указанных условиях самая высокая скорость восстановления работоспособности наблюдается у детей 4-5 и 8-9 лет, в дальнейшем происходит её снижение вплоть до старческого возраста. При статических напряжениях самой высокой скоростью восстановления работоспособности обладают лица пожилого и старческого возраста, самой низкой - юноши и лица зрелого возраста.

10. У детей 4-6 лет регулярные средние по величине динамические нагрузки (занятия плаванием) благоприятно влияют на работоспособность и её восстановление; кратковременные большие нагрузки в условиях локальной мышечной деятельности вызывают резкое снижение выносливости и повышение утомляемости, но приводят к ускоренному восстановлению работоспособности после их применения.

11. Выявленные особенности развития утомления и восстановления работоспособности при локальной мышечной деятельности в оптимальных условиях могут быть учтены при разработке двигательных режимов в различные возрастные периоды.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимова Л.И., Абрамова Е.И., Конакова Н.И. — Характеристика статической выносливости детей дошкольного возраста. Мат. II Всесоюз.научн.конф.по физиол.,морфол.,биомехан. и биохимии мышечной деятельности. Свердловск, 1970, 6.

2. Адилмолаев Г.А. — К физиолог.характеристике особенностей становлен.и преобразован.деятельн.первномышечн.сист.в процессе постнатального онтогенеза у млекопитающих. Автореф. дисс. М., 1968.

3. Акзамов А.А. — Динамика функциональн.показателей мышечн. деятельн.при физическ.нагрузках у школьников. Автореф.дисс. М., 1970.

4. Алексеев М.А., Асмолов А.А. — Некоторые закономерн.управления точностными циклическ. движениями человека. В кн.: Управление движениями. Л., 1970, 17-37.

5. Анохин П.К. — Рефлекс и функциональн.система как факторы физиологической интеграции. Физиол.ж. СССР, 1949, 35, 5, 491-503.

6. Антонова Г.П. — Возрастн.особенности в последействии основных нервных процессов у детей. В кн.: Новые исследов. в психолог. и возрастн. физиологии. М., "Педагогика", 1970,I, 179-182.

7. Антропова М.В. — Работоспособность учащихся и её динамика в процессе учебной и трудовой деятельн. М., "Просвещение", 1968, 30-64.

8. Антропова М.В., Кузнецова З.И., Сальникова Г.П. — Взаимосвязь физическ.развития и двигательн.возможностей у школьников 9-14 лет. Мат.3 научн.конф.по физическ.воспит. детей и подростков. М., АПН РСФСР, 1966, 145-150.

9. Аптейн З.В., Великсон Б.М. — Функциональн.структура двигательн.актов у детей дошкольн.возраста. В кн.: X научн. конф. по возрастной морфолог.,физиолог. и биохимии. М., 1971, т.I, ч.I, 37-38.

10. Аркин Е.А. — Дошкольный возраст. М., "Учпедгиз", 1948.

11. Арнавский И.А. — К анализу физиологическ.значен.для организма процесса торможения, возникающего в онтогенезе. В кн.: Пробл.возрастной физиол.и биохимии. Учен.записки Харьковского гос.у-та. Харьков, 1962, 184-195.

12. Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии. М., "Медицина", 1967.

13. Аршавский И.А. Некоторые закономерности онтогенеза в связи с пробл.старения и долголетия. В кн.: Молекулярн.и функциональн.основы онтогенеза. М., "Медицина", 1970,202-224.

14. Аршавский И.А. Энергетическое правило скелетных мышц и особенности анаболизма в различн.возрастн. периоды. Мат.X научн.конф.по возрастн. морфолог.,физиолог.и биохимии. М., 1971, т.2, ч.I, 42-43.

15. Аршавский И.А. Энергетическое правило скелетн.мышц и особенности осуществлен.восстановительн. процессов в различн.возрастн.периоды. В кн.: Пробл.физиолог.спорта. М., 1972, 161-180.

16. Аршавский И.А. Роль энергетических факторов в качестве ведущих закономерностей онтогенеза. В кн.: Ведущие факторы онтогенеза. Киев, "Наукова думка", 1972,а,43-72.

17. Аршавский И.А. Проблема биологического возраста.(К обоснованию критериев определения его). В кн.: Геронтология и гериатрия. Киев, 1973, 39-45.

18. Арцев А.А. Об изменении сосудистых рефлексов при мышечной деятельн. В кн.: Пробл.физиолог. спорта. М., "Ф и С", 1960, 250-264.

19. Аскарина Н.М., Кривина С.М. В кн.: Руководство по гигиене детей и подростков (ред.Громбах С.М.). М., "Медицина", 1964, гл.4,5, 65-104.

20. Аскназий А.А. Влияние статическ.напряжений и динамической работы различн.интенсивности на дифференцирование спортсменом кинестетическ. реакций. В кн.: Пробл.физиол.спорта. М., "Ф и С", 1960, 124-133.

21. Бабак О.М. О возрастн.развитии мышц кисти. Тр.2 научн.конф.по возрастн.морфол.и физиолог. М., АПН РСФСР, 1955, 167-175.

22. Бабский Е.Б., Смоляпский Н.А. Методика электродинамографии для измерения максимальн.напряжения и утомления при изометрическ. сокращении мышц человека. БЭБ и М, 1954, 6, 68-71.

23. Бакрах И.И. Возрастн.особенности мальчиков при предельн.циклических упражнениях на выносливость. В кн.: физическ.культура и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 235-239.

24. Беленький М.Л. Элементы количественной оценки фармакологическ.эффекта. Рига, АН Латв.ССР, 1959.

25. Белоярцева В.В. Показатели кардио- и гемодинамики у детей дошкольн.возр. и их изменение под влиянием физических нагрузок. Дисс. М., 1971.

26. Беляев Н.Г. О соотношен.показателей силы и выносливости у детей школьн.возраста. Тр.IУ науч. конф. по возрастн.морфолог.,физиолог. и биохимии. М., АПН РСФСР, 1960, 117-119.

27. Беляев И.И. Гигиенические аспекты пожилого возраста. Гигиена и санит., 1971, 6, 52-56.

28. Бернштейн Н.А. Очерки по физиолог.движений и физиолог. активности. М., "Медицина", 1966.

29. Бирюкович А.А., Король В.М., Макаров В.А. Изменение двигательн.активности и показателей кровообращения при приседаниях у детей 8 и 14 лет. Мат.IУ научн.конф. по возрастн.морфолог., физиолог.и биохимии. М., 1959, 42-43.

30. Бирюкович А.А., Король В.М., Фарфель В.С. О показателях выносливости в динамической работе у детей школьного возраста. Тр.У научн.конф. по возрастн.морфологии,физиолог. и биохимии. М., 1962, 210.

31. Богаченко Л.С. Экспериментальное исследование явлений отрицательной индукции и возрастн.особенностей её в коре гол.мозга ребенка. Дисс., М., 1948.

32. Боковец В.С. Возрастные изменения соотношений функций сердечно-сосудист.и дыхательн.систем при мышечной работе повышающейся мощности. Дисс., Свердловск, 1973.

33. Бордуков М.И. Влияние динамическ.мышечн.работы на рефлекторн.деятельность и работоспособность человека. Дисс.,Красноярск, 1967.

34. Бугославский В.О. Кривая мышечн.усталости челов.под влиянием разных условий. Дисс., СПБ, 1891.

35. Бузунов В.А. Значение ритма в изменении мышечн.работоспособности лиц среднего и пожилого возраста (55-65 лет). Экспериментальн.исследования. "Тиг.труда Республ.межведомств. сб.", 1970, в.6, 98-101.

36. Букреева Д.П. Возрастн.изменения максимальн.темпа движений у детей 7-16 лет. Дисс., М., 1955.

37. Буланкин И.П., Парина Е.В. О возрастных изменениях белкового состава в организме. Актуальн.вопр.совр.биохимии. М., 1959, I, 205-216.

38. Бух М.О. О колебаниях мышечн.силы человека в течение дня. Врач, 1883, 44, 690-691, 45, 708-710.

39. Вайнруб Е.М. Влияние статическ. и динамическ.нагрузок на некотор.физиологич. и биохимич.показатели организма в различн.возрастн.периоды. Мат. X научн.конф.по возрастн. морфолог., физиолог. и биохимии. М.,1971, т.2, ч.I, 121-122.

40. Вайшвила Ч.А. Особенности физическ.развития, физическ. подготовленности, некотор.вегетативн. функций и их взаимосвязь у мальчиков среднего школьного возраста. Автореферат дисс., Вильнюс, 1968.

41. Васильев Д.Л., Князева А.А. Торможение как фактор утомления. В кн.: Новое в рефлексолог. и физиолог. н.с. 1926, 2, 59-75.

42. Васютина А.И. Изменение пространствен.оценки движения у детей дошкольн.и школьн.возраста. Тр.2 научн.конф.по возрастн.морфолог.и физиолог. М., АПН РСФСР, 1955, 279-286.

43. Введенский Н.Е. Физиолог.нервн.сист.,1886. Избр.произв. Медгиз, 1952, т.2, 141.

44. Вербианова З.Г. К вопросу о взаимоотношен.проприоцептивн. сосудист.и дыхательн.рефлексов у челов. Учен.запис.КГПИ, т.24, в.6. Красноярск, 1963, 122.

45. Верещагин Н.К. О действии статическ.усилий на организм. физиолог.ж. СССР, 1957, 43, 7, 699-704.

46. Верещагин Н.К. О фазовых процессах в коре мозга при статическ.напряжениях. В кн.: Исследован.по физиолог.труд.процессов.М., 1962, 9-15.

47. Виноградов М.И. Очерки по энергетике мышечн.деятельн. человека. Изд.Ленин.гос.у-та, 1941.

48. Виноградов М.И. Физиолог.трудов.процессов. М., "Медицина", 1966.

49. Виноградов М.И. Руководство по физиолог.труда. М., "Медицина", 1969.

50. Виноградова Л.Г. Двигательн.координации и их развитие средствами физическ.культуры у детей с поражением сердечно-сосудист.системы. Автореф.дисс., М., 1967.

51. Волков В.М. Мат.к физиолог.анализу работоспособн. детей. В кн.: Пленум комис.по вопр.физиолог.спорта. Тез.докл., Л., 1957.

52. Волков В.М. Физиолог.исследования работоспособн.детей. Мат.IУ научн.конф.по вопр.возрастн. морфолог.,физиолог.и биохимии. М., 1959, 76-77.

53. Волков В.М. Динамика восстановительн.процессов по данным работоспособн.,вегетативн.функциям и электрическ.активн.мышц. В кн.: Пробл.физиолог.спорта. М., "ФиС", 1960, 167-177.

54. Волков В.М. Физиологич.исследования работоспособн. детей. Тр.IУ научн.конф.по возрастн. морфолог., физиолог.и биохимии. М., АПН, 1960,а, 145-147.

55. Волков В.М. Возрастн.характеристика восстановительн. процессов после скорости.циклическ.упражнений. Тр.У научн.конф.по возрастн. морфолог.,физиолог.и биохимии.М.,1962,282.

56. Волков В.М. К физиологическ.понимании критериев готовности к повторн.работе максимальной интенсивности. В кн.: Пробл.физиолог. спорта. М., "ФиС", 1963, 122.

57. Волков В.М. Динамика восстановительн.процессов после статическ.и собственно-силовых упражнений на различн.этапах онтогенеза. В кн.: Мат.УП научн.конф.по возрастн.морфолог., физиолог.и биохимии. М., 1965, 272.

58. Волков В.М. Возрастная характеристика приспособленности к дозирован.мышечн.работе. В кн.: Физическ.культ.и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 211-214.

59. Волков В.М., Бакрах И.М. — Особенности адаптации к гипоксемическ. воздействиям детей пубертатн.возраста. Мат.3 научно-теорет.конф.по физическ.воспитан.и спорту детей и молодежи.Ташкент, 1967, 120-121.

60. Волохов А.А. — Очерки по физиологии первн.сист. Л., "Медицина", 1968.

61. Вольпин Л.Л. — Весовые данные о росте головн.мозга у детей. Дисс., СПб, 1902 (цит.по Маркосян А.А., 1969).

62. Гальперин С.И. — Физиологическ.особенности детей. М., "Просвещение", 1965.

63. Гапон А.Я. — Число шагов,проходимых за день работниками Новосибирск.научн.центра. В кн.: Физическ.работоспособность человека. Новосибирск, 1970, 29.

64. Гипенинский А.Г. — Химическ.передача нервн.импульса и эволюция мышечн.функции. Л., "Наука",1970.

65. Гиппенрейтер Б.С. — Учение Павлова - естеств.-научн.основа физическ.воспитания. М., "ФиС", 1953.

66. Гиппенрейтер Б.С. — Восстановительн.процессы при спортивн. деятельности. М., "ФиС", 1961.

67. Головченко С.Ф., Грабина Я.Л. — О возрастных особенностях кровообращения и дыхания при физическ.нагрузке. В кн.: Механизмы старения. Киев, "Здоровье", 1963, 367-373.

68. Гончаров Н.Н. — Динамика мышц человека при предельн.напряжениях и её возрастн.изменения. Дисс., М., 1952.

69. Горкин М.Я., Евгеньева Л.Я., Инюкова Т.Г. — К вопросу о характере восстановительн. периода после занятий физическ.упражнениями. В кн.: Вопр.физиологии. Киев, АН УССР, 1954, 147.

70. Горкин М.Я., Шуркин С.В., Бойко И.К. — Врабатываемость у подростков при мышечной работе и при некоторых физическ.упражнениях. ТиПФК, 1956, 19, 3, 208-213.

71. Горкин М.Я., Брюхановский И.В., Брюхановский В.В., Евгеньева Л.Я. и др. — Восстановительн.период после больших нагрузок упражнениями, направленными на развитие быстроты. Сб.научн.конф. по физиолог.процессов утомлен.и восстановл., Киев, 1961, 25-26.

72. Горкин М.Я., Качоровская О.В., Евгеньева Л.А., Калмыцкая Т.Г. — Восстановление функций организма спортсмена после больших нагрузок в отдален. периоде. X съезд Всес.физиолог.общ. Тез. докл., Л., 1970, т.2, 430.

73. Гоциридзе И.К. — О характеристике восстановительн.процессов при повторн.выполнении мышечн.работы максимальн.интенсивности. В кн.: Пробл. физиолог.спорта. М., "ФиС", 1958, 174-183.

74. Гоциридзе И.К. — К вопр.о физиологическ.механизме фазы повышени.работоспособности. В кн.: Пробл. физиолог.спорта. М., "ФиС", 1960, 161-166.

75. Гоциридзе И.К. — О фазовых изменениях работоспособн.после однократн.и повторн.утомительн.работы. Автореф.дисс., Тбилиси, 1962.

76. Гудзь П.З. — Роль величины физическ.нагрузки в приспособительн.перестройке гистоструктур скелетн.мышц. В кн.: Вопросы физиолог., гигиены, ЛФК, методики физ.воспитан.и спорта. Нальчик, "Эльбрус", 1970, 83-86.

77. Гундобин Н.П. — Особенности детского возраста. М., 1906.

78. Данько Ю.И. — Фазовые изменения в ц.н.с. человека при выполнен.физическ.упражнений. ТиПФК, 1959, 22, 8, 682-687.

79. Данько Ю.И. — Исследование динамики корков.процессов у челов.при мышечн.работе. Мат.к физиол. обоснован.трудов.процессов. М., "Медгиз", 1960, 38-47.

80. Данько Ю.И. — Глава 20 в кн.: Руководство по физиолог. физиолог. мышечн.деятельн., труда и спорта. Л., "Наука", 1969, 245.

81. Еременко Н.П. — О мобилизации вегетативн.функций при выполнении повторн.скоростной работы предельн.длительности. В кн.: Адаптация к физическ. нагрузке и методы её изучения. Л., 1971, 17-21.

82. Жаков Я.И. — Табл.для оценки физическ.развития детей дошкольн.возр.г.Челябинска (Методическ. пособие для врачей-педиатров. Ред.Н.С. Тюрина). Челябинск, 1970.

83. Жигалин Г.С. — Возрастные особенности координации движений верхн.конечностей у детей. Дисс., М., 1968.

84. Завьялов В.И. Функциональн.и энергетич.характеристика восстановительн.периода при утомлении различн.глубины, вызванном работой различн.длительности. В кн.: Научн.конф.по физиолог.процессов утомлен. и восстановления. Киев, 1961, 33-34.

85. Зайцев А.А. Процессы восстановления в двигательных центрах спинного мозга. В кн.: Физиолог. обоснование тренировки. М., "ФиС", 1969, 161-168.

86. Замостьян В.П. Возрастные особенности нейро-гуморальной регуляции трофики скелетн.мышц. Дисс., Киев, 1964.

87. Захаров Ю.В. Работоспособность взрослых, подростков и детей при мышечн.работе различной мощности. ТиПФК, 1967, 7, 48-50.

88. Зима В.И., Зима А.Г. Утомляемость у школьн.в различн. дни недели. Мат.X научн.конф. по возрастн.морфолог.,физиол. и биохимии. М., 1971, т.2, ч.I, 269-271.

89. Зимкин Н.В. Физиологическ.характеристика силы,быстроты и выносливости. М., "ФиС", 1956.

90. Зимкин Н.В. О значении величины нагрузки, темпа,длительн.упражнений и интервалов между занятиями для эффективн.мышечн.тренировки. Физиолог.ж.СССР, 1960, 44, 7, 861-869.

91. Зимкин Н.В. В кн.: Руководство по физиолог. физиолог. мышечн.деятельн.,труда и спорта.Л., "Наука", 1969, 377.

92. Зимкин Н.В., Коробков А.В., Лехтман Я.Б., Эголинский Я.А., Яроцкий А.И. Физиологич.основы физич.культуры и спорта (Ред.Н.В.Зимкин), М., "ФиС", 1953.

93. Зимкин Н.В., Индерштрат Б.М. Электромиографическ.характеристика возрастн.изменений мышечн.функций у детей от 3 до 18 лет. В кн.: Физическ.культ.и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 26-32.

94. Златин Р.С. Влияние изменения интенсивности раздражителя на баланс процессов утомления и восстановления (на примере слюноотделения). В кн.: Вопр.физиолог. Киев, АН УССР, 1954, 9, 117.

95. Золина З.М. Сравнительно-физиолог.оценка тяжести и напряженн.труда на конвейерах различн. типа. В кн.: Исследования по физиолог. труд.процессов. М., 1962, 113.

96. Золина З.М. Физиологические основы рациональн.организации тр. на конвейере. М., 1967.

97. Иванова М.П. Динамика восстановительн.процессов после силов.работы у старш.школьников. Мат.IУ научн.конф.по вопр.возр.морфолог.,физиолог и биохимий. М., 1959, 138-140.

98. Иванов-Смоленский А.Г. Экспериментальн.исследование первн.деятельности ребенка. Физиолог.ж.СССР, 1935, XIX, 133.

99. Иванов-Смоленский А.Г. Очерки экспериментальн.исследования в.п.д. человека. М., "Медицина", 1971.

100. Ивлев В.Ф., Бордуков М.И. К методике эргографич.исследований. В кн: Вопр.зоолог. Пробл.в.п.д.человека и животных. Красноярск, 1968, 186-188.

101. Ильин Е.П. Возрастные изменения силы обеих рук. Тр. Лен.сан.-гиг.мед.ин-та. Л., 1958, 45, 135-145.

102. Кабанов А.Н. Физиолог.закономерн.развития утомлен. у школьн.разного возраста. В кн.: XШ Всес. съезд гигиенист.,микробиол.,инфекционистов (Тез.докл.). Л., 1956.

103. Кабанов А.Н. Физиолог.закономерн.развития умомления у школьников разного возраста. В кн.: Вопр. возрастн.физиолог. М., 1962, 181-190.

104. Каминский Л.С. Статистич.обработка клинческ.и лаборатор. данных. Л., 1964.

105. Кассандров Н.Н. О возрастн.динамике показателя статическ. выносливости. Мат.П научн.-практич.конф. по вопр.врачебн.контр.и ЛФК. Свердловск, 1957, 81-84.

106. Касьянов В.М. Возрастн.особенности организма и физическ.воспитание. ТиФК, 1956,3,161-167.

107. Кесарева Е.Н., Миркина В.Д., Полуянчик М.А. и др. Относительн.выносливость у подростков и детей. Мат. П Всес.научн.конф. по физиолог., морфолог., биомехан. и биохимии мышечн.деятельн. Свердловск, 1970, 187-189.

108. Киселев В.А. — Особенности восстановительн.периода у гимнасток различн.возраст.групп. Мат.III Республ.научно-теоретич.конф.по физич. воспит.и спорту детей и молодежи.Ташкент, 1967, 101-104.

109. Киселев В.А., Галочкин Г.П. — Эргометр для регистр.динамич.и статическ. работы. ТиПК, 1971, 2, 68.

110. Ковешникова А.П. — Развитие нервн.системы человека в процессе роста. В кн.: Известия АПН РСФСР, 1958, 97.

111. Коларова З.И., Фонарев А.М. — Теоретическ.предпос.к практическ.реализации проблемы физическ.воспит.детей. В кн.: Вопр.физиолог.,гигиены,ЛФК,методики физич.воспит.и спорта. Нальчик, "Эльбрус", 1970, 128-129.

112. Колякина Э.А., Железовская Л.Г., Прокопьева О.М. — Двигательн.активность детей школьн.возр. в современных условиях жизни. Мат. к научн.сессии, посв.50-летию образов СССР. Омский мед.ин-т. Тез.докл.Омск, 1972, 821-823.

113. Конопасевич П.А. — Дальнейшие мат.к физиолог.мышечн.усталости. СПб, 1892, Дисс.

114. Коробков А.В. — Мат.к вопр.о физиолог.обоснован.тренировки частоты движений. Дисс.Л., 1953.

115. Коробков А.В. — Развитие и инволюция функций различн. групп мышц человека в онтогенезе.Дисс. Л., 1958.

116. Коробков А.В. — К вопр.о развитии представл. о физиолог. основах спортивн.тренировки. Т и ПФК, 1959, 22, 6-7, 514-523.

117. Коробков А.В. — Изменение силы и скорости движен.основных групп мышц челов.в онтогенезе и влиян.физическ.упражнен.на развитие и инволюцию этих качеств. Тр. IУ научн. конф.по возраст.морфолог.,физиолог., биохимии. М., АПН РСФСР, 1960, 110-117.

118. Коробков А.В. — О значении двигательн.функции для сохранен.жизнедеятельн.организма человека. В кн.: физиолог.пробл.детренированности. М., 1968, 7.

119. Коробков А.В., Шкурода В.А., Яковлев Н.Н., Яковлева Г.С. — Физическая культура лиц разного возраста. М., "Ф и С", 1962, 7, 48-183.

120. Кориненко В.М., Мартиненко Л.Л. — О некоторых свойствах миозина молод. и старых белых крыс. В кн.: Проблемы возрастн.физиолог.и биохимии. Ученые записки. Харьковск.у-та. Харьков,1960, СУШ, 45-47.

121. Косилов С.Л. — О типичн.физиолог.механизмах производств. утомления. Т и НК, 1962, 6, 41-44.

122. Косилов С.Л. — Очерки физиолог.труда. М., 1965,317-318.

123. Косилов С.Л. — О возрастн. развитии мышечн.деятельн. Т и НК, 1973, 2, 35-38.

124. Косилов С.А., Лушков Б.Л. — Медико-биолог.пробл.НОТ. М., "Медицина", 1971, 72-104.

125. Коц Я.М. — Исследование центральн.и периферическ. механизмов утомления при локальн.мышечн. деятельности. физиолог.тр. (тез.докл.VI Всес.научн.конф. по физиолог.тр.). М., 1973, 191-193.

126. Крапивенцева С.И. — Активный отдых в рабочем процессе. М., "Медицина", 1971.

127. Крапивенцева С.И., Малинская Н.Н., Артамонова В.П., Галецкая О.И. — Работоспособность подростк.и режим труда при производствен.обучении. М., "Профтехиздат", 1962.

128. Краснова А.Ф. — Биохимич.изменения в мышцах и крови при мышечн. деятельности силов.характера. Дисс., М., 1960.

129. Краснова А.Ф., Яковлев Н.Н. — Физиолого-химич.характеристика врабатыв. при мышечн.деятельн.и реституции в период отдыха у лиц среднего и старшего возраста. физиолог.ж. СССР, 1968, 70, 5, 504-511.

130. Красногорский Н.И. — О некотор.возр.особенностях физиолог. деятельн.коры г.м. у детей. Тр.по изучению в.н.д. челов.и животн., М., 1954, I, 414.

131. Кручинин В.А. — Возрастн.изменения чувства ритма у слабовидящих школьников. Мат.X научн.конф. по возр.морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1971, т.2, ч.I, 365-366.

132. Кряжко И.А. — В кн.: физическ.культура и здоровье детей и подр. (ред.И.А.Кряжко), М., "Медицина", 1966, 7-18.

I33. Кубяк О.К. Соотношен.между плотностью рабоч.времени и времени, необх.для отдыха при различн. типах изменения мышечн.работоспособности. В кн.: Вопр.физиолог. труда. Киев, I955, 29-37.

I34. Кузнецов С.П. Восстановление работоспособности периферическ.первно-мышечн.аппарата после дозированн.локальн.работы. В кн.: Физиолог. тр. (Тез.докл.УI Всес.научн.конф. по физиолог.тр.), М., I973, 20I-203.

I35. Кузнецова З.И., Мартовский А.Н., Хаустов С.И. Сравнительн.анализ возрастн.особенн.развития выносливости у детей 8-II лет. Мат. X научн.конф.по возр.морфолог.,физиолог. и биохимии. М., I97I, т.2, ч.2, 374-375.

I36. Кукуев Л.А. О развитии ядра двигательн.анализатора в онтогенезе челов. Тр.2 научн.конф.по возрастн.физиолог. и морфолог. М., АПН, I955, 38-47.

I37. Кулак И.А. Динамика восстановлен.работоспособн.челов. после утомления. Конф.по вопр.физиолог.спорта. Тез.докл. Л., I955.

I38. Кулак И.А. Физиолог.утомления при умствен.и физическ. работе челов. Минск, "Беларусь", I968.

I39. Кундиев Ю.И. Данные об изменении времени реакции и дифференцировке при различных типах изменения мышечн.работоспособн.человека. В кн.: Вопр.физиолог.труда. Киев, I955, 23-28.

I40. Куневич В.Г. Возрастн.особенности двигательн.аппарата в норме и при его повреждении. Дисс.,Л., I955.

I4I. Латманизова Л.В. Возрастная микроэлектрофизиология. Л., I973.

I42. Ледовская Н.М. Опыт изучения двигательн.активн.детей дошкольн.возраста. В кн.: Физическ.работоспособн.человека. Новосибирск, I970,25.

I43. Лейник М.В. К учению о физиолог.основах рацион.режима труда и отдыха. Киев, Гос.мед.изд. УССР, I95I.

I44. Лейник М.В. Методика изучен.мышечн.работоспособн. Врач.дело. I952, I2, II05.

145. Леонтьева Н.Н. — Возрастн.особенн.функциональн.свойств скелетн.мышц детей школьн.возраста. Тр. I научн.конф.по возрастн.морфолог.и физиолог. М., 1954, 224-231.

146. Леонтьева Н.Н. — Возрастн.особенн.ритмическ.возбуждения скелетн.мышц. Тр.2 научн.конф.по возр. морфолог. и физиолог. М., АПН, 1955, 88-94.

147. Лесгафт П.Ф. — Об играх и физическ.воспитан.в школе. Тр.общ.Русск.врачей. СПб, Закон гармонии, 1882-1883, I, 261.

148. Летунов С.П., Мотылянская Р.Е. — Мат.к обоснованию теории развития выносливости. Т и ПФК, 1971, I, 28-34.

149. Лехтман Я.Б. — В кн.: Физиолог.основы физическ.культ.и спорта (ред.Н.В.Зимкин). М., "Ф и С", 1955, гл8, 156-183.

150. Лукашевич Т.П. — К вопр.о развитии тактильно-кинестет. анализатора у детей от 2 до 4 лет. Мат. по эволюцион.физиолог. (ред.Л.А.Орбели). М-Л., АН СССР, Л., 1960, 23-29.

151. Майоров В.А. — О более раннем начале развития общей выносливости у школьников 11-14 лет. Мат. XI Всес.научн.конф.по морфолог.,физиолог., биомехан.и биохимии мышечн. деятельности. Свердловск, 1970, 260-261.

152. Майсурадзе М.Я. — К вопр.о влиянии силов.упражнений на развитие мышечн.выносливости. Т и ПФК, 1959, 22, 8, 701-703.

153. Макаров П.О. — Адекватометрия в возрастн.физиологии. Тр.IУ научн.конф.по возрастн.морфолог., физиолог. и биохимии. М., АПН, 1960, 80-86.

154. Максимова О.Ф. — Возрастн.изменения мышечн.работоспособн. человека. Дисс., Киев, 1954.

155. Максимова О.Ф. — Возрастн.нормы трудовой нагрузки. Врач. дело, 1960, 9, 96-98.

156. Максимова О.Ф. — Возрастн.особенн.работоспособн.человека. Научн.конф.по физиолог.процессов утомления и восстановления. Киев, 1961, 62-63.

157. Максимова О.Ф. — О возрастных нормах труд.нагрузки. Мат. IУ научн.конф.по физиолог.труда, посв. памяти А.А.Ухтомского. Л., 1963.

158. Малхотра М.С. — Влияние возр.на физическ.работоспособн. на высоте. В кн.: Физиолог.пробл.развития тренированности. М., 1970, 165-172.

159. Мануилов И.А. — Эргограф с пневматическ.передачей для записи движений различн.амплитуды. Физиолог.ж.СССР, 1957, 43, 12, 1204.

160. Маркосян А.А. — Пробл.критерия готовности организма к повторной мышечн.деятельн. Тр.12 юбил. Международн.конф.спортивн.медицины. Медгиз, 1959, 524.

161. Маркосян А.А. — В кн.: Основы морфолог. и физиолог.организма детей и подростков. (ред.А.А.Маркосян). М., "Медицина", 1969.

162. Мартиросов Э.Г., Письменский И.А., Чибичьян Х.Л. — Исследов.статической выносливости борцов в зависимости от их максимальн.силы. Мат. II Всес.научн.конф.по морфол.,физиолог., биомехан. и биохимии мышечн.деятельн. Свердловск, 1970, 268.

163. Мартьянов В.А. — Силовые возможн.нервно-мышечн.аппарата при развитии утомления. Физиолог.ж.СССР, 1973, 59, 5, 770-775.

164. Мартовский А.Н., Хаустов С.И. — Экспериментальн.обоснование методики развития выносливости школьников младш.возраста. Т и ПФК, 1971, 6, 40-41.

165. Марпак М.Е. — О первых механизмах корреляции между кровоснабж.и вентил.легких. Усп.современ. биолог., 1953, 36, 2, 209.

166. Маслов М.С. — Учебник детских болезней. Л., Медгиз, 1953.

167. Маслова А.И. — Таблицы для оценки физическ.развития школьников г.Челябинска (Методич.пособие для врачей). Ю-Уральск.книжн.изд.,1965.

168. Медведев И.А. — Динамика изменен.рефлекторн.деятельн. у юных спортсменов под влиянием статич. усилий средн.и максимальн.мощн. В кн.: Вопр.зоолог. Пробл. в.н.д. человека и животных. Красноярск, 1968, 75.

169. Медведева Н.Г. — Восстановительн.период после тренировочн. занятий у юных спортсм. Тр.У научн.конф. по возр.морфолог., физиолог. и биохимии. М., АПН, 1962, 291-194.

170. Медведева И.Г. — Об изменениях возбудимости мышц у юных спортсм. под влиянием разминки. Мат. III научно-теоретич. конф. по физвоспит. и спорту детей и молодежи. Ташкент, 1967, 19-22.

171. Меретеи К. — Физическ., умственн. и моторное развитие детей 3-6 лет, проживающих в различных условиях. Мат. X научн. конф. по возр. морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1971, т.2, ч.2, 33.

172. Мерпиов С.Г. — О двигательной активности детей 6-7-летнего возраста. Мат. X научн. конф. по возр. морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1971, т.2, ч.2, 34.

173. Миссиро В.И. — Об условно-рефлекторн. механизмах влияния эмоций на работоспособн. Физиолог. ж. СССР, 1955, 41, I, 31-34.

174. Миссиро В.И. — Работоспособн. и возраст, М., 1962, 15-18.

175. Михайлов В.В. — Работоспособн. спортсменов при работе большой интенсивн. в зависимости от характера распределения сил. В кн.: Пробл. физиолог. спорта, М., "Ф и С", 1963, 155.

176. Михайлов В.В. — Особенности переходн. процессов при переменн. работе с разным амплитудой и продолжительн. колебаний темпа движений. В кн.: Физиолог. обоснование тренировки. М., "Ф и С", 1969, 25-32.

177. Молдавская С.И., Трошихин В.А. — Психико-физиолог. основы научн. организ. учебн. процесса в вузе. В кн.: Програм. обучение. Межведомственн. научн. сб., в. 6-7, Изд. Киевского у-та, 1970, 138-151.

178. Моногаров В.Д. — О значении темпа в тренировке силы мышц челов. В кн.: Пробл. физиолог. спорта. М., 1958, I, 65.

179. Мотылянская Р.Е. — Пути исследования проблемы развития выносливости у юных спортсменов. В кн.: Выносливость у юных спортсменов. (Общ. ред. Р.Е. Мотылянская). М., "Ф и С", 1969, 5.

180. Мотылянская Р.Е. — Возраст и адаптация к нагрузкам на выносливость. Мат. II Всес. научн. конф. по физиолог., морфолог., биомехан. и биохимии мышечн. деятельн. Свердловск, 1970, 289-291.

181. Муравов И.В. К изучению зависимости деятельн.органов кровообращен.и дыхания от уровня мышечн. работоспособн. Мат.к физиолог.обоснован. трудовых процессов. М., Медгиз, 1960, 70-78.

182. Муравов И.В. О соотношен.между уровнем мышечн.работоспособн.и функциональн.состоянием сердечно-сосудист.и дыхательн.систем. В кн: Научн.конф.по физиолог.процессов утомлен.и восстановления. Киев, 1961, 71-72.

183. Муравов И.В. В кн.: Двигательн.активность и старение. Киев, Изд.и-та геронтолог. АМН СССР, 1969, 11.

184. Муравов И.Б., Сукачев Н.С., Романенко Д.Й. К методике эргографии. Физиолог.ж.СССР, 1957, 43, 12, 1202.

185. Нагорный А.В. Пробл.старения и долголетия. Изд.Харьковского гос.у-та, 1950.

186. Нариманишвили С.П., Мелия А.С. О работе скелетн.мускулатуры при различн.режиме нагрузок. В кн.: Пробл.физиолог.спорта. М., "Ф и С", 1960, 144-152.

187. Нидеритрат Б.М., Нидеритрат Ю.М. Возрастн.изменения звеньев конечностей и связанн. с ними механическ.показателей у детей и подростков. В кн.: Новые исследов.по возрастн.физиолог. М., "Педагогика", 1973, 1, 46-47.

188. Никитин В.Н. О некоторых основных факторах онтогенеза. Учен.записки Харьковск.гос.у-та, 1962, 31, 243-284.

189. Оганезова А.Т. Динамика физическ.развития и функциональн.состояния сердечно-сосудист.системы у детей школьн.возраста.в зависимости от их двигательн.активности. Автореф. дисс., Ереван, 1969.

190. Осипов И.Т. Динамика восстановления и развития двигательн.качеств у лиц средн. и пожилого возраста в группах здоровья. Т и ПФК, 1967, 11, 55-57.

191. Павлов И.П. Баланс азота в слюнной подчелюстн.железе при работе. 1890. Полное собр.сочин. М.-Л., изд.АН СССР, 1951, 2, 142-175.

192. Пакулов В.А., Вербланова З.Г. Простейший эргограф с пневматич.передачей. Учен.записки Красноярск.гос.пед. ин-та.Красноярск, 1963, 24, в.6, 144-146.

193. Переселени Л.И. Особенности реакции перено-мышечн.аппарата детей и взрослых на различн.электрич. раздражение. Мат.IУ научн.конф.по вопр. возр.физиолог.,морфолог.и биохимии. М., 1959, 243-244.

194. Пешков В.П. Кровообращен., дыхание и работоспособн. у юношей во время работы субмаксимальн. мощности. Автореф.дисс.М., 1969.

195. Поварнин М. К вопросу о влиянии сна на мышечн.силу человека. Дисс., СПб, 1883.

196. Пузик В.И. Анатомо-биолог.особенности детского возр. и их связь с патогенезом туберкулеза. В кн.: Туберк.у детей раннего возраста. М., Медгиз, 1947, 9-17.

197. Пузик В.И. Возрастн.морфолог.скелетн.мускулатуры челов. В кн.: Изв.АПН РСФСР, 1954, в.60, 49.

198. Путилин Н.И. Закономерн.энергетики трофическ.процесса и их практическ.значение. В кн.: Вопр. физиолог.процессов утомления и восстановления. Киев, АН УССР, 1958, 55-56.

199. Рабинович Р.Л. Критическ.периоды в становлении регуляции мышечн.напряжений в онтогенезе школьн. Мат.X научн.конф.по возрастн. морфолог.,физиолог.и биохимии. М., 1971, т.2, ч.2, 132-133.

200. Редькина Е.К. Восстановит.период у юных спортсменов после тренировочн.занятий. В кн.: Пробл. юношеск.спорта. М., 1962.

201. Розанова В.Д. Очерки по экспериментальн.возрастн.фармакологии. Л., "Медицина", 1968.

202. Розенблат В.В. Мат.к изучению механизмов утомления и отдыха при статических напряжениях. Дисс. Свердловск, 1953.

203. Розенблат В.В. Исследование выносливости к статич.напряжениям как физиолог.тест. Врач.дело, 1955, 9, 857.

204. Розенблат В.В. Проблема утомления. М., Медгиз, 1961.

205. Розенблат В.В. К физиолог.утомлен.и работоспособн. при мышечн.работе человека. Дисс., Свердловск, 1963.

206. Романов А.В. Возрастн.особенности реакций функций дыхания и кровообращ.при увеличении интенсивн.упражнений. Мат.X Всес.научн. конф. по физиолог.,морфолог.,биомехан.и биохимии мышечн.деятельн. М., 1968, 38.

207. Русин В.Я., Куп К.Ф., Марков Е.Н. О корреляции между статичес.и динамическ. работоспособностью спортсменов. Т и ПК, 1972, 5, 31-35.

208. Самсонова Н.И. Определение периода врабатыв.по изменениям характера регуляции некот.физиолог. функций у школьн. при дозированн.работе. Мат. III респ.научно-теоретич.конф.по физическ.воспитанию и спорту детей и молодежи. Ташкент, 1967, 15-19.

209. Саплинскас Ю.С. Изменения функц.состояния нейро-моторн. аппарата у лиц с разной тренирован.под влиянием физическ.нагрузки. Автореф.дисс., Вильнюс, 1972.

210. Сарычев С.П. Электромиография. В кн.: Клинико-физиолог. методы исследования спортсменов. М., "Ф и С", 1958, 249.

211. Семенов М.И. Динамика развития дифференцировок в двигательн.анализаторе у школьн. Автореф. дисс., Л., 1964.

212. Семенова Л.К. Некот.закономерн.возрастн.развития скелетн.мускулатуры челов. Тр. 2 научн.конф. по возрастн.морфолог.и физиолог., М.,АПН, 1955, 183-194.

213. Семенова Я.К., Бабак О.М., Гурова Н.И. Возрастн.морфолог.скелетн.мускулатуры человека (ред.В.И.Пузик). М., 1961.

214. Семернина А.В. О взаимоотношен.процессов торможения и восстановления. В кн.: Вопр.физиолог. процессов утомления и восстановления. Киев, 1958, 89-94.

215. Сергеева А.Н., Исаев А.М. О соотношен.электрическ.и механическ. компонентов мышечн.сокращения при ритмич. работе. Мат.II всес.конф.по морфолог., физиолог., биомехан. и биохимии мышечн. деятельн. Свердловск, 1970, 385.

216. Сеченов И.М. Элементы мысли, 1878, Изд.1943.

217. Сеченов И.М. Физиология нервной системы. СПб, 1886, Медгиз, 1952, 142.

218. Сеченов И.М. — К вопр.о влиянии раздражения чувствующих нервов на мышечн.работу человека. М., 1903, Избр.тр., М., 1935, 152.

219. Силкин А.А., Юдовина И.Ш. — Особенности воспроизведения временн.интервалов у школьн.при ритмическ.движениях. Мат. III съезда Белорусск.физиолог. общества. Минск, 1970, 211.

220. Силла Р.В. — К динамике работоспособн.школьников в течение дня. Мат.У конф. Таллинск.научно-исследоват.ин-та эпидемиолог.,микробиолог.и гигиены. Таллин, 1964, 143-145.

221. Сильвестрова М.Н. — Исследование адаптации сердца к физич. нагрузкам у детей дошкольн.возр. Вопр. охраны материнства и детства, 1966, 2, 6, 13-17.

222. Синкевич З.Л. — Экспериментальные исследования условного растормаживания. Дисс., М., 1953.

223. Скрябин В.В. — Электрическая активность мышц и мозга при мышечных усилиях статического характера. Мат.IX съезда Всес.общ.физиолог., биохим. и фармаколог. М.-Минск, 1959, I, 353-354.

224. Скрябин В.В., Шабунин Р.А. — О физиолог.механизмах трениров.выносливости к статическ.усилиям. Т и ПФК,1959, 22,8, 673-677.

225. Смирнов К.М. — К вопр.о физиолог.обосновании труда и отдыха подрост. Гигиена и санит., 1961, 2, 34-37.

226. Смирнов К.М. — Актуальн.вопр.врачебн.контроля за занятиями спортом детей и подростков. В кн.: Физическ.культ.и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 141-150.

227. Смирнов К.М. — Обычная двигательн.активн.,потребность в движениях и тренировке. 12 Всес.научн. конф.по физиолог, морфолог., биомехан. и биохимии мышечн.деятельн. Львов, 1972, 38-39.

228. Смирнов К.М. — Гипокинезия. Усп.физиолог.наук, 1972,а, 3, I, 3-19.

229. Смирнов К.М., Ледовская Н.М. — Уровень обычн.двигательн.активн.и потребн. в движениях у детей. Мат.X научн.конф.по возр.морфолог, физиолог.и биохимии. М., 1971, т.2, 212-213.

230. Смирнов К.М., Аникина Е.К., Гапон А.Я., Железовская Л.Г., Колкина Э.А., Ледовская Н.М. — Число шагов за день – показатель обычн. двигательн.активн.челов.Вопр.антрополог., 1973, 43, 150-158.

231. Соколов К.Т. — Возрастн.особенности адаптации дыхания к условиям мышечн.деятельн. Т и ПФК, 1967, 2, 43.

232. Соколов К.Т. — Реакции внешн.дыхания и газообмена в условиях максимальн.нагрузок у людей различн.возраста. Мат.X Всес.научн.конф. по физиолог.,морфолог.,биомехан.и биохимии мышечн.деятельн. М., 1968, 85.

233. Сорокин В.Ф. — Динамика восстановительн.процессов у юных спортсменов после скоростн.упражнений (по данным газообмена и хронаксиметрии). В кн.: Пробл.физиолог.спорта. М., "Ф и С", 1960, 220-230.

234. Степанов А.С., Бурлаков М.А. — О статичес.мышечн.деятельн. Физиолог.ж. СССР, 1963, 49, 3, 306.

235. Стрельников И.Д. — Анатомо-физиологические основы видообразования позвоночных. Л., "Наука", 1970.

236. Сухарев А.Г. — Пробл.гиподинамии в детском возр. и её гигиенич.значение. Тез.докл.XYI Всес. съезда гигиенист.и санитарн.врачей. М., 1972, 405-407.

237. Таварткиладзе Б.В. — Следовые процессы после мышечн. работы максимальн.интенсивн. Конф.по вопр.физиолог.спорта. Тез.докл. М., 1955.

238. Таварткиладзе Б.В. — К физиолог.анализу следовых процессов после кратковременн.мышечн. работы максимальн.интенсивности. Автореф.дисс. Тбилиси, 1962.

239. Таварткиладзе Б.В. — О периодическ.изменен.высоты эргограммы. В кн.: Пробл.физиолог.спорта. М., "Ф и С", 1963, 168.

240. Тамбиева А.П. — Возрастн.развитие и способн.дифференцирования силы мышц кисти. Тр.У научн.конф. по возр.морфолог.,физиолог.,и биохимии. М., АПН, 1962, 246-251.

241. Тамбиева А.П. — Возрастн.развитие силы мышц кисти и выносливос.при статичес.усилии. В кн.: Изв. АПН РСФСР, в.127, М., изд.АПН РСФСР,1963.

242. Таипулатов М.Т. — Характеристика возрастн. изменений биопотенц.мышц у детей. В кн.: Вопр.физиолог. гигиены,ЛФК,методики физич.воспит. и спорта. Нальчик, "Эльбрус", 1970,241-243.

243. Темкин И.Б. — Влияние статич.напряжений разной продолжительн.и интенсивн.на некот.физиолог. показатели детей школьн.возр. Мат.X научн. конф.по возр.морфолог,физиолог.и биохимии. М., 1971, т.2, ч.2, 234-235.

244. Темкин И.Б., Минаева В.В. — Влияние занятий спортивн.гимнастикой на состояние мышечн.тонуса детей в возр. 13-14 лет. В кн.: Физич.культура и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 172-176.

245. Тимченко В.Б. — Процессы восстановления в разные моменты секреторн.деятельн.в зависимости от её интенсивн. В кн.: Вопр.физиолог.процессов утомления и восстановления. Киев, АН УССР, 1958, 144-150.

246. Тихвинский С.Б., Бобко Я.Н., Евсеева Е.В., Красиков А.Ф. — Возраст и работоспособность. X научн. конф.по возрастн.морфолог.,физиолог. и биохимии. М., 1971, т.2, ч.2, 247-248.

247. Точилов К.С., Павлова Л.П. — О механизмах работоспособн.человека. В кн.: Исследования по физиолог. труд. процессов. М., 1962, 24-31.

248. Трахтенберг И.М., Савицкий И.В. — К анализу взаимоотношен.утомления и восстановлен. при мышечн.работе. Тез.докл. УШ съезда Всес.общ.физиолог.,биохимиков и фармакологов. М., 1955.

249. Уварова З.С., Сорочек Р.Г. — Гимнастика для детей раннего возраста. М., "Медицина", 1965.

250. Уварова З.С. — Физическое воспитан.детей в возр. от 1 года до 3 лет. В кн.: Физич.культ.и здоровье детей и подростков. М., "Медицина", 1966, 56-58.

251. Урбах В.Ю. — Биометрические методы. М., 1964.

252. Уфлянд Ю.М. — О влиянии возр.на мышечн.силу. Сообщ.I. Физиолог.ж.СССР, 1932, 15,5, 451-456.

253. Ухтомский А.А. — Физиолог.двигательн.аппарата, 1927. Собр.соч., т.3, изд.ЛГУ, 1951.

254. Фадеева В.К. — Методика экспериментальн.исследования в.н.д. челов. М., Медгиз, 1960.

255. Фарфель В.С. — Исследование по физиолог.выносливости. М., "Ф и С", 1949.

256. Фарфель В.С. — Развитие двигательн.актов у детей школьн.возр. Тр.2 научн.конф.по возр. морфолог.и физиолог. М., АПН, 1955, 269-274.

257. Фарфель В.С. — Развитие движений у детей школьн.возр. М., 1959.

258. Фарфель В.С. — Физиология спорта. М., 1960.

259. Филин В.П. — В кн.: Скоростно-силовая подготовка юных спортсм. (ред.В.П.Филин). М., "Ф и С", 1968, 16-18.

260. ФольбортГ.В. — Процессы истощен.и восстановления и их взаимн.отношения. (К.Природа, 1934, 10). Избр.тр. Киев, 1962, 267.

261. Фольборт Г.В. — Количественн.изменение азота в слюне околоушн.железы при длительн.секреции и после неё. (В соавт.с З.С.Алексеевой, Физиолог.ж.СССР, 1938, 24, в.1-2). Там же, стр.275.

262. Фольборт Г.В. — Процессы истощен.и восстановления при слабой и интенсивн.деятельн.слюнных желез (В соавт.с Н.К.Зольниковой, Физиолог. ж. СССР, 1940, 29, 6). Там же, стр.284.

263. Фольборт Г.В. — Физиолог.картина процессов истощен. и восстановлен.органов (Сб. Физиолог.процессов истощен и восстановл. Харьков, 1941). Там же, стр. 293.

264. Фольборт Г.В. — К вопр.об эргографии как методе исследован. (В соавт.с Н.К.Зольниковой. Сб.научн работ эвакогоспит., 1945). Там же, стр. 310-313.

265. Фольборт Г.В. — Процессы истощен.и восстановл.как основа физиологич.понимания утомления и отдыха. (Пробл.сов.физиолог., биохимии и фармаколог. И., 1949). Там же, стр. 348.

266. Фольборт Г.В. — Пути развития моих исследований. В кн.: Вопр.физиолог.процессов утомления и восстановления. Киев, АН УССР, 1958, 3-55.

267. Фольборт Г.В., Семерникова А.В. — Старость. Киев, АН УССР, 1940, 199.

268. Фольборт Г.В., Семерникова А.В. — Влияние дифферен.торможения на процессы восстановления. Тр.Укр.психоневрол.и-та, т.17, 1946.

269. Фомин Н.А., Филин В.П. — Возрастн.основы физическ.воспитания. М., "Ф и С", 1972.

270. Фонарев А.М., Гольфельд А.Я. — В кн.: Руководство по гигиене детей и подростков (ред.С.М.Громбах). М., "Медицина", 1964, гл.3, 30-65.

271. Фролькис В.В. — Регулирование, приспособление и старение. Л. "Наука", 1970.

272. Фролькис В.В., Безруков В.В., Гепис Е.Д., Дупленко Ю.К., Тапия С.А. — Центральн.первная регуляция сердечно-сосудист.,эндокринн.систем и двигательн. аппарата при старении. В кн.: Ведущие факторы онтогенеза. Киев, "Наукова думка", 1972, 93-122.

273. Фудель-Осипова С.И. — Мат.к возрастн.характеристике возбудимости и функциональн.подвижности первно-мышечн.аппарата теплокровных. Физиолог. ж. СССР, 1962, 48, 9, 1099-1104.

274. Фудель-Осипова С.И. — Старение нервно-мышечн.системы. Киев, "Здоровье", 1968.

275. Цейтлин А.Г. — Физическое развитие детей и подростков. М., 1963.

276. Цопэва Т.М., Альохіна Г.Ф., Данилюк В.П., Дудник А.І. — Зміна функціональної активности центральної нервової системи у юних спортсменів. Физиолог.ж.академії Украінської РСР, 1971, 17, 1, 33-38.

277. Чаговец Н.Р. — Биохимич.анализ суперкомпенсации рабоч. трат как основы состояния тренированности. XII Всес.научн.конф.по физиолог., морфолог., биомехан.и биохимий мышечн. деятельн. Тез.докл. Львов, 1972,220-221.

278. Чебанова О.В. — Изменение мышечн.работоспособн.в процессе формирован.и нарушен.динамич.стереотипа различн.сложности. Мат.IУ научн.конф. по физиолог.труда,посв.памяти А.А.Ухтомского. Л., 1963, 346.

279. Чеботарев Д.Ф. Развитие геронтолог.в СССР. Вестн.АМН СССР, 1969, 2, 3-12.

280. Чеботарев Д.Ф. Биологич.возраст и возрастн.классификация в позднем онтогенезе. В кн.: Ведущие факторы онтогенеза. Киев, "Наукова думка", 1972, 87-93.

281. Черешнева Л.Я. Особенности развития скоростно-силовых качеств девочек и девушек, систематически занимающихся гимнастикой. Сб.докл.на 2 Всес.конф.по пробл.юношеского спорта. М., 1971, 101, 108.

282. Чернов К.Л. Характеристика выносливости мальчиков и юношей 10-18 лет к работе циклическ.характера с постоянн.интенсивностью. Мат. III научн.-теоретич.конф.по физическ.воспитанию и спорту детей и молодежи. Ташкент. 1967, 113-120.

283. Черник Е.С. Сравнительная характеристика выносливости при различн.статическ.усилиях у детей 3-17 лет. Тр.У научн.конф.по возрастн. морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1962, 255.

284. Черник Е.С. Развитие выносливости при выполнен.статическ.напряжений. Мат.II Всес.научн.конф. по физиолог., морфолог., биомехан. и биохимии мышечн.деятельн. Свердловск, 1970, 485.

285. Шабунин Р.А. Некот.особенности сосудист.рефлексов молодых людей в возр. 18-20 лет. В кн.: Актуальн.вопр.экспериментальн.медицины и биолог. Челябинск, 1962, 111-117.

286. Шабунин Р.А. О наличии парабиотич.тормозных фаз в деятельн.сосудодвигательн.центра во время статичес.мышечн.напряжений. Вопр. патофизиолог. сердечно-сосудист.системы. М., 1963.

287. Шабунин Р.А. Возрастн.особенн.функционирования двигательн.аппарата и сердечно-сосудист. системы при статических напряжениях. Дисс., Свердловск, 1969.

288. Шабунин Р.А. О значимости ощущения усталости в диагностике утомления. В кн.: Физиолог. труда (Тез.докл. VI Всес.научн.конф. по физиолог.тр). М., 1973, 376.

289. Натенштейн Д.И. — Регуляция физиолог.процессов при работе. М.-Л., 1939.

290. Натенштейн Д.И., Иорданская Е.Н. — К физиолог.двигательн.анализатора челов. Физиолог.ж.СССР, 1955, 51, 1, 35-42.

291. Нейдин Я.А., Куневич В.Г. — О влиянии статическ.работы Тр.Лен.общ. естествоиспытателей, 1935, 44, 3, 445-458.

292. Нейдин Я.А., Курбатова И.Н. — О вынослив.в статическ.работе. Тр.физиологич.ин-та ЛГУ, 1936, 16.

293. Некурода В.А. — Исследование вынослив.к статическ.усилиям у лиц различн.конституциональн.типов. Тр.Краснознам.Воен.ф-та физич.культ. и спорта при ГОЛИФК им.Лесгафта. Л., 1962, 30, 202-207.

294. Нимельков И.И. — Развитие вынослив.у юношей 15-16 лет. В кн.: Пробл.юношес. спорта и физическ. развития школьн. Горький, 1966, 77-80.

295. Эголинский Я.А. — Возрастн.особенности газообм.и расхода энергии при утомительн.мышечн.деятельности. Мат. IУ научн.конф.по вопр.возр. морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1959, 361-363.

296. Эголинский Я.А. — Некот.данные по экспериментальн.тренировке вынослив.челов. Физиолог.ж.СССР, 1961, 47, 1, 38-42.

297. Эголинский Я.А. — Тренировка мощн.при работе непост.мощн., с различн.грузами и в различн.темпе. Тр. ин-та физич.культ.им В.И.Ленина, 1963, 6, 44.

298. Эголинский Я.А. — Физичес.выносливость челов. и пути её развития. М., Воен.изд. Мин.обороны СССР. 1966, 6-15.

299. Юрко Г.П. — Физиолог.обоснован.допустим.физическ. нагрузок у детей дошкольн.возр. (4-5 лет). В кн.: Физическ.культ.и здоровье детей и подростков. М., "Медицина" 1966, 58-61.

300. Яблоновский И.М. — Методика исследования моторных умений школьн. В кн.: Физическ.культ.детей и подростков , М., "Ф и С", 1933.

301. Яковлев Н.Н. — Биохимия физическ.упражнений. Л., 1961.

302. Яковлев Н.Н. — Возрастные особенности функциониров. и пластичес. обмена вещ. и их значение для физическ.культ. Т и ФК, 1962, 7, 25-29.

303. Яковлев Н.Н. — Биохимич.обоснован.физическ.культуры в детск.и пожилом возрасте. В кн.: Биохимия (ред.Н.Н.Яковлев). М., "Ф и С", 1969, 246-309.

304. Яковлев Н.Н., Лешкевич И.Г., Макарова А.Ф., Попова Н.К., Рогозкин В.А., Чаговец И.Р. — Возрастн.особенности реакции организма на выполнен.физическ.упражнений. Физиолог.ж.СССР, 1960, 46, 7, 834-841.

305. Яковлев Н.Н., Краснова А.Ф. — Биохимич.изменения мышц в онтогенезе и проблема старения. В кн.: Молекулярн. и функциональн.основы онтогенеза. М., "Медицина", 1970, 354-372.

306. Яковлева Е.С. — Возрастн.изменения некот.мышц предпл. челов. Тр. III научн.конф. по возрастн. морфолог, физиолог. и биохимии. М., АПН РСФСР, 1958, 496-503.

307. Яковлева Е.С. — Особенности формирован.сгибателей и разгибат.кисти и пальцев у детей. Мат. IУ научн.конф.по вопр.возрастн.морфолог., физиолог. и биохимии. М., 1960, 368-369.

308. Яковлева И.Н. — Некотор.данные о состоянии организма подростков во время труд.деятельн. Гиг. и саритар., 1962, 10, 32-36.

309. Яковлева И.Н. — Изменения мышечн. работоспособн.и свойств основных корковых процессов у подростков в зависимости от возраста. В кн.: Вопр. охраны здоровья детей и подростков, Киев, 1963.

310. Яковская А.С. — Механизмы старения. Киев, "Здоровье", 1963, 295.

311. Amar J. — Человеческая машина. М., 1922. (Пер. с французского).

312. Andersen K.L., Asmussen E., Henschel A., Муравов И.В., и др. — О физической подготовленности взрослого человека. Хроника ВОЗ, 1970, 24, 3, 119.

313. Astrand P.O. — A study of capacity for hard muscular work of 17 to 19-year-old male youths. "Arbeitsphysiologie",1953,15,251-254.

314. Astrand P.O. — Sport, Alter und Geschlecht. Bern, 1958.

315. Astrand I. — The physical work capacity of workers 50-64 years old. "Acta physiol.scand." 1958,42,73-86.

316. Bal M.E., Thompson E.M., Mc Intosch E.M., Taylor C.M., Macleod G. — Mechanical efficiency in cycling of girls six to fourteen years of age. "J.Appl.Physiol.",1953,6,2,185-188.

317. Benes K., Glivicky V., Vaneckova M. — Způsob jiinz se uplathuje sportovné priprava pri pracovni cinnosti. "Csl. hygiena" 1961,1.

318. Berger B.A. — The effect of varied weight training programs on strength and endurance. Illinois,1960.

319. Bergstrom J., Guarnieri G., Hultman E.P. — Carbohydrate metabolism and electrolyte changes in human muscle tissue during heavy work. "J.Appl.Physiol.", 1971,30,122-125.

320. Bramati C. — Sulle accellerazioni dell'organismo umano durante alcuni movimenti volantari e particolarmente sui loro rapoti con l'efa dei soggetti. "Rev. med.aeronaut.",1953,16,1,41-50.

321. Brown N.T. — A method for estimating the number of motor units in thenar muscles and the changes in motor units count with ageing. "J.Neurol.Neurosurg. & Psychiat", 1972,35,6,845-852.

322. Burger M. — Alter und Krankheit. Leipzig,1954.

323. Cotungo V. — Indagini dinamomettriche nel vecchio. "Boll.Soc.ital.biol.sperim.",1964,40, 15,921-923.

324. Didier J.P., Klepping J., — Influence d'un travail musculaire léger sur l'evolution de la periode de récupération. "J.physiol.",France,1969,61,2,267.

325. Dill D.B., Horvath S.M., Craig F.N. — Responses to exercise as related to age. "J.Appl.Physiol.",1958,12,195.

326. Eriksson B.O., Koch G. — Effect of physical training, submaximal and maximal exercise in 11-13 -year old boys. "Acta physiol.scand", 1973,87,1,27-39.

327. Ermini M. — Die altersbedingte Abnahme energie - reicher Verbindungen im Säugeorganismus und die darut verbundenen funktionellen veränderungen "Actuel.Gerontolog.",1973,3,3,141-150.

328. Ficher A., Parizkova J., Roth L. — The effect of systematic physical activity on maximal performance and functional capacity in senescent men. "Int.Z.Angew.Physiol.",1965,21,4, 269-304.

329. Fumagalli C., Toscani A., Baroni A. — Invecchiamento, attività fisica e terapie termali. "G.gerontol.",1972, 20,7,658-665.

330. Gellewicz M. — Sila statysznaa wytrzymalość milśniowa (silowa). "Wychow.fiz. i sport", 1970,14,3,37-48.

331. Helmreich E. — Der Kraftwechsel des Kindes. Wien, 1927.

332. Helmreich E. — Physiologie des Kindesalters. Ber - lin,1931.

333. Henschel A. — Effects of age on work capacity. "Am. Industr.Hyg.Ass.J.",1970,31,4,430-436.

334. Hettinger T.H. — Physiology of strength. Springfield, 1961.

335. Hettinger T.H., Müller E.A. — Wackstums bedingte Veränderdaner der menschlichen Muskeln. "Arbeitsphysiologie",1951,14,332.

336. Hill A.V., Kupalov P. — Anaerobic and aerobic activity in isolated muscle. "Proc.Roy.Soc., Ser.B,1929,105,734,313-322.

337. Hobson W. — The effect of ageing on mental and physical capacity. "Practitioner", 1955,174,1043,527-535.

338. Ikai Hichio, Steinhaus A.H. — Some factors modifying the expression of human strength. "J.Appl.Physiol.", 1961,16,1,157-163.

339. Janeff B.A. — Besonderheiten liniger Grundbewegugen bei Kindern und Jugendlichen. "Wiss. Z.Humboldt-Univ.Berl.",1965,14,2, 345-349.

340. Keller R. — Experimentelle Untersuchungen über der Ermüdbarkeit von Schülern durch geisti - ge Arbeit. "Zeitschrift f.Schulhygie - ne",1897,10.

341. Kenisies F. — Zum Frage der Überbürdung unserer Schuljugend. "Dtsch.med.Wschr.", 1896,22,27.

342. Kirschner H. — Analiza efectywnosci "prostage" c "zlo- zonego" rytmi pracy miesnio wej. "Ac - ta physiol.polon.",1963,14,2,187-201.

343. Klimt F. — Handdruckkraft-Normalwerte bei 3-14 jährigen Kindern. "Pädiatrie Grenzge - biete",1969,8,4,223-232.

344. Klimt F., Haense B. — Ergometrie im Kleinkinderalter Atemvo - lumen und Atemäquivalent während einer Körperlichen Tätigkeit. "Arztl.Juydk - de",1970,6,513-523.

345. Klonowicz S. — Ergonomics Mach. Design. Proc.Sympos. Prague,1967. Vol.1,Geneva,1968,213-222.

346. Kozlik J. — Výsledky studia vývoje telesné zdatnos- ti deti mladsiho skolniho veku. "Peda- gogika",Praha,1971,21,1,73-89.

347. Kraus H., Raab W. — Hypokinetic disease. Diseases produced by lack of exercise. Springfield,1961.

348. Kuta I., Parizková J., Dycka J. — Muscle strength and lean body mass in old men of different physical activi - ty. "J.Appl.Physiol.",1970,29,168-171.

349. Lang S. — Munka es elfarados. Budapest, "Medi - cina",1965.

350. Lehmann G. — Die Wirkung einiger basischer Vital -farbssoffe auf den Akionsstrom der isoliertem markhaltigen Nervenfasern des Frosches. "Pflug.Arch.",1955,260, 368-373.

351. Lindhard J. — Untersuchunger über statische Arbeit. "Scand. Arch. Physiol.", 1920, 40, 145.

352. Lobsien M. — Examen und Leistung. "Die experimentelle Pädagogik", 1905, 1, 1-2.

353. Mellerovicz H. — Trainingsmass und Leistungszuwachs. "Sportarzt", 1967, 18, 9, 357-360.

354. Merton P.A. — Voluntary strength and fatigue. "J. Physiology", 1954, 123, 3, 553-564.

355. Meyerhof O. — Chemische Vorgänge in Muskel. Berlin, 1928.

356. Mutolo N., Cotungo V. — Electromiografia nel vecchio. "Boll. Soc. ital. biol. sperim.", (1860-1862, 40, 24), 1964.

357. Mori Z. — Age and muscular exercise. "Japan J. Med. Sci. III Biophysics," 1936, 3, 4, 309-365.

358. Mosso A. — Усталость. СПб, 1898. (Пер. с итальянск.)

359. Nagle F.I. — The effects of two systems of weight training on circulorespiratory endurance and related physiological factors. Boston, 1960.

360. Naess K.A., Strom Mathissen A. — Fatigue of sistained tetanic contractions. "Acta physiol. scand.", 1955, 31, 1, 356.

361. Nöcker J. — Grundriss der Biologie der Körperübungen. Sportverlag, Berlin, Jugend und Sport, 1955, 380-398.

362. Nova M., Hubac M. — Взаимосвязь между некоторыми показателями кардиопульмональной функции при трудовой нагрузке подростков в период их развития. "Гигиена труда и профзаб.", 1968, 10, 18-20.

363. Petersewa J., Kygelberg E. — Duration and form of action potencials in the normal human muscle. "J. Neurol., Neurosurg., Psychiat.", 1949, 12, 124-128.

364. Pihetty Fr. — Point de vue des employeurs sur l'emploi des handicapés. "Réadaptation", 1966, 127, 29-30.

365. Quass M. — Zur Leistungsfähigkeit und Belastung beim polytechnischen Unterricht. "Dtsch. Ges.wesen",1962,27,47,2043-2043.

366. Reijs J.H. — Über die Veränderung der Kraft während der Bewegung. "Pflug.Arch.klin.ges. Physiol.",1921,191,234-257.

367. Royce J. — Active and passive recovery from maxi - mal aerobic capacity work. "Internat. Z.Angew Physiol.",1969,28,1,1-8.

368. Sato Hikaru, Hazeki Takasi, Mizutani Tetsuo, Shoda Joshihisa. — Maximal exercise test. "Jap.Circ.J.", Engl.Ed.,1971,35,1,49-50.

369. Schauber H., Müller E.A. — Die Leistungsfähigkeit der Hände bei Arbeit in verschiedener Höhe über dem Herzen. "Internat.Z.Angew Physiol.", 1970,28,2,135-154.

370. Shaver L.G. — Maximum isometric strength and relati - ve muscular endurance gains and their relationships. "Res.Quart.",1971,42, 2,194-202.

371. Sherrer J. — Physiologie du travail. (Ergonomie). Paris,1967.

372. Smedley — Report of Department of Child Study Comission of Education. 1900.

373. Vierordt H. — Anatomische, physiologische und phy - sikalische Daten und Tabellen. 3-te Auf. Jena,1906.

374. Vitte N.K., Kryshanow - skaja W.W., Steshenskaya E.L. — Alternsprozess im Zichte der Arbeits - physiologie. "Z.Alterforsch.",1967, 20,2,91-98.

375. Vogel J.A., Gleser M.A., Wheeler R.C. et al. — Carbon monoxide and physical work ca - pacity. "Arch.Environ.Health",1972, 24,198-203.

376. Wachholder K. — Willkürliche Hattung und Bewegung ins - lesondere im Zichte elektrophysiolo - gischer Untersuchungen. Willkurliche Haltung u. Bewegung. München,1928.

377. Waldman R., Stull G.A. — Effects of various periods of inacti - vity on retention of newly acquired levels of muscular endurance. "Res. Quart.Amer.Assoc.Health, Phys.Educ. & Recreat.",1969,40,2,396-401.

378. Weber E.H. — Wagners Handwörterb. der Physiologie., 1846,3,11,481.
(Цит. : И.С.Беритов. Общая физиоло - гия мышечной и нервной систем. М., 1959,217).

379. Weichardt W. — Über Ermüdungsstoffe. Stuttgart, 1912.

380. Williams M., — Strength variation through the range of joint motion. "Physical Therapy Rev.",1959,39,3,145-152.