07

Министерство здравоохранения РСФСР

Горьковский медицинский институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

Пухова Лидия Арсентьевна

ИНДИВИДУАЛЬНО ДОЗИРОВАННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ И ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛИКОЛИТИЧЕСКОГО РАСПАДА УГЛЕВОДОВ

(03.0004 — биохимия)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Горький

1976

Работа выполнена на кафедре анатомии человека (зав. кафедрой — профессор А. П. Сорокин) Горьковского медицинского института им. С. М. Кирова (ректор — профессор И. Ф. Матюшин).

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор **А. П. Сорокин,**
доктор медицинских наук, профессор **Е. М. Хватова.**

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор **И. В. Федоров,**
кандидат медицинских наук, доцент **Г. В. Волков.**

Ведущее учреждение, куда направлена диссертация для внешнего отзыва — Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры (Москва).

Автореферат разослан «26» 04 1976 г.

Защита состоится «___» _____ 1976 г.

в ___ часов на заседании ученого Совета Горьковского медицинского института им. С. М. Кирова по адресу:

Горький, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета —
профессор **Е. М. Хватова.**

Актуальность темы. Двигательная активность является для организма одним из необходимых условий его жизнедеятельности. Мышечная активность, оказывая генерализованное действие, определяет состояние опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. Физическим нагрузкам принадлежит решающая роль в формировании такого важного качества как работоспособность. Напротив, гиподинамия, реальная опасность которой возникает в связи с освобождением современного человека от необходимости совершать физические нагрузки на производстве и в быту, оказывает на организм неблагоприятное влияние (Г. Г. Хечинашвили, 1972; И. В. Федоров, 1973; Е. А. Шапошников, И. Д. Френкель, 1974 и др.).

Необходимость применения физических нагрузок с индивидуальной дозировкой в профилактической, лечебной и реабилитационной медицине (А. Г. Дембо с соавт., 1968; И. Б. Темкин, 1973; F. W. Booth, J. R. Kelso, 1973 и др.) ставит условие всестороннего, комплексного исследования их влияния на организм человека. Изменение биохимических процессов лежит в основе функциональных сдвигов и морфологических перестроек, наступающих в организме под влиянием физических нагрузок (Н. Н. Яковлев, 1971; А. В. Черный, 1974 и др.), что определяет необходимость оценки состояния организма прежде всего по метаболическим показателям.

Имеющиеся в литературе данные об изменении метаболизма под влиянием физических упражнений достаточно противоречивы ввиду отсутствия убедительно разработанных условий индивидуального дозирования нагрузок и контроля индивидуальной величины в процессе самой нагрузки, разрозненны и фрагментарны из-за отсутствия систематичности в наблюдениях и поэтому не вносят полной ясности в оценку обменных процессов и состояния организма в условиях физических нагрузок.

Цель исследования. На кафедре анатомии человека Горьковского медицинского института им. С. М. Кирова в течение ряда лет разрабатывается проблема индивидуального дозирования физических нагрузок и срочной диагностики состояния организма человека и животных в процессе действия физических нагрузок и других факторов внешней среды. Настоящая работа является частью этой комплексной темы и посвящена изучению показателей гликолитических реакций у собак при адаптации их к индивидуально дозированным физическим нагрузкам (ИДФН). Цель настоящего исследования — дать оценку состояния обменных процессов по пока-

зателям крови и печени: 1) при однократном воздействии ИДФН разной величины, определяемой стадией приспособления; 2) в динамике процесса адаптации к систематическим нагрузкам разной величины ($3^б$ и 4 стадия) и разного режима воздействия (ежедневные нагрузки и нагрузки через день); 3) у животных с экспериментальным инфарктом миокарда при однократных нагрузках.

Научная новизна и практическая ценность результатов исследования. В результате проведенного исследования получены данные об особенностях изменения активности гликолитического распада углеводов у собак при адаптации их к ИДФН. При этом новизна данных заключается:

а) в установлении стадийного характера изменения гликолитических показателей при однократной, возрастающей во времени физической нагрузке и получении метаболической характеристики стадий приспособления в условиях нормы и в условиях экспериментального инфаркта миокарда;

б) в установлении зависимости изменений активности гликолиза в длительном эксперименте от величины нагрузок, продолжительности и ритма их систематического воздействия и получении характеристики состояния адаптированности организма на разных этапах адаптационного процесса.

Анализ сопоставления собственных данных с результатами физиологических и морфологических исследований у тех же животных. проведенных участниками совместной работы, позволяет предложить исследованный комплекс гликолитических показателей в качестве объективного критерия оценки состояния организма в условиях индивидуально дозированных физических нагрузок. Полученные в длительном эксперименте данные, характеризующие выраженность гликолитических реакций на разных этапах адаптационного процесса, могут быть использованы в практике физической культуры и спорта при разработке тренировочных занятий, составлении оптимальных двигательных режимов. Данные о более ранних и значительных сдвигах в гликолитических реакциях при однократных ИДФН у животных с экспериментальным инфарктом миокарда могут быть учтены при разработке двигательных режимов в клинической медицине (реабилитация больных, лечебная физкультура). Однако, исследование, проведенное на животных с экспериментальным инфарктом миокарда, требует продолжения работ в этом направлении для выяснения направленности приспособительных реакций при длительном применении физических нагрузок и возможности коррекции адаптационного процесса с целью оптимизации функции миокарда.

Методы исследования и постановка опытов. Показатели, взятые для характеристики гликолитического процесса, и методы, с помощью которых проводилось их определение, представлены в таблице 1. Для решения поставленных задач было выполнено свыше 4 тысяч биохимических анализов у 147 экспериментальных животных (беспородные собаки-самцы 2,5—3,5 лет), распределение которых по сериям и группам представлено в таблице 2.

Моделью физической нагрузки служил бег в третбане со скоростью 15 км/ч (здоровые собаки) и 9 км/ч (собаки с экспериментальным инфарктом миокарда) до заранее выбранной стадии приспособления (методика А. П. Сорокина с сотр., 1973).

Таблица 1

Методы исследования

Показатели гликолиза	Авторы методов
Гликоген печени	Хорейши с сотр., 1961
Глюкоза крови	Модификация И. С. Лукомской и В. К. Городецкого, 1961
Молочная кислота крови	С. Е. Северин и Н. П. Мешкова, 1955
Пировиноградная кислота крови	Е. А. Кост и Л. Г. Смирнова, 1964
Лактатдегидрогеназа сыворотки крови	S. Natelson, 1961
Статистическая обработка	Л. С. Каминский, 1964; Г. Ф. Лакин, 1968; И. Т. Шевченко с соавт., 1970.

Таблица 2

Экспериментальные животные по сериям и группам опытов

Серия	Группа	Количество животных в группе	Количество животных в серии
Однократные нагрузки	3а стадия	8	79
	3б стадия	22	
	4 стадия	25	
	5 стадия	16	
	Динамический контроль: 3а, 3б, 4, 5 стадии	8	
Многократные нагрузки (в количестве 72)	3б стадия ежедневно	16	50
	3б стадия через день	6	
	4 стадия ежедневно	20	
	4 стадия через день	8	
Однократные нагрузки до 3а, 3б и 4 стадий у животных с экспериментальным инфарктом миокарда.		18	18

Экспериментальный инфаркт миокарда вызывали перевязкой нисходящей ветви левой коронарной артерии в ее средней трети. Операции проводились доцентом кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Т. Ф. Самарцевой. Собак брали в опыт на 8—10 день после операции. Животные получали в течение дня не более одной нагрузки. Опыты проводились в утренние часы — с 9 до 12. Кровь для анализа брали из бедренной вены перед началом бега и сразу же после окончания бега. В длительном эксперименте заборы крови проводились на 1, 6, 12, 18, 36, 48, 54, 72 нагрузках, так что у каждого животного были прослежены в динамике изменения показателей от нагрузки к нагрузке и изменения во время бега в каждом опыте.

Анализ собственных данных включал сопоставление с результатами физиологических и морфологических исследований, проведенных на этих же животных участниками комплексной работы: В. Н. Садовниковым (1972), А. И. Денисовым (1973), О. В. Бирюковой (1973), В. Т. Монаховой (1973), А. Р. Сермеевой (1974), Г. В. Стельниковым (1974), А. Н. Вазиным (1974), Д. Л. Гришановым (1975).

Характер построения работы. Диссертация содержит обзор литературы из двух глав, одна из которых посвящена значению физических нагрузок, а вторая — роли гликолиза при адаптации организма к физическим нагрузкам. На основании данных литературы, отражающих степень изученности исследуемого вопроса, определены цель и задачи исследования.

Материалы собственных исследований представлены в трех главах и содержат: 1) методическую характеристику эксперимента, обоснование и описание примененных биохимических методов; 2) изложение собственных данных с приведением цифрового материала (45 таблиц) и иллюстраций (29 рисунков); 3) обсуждение результатов. В заключительной части представлены практические рекомендации. Выводы содержат 7 основных положений работы.

Содержание работы. Изучение влияния однократных индивидуально дозированных физических нагрузок на показатели метаболизма, отражающие состояние гликолитического процесса в организме, показало, что активность гликолиза изменяется в зависимости от стадии нагрузки.

Так, при нагрузках до 3 стадии ($3^а$ и $3^б$) отмечалось достоверное повышение содержания лактата, пирувата, увеличение соотношения МК/ПВК и активности лактатдегидрогеназы (табл. 3.). Между накоплением в крови молочной кислоты и повышением активности фермента установлена достоверная положительная корреляционная зависимость. У большинства животных наблюдалось снижение уровня глюкозы в крови и уменьшение коэффициента глюкоза/лактат (табл. 3). Следует отметить, что величины прироста лактата, пирувата, окислительно-восстановительного потенциала (МК/ПВК) и активности лактатдегидрогеназы при нагрузках до

$3^б$ стадии имеют более выраженный сдвиг, чем при нагрузках до $3^а$ стадии. Подобные изменения гликолитических показателей свидетельствуют об активации гликолиза при однократных ИДФН до 3 стадии.

При однократных нагрузках до 4 стадии отмечено снижение активности гликолиза по сравнению с активностью его реакций на $3^б$ стадии. Средний прирост лактата при нагрузке до 4 стадии составил 78%, что значительно меньше, чем при нагрузке до $3^б$ стадии, а у отдельных животных совсем не установлено повышения молочной кислоты за время бега. Корреляция активности лактатдегидрогеназы с содержанием лактата сохранилась лишь у части животных. Повышение активности лактатдегидрогеназы (в среднем на 58% от донагрузочного уровня) установлено только у половины собак группы; у второй половины животных наблюдалось снижение активности фермента относительно исходного результата (в среднем на 32%). На 4 стадии ближе к норме величины коэффициентов глюкоза/лактат и лактат/пируват, чем при нагрузках до $3^б$ стадии (табл. 3).

На 5 стадии вновь выявлены признаки активации гликолиза. Как и на 3 стадии, у большинства животных группы в процессе нагрузки отмечено снижение содержания глюкозы крови. Уровень гликогена в печени при этом достигал в среднем 1969 мг%, что составило 60% от контрольной величины. Содержание лактата в процессе бега увеличилось вдвое, а у 43% собак этой группы — в 3 и более раза. Впервые появляется отрицательная коррелятивная связь между продолжительностью работы и накоплением лактата ($r=-0{,}49$, $p<0{,}05$): длительность работы тем меньше, чем больше прирост лактата. На 5 стадии нарушена корреляция между содержанием молочной кислоты и активностью фермента, т. е. при высоком содержании лактата активность лактатдегидрогеназы недостаточно высока. Прирост активности ЛДГ составил в среднем по группе лишь 24%. На 5 стадии отмечено большое накопление пирувата, достоверное увеличение отношения лактат/пируват и уменьшение коэффициента глюкоза/лактат (табл. 3).

Итак, однократные ИДФН независимо от степени нагрузки вызывают активацию гликолитического распада углеводов. Однако, степень увеличения активности гликолиза зависит от стадии приспособления. Наибольшая активность гликолитического процесса характерна для $3^б$ и 5 стадий, 4 стадию характеризует наименее выраженная активация гликолиза.

С целью подтверждения стадийного характера изменения гликолитических показателей при однократной нагрузке, возрастающей во времени, был проведен эксперимент на группе собак, условно названной группой динамического контроля. Каждое животное этой группы через определенный срок отдыха (1—2 недели) подвергалось ИДФН последовательно до каждой стадии: вначале до $3^а$, потом — до $3^б$, далее — до 4 и, наконец,— до 5 стадии. Ре-

Таблица 3

Содержание глюкозы, лактата, нирувата, коэффициенты глюкоза/лактат, лактат/нируват и активность ЛДГ в крови у собак при одиократных нагрузках до 3а, 3б, 4 и 5 стадий приспособления

Стадии	3а			3б			4			5		
показатели глюколиза	M ± m до бега	M ± m после бега	% от исх.	M ± m до бега	M ± m после бега	% от исх.	M ± m до бега	M ± m после бега	% от исх.	M ± m до бега	M ± m после бега	% от исх.
Глюкоза (мг%)	60,3 ±3,2	58,2 ±3,1	97	64,1 ±1,2	64,7 ±3,6	100	67,2 ±3,7	70,6 ±4	105	59,4 ±3,8	57,3 ±5,3	96
Лактат (мг%)	26,4 ±2,1	46,0* ±6,7	177	24,9 ±1,3	54,1* ±8	217	21,5 ±1,3	38* ±4,3	178	26,2 ±1,4	56,3* ±7,7	216
Пируват (мг%)	1,85 ±0,38	2,19 ±0,27	118	1,52 ±0,16	2,01* ±0,19	132	1,65 ±0,17	2,16* ±0,2	131	2,04 ±0,2	3,25* ±0,2	159
Глюкоза / лактат	2,7 ±0,3	1,5* ±0,3	56	2,7 ±0,2	1,6 ±0,2	59	3,3 ±0,3	2,2* ±0,2	67	2,3 ±0,2	1,2* ±0,2	52
Лактат / пируват	18,7 ±4,1	22,3 ±2,6	119	21,1 ±2,5	30,8 ±5,8	142	16,1 ±1,9	21,4 ±4,2	133	13 ±1,4	19,5* ±2,6	150
ЛДГ (Е)	276 ∓22	302 ±26	109	241,5 ±16,5	318* ±30	130	229 ±19	234 ±19	102	240 ±27	298 ±28	124

* Отмечены достоверные ($p < 0,05$) изменения относительно донагрузочного результата.

зультаты, полученные на животных из группы динамического контроля, как по абсолютным значениям, так и по направленности изменений от стадии к стадии оказались близки к результатам, полученным на животных разных групп, подвергавшихся только одному какому-то виду разовой ИДФН.

Таким образом, рассматривая действие нарастающей во времени физической нагрузки, в динамике единого непрерывного процесса, каким является ответная реакция организма на физическую нагрузку, можно выделить определенные дискретные состояния — стадии приспособления, имеющие свою метаболическую характеристику.

Результаты физиологических и морфологических исследований, проведенных на этих же животных, позволяют высказать предположение о различных механизмах активации гликолиза и его роли на разных стадиях нагрузки. Наличие кислородного долга (данные А. Н. Вазина, 1973) и уменьшение содержания миоглобина, по данным В. Н. Садовникова (1972) в сердечной мышце и А. И. Денисова (1973) в скелетных мышцах, позволяют думать, что запускающим механизмом активации гликолиза при нагрузках до 3 стадии следует считать недостаток кислорода. Это согласуется с известным мнением ряда авторов (Ф. З. Меерсон, 1973; Н. Р. Чаговец, Л. Г. Лешкевич, 1974 и др.) о том, что в начале всякой более или менее интенсивной мышечной работы имеет место гипоксия, играющая роль активатора гликолиза. Роль гликолиза при нагрузках до $3^б$ и 4 стадий, по-видимому, сводится к производству легко окисляемых субстратов (молочная кислота, пируват) для цикла Кребса. Подтверждением такого предположения являются данные А. Р. Сермеевой (1973) о некотором увеличении (при нагрузках до $3^б$ стадии) и резкой активации (на 4 стадии) окислительных процессов в клетках крови. На 5 стадии мощность и значение гликолиза усиливаются, что определяется сочетанием развивающейся гипоксии с ухудшением утилизации кислорода тканями в результате снижения активности окислительных ферментов в скелетных (А. И. Денисов, 1973), межреберных мышцах, диафрагме (В. Т. Монахова, 1973), миокарде (Г. В. Стельников, 1974), клетках крови (А. Р. Сермеева, 1974).

* * *

Анализ результатов исследований при систематических индивидуально дозированных физических нагрузках в картине метаболических сдвигов выявил определенные черты сходства и различия. Различия обусловлены величиной нагрузок ($3^б$ или 4 стадия) и режимом систематических воздействий (ежедневная нагрузка или нагрузка через день). Сходство проявлялось в определенной периодичности изменений гликолитических показателей. Услов-

но было выделено 3 периода. В изменении работоспособности животных при адаптации их к длительным воздействиям физических нагрузок также было выделено 3 периода: повышение работоспособности, наиболее длительная по времени работа — «пик выносливости», спад работоспособности.

I период (1—18 нагрузки) следует считать становлением адаптационного процесса. Повышение работоспособности у животных в этом периоде сопровождалось наиболее резкими и разнообразными колебаниями амплитуды изучаемых показателей гликолиза (рис. 1). При этом выявлена зависимость сдвигов гликолитических показателей как от режима (рис. 1), так и от величины нагрузки (табл. 4).

Таблица 4

Посленагрузочное содержание глюкозы, лактата, пирувата и активности ЛДГ в крови у собак в конце I периода процесса адаптации при режиме ежедневных ИДФН до $3^б$ и 4 стадий приспособления

Показатели гликолиза	Физиологическая норма M ± m	$3^б$ стадия M ± m	4 стадия M ± m
Глюкоза (мг%)	62,8± 3,2	57,7± 4,3	59 ± 3,7
Лактат (мг%)	21,8± 1,5	37,2± 3,3	43,4 ± 9,3
Пируват (мг%)	1,7± 0,2	1,3± 0,18	2,64± 0,44
ЛДГ (Е)	246 ±21,9	289 ±41	342 ±59

Из таблицы 4 и рисунка 1 видно, что наиболее высокими значениями лактата, пирувата, активности лактатдегидрогеназы характеризуются животные, получавшие ежедневные нагрузки до 4 стадии. Для животных, получавших ежедневные нагрузки до $3^б$ стадии и нагрузки до 4 стадии через день, отмечена менее выраженная активация гликолиза. Следует отметить, что несмотря на тенденцию к ослаблению гликолиза к концу 1 периода, активность его оставалась все же достаточно высокой (табл. 4).

Для II периода (18—54 нагрузки) характерным для животных всех групп явилось: в донагрузочном состоянии — относительная стабилизация гликолитических показателей на уровне, достигнутом к концу I периода, (табл. 5), и уменьшение степени сдвигов всех изучаемых показателей в ответ на нагрузки по сравнению с начальным периодом эксперимента.

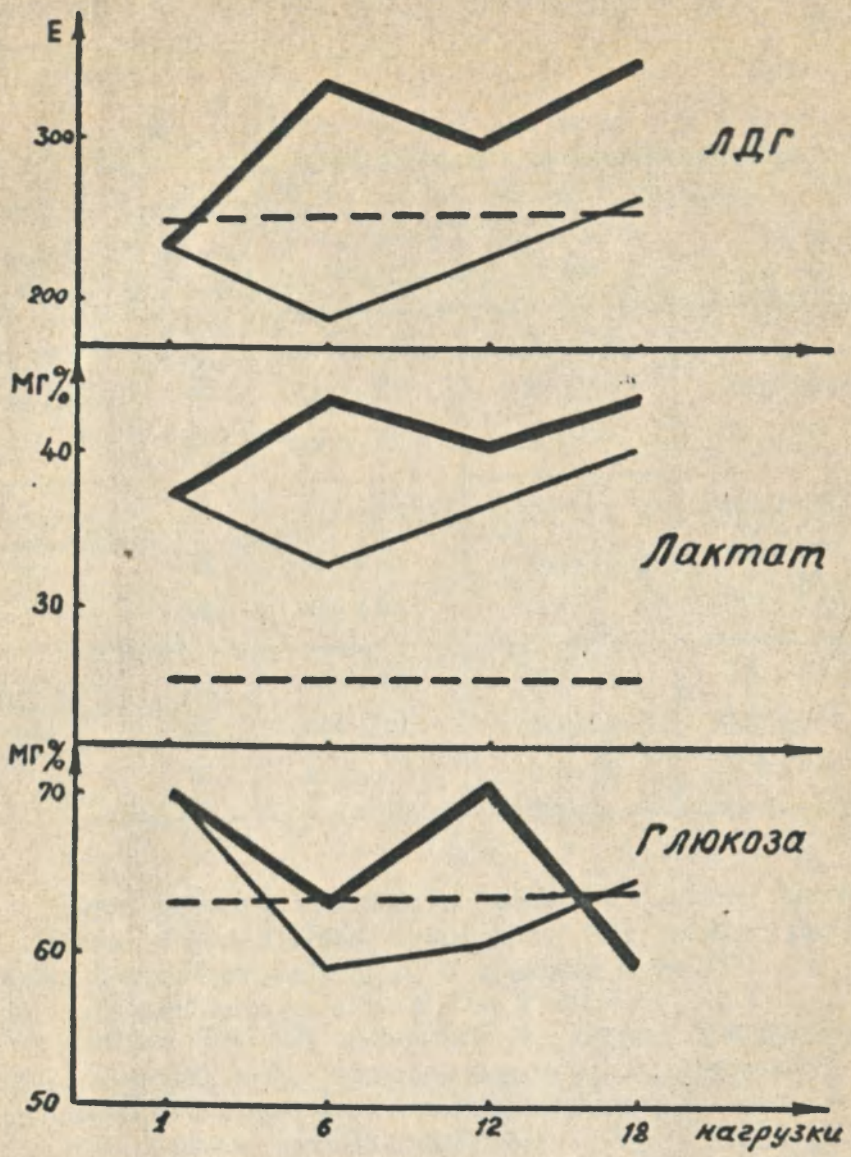


Рис. 1. Посленагрузочное содержание глюкозы, лактата и активности ЛДГ в крови у собак, получавших нагрузки до 4 стадии в разных режимах. Условные обозначения: — — — норма, ——— бег через день, ▬▬▬ ежедневный бег.

Таблица 5

Донагрузочное содержание глюкозы, лактата, пирувата в крови у собак в разные сроки II периода адаптации к систематическим ИДФН

Вид ИДФН	Нагрузка	Глюкоза (мг%) M ± m	Лактат (мг%) M ± m	Пируват (мг%) M ± m
3б стадия, ежедневный бег	18	59 ± 3,8	28,3 ± 2,4	1,4 ± 0,11
	36	58 ± 5,9	27 ± 2,3	1,2 ± 0,18
	54	69 ± 4,8	27,7 ± 2,6	0,9 ± 0,1
4 стадия, ежедневный бег	18	62,2 ± 3,3	28,8 ± 2,5	1,74 ± 0,37
	36	60,1 ± 3,4	30,1 ± 5,2	1,92 ± 0,39
	54	61,9 ± 5,2	26,4 ± 5	2,04 ± 0,36
4 стадия, бег через день	18	63,4 ± 4,5	27,9 ± 2,4	0,82 ± 0,16
	36	66,6 ± 4,3	29,5 ± 2,7	1,08 ± 0,14
	54	61,5 ± 4,7	30,9 ± 7,2	2,18 ± 0,34

В этом периоде у животных наблюдалась наиболее высокая работоспособность. Прирост длительности бега составил 150% у собак, получавших нагрузки до 3б стадии, и более 350% — у животных, подвергавшихся нагрузкам до 4 стадии.

Подобное изменение метаболизма и высокая работоспособность животных могут свидетельствовать об адаптированности к применяемым нагрузкам. II период эксперимента в связи с этим может быть назван периодом адаптации.

Анализ результатов на «пике выносливости» показал, что наиболее длительный бег совершен теми животными, у которых донагрузочные значения показателей гликолиза отличались от доэкспериментальных незначительно, причем содержание молочной кислоты было несколько выше исходного результата, а содержание глюкозы, напротив, немного ниже нормы. Подобные изменения в содержании глюкозы и лактата, названные Н. Н. Яковле-

вым (1969) «предстартовыми», способствуют, по мнению этого автора, смене углеводов как источника энергии на более эффективный — липиды и тем самым, совершению более длительной работы.

В III периоде эксперимента (54—72 нагрузки) у собак, получавших нагрузки в ежедневном режиме, отмечен прирост активности гликолитических реакций по сравнению с предыдущим периодом. Выявлено самое значительное содержание молочной кислоты при наиболее выраженном увеличении коэффициента лактат/пируват и существенной убыли гликогена печени (табл. 6). При этом следует отметить, что нагрузки до 4 стадии вызывали больший прирост молочной и пировиноградной кислот, соотношения лактат/пируват и уменьшение коэффициента глюкоза/лактат.

Таблица 6

Содержание гликогена в печени, молочной кислоты и коэффициента МК/ПВК в крови у собак в разные периоды эксперимента (в %% к исходному уровню)

Показатели гликолиза	3б стадия ежедневно		4 стадия ежедневно		4 стадия через день
	II период (36 нагрузка)	III период (72 нагрузка)	II период (36 нагрузка)	III период (72 нагрузка)	III период (72 нагрузка)
Гликоген печени	49	16	98	25	35
Лактат крови	116	132	140	174	117
Лактат / пируват	77	122	123	134	102

Повышение активности лактатдегидрогеназы в III периоде, по сравнению с предыдущим, было менее значительным и не коррелировало с увеличением содержания субстрата.

Повышение активности гликолиза при угнетении (в разной степени на 3б и 4 стадии) окислительных процессов (А. Р. Сермеева, 1974), снижение функциональной возможности коры надпочечников (Д. Л. Гришанов, 1975), нарушение взаимосвязанности функций кислородообеспечивающих аппаратов (А. Н. Вазин, 1974), деструкции ультраструктур в клетках миокарда (Г. В. Стельников), снижение работоспособности — все это может свидетельствовать о тенденции к утрате животными в III периоде состояния адаптированности при ежедневных ИДФН.

Анализ данных, полученных в конце эксперимента при нагрузках до 3б стадии через день, показал, что характер изменений гликолитических показателей и работоспособности животных при на-

грузках до $3^б$ стадии от режима не зависел. Изменения коснулись лишь степени сдвигов; при дробном режиме воздействия отмечена более выраженная активация гликолиза.

У животных, получавших нагрузки до 4 стадии через день, изменение гликолитических показателен в III периоде было несколько иным, а работоспособность значительно выше, чем у собак других групп. У животных данной группы отмечено меньшее расходование гликогена печени, незначительное увеличение содержания молочной кислоты (табл. 6) и активности лактатдегидрогеназы. В то же время уровень пирувата значительно выше доэкспериментального. Интенсивность окислительных процессов, по данным А. Р. Сермеевой (1974) и В. Т. Монаховой (1973), у собак этой группы наиболее высокая. Это позволяет высказать предположение о негликолитическом происхождении пирувата: снижение интенсивности распада углеводов, смена источника энергии на более эффективный — липиды. По-видимому, этим и объясняется более высокая работоспособность у животных данной группы по сравнению с животными, получавшими ежедневные нагрузки до той же стадии.

Приведенные результаты позволяют считать нагрузки до 4 стадии через день как наиболее оптимальные для формирования высокой работоспособности.

* * *

Анализ результатов однократных индивидуально дозированных физических нагрузок у животных с экспериментальным инфарктом миокарда выявил ряд особенностей в изменении гликолитических показателей у этих животных в сравнении со здоровыми собаками.

Прежде всего, у животных с экспериментальным инфарктом миокарда абсолютные значения посленагрузочного содержания лактата, пирувата и активности лактатдегидрогеназы намного выше, чем у здоровых собак. Так, уровень молочной кислоты после нагрузки до 4 стадии у собак данной группы составляет около 80 мг%, что в 3,5 раза больше контрольного значения. Посленагрузочная активность лактатдегидрогеназы примерно в 2 раза выше, чем у контрольных животных. Но при этом степень изменений показателей у этих животных меньше, чем у здоровых собак. Так, наибольшее увеличение содержания молочной кислоты у животных данной группы не превышало 160%, в то время как у здоровых собак прирост лактата при нагрузках до $3^б$ и 5 стадий составлял более 210%. Увеличение содержания пировиноградной кислоты также было небольшим (не более 10%), а активность лактатдегидрогеназы при нагрузках до всех стадий уменьшалась относительно донагрузочного результата.

Следующей особенностью ответных реакций на физические нагрузки у животных с экспериментальным инфарктом миокарда можно считать более раннее появление метаболических изменений, характеризующих стадии приспособления у здоровых собак. Т. е. по метаболическим показателям, характеризующим процесс гликолиза, развитие каждой следующей стадии физиологического состояния у собак с сердечной недостаточностью регистрировалось при выполнении меньшей работы, чем у здоровых животных. Так, активность гликолиза, характерная для здоровых собак после нагрузок до 4 стадии приспособления, у животных с экспериментальным инфарктом миокарда наблюдается раньше — после нагрузок до $3^б$ стадии. Интенсивный гликолиз, характерный для контрольных животных после выполнения нагрузок до 5 стадии, у животных данной опытной группы установлен при нагрузках до 4 стадии приспособления.

Эти особенности могут быть обусловлены высокой активностью гликолиза у собак с экспериментальным инфарктом миокарда еще в донагрузочном состоянии. Перед бегом в третбане у этих животных нормальным было лишь содержание глюкозы в крови. Содержание молочной и пировиноградной кислот, а также активность лактатдегидрогеназы у собак данной группы было достоверно выше, чем у здоровых животных в состоянии покоя. Е. П. Степанян, А. Д. Тамаркина (1966), А. И. Струков, К. С. Митин (1971), Е. П. Камышева (1974), Ф. И. Комаров с соавт. (1975) подобное состояние у больных с сердечно-сосудистой недостаточностью считают своеобразной адаптацией к возникающей тканевой гипоксии. Умеренный ацидоз, являющийся следствием компенсаторного усиления гликолиза, при этом рассматривается как благоприятный и даже желательный момент, т. к. в условиях ацидоза увеличивается диссоциация оксигемоглобина в тканях (Е. П. Степанян, Е. Л. Геселевич, Е. П. Поспелова, 1968), а молочная кислота ,накопившаяся в крови, приводит к повышению активности дыхательного центра (И. К. Сивков, 1966).

Таким образом, при однократном воздействии индивидуально дозированных физических нагрузок у животных с экспериментальным инфарктом миокарда в изменении гликолитических показателей появляется ряд особенностей, обусловленных повышенной активностью гликолитического процесса еще в донагрузочном состоянии.

Выводы

1. При однократном воздействии ИДФН любой величины у собак наблюдается активация гликолитического распада углеводов. Степень усиления гликолиза зависит от стадии приспособле-

ния. Наиболее высокая активность гликолиза отмечена на $3^б$ и 5 стадиях, для 4 стадии характерна меньшая выраженность активации этого процесса.

2. При систематических воздействиях ИДФН активность гликолиза изменяется в зависимости от стадии приспособления ($3^б$ или 4) и от режима нагрузки (ежедневно или через день). При одинаковом режиме воздействия нагрузки до 4 стадии приспособления вызывают более выраженные сдвиги в изменении гликолитических показателей, чем нагрузки до $3^б$ стадии.

3. В изменении гликолитических показателей при систематических ИДФН отмечена периодичность, совпадающая с периодами изменения работоспособности. Период наибольшей адаптированности сопровождается относительной стабилизацией гликолитических показателей в донагрузочном состоянии, меньшими сдвигами в активности гликолитического процесса во время нагрузки и максимальной работоспособностью.

4. Влияние режима воздействия ИДФН на изменение активности гликолитического процесса наиболее заметно проявилось в конце эксперимента: при ежедневных нагрузках одинаковой величины отмечена более ранняя и более выраженная активация гликолиза, чем при нагрузках через день. Высокая активность гликолиза в донагрузочном состоянии и в процессе бега, снижение работоспособности животных в конце эксперимента при ежедневных нагрузках могут быть оценены как тенденция к утрате состояния адаптированности.

5. У животных с экспериментальным инфарктом миокарда в отличие от здоровых собак отмечена более выраженная активность гликолитического процесса как в донагрузочном состоянии, так и после однократных ИДФН независимо от стадии нагрузки.

6. Установленная для здоровых животных стадийность в изменении активности гликолиза сохраняется у собак с экспериментальным инфарктом миокарда, но при этом наиболее высокая активность гликолиза установлена при нагрузках до $3^а$ и 4 стадии, для $3^б$ стадии выявлена меньшая активность этого процесса.

7. Исследованный комплекс показателей гликолиза рекомендуется использовать при разработке оптимальных двигательных режимов в практике физической культуры и спорта, физиологии труда, медицине (реабилитация больных, лечебная физкультура).

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Некоторые морфо-физиологические аспекты адаптации к индивидуально дозированным физическим нагрузкам. В. кн.: Материалы X научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. М., 1971, т. I, 51. (Соавт. О. В. Бирюкова, А. Н. Вазин, А. И. Денисов, В. Н. Садовников, А. Р. Сермеева, Г. В. Стельников, Н. А. Полетаева).

2. Пути направленного воздействия на организм методом дозированной двигательной активности. В кн.: Естественные локомоции циклического характера как средство лечебной физической культуры. Тезисы докладов и сообщений симпозиума. Кисловодск, 1971, 73. (Соавт. Г. В. Стельников, А. П. Сорокин, А. Н. Вазин, О. В. Бирюкова, А. Р. Сермеева, А. И. Денисов, В. Н. Садовников).

3 Морфо-функциональные особенности адаптации миокарда при экспериментальном инфаркте и однократном воздействии физической нагрузки. В кн.: Вопросы экспериментальной хирургии. Труды Горьк. мед. института. Горький, 1973, в. 47, 74. (Соавт. Г. В. Стельников, Т. Ф. Самарцева, А. Н. Вазин, О. В. Бирюкова).

4. Адаптационные изменения биохимических показателей крови собак при воздействии систематических индивидуально дозированных физических нагрузок. В кн.: Аспекты адаптации. Горький, 1973, 47. (Соавт. Е. М. Хватова, А. Р. Сермеева).

5. Изменение некоторых гликолитических показателей крови у собак при однократном воздействии физических нагрузок разной продолжительности. В кн.: Аспекты адаптации. Горький, 1973, 70.

6. Адаптационные изменения некоторых гликолитических показателей крови у собак к систематическим индивидуально дозированным физическим нагрузкам. В кн.: Аспекты адаптации. Горький, 1973, 72.

7. Морфологические проявления адаптации некоторых органов и систем при воздействии индивидуально дозированных физических нагрузок (ИДФН) в эксперименте. Тезисы VIII Всесоюзн. съезда анатомов, гистологов и эмбриологов. Ташкент, «Медицина», 1974, 353. (Соавт. Г. В. Стельников, А. Г. Кочетков, А. Н. Вазин, О. В. Бирюкова, В. Т. Монахова, В. Н. Садовников, А. П. Кокорин, Д. Л. Гришанов).

Тип. ГИИВТа, 1976 г., зак. 99, тир. 120. Объем 1 п. л.