

5-10.25

503

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

---

На правах рукописи

АЛИХАНОВА Лили Ивановна

**СВЯЗЬ МЕЖДУ УГЛЕВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ  
ОРГАНИЗМА (МЫШЕЧНЫМ ГЛИКОГЕНОМ)  
И ФИЗИЧЕСКОЙ АЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ**

(03.00.13 — физиология человека и животных)

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва — 1983

Работа выполнена в Государственном Центральном ордена  
Ленина институте физической культуры.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор Я. М. КОЦ

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель наук ЭССР

доктор биологических наук профессор ВИРУ А. А.

доктор медицинских наук профессор КАССИЛЬ Г. Н.

Ведущее учреждение — Институт медико-биологических  
проблем МЗ СССР.

Защита диссертации состоится «19» сентября 1983 г.  
в 15 часов на заседании специализированного совета  
Д 046.01.01 в Государственном центральном ордена Ленина ин-  
ституте физической культуры по адресу: Москва, Сиреневый  
бульвар, 4. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
института.

Автореферат разослан «10» февраля 1983 г.

Ученый секретарь специализированного совета

А. И. СКОРОДУМОВА



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность изучения углеводного обмена при мышечной работе для спортивной физиологии не вызывает сомнений.

Исследования последних 10-15 лет / *Bergstrom, Hillman* 1966, 1967, *Hillman*, 1967, *Bergstrom* и др. 1967, *Gollnick* и др. 1972, 1973, *Flecken* и др. 1974/ выявили исключительно важную роль гликогена, депонированного в мышцах, как энергетического субстрата, определяющего и лимитирующего физическую аэробную работоспособность и указали на возможность увеличения содержания /суперкомпенсации/ мышечного гликогена путем сочетания истощающей физической нагрузки с последующей специальной диетой, насыщенной углеводами- метод углеводного насыщения / МУН/.

Однако до настоящего времени экспериментально не было выяснено, для какого диапазона нагрузок содержание мышечного гликогена играет решающую роль в энергообеспечении и, следовательно, определяет спортивную работоспособность. Не установлена эффективность применения МУН в зависимости от уровня тренированности/ физической аэробной работоспособности / спортсменов. Неизвестно, каков критический уровень снижения мышечного гликогена, достаточный для его суперкомпенсации при применении МУН. Неизвестно, каков должен быть режим спортсменов, тренирующихся в видах на выносливость, в дни предсоревновательного применения МУН.

Научная новизна. Впервые экспериментально установлен диапазон физических аэробных нагрузок, для которых эффективно применение МУН; проведено сравнение эффективности применения МУН у спортсменов и неспортсменов; выявлена связь суперкомпенсации мышечного гликогена со степенью его предварительного истощения и расходования в процессе мышечной работы; изучено влияние физической нагрузки на характер восстановления мышечного гликогена в процессе применения МУН. В исследовании впервые в нашей стране применялась методика иглощипчатой биопсии у спортсменов для забора малых мышечных проб с последующими биохимическими определениями.

Цель работы состояла в выяснении связи между предработными углеводными ресурсами организма и физической аэробной работоспособностью спортсменов и неспортсменов при выполнении циклических аэробных работ большой мощности.



АКАДЕМИЯ НАУК  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА

биологическая значимость. Разработан вариант метода угле-  
бодн го насыщения /МУН/, который может быть использован в  
практике спорта. Выявлен класс спортивных упражнений, для повы-  
шения результатов которых эффективно применение МУН. Установлен  
оптимальный режим применения МУН в предсоревновательный период.

В процессе исследования собраны экспериментальные данные  
и даны теоретические обобщения, которые позволяют совершенство-  
вать содержание некоторых учебных разделов спортивной физиологии.

Объем и структура диссертации. Диссертация общим объемом  
148 стр. включает 5 глав/ обзор литературы, методика исследова-  
ния, результаты и их обсуждение - 3 главы/, выводы и практиче-  
ские рекомендации, список литературы - / 159 источников/, акты  
о внедрении полученных результатов в практику.

Материалы исследования представлены в 20 таблицах и иллюстриру-  
ются 22 рисунками.

**ЗАДАЧИ, ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Задачи исследования:

1. Установить диапазон физических аэробных нагрузок/ спор-  
тивных упражнений/, в пределах которого применение МУН вызывает  
повышение физической работоспособности.
2. Сравнить эффект применения МУН для повышения физической  
аэробной работоспособности у неспортсменов и спортсменов, тре-  
нирующих выносливость.
3. Выявить связь между уровнем предрабочего содержания гли-  
когена в мышцах и величиной и скоростью его расходования при  
выполнении работ большой аэробной мощности.
4. Исследовать факторы, влияющие на суперкомпенсацию  
мышечного гликогена.

В основных экспериментах испытуемые выполняли непрерывную  
работу на велоэргометре дважды. Первая работа служила конт-  
рольной и одновременно обеспечивала истощение углеводных ре-  
сурсов. Она выполнялась в утренние часы после обычного смешан-  
ного пищевого рациона. После контрольной работы испытуемые  
до конца дня получали безуглеводный рацион, а в течение после -  
дующих трех дней и на утро четвертого дня перед второй / тес-  
товой/ работой - углеводный рацион/ УР/, в котором около 90%  
пищевого калоража обеспечивалось углеводами. Обе работы -  
контрольная и тестовая были одинаковой мощности и выполнялись  
до отказа. Работоспособность определялась предельным временем

работы при постоянной частоте педалирования 60 об/мин.

Пульсовая реакция / ЧСС / определялась по ЭКГ. Для определения скорости потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$  производился газоанализ методом Дуглас-Холдена. МПК определяли на велоэргометре методом ступенчато-нарастающей нагрузки.

Мышечные пробы из латеральной головки четырехглавой мышцы бедра получали с помощью игольчатой биопсии / *Beatty et al.*, 1962/. В исследованиях было выполнено 132 биопсии. Артериализованную капиллярную кровь брали из предварительно нагретого пальца. Гликоген в мышечных пробах и лактат в мышечных пробах и крови определяли ферментативными методами / *Beatty et al.*, 1965/, глюкозу крови - орто-толуидиновым методом / Меньшиков, 1973/.

На схеме /рис.1/ представлен порядок регистрации ЧСС и забора проб во время контрольной и тестовой работ для газоанализа и биохимических определений. Калорическую стоимость работы, общее количество расходуемых углеводов при работе рассчитывали по дыхательному коэффициенту /ДК/ и скорости потребления кислорода. Среднюю скорость расщепления углеводов / или мышечного гликогена / за время работы определяли как отношение количества расходуемых углеводов / или разницы между содержанием мышечного гликогена до и после работы / ко времени работы.

Экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке.

В исследовании приняли участие 64 мужчины в возрасте от 18 до 38 лет: 32 спортсмена, тренирующихся в видах на выносливость, и 32 неспортсмена.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

##### Влияние повышения углеводных ресурсов на физическую аэробную работоспособность спортсменов и неспортсменов

Основным серией опытов с применением МУН предшествовала серия с контрольной и тестовой работами на уровне около 70% МПК без применения углеводного питания. В этой серии выяснилось, в какой мере выполнение контрольной истощающей работы само по себе влияет на вторую, тестовую работу, выполняемую через четверо суток после контрольной. В этой серии на протяжении всех дней испытуемые получали обычный изокалорический смешан-



ный пищевой рацион. Было установлено, что такие физиологические показатели, как ЧСС, потребление кислорода, легочная вентиляция при двух работах/ контрольной и тестовой/ в среднем не отличались друг от друга. Наблюдалась тенденция к небольшому уменьшению ДК в покое перед тестовой работой и при ее выполнении, некоторое снижение глюкозы в крови и общего расхода и средней скорости расходования углеводов за время тестовой работы по сравнению с контрольной работой. Таким образом при обычном смешанном пищевом рационе повторная / тестовая / работа мало отличается от контрольной, энергетическое обеспечение обеих работ примерно одинаково, лишь имеется тенденция к небольшому уменьшению окислительного расходования углеводов и соответствующему повышению окислительного расходования жиров.

В основных сериях исследования проведено сравнение эффекта применения МУН при выполнении работ на уровне около 70, 80 и 90% МПК неспортсменами и спортсменами, тренирующими выносливость / табл. I/.

Применение МУН приводит к увеличению предельного времени выполнения тестовой аэробной работы по сравнению с такой же контрольной работой, т.е. к повышению физической аэробной работоспособности. При этом в пределах исследованных мощностей чем выше предельная продолжительность работы / меньше ее мощность/, тем больше положительный эффект МУН, т.е. больше абсолютный и относительный прирост работоспособности/ предельного времени работы/.

Прирост физической аэробной работоспособности в результате применения МУН больше у неспортсменов, чем у спортсменов выносливых видов / с относительно высоким МПК/. Наибольшая разница эффектов применения МУН между спортсменами и неспортсменами при работах с предельной продолжительностью 37-93 минуты / уровень потребления  $O_2$  ниже 75% МПК/. При уменьшении предельной длительности /интервал 9-31 мин/, т.е. с увеличением мощности работы, различие в эффектах МУН между спортсменами и неспортсменами сглаживается.

У обоих контингентов/ спортсменов и неспортсменов/ общее количество расходуемых углеводов за время тестовой работы на уровне около 70 и 80% МПК было значительно больше, чем за время контрольной работы: Количество расходуемых уг-

углеводов за "контрольное" время тестовой работы, равное длительности всей контрольной работы, также несколько выше, чем за время контрольной работы. Относительное увеличение общего количества расходованных углеводов после применения МУН было больше у неспортсменов, чем у спортсменов, что находится в соответствии с относительно большим приростом предельной продолжительности работы у первых по сравнению со вторыми.

Менее значительный эффект применения МУН у тренирующихся выносливость спортсменов можно связать с относительным снижением удельного значения углеводов в энергообеспечении одинаковой аэробной мышечной работы у этих спортсменов по сравнению с неспортсменами / *Hultman, Bergstrom, 1973, M. L. и др. 1975, Holloszy, Booth, 1976* /.

Средние скорости расходования углеводов за все время и за "контрольное" время тестовой работы несколько превышали среднюю скорость расходования углеводов за все время контрольной работы. Таким образом, увеличение предрабочих углеводных ресурсов, достигаемое с помощью применения МУН, оказывается эффективным средством для повышения работоспособности при работах большой аэробной мощности. Это повышение работоспособности обеспечивается за счет увеличения количества расходуемых при работе углеводов и тенденции к увеличению скорости их расходования.

Наблюдаемое уменьшение эффекта применения МУН относительно прироста предельного времени работы с увеличением ее мощности можно было бы связать с двумя причинами. Во-первых, предварительное истощение углеводов / гликогена / неодинаково в связи с различием в интенсивности и продолжительности первой / контрольной / работы на уровне 70,80 или 90% МПК. Во-вторых, величина и скорость последующего восстановления гликогена и соответственно предрабочий уровень / перед тестовой работой / углеводных ресурсов организма могли быть разными после выполнения контрольных работ на уровне 70,80 или 90% МПК. Однако, по нашим данным, предрабочее содержание гликогена в мышцах в среднем одинаково после применения МУН, включающего работу на уровне 80% или 90% МПК.

В специальной серии истощающая углеводные запасы первая работа выполнялась на уровне 70% МПК, а в качестве второй тестовой / после применения УР / использовалась работа на уровне



90% МПК. Контрольная работа для нее выполнялась за неделю до МУН. В этом случае средний прирост предельного времени работы на уровне 90% МПК составил 39%, что сравнимо с приростом, когда истощающей была работа на уровне 90% МПК/ см.табл. I/.

Таким образом, уменьшение эффекта МУН с увеличением мощности работы, по-видимому, в большей степени связано с различиями в особенностях реализации повышенных углеводных ресурсов при работах разной интенсивности, чем с различиями в предработном уровне углеводных ресурсов организма.

Зависимость величины и средней скорости рабочего расходования гликогена от его предработного уровня

За время контрольной работы на уровне 80% МПК со средней предельной продолжительностью  $46 \pm 1$  мин содержание мышечного гликогена снижалось в среднем на 60%. При работе на уровне 90% МПК со средней продолжительностью  $13 \pm 1$  мин - на 45%. Таким образом, в момент отказа от работы в первом случае в мышце остается в среднем около  $1/3$  исходного содержания гликогена, а во втором случае - около  $1/2$ .

Средняя скорость расходования мышечного гликогена, наоборот, при работе на уровне 90% МПК значительно больше, чем при работе на уровне 80% МПК, соответственно:  $56,0 \pm 6,0$  и  $26,0 \pm 4,0$  мг/100г/мин.

Применение МУН, включающее истощающую /контрольную/ работу на уровне 80% МПК, вызвало относительный прирост гликогена в мышцах в среднем на 42%, а при работе на уровне 90% МПК - на 46%.

Содержание гликогена в мышце после применения МУН/ перед второй тестовой работой/ находилось в прямой корреляционной зависимости от его исходного содержания до первой работы/ рис.2,А/.

Соответственно величина суперкомпенсации, т.е. разница между содержанием мышечного гликогена перед второй и первой работами, не зависела от его предработного содержания / рис. 2.Б/. В то же время величина суперкомпенсации мышечного гликогена после применения МУН, включающего истощающую работу на уровне 80% МПК, была связана обратной корреляционной зависимостью с содержанием гликогена после первой, истощающей работы / рис.3,А/. При работе на уровне 90% МПК намечалась аналогичная зависимость /  $r = -0,62$ ,  $P > 0,05$ /.



Средние данные исследований при контрольной и тестовой работе у спортсменов и неспортсменов

	Мощность работы (% МПК)					
	70		80		90	
	спорт.	неспорт.	спорт.	неспорт.	спорт.	неспорт.
Мощность работы, кгм/мин	1418	937	1450	1152	1662	1270
Пределное время						
контр. работа, мин	52,2	57,9	35,5	25,3	13,5	13,0
прирост после МУН, %	34,9 <sup>xx</sup>	83,1 <sup>xxx</sup>	46,5 <sup>xxx</sup>	56,0 <sup>xxx</sup>	30,4 <sup>xxx</sup>	31,5 <sup>xx</sup>
Общий расход углеводов						
Контр. работа, г	128,7	82,8	102,3	60,7		
Прирост после МУН, %:						
за контр. время	26,9 <sup>x</sup>	12,3	2,9	11,6		
за все время работы	81,0 <sup>xx</sup>	106,8 <sup>xxx</sup>	51,2 <sup>x</sup>	88,3 <sup>x</sup>		
Средняя скорость расхода углеводов контр. работа, г/мин	26,5	1,42	3,40	2,45		
Прирост после МУН, %:						
за контр. время	25,3 <sup>x</sup>	16,2	6,2	16,3		
за все время работы	22,3 <sup>x</sup>	15,5	1,5	3,1		

Степень достоверности приростов показателей после МУН

x- p < 0,05

xx- p < 0,01

xxx- p < 0,001

ОБЪЕДИНЕНИЕ	↓	↓	↓	↓	
ЧСС	↓	↓	↓	↓	
		5	10	10	50
		5	10	10	50
ГЛЮКОЗА В КРОВИ	↑	↑	↑	↑	
АКТИВН. КРОВИ	↑				↑
УРОВЕНЬ МЫШЦЕН. ТРАНСЛАКТАТА					↑
МЫШЦЕН. ТРАНСЛАКТАТ	↑				↑

Рис.1. Схема регистрации ЧСС и забора проб для газоанализа и биохимических определений до, во время и после контрольных и тестовых работ

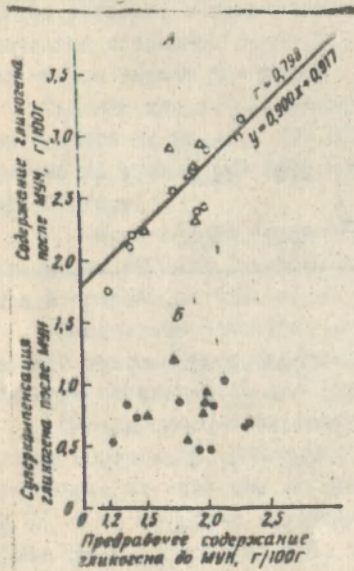


Рис.2. Зависимость содержания /А/ и суперкомпенсации /Б/ мышечного гликогена после МНН от его исходного содержания до первой /контрольной/ работы на уровне 80% /кружки/ и 90% МПК /треугольники/

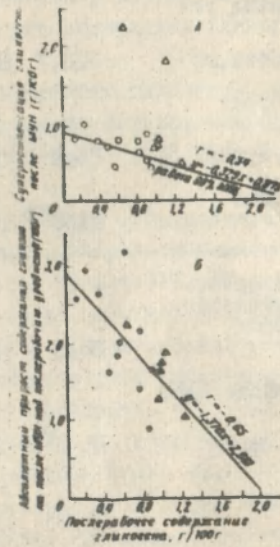


Рис.3. Зависимость суперкомпенсации /А/ и послерабочего восстановления /Б/ гликогена от его содержания в мышце после контрольной работы на уровне 80% /кружки/ и 90% МПК /треугольники/



Прирост содержания мышечного гликогена после применения УР по отношению к его содержанию сразу после истощающей работы, т.е. послерабочее восстановление, находился в обратной корреляционной связи с его содержанием сразу после истощающей работы обеих интенсивностей - 80 и 90% МПК/ рис.3.Б/.

При выполнении тестовой работы на уровне 80% и 90% МПК после применения МУН общее количество израсходованного мышечного гликогена было выше, чем при выполнении контрольной работы. Обнаружилась тесная корреляционная зависимость между количеством мышечного гликогена, израсходованного за время как контрольной, так и тестовой работы, и ее недельной продолжительностью /рис.4/. Причем, при работе на уровне 90% МПК эта зависимость выше/ тангенс угла наклона линии регрессии к оси абсцисс больше/, чем при работе на уровне 80% МПК. Отказ от продолжения тестовой работы обеих мощностей / 80 и 90% МПК/ после применения МУН происходил при более высоком содержании гликогена в мышце по сравнению с контрольной работой: при работе на уровне 80% МПК соответствующие цифры составили  $0,70 \pm 0,20$  г/100 г и  $0,65 \pm 0,09$  г/100 г /  $P > 0,05$ /, а при работе на уровне 90% МПК -  $1,32 \pm 0,03$  г/100 г и  $1,07 \pm 0,13$  г/100 г /  $P > 0,05$ /.

Средняя скорость расходования мышечного гликогена при контрольной и тестовой работах на уровне 80% МПК достоверно не изменялась - соответственно 26 мг/100г/мин и 29 мг/100г/мин. При тестовой работе на уровне 90% МПК средняя скорость расходования мышечного гликогена была выше, чем при контрольной работе, на 25%, соответственно:  $56,0 \pm 6,0$  мг/100г/мин и  $70,0 \pm 12,0$  мг/100г/мин /  $P < 0,05$ /.

Скорость расходования мышечного гликогена находилась в прямой корреляционной связи с предрабочим содержанием гликогена в рабочих мышцах. С увеличением мощности работы от уровня 75% МПК/ рассчитано по данным *DeLuca* и др., 1967/ до 80% и 90% МПК/ собственные данные/ эта зависимость увеличивалась - тангенс угла наклона линии регрессии нарастал /рис.5/.

При работах обеих интенсивностей был рассчитан теоретически ожидаемый прирост времени работы после МУН, как если бы он происходил только за счет увеличения содержания мышечного гликогена. Расчет производили следующим образом: величину суперкомпенсации мышечного гликогена делили на среднюю скорость расхода-

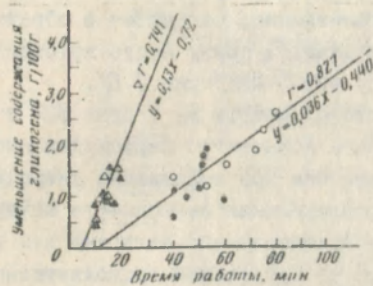


Рис.4. Зависимость между предельной продолжительностью работы и расходом мышечного гликогена при работах на уровне 80%/кружки/ и 90% МПК /треугольники/; до МУН- черные кружки и треугольники, после МУН- светлые

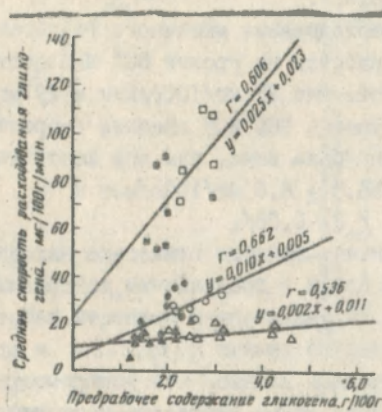


Рис.5. Зависимость между предрабочим содержанием в мышце гликогена и средней скоростью его расходования при работа равной мощности; 90% МПК-квадраты, 80% МПК-кружки. 75%- МПК/ по *Vegetstöm* и др., 1967/-треугольники; до МУН- черные, после МУН- светлые



ния гликогена при первой работе. При работе на уровне 80% МПК был получен значимый коэффициент ранговой корреляции между теоретически ожидаемым и экспериментально обнаруженным приростами времени работы /  $R = 0,74$ ,  $P < 0,05$ /. При работе на уровне 90% МПК подобная статистически значимая корреляция не была установлена.

Сразу после отказа от работы на уровне 90% МПК зарегистрированы близкие значения концентрации лактата до и после применения МУН: соответственно в работавших мышцах  $13,16 \pm 0,72$  мм/кг и  $13,23 \pm 1,06$  мм/кг и в крови  $9,77 \pm 0,47$  мм/л и  $9,50 \pm 0,35$  мм/л. Эти данные подтверждают мнение о лимитирующей роли накопления лактата/ снижения рН/ в мышцах и крови при выполнении работ околомаксимальной аэробной мощности. Вместе с тем за время тестовой работы на уровне 90% МПК общее количество расходуемого гликогена и скорость его утилизации после применения МУН были значительно выше, чем во время контрольной работы. По-видимому, в случае повышенного содержания мышечного гликогена после применения МУН большая часть его / и глюкозы / утилизируются аэробным путем/ без образования лактата/.

#### Экспериментальное определение тренировочного режима в период применения МУН

Одним из практических аспектов применения МУН является вопрос о режиме спортсмена в этот период. В частности, важно было выяснить, должен ли в период применения МУН спортсмен избегать физических нагрузок, а если таковые возможны, то какова допустимая мощность?

Для выяснения необходимого режима в период применения МУН проведена специальная серия опытов, в которых использовалась "вставочная" работа, моделирующая тренировочную нагрузку в период применения МУН. Эта работа выполнялась через двое суток после контрольной работы на уровне 80% МПК. Мощность "вставочной" работы - 65% МПК. Через двое суток после "вставочной" работы выполнялась тестовая работа также на уровне 80% МПК. Как обычно, в день после контрольной работы спортсмены получали безуглеводный рацион, а следующие трое суток и на утро четвертого дня перед тестовой работой они получали УР. Только у одного из пяти спортсменов предельная продол-

жительность тестовой работы значительно возросла. У остальных четырех спортсменов увеличение времени тестовой работы по сравнению с временем контрольной работы составило в среднем 9%.

Выполнение контрольной работы сопровождалось значительным истощением мышечного гликогена - в среднем на 50% по отношению к исходному, предрабочему уровню. Однако за 2-х дневный период с УР произошло значительное восстановление даже с некоторой суперкомпенсацией - содержание мышечного гликогена перед "вставочной" работой было на 24% больше, чем перед началом контрольной работы. В результате выполнения "вставочной" работы концентрация мышечного гликогена снизилась ниже исходного уровня/ перед контрольной работой/. Однако, за следующие двое суток оно увеличилось, в среднем на 79% по отношению к исходному. Вместе с тем прирост времени тестовой работы оказался меньшим, чем следовало ожидать при такой большой суперкомпенсации.

Таким образом, "вставочная" работа не повлияла на восстановление с суперкомпенсацией мышечного гликогена при применении МУН, но исключило обычный эффект повышения работоспособности, наблюдаемый после применения МУН без больших физических нагрузок во время УР. Следовательно, в период применения МУН перед соревнованиями спортсменам следует избегать тренировочных нагрузок с мощностью работы на уровне 65% МПК и выше.

#### Содержание мышечного гликогена у спортсменов и неспортсменов

Данные по содержанию гликогена в мышцах в зависимости от тренированности противоречивы. Согласно одним авторам /*Hultman* и др. 1967, *Karlsson* и др., 1974, *Buldwijn* и др., 1975/ содержание мышечного гликогена одинаково у спортсменов и неспортсменов, а по другим данным /*Hultman*, 1967, *Gollnick* и др., 1972, 1973, *Fishe*, 1974, *Taylor* и др. 1972/ содержание гликогена в мышцах тренированных увеличено в пределах от 30% до 150% по сравнению с нетренированными. До сих пор не исследовалась взаимосвязь между содержанием гликогена в мышцах и уровнем спортивной квалификации.

По нашим данным / табл.2/ содержание мышечного гликогена у спортсменов, специально тренирующихся выносливость, в среднем на 37% выше, чем у неспортсменов. Причем более высокие содержания гликогена и относительные МПК были у группы лыжников.



мастеров спорта, чем студентов ИЖК- кандидатов в мастера спорта и разрядников. Таким образом, прослеживаемая тенденция к повышению содержания гликогена по мере увеличения спортивной квалификации и прямой связи между содержанием мышечного гликогена и аэробной производительностью / МПК/ кг/.

У семи спортсменов, тренирующих выносливость, содержание гликогена в мышцах определяли дважды с промежутками в 12 месяцев. За это время содержание гликогена увеличилось на 0,32 г/100 г или на 17%. Таким образом, по нашим данным, тренировка выносливости увеличивает содержание гликогена в рабочих мышцах.

Таблица 2

Содержание мышечного гликогена в условиях покоя и относительное МПК у спортсменов и неспортсменов

Показатели	Спортсмены		Неспортсмены	
	вся группа n = 20	I подгруппа /мастера спорта/ n = 6	II под- группа /перво- разрядники и КМС/ n = 14	n = 5
Содержание гликогена, г/100г	2,00±0,10 /1,23-2,92/	2,20±0,18 /1,77-2,81/	1,80±0,13 /1,23-2,92/ P > 0,05 3,2	1,46±0,19 /1,08-1,95/ P < 0,01 4,1
Относительное МПК мл/кг.мин	60,5±1,1 /52,1-70,2/	65,9±1,5 /61,7-70,2/	58,2±1,2 /52,1-67,3/ P > 0,05 3,2	48,3±1,3 /45,0-51,0/ P < 0,05 4,1

### ВЫВОДЫ

I. Комбинация истощающей непрерывной работы большой аэробной мощности с последующим днем безуглеводного рациона и трехдневным углеводным пищевым рационом /метод углеводного насыщения - МУН/ вызывает повышение содержания гликогена в работающих мышцах.

2. Применение МУН вызывает повышение физической аэробной работоспособности. Зона эффективного действия МУН ограничена предельными продолжительностями аэробной работы от нескольких десятков минут до 12-14 минут. При предельном времени работы менее 12 минут потенцирующее влияние МУН на работоспособность отсутствует.

3. В процессе работ аэробной мощности от 70 до 90% МПК эффект применения МУН/ увеличение предельной продолжительности работы / находится в обратной зависимости от мощности работы: прирост работоспособности наибольший при работе на уровне около 70% МПК, он меньше при работе на уровне около 80% МПК и минимален при работе на уровне около 90% МПК.

4. Эффект применения МУН/ прирост предельной продолжительности работы/ относительно больше у неспортсменов, чем у спортсменов.

5. Повышение работоспособности спортсменов после применения МУН при работе на уровне около 80% МПК обеспечивается за счет значительного увеличения общего количества расходуемого за время работы мышечного гликогена, а при работе 90% МПК- как за счет общего количества, так и за счет повышения средней скорости расходования мышечного гликогена.

6. Содержание мышечного гликогена после применения МУН тем выше, чем больше его исходное содержание. В то же время прирост содержания гликогена в мышце над уровнем покоя не зависит от его исходного содержания. МУН вызывает тем больший прирост содержания мышечного гликогена, чем глубже его рабочее истощение.

7. Содержание гликогена в мышцах у спортсменов в среднем на 40% выше, чем у неспортсменов. В группе спортсменов имеется тенденция к прямой связи между содержанием мышечного гликогена и относительной аэробной производительностью /МПК/кг/

#### Практические рекомендации

1. МУН следует применять в видах спорта с предельной продолжительностью от 12-14 мин до нескольких десятков минут: легкоатлетический бег от 5000 м вплоть до марафонского бега; кроссовый бег в современном пятиборье, все дистанции спортивно-ходьбы, все лыжные дистанции, велосипедные гонки /групповые командные/.



2. МУН должен включать: 1/ большую по объему и интенсивности /"истощающую"/ тренировку за 4 дня до соревнования, 2/ безуглеводный пищевой рацион в течение дня после такой тренировки, 3/ три последующие дня и утро соревновательного дня - углеводный пищевой рацион.

3. "Истощающая" тренировка должна включать те же упражнения, что и основное /соревновательное/ упражнение. "Объемная" часть такой тренировки - общей продолжительностью не менее 15-20 мин с частотой сердечных сокращений более 150-160 уд/мин.

4. Безуглеводный пищевой рацион должен состоять из мясных, рыбных, молочных продуктов, яиц. Углеводный рацион - из хлебо-булочных, макаронных, крупяных изделий, фруктов, овощей, сахара, меда, варенья, конфет.

5. После "истощающей" тренировки в период применения МУН необходимо исключить тренировочные нагрузки с интенсивностью более 60% МПК.

6. Учитывая большую "сахарную нагрузку" для организма при применении МУН, применение этого метода возможно не чаще 2-3 раза в год перед наиболее ответственными соревнованиями.

По основным положениям диссертации опубликованы следующие работы:

1. Содержание гликогена в мышцах спортсменов и его расходование при работе. Тезисы докладов по физиологии и биохимии спорта /г. Баку, 1978/, М., 1978/ В соавторстве с Я.М. Коцем, О.Л. Виноградовой.
2. Углеводные ресурсы организма и физическая аэробная работоспособность. Тезисы докладов по физиологии и биохимии спорта. /г. Баку, 1978/, М., 1978./ В соавторстве с Я.М. Коцем/.
3. Углеводное насыщение как средство повышения содержания гликогена в мышцах и физической работоспособности при работе околомаксимальной аэробной мощности. Сборник научных трудов межвузовской конференции. Омск, 1979/ В соавторстве с Я.М. Коцем/.
4. Экспериментальное исследование связи между содержанием гликогена в мышцах и работоспособностью спортсменов. Сборник трудов ГТИФК, том XII, Тбилиси, 1979/ В соавторстве с Я.М. Коцем/.
5. Углеводные запасы организма и физическая аэробная работоспособность. Сборник трудов ГТИФК, том XII, Тбилиси, 1979/ В соавторстве с Я.М. Коцем/.
6. Влияние повышения углеводных ресурсов на суб- и околомаксимальную аэробную работоспособность. Тезисы третьего направления "Биология, биохимия, биомеханика, медицина, физиология" Всемирного научного конгресса "Спорт в современном обществе", Тбилиси, 1980, И. ФИС, 1980.

7. Утилизация мышечного гликогена в связи с его содержанием и интенсивностью мышечной работы. Тезисы третьего направления "Биология, биохимия, биомеханика, медицина, физиология" Всемирного научного конгресса "Спорт в современном обществе", Тбилиси, 1980, М., ЗИС, / В соавторстве с Коцем Я.М., Виноградовой О.Л., Городецки: Е.Д., Хохловым А.П. /.
8. Зависимость общего количества и средней скорости расходования мышечного гликогена от его предробочего уровня при выполнении околоремальной аэробной работы. Физиология человека, т.6, № 4, 1980 / В соавторстве с Коцем Я.М., Виноградовой О.Л., Городецким В.Д., Хохловым А.П. /.
9. Метод углеводного насыщения /методические разработки/ М., 1981 / В соавторстве с Коцем Я.М., Виноградовой О.Л., Гилязовым Р.Г. /.
10. Влияние повышения углеводных ресурсов на физическую аэробную работоспособность / метод углеводного насыщения - МУН / Теория и практика физической культуры, № 2, 1982 / В соавторстве с Я.М.Коцем, О.Л.Виноградовой /.
11. Содержание гликогена в мышцах и влияние МУН на физическую аэробную работоспособность спортсменов и неспортсменов. Теория и практика физической культуры № 7, 1982 / В соавторстве с Я.М.Коцем, О.Л.Виноградовой /.
12. *Kots J.M., Alekhanova L.P., Vinogradova O.L.  
Muscle glycogen content and aerobic  
exercise of different intensities.  
Proc. of the int. union of Physiol. Sci.  
XXIV-XXVIII Inter. Congr. Budapest. 1980.*