

# ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У МУЖЧИН СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Г.Е. Ройтберг, И.Д. Сланикова, О.Ю. Дмитриева\*, Т.И. Ушакова

Кафедра терапии и семейной медицины факультета усовершенствования врачей  
Российского государственного медицинского университета.  
125047, Москва, 2-й Тверской-Ямской пер., д. 10 (Клиника ОАО «Медицина»)

## Влияние острой физической нагрузки различной интенсивности на состояние липидного обмена у мужчин среднего возраста

Г.Е. Ройтберг, И.Д. Сланикова, О.Ю. Дмитриева\*, Т.И. Ушакова

Кафедра терапии и семейной медицины факультета усовершенствования врачей Российского государственного медицинского университета. 125047, Москва, 2-й Тверской-Ямской пер., д. 10 (Клиника ОАО «Медицина»)

**Цель.** Изучить влияние острой физической нагрузки различной интенсивности на показатели липидного обмена у мужчин среднего возраста.

**Материал и методы.** Клинически здоровым мужчинам (n=54) в возрасте 30-45 лет без ожирения были проведены две пробы с физической нагрузкой средней и высокой интенсивности с последующей оценкой состояния липидного профиля (уровней общего холестерина, холестерина липопротеидов высокой плотности, триглицеридов и коэффициента атерогенности). Влияние физической нагрузки на липидный спектр изучалось как в целой группе, так и у пациентов с инсулинорезистентностью и без нее.

**Результаты.** Острая физическая нагрузка умеренной и высокой интенсивности оказывала благоприятный эффект на показатели липидного обмена (способствует повышению уровня холестерина липопротеидов высокой плотности и снижению коэффициента атерогенности). С увеличением интенсивности физической нагрузки происходило дальнейшее нарастание благоприятных сдвигов липидного обмена у пациентов без инсулинорезистентности. У пациентов с инсулинорезистентностью ответ на нагрузку был выражен слабее, а увеличение интенсивности нагрузки не приводило к значимым благоприятным изменениям липидного профиля.

**Заключение.** При разработке профилактических программ для коррекции факторов риска сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний следует учитывать, что реакция на физическую нагрузку может зависеть от особенностей исходного метаболизма.

**Ключевые слова:** острая физическая нагрузка, интенсивность физической нагрузки, инсулинорезистентность, липидный обмен.

РФК 2010;6(4):508-512

## Effects of acute physical exercise of varying intensity on lipid metabolism in middle aged men

G.E. Roytberg, I.D. Slanikova, O.Ju. Dmitrieva\*, T.I. Ushakova

Chair of Therapy and Family Medicine, Faculty of Advanced Medical Studies, Russian State Medical University. Vtoroy Tverskoy-Yamskoy per. 10, Moscow, 125047 Russia (Clinic of PLC "Medicine")

**Aim.** To investigate effects of acute physical exercise of varying intensity on lipid metabolism in middle aged men.

**Material and methods.** Two bouts of physical exercise of moderate and high intensity were performed in 54 clinically healthy men aged 30-45 y.o. without obesity with subsequent assessment of lipid profile (total cholesterol, high density lipoprotein cholesterol, triglyceride levels, and atherogenic index). Effect of physical exercise on the lipid profile was studied both in the whole group and in subjects with and without insulin resistance.

**Results.** Acute physical exercise of moderate and high intensity produced beneficial effects on lipid parameters (increase in cholesterol of high density lipoprotein level and reduction of atherogenic index). Increased intensity of physical exercise caused more prominent improvement of lipid profile in subjects without insulin resistance. However subjects with insulin resistance had weaker response to physical exercise than individuals without insulin resistance did and increased intensity of physical exercise did not cause significant improvement of lipid parameters in subjects with insulin resistance.

**Conclusion.** Response to moderate or high intensive physical exercise may depend on baseline metabolic profile. It should be taken into account under development of preventive programs for modifying risk factors of cardio-vascular diseases and type 2 diabetes mellitus.

**Key words:** acute physical exercise, intensity of physical exercise, insulin resistance, lipid profile.

**Rational Pharmacother. Card. 2010;6(4):508-512**

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): olga-dmitrieva@mail.ru

Регулярные физические упражнения благоприятно влияют на липидный обмен и распределение жировой ткани в организме. По данным мета-анализа 49 рандомизированных контролируемых исследований, регулярная аэробная нагрузка у мужчин старше 18 лет оказывает значимый антиатерогенный эффект, вызывая увеличение уровня холестерина липопротеидов высокой

плотности (ХС ЛПВП) на 2%, снижение уровня общего холестерина (ОХС) на 2% и уровня триглицеридов (ТГ) на 9% [1].

В то время как влияние регулярной нагрузки на метаболические процессы изучено достаточно хорошо, данные об эффектах острой аэробной нагрузки довольно противоречивы. Интенсивность физической нагрузки (ФН) является одним из ключевых факторов, определяющих выраженность метаболических изменений. Однако в настоящее время остается нерешенным вопрос о наиболее оптимальной «дозе» ФН, включающей ее интенсивность и продолжительность, для коррекции основных факторов риска развития сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний.

Сведения об авторах:

**Ройтберг Григорий Ефимович**, д.м.н., чл.-корр. РАМН, профессор, заведующий кафедрой терапии и семейной медицины ФУВ РГМУ

**Сланикова Ирина Дмитриевна**, к.м.н., доцент той же кафедры  
**Дмитриева Ольга Юлиановна**, ст. лаборант той же кафедры  
**Ушакова Татьяна Игоревна**, к.б.н., координатор научных проектов, ОАО «Медицина»

Цель нашего исследования — изучение влияния острой ФН различной интенсивности на показатели липидного обмена у мужчин среднего возраста.

### Материалы и методы исследования

В исследовании участвовало 54 клинически здоровых мужчины в возрасте от 30 до 45 лет, некурящих, с индексом массы тела (ИМТ) менее 30 кг/м<sup>2</sup>. На исходном этапе всем пациентам проводили скрининговое обследование, включающее определение антропометрических показателей (роста, веса, окружности талии, окружности бедер), уровня артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), определения общего уровня физической активности (с использованием опросников — в исследование были включены пациенты со средним уровнем общей физической активности).

Исследование проводилось с одобрения Этического комитета Российского государственного медицинского университета им. Н.И. Пирогова (ГОУ ВПО РГМУ Росздрава).

После скринингового обследования всем пациентам проводилось по две пробы с ФН. Непосредственно перед каждой пробой с ФН и в течение 10 минут после нее осуществлялся забор крови из локтевой вены с последующей оценкой липидного профиля: общий холестерин (ОХС), триглицериды (ТГ), холестерин липопротеидов высокой (ХС ЛПВП) и низкой (ХС ЛПНП) плотности. Все указанные мероприятия проводились натощак. Показатели липидного спектра определяли на автоанализаторе «Konelab j20» (Финляндия) наборами реактивов «Thermo Clinical Labsystems». ОХС определяли ферментативным энзиматическим калометрическим методом, реакцией CHOD-PAP. Уровень ТГ определяли ферментативным калометрическим методом, реакцией GPO-PAP. Значения ХС ЛПВП определяли глюкозооксидантным методом, предварительно осаждая сыворотку крови хлористым магнием. Определение ХС ЛПНП производили расчетным методом по формуле Фридвальда (Friedwald W.T., 1972). Также рассчитывали коэффициент атерогенности (КА) по формуле:  $[(\text{ОХС} - \text{ХС ЛПВП}) / \text{ХС ЛПВП}]$ .

Всем пациентам также определяли исходный уровень натощак глюкозы и иммунореактивного инсулина (ИРИ) в сыворотке крови и рассчитывали индекс  $\text{НОМА}_{\text{IR}}$ , характеризующий чувствительность к инсулину, по формуле:  $[(\text{ИРИ}_{\text{натощак}} \times \text{глюкоза}_{\text{натощак}}) / 22,5]$ . На основании исходного значения  $\text{НОМА}_{\text{IR}}$  общая группа была разделена на тертили. Пациенты, вошедшие в верхнюю тертиль ( $n=18$ ,  $\text{НОМА}_{\text{IR}} \geq 2,49$ ), составили группу с инсулинорезистентностью (ИР), а пациенты, составившие нижнюю тертиль по данному показателю ( $n=18$ ,  $\text{НОМА}_{\text{IR}} < 1,32$ ), вошли в группу лиц без ИР.

Интервал между пробами с ФН составлял 3-7 дней. В интервале между пробами питание пациентов по составу существенно не менялось. ФН осуществлялась на велоэргометре ERG 911 S and BP (Shiller, Швейцария) в течение 20 минут с одной и той же интенсивностью, с постоянным контролем ЭКГ и измерением ЧСС во время нагрузки с использованием 12-канального электрокардиографа AT-104 и программного обеспечения SDS104 (Schiller, Швейцария), с измерением АД до начала нагрузки, во время пробы (через 5 и 10 минут после начала) и при завершении пробы. Все пробы проводились в режиме педалирования 60-65 оборотов/минуту, что обеспечивало точность задаваемой мощности и, соответственно, постоянную заданную интенсивность нагрузки.

Дизайн исследования предполагал проведение двух проб с ФН: 1) средней интенсивности (75 Вт, 55-70% от  $\text{ЧСС}_{\text{max}}$ , 13-14 баллов по шкале Борга (Borg GA. 1982) и 2) высокой интенсивности (100 Вт, >70% от  $\text{ЧСС}_{\text{max}}$ , 15-17 баллов по шкале Борга). Максимальная ЧСС определялась по формуле:  $\text{ЧСС}_{\text{max}} = 220 - \text{возраст (лет)}$ .

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием стандартного пакета программ SPSS, v.11.0. Количественные показатели представлены в виде среднего арифметического значения (М) и стандартной ошибки среднего (m). Для оценки динамики изменения количественных признаков в группах использовали парный t-критерий Стьюдента. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$  (95% уровень значимости).

### Результаты

В табл. 1 представлена динамика показателей липидного обмена при выполнении ФН средней и высокой интенсивности.

После пробы с физической нагрузкой средней интенсивности (ФНСИ) отмечалось статистически значимое повышение уровня ОХС и увеличение ХС ЛПВП. КА несколько снизился, однако данное уменьшение не было значимым ( $p=0,63$ ). Уровни ТГ и ХС ЛПНП существенно не изменились.

После пробы с физической нагрузкой высокой интенсивности (ФНВИ) изменения показателей липидного обмена были более выражены по сравнению с ФНСИ. Выявлено значимое повышение ОХС, уровня ХС ЛПВП и статистически значимое снижение КА. Аналогично результатам ФНСИ статистически значимого изменения уровня ТГ и ХС ЛПНП не наблюдалось.

После выделения групп пациентов с ИР (Группа 1) и без ИР (Группа 2) был проведен сравнительный анализ исходных показателей и особенностей ответа на ФН различной интенсивности.

При анализе исходных показателей было выявле-

Таблица 1. Влияние ФН различной интенсивности на показатели липидного обмена в общей группе ( $M \pm m$ )

Показатель	ФНСИ (n=54)		ФНВИ (n=54)	
	Исходно	После пробы с ФН	Исходно	После пробы с ФН
ОХС (ммоль/л)	5,25 $\pm$ 0,12	5,42 $\pm$ 0,13 *	5,24 $\pm$ 0,13	5,46 $\pm$ 0,13*
ТГ (ммоль/л)	1,27 $\pm$ 0,12	1,23 $\pm$ 0,12	1,19 $\pm$ 0,08	1,15 $\pm$ 0,08
ХС ЛПВП (ммоль/л)	1,47 $\pm$ 0,05	1,58 $\pm$ 0,06 *	1,45 $\pm$ 0,04	1,58 $\pm$ 0,05*
ХС ЛПНП (ммоль/л)	3,22 $\pm$ 0,12	3,29 $\pm$ 0,11	3,30 $\pm$ 0,12	3,36 $\pm$ 0,13
КА	2,72 $\pm$ 0,10	2,64 $\pm$ 0,11	2,70 $\pm$ 0,11	2,59 $\pm$ 0,12*

ФНСИ – физическая нагрузка средней интенсивности; ФНВИ – физическая нагрузка высокой интенсивности;  
 \*  $p < 0,05$  при сравнении показателей до и после пробы с ФН

Таблица 2. Характеристика сравниваемых групп на этапе скрининга ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа 1 (n=18)	Группа 2 (n=18)
Возраст (лет)	35,71 $\pm$ 1,15	35,93 $\pm$ 1,53
Рост (м)	1,79 $\pm$ 0,02	1,78 $\pm$ 0,02
Масса тела (кг)	85,86 $\pm$ 2,13	71,53 $\pm$ 1,93 *
ИМТ (кг/см <sup>2</sup> )	26,92 $\pm$ 0,48	22,56 $\pm$ 0,59 *
Окружность талии (см)	95,36 $\pm$ 1,96	81,13 $\pm$ 1,82 *
Окружность бедер (см)	104,79 $\pm$ 1,35	93,73 $\pm$ 1,32 *
Отношение ОТ/ОБ	0,910 $\pm$ 0,014	0,865 $\pm$ 0,011 *
Систолическое АД (мм рт.ст.)	132,74 $\pm$ 3,22	122,89 $\pm$ 2,51 *
Диастолическое АД (мм рт.ст.)	82,98 $\pm$ 1,56	74,33 $\pm$ 1,73 *
ЧСС (ударов в минуту)	70,43 $\pm$ 2,48	70,24 $\pm$ 2,43
ОХС (ммоль/л)	5,60 $\pm$ 0,21	5,03 $\pm$ 0,22
ТГ (ммоль/л)	1,50 $\pm$ 0,20	0,76 $\pm$ 0,07 *
ХС ЛПВП (ммоль/л)	1,50 $\pm$ 0,08	1,61 $\pm$ 0,09
ХС ЛПНП (ммоль/л)	3,52 $\pm$ 0,19	3,01 $\pm$ 0,22
КА	2,87 $\pm$ 0,21	2,29 $\pm$ 0,22

\*  $p < 0,05$  по сравнению с аналогичным показателем в противоположной группе

но, что обе группы были сопоставимы по возрасту, ЧСС в покое, но существенно различались по большинству антропометрических и лабораторных показателей на этапе скрининга (табл. 2).

В группе с ИР (1-ая группа) значительно выше были такие показатели, как масса тела, ИМТ, объем талии (ОТ),

объем бедер (ОБ), соотношение ОТ/ОБ, уровень АД (как систолического, так и диастолического). С учетом показателей липидного обмена группы статистически значимо различались по уровню ТГ в крови: в 1-ой группе этот показатель был в 2 раза выше. В группе с ИР были выявлены более высокие показатели ОХС и КА и меньший уровень ХС ЛПВП, что свидетельствовало о менее благоприятном исходном липидном профиле у пациентов с ИР, однако различия с пациентами без ИР по этим показателям были незначимы. Следует отметить, что, хотя полученные в 1-ой группе средние исходные показатели не выходили или почти не выходили за рамки нормальных значений, отмечалась очевидная тенденция к развитию метаболических нарушений у лиц с ИР, а именно избыточная масса тела ( $25 < \text{ИМТ} < 30 \text{ кг/см}^2$ ), в основном за счет абдоминального компонента (пограничное значение ОТ 94-102см), повышенный уровень ОХС ( $> 5,0 \text{ ммоль/л}$ ) с более высоким КА и более высокие цифры АД (высоко нормальный уровень САД).

Динамика показателей липидного обмена в ответ на ФНСИ в обеих группах (табл. 3) сохраняла ту же тенденцию, что и в общей группе, однако выраженность изменений существенно различалась. В группе без ИР (2-ая группа) благоприятные изменения липидного спектра были более выражены по сравнению с группой лиц с ИР (1-ая группа): значимое увеличение ХС ЛПВП и снижение КА отмечались только в 2-ой группе. В 1-ой группе изменение данных показателей было минимальным. Изменение уровня ТГ и ХС ЛПНП было статистически незначимым в обеих группах.

Таблица 3. Влияние ФНСИ на показатели липидного обмена в группах ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа 1 (n=18)		Группа 2 (n=18)	
	Исходно	После пробы с ФН	Исходно	После пробы с ФН
ОХС (ммоль/л)	5,60 $\pm$ 0,21	5,71 $\pm$ 0,23	5,03 $\pm$ 0,22	5,14 $\pm$ 0,24
ТГ (ммоль/л)	1,50 $\pm$ 0,20	1,44 $\pm$ 0,20	0,76 $\pm$ 0,07	0,74 $\pm$ 0,09
ХС ЛПВП (ммоль/л)	1,50 $\pm$ 0,08	1,53 $\pm$ 0,09	1,61 $\pm$ 0,09	1,74 $\pm$ 0,11*
ХС ЛПНП (ммоль/л)	3,52 $\pm$ 0,19	3,60 $\pm$ 0,19	3,01 $\pm$ 0,21	3,09 $\pm$ 0,20
КА	2,87 $\pm$ 0,21	2,90 $\pm$ 0,22	2,29 $\pm$ 0,22	2,02 $\pm$ 0,14*

\*  $p < 0,05$  при сравнении показателей до и после пробы с ФН

Таблица 4. Влияние ФНВИ на показатели липидного обмена в группах ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа 1 (n=18)		Группа 2 (n=18)	
	Исходно	После пробы с ФН	Исходно	После пробы с ФН
ОХС (ммоль/л)	5,64 ± 0,22	5,78 ± 0,24	4,83 ± 0,27	5,06 ± 0,27*
ТГ (ммоль/л)	1,39 ± 0,20	1,33 ± 0,20	0,77 ± 0,06	0,78 ± 0,08
ХС ЛПВП (ммоль/л)	1,48 ± 0,09	1,55 ± 0,10	1,48 ± 0,07	1,71 ± 0,12*
ХС ЛПНП (ммоль/л)	3,55 ± 0,21	3,66 ± 0,19	3,04 ± 0,20	3,03 ± 0,27
КА	2,96 ± 0,25	2,92 ± 0,24	2,32 ± 0,18	2,02 ± 0,19*

\*  $p < 0,05$  при сравнении показателей до и после пробы с ФН

После выполнения ФНВИ (табл. 4) отмечена дальнейшая динамика показателей липидного обмена, причем в наибольшей степени выраженная во 2-ой группе. У лиц без ИР получено дальнейшее увеличение ОХС, ХС ЛПВП и снижение КА. В 1-ой группе изменения этих показателей оставались несущественными и не были статистически значимыми. Значимых изменений ТГ и ХС ЛПНП в обеих группах выявлено не было, однако наблюдались различные тенденции в динамике этих показателей. В 1-ой группе уровень ТГ снижался, а во 2-ой группе — практически не менялся. Возможно, наблюдаемая тенденция была связана со значительно отличающимся исходным уровнем ТГ в обеих группах. Уровень ХС ЛПНП в 1-й группе имел тенденцию к повышению, а во 2-й группе практически не менялся.

Таким образом, у пациентов с ИР реакция показателей липидного обмена в ответ на нагрузку как средней, так и высокой интенсивности была выражена слабее, чем у пациентов без ИР, и увеличение интенсивности нагрузки не привело к значимым благоприятным изменениям липидных показателей в отличие от пациентов без ИР.

## Обсуждение

Результаты многочисленных исследований демонстрируют благоприятный антиатерогенный эффект ФН на липидный профиль. Однако если положительное влияние ФН средней интенсивности на показатели липидного обмена не вызывает сомнений, то по поводу эффектов ФН высокой интенсивности получены различные данные. В одних исследованиях показано, что нагрузка высокой интенсивности вызывает более выраженные изменения липидного спектра и оказывает больший антиатерогенный эффект по сравнению с ФН средней интенсивности [2]. По другим данным, острая ФН высокой интенсивности может вызывать дислипидемию со сдвигом отдельных фракций в атерогенную сторону [3]. В данном исследовании однократная нагрузка высокой интенсивности (близкая к субмаксимальному уровню) вызвала изменения атерогенного характера (повышение уровня ОХС, ХС ЛПНП и ТГ), которые были зафиксированы как у здоровых лиц, так

и у пациентов с ишемической болезнью сердца [3]. В нашем исследовании мы не получили подтверждения этой точки зрения, что, по-видимому, связано с тем, что проба с ФН высокой интенсивности проводилась в режиме, не достигающем субмаксимального уровня нагрузки.

Динамика изменений ТГ при физической нагрузке оценивается неоднозначно. В большинстве исследований показано, что на фоне регулярных физических нагрузок уровень ТГ уменьшается. Имеются данные и о снижении ТГ на фоне продолжительной и интенсивной острой нагрузки [3,4]. Однако в ряде работ существенной динамики ТГ не получено как при регулярных нагрузках умеренной интенсивности в течение 6 месяцев [5], так и при острых нагрузках [6]. В исследованиях было показано, что изменение уровня ТГ у нетренированных мужчин [6] и женщин [7] с нормальной массой тела зависит от продолжительности, а не от интенсивности однократной нагрузки: увеличение продолжительности вызывает снижение ТГ. Повышение уровня ТГ при однократной субмаксимальной нагрузке наблюдалось у здоровых лиц и у больных ИБС, причем у последних повышение сохранялось более длительное время по сравнению со здоровыми лицами [3]. Уровень ТГ повышался и у женщин с ожирением после ФН высокой интенсивности [8]. Мы не получили значимого изменения уровня ТГ при однократной нагрузке средней и высокой интенсивности, хотя у лиц с ИР, имеющих более высокий исходный уровень ТГ, наблюдалась некоторая тенденция к снижению данного показателя.

В нашем исследовании наличие ИР приводило к уменьшению выраженности метаболического ответа на однократную ФН, причем увеличение интенсивности нагрузки не оказало существенного влияния на динамику липидных показателей и не позволило реализовать благоприятные эффекты ФН. В этой связи интересны результаты мета-анализа 13 исследований по изучению влияния регулярных физических нагрузок на липидный спектр у пациентов с избыточной массой тела и ожирением [5], которые свидетельствуют о незначимом повышении ХС ЛПВП в отличие от аналогичных мета-анализов, показавших значимое уве-

личение данного показателя у здоровых мужчин [1], женщин [9] и больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями [10]. В другом мета-анализе, включавшем 25 исследований, также получены данные о меньшей эффективности регулярных физических нагрузок, оцениваемых по увеличению уровня ХС ЛПВП, у лиц с более высоким ИМТ (>28) по сравнению с лицами, имеющими меньший ИМТ [11].

Возможно, наличие ИР обуславливает и некоторую резистентность липидного обмена.

В ряде исследований было отмечено, что антиатерогенный эффект ФН усиливается при увеличении длительности и количества нагрузок, а не их интенсивности [6, 12, 13]. С целью получения благоприятных сдвигов липидного спектра у лиц с ИР представляется целесообразным разработка специальных программ физических тренировок, предусматривающих, прежде всего, увеличение продолжительности выполняемых нагрузок, при этом интенсивность нагрузки не должна быть низкой. В профилактические программы для здоровых лиц наряду с ФНСИ могут быть включены и ФНВИ.

## Заключение

Физическая нагрузка умеренной и высокой интенсивности, не достигающая субмаксимальных значений, оказывает благоприятный антиатерогенный эффект на показатели липидного обмена (снижение коэффициента атерогенности и повышение уровня холестерина липопротеидов высокой плотности) у клинически здоровых мужчин среднего возраста. При увеличении интенсивности физической нагрузки происходит дальнейшее нарастание благоприятных сдвигов липидного обмена у пациентов без инсулинорезистентности. У пациентов с инсулинорезистентностью реакция показателей липидного обмена в ответ на нагрузку выражена слабее, чем у пациентов без инсулинорезистентности, а увеличение интенсивности нагрузки не приводит к значимым благоприятным изменениям липидного спектра.

Таким образом, с учетом результатов проведенного исследования можно заключить, что реакция на физическую нагрузку может зависеть от особенностей исходного метаболизма, что следует учитывать при разработке профилактических программ для коррекции факторов риска сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний.

## Литература

1. Kelley G.A., Kelley K.S. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend* 2006;3(1):61-70.
2. Carroll S., Dudfield M. What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports Med* 2004;34(6):371-418.
3. Bubnova M.G., Aronov D.M., Olferyev A.M., Bondarenko I.Z. Modification of blood lipoprotein and apolipoprotein levels by physical exercise of various type and intensity in healthy men with normo- and hyperlipidemia. *Cardiovascular Therapy and Prevention* 2005;(2):74-83. In Russian. [Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Олферьев А.М., Бондаренко И.З. Модификация уровней липопротеидов и аполипопротеинов крови с помощью физических нагрузок разного вида и интенсивности у здоровых мужчин с нормо- и гиперлипидемией. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика* 2005;(2):74-83.]
4. Pronk N.P. Short term effects of exercise on plasma lipids and lipoproteins in humans. *Sports Med* 1993;16(6):431-48.
5. Kelley G.A., Kelley K.S., Vu Tran Z. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes (Lond)* 2005;28(8):881-93.
6. Magkos F., Patterson B.W., Mohammed B.S., Mittendorfer B. A single 1-h bout of exercise increases basal FFA flux without affecting VLDL-triglyceride and VLDL-apolipoprotein B-100 kinetics in untrained lean men. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007;292(6):E1568-74.
7. Imamura H., Katagiri S., Uchida K. et al. Acute effects of moderate exercise on serum lipids, lipoproteins and apolipoproteins in sedentary young women. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2000;27(12):975-9.
8. Panton L.B., Kushnick M.R., Kingsley J.D. et al. Pedometer measurement of physical activity and chronic disease risk factors of obese lower socioeconomic status African American women. *J Phys Act Health* 2007;4(4):447-58.
9. Kelley G.A., Kelley K.S., Tran Z.V. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Womens Health (Larchmt)* 2004;13(10):1148-64.
10. Kelley G.A., Kelley K.S., Franklin B. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in patients with cardiovascular disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cardiopulm Rehabil* 2006;26(3):131-139, quiz 140-141, discussion 142-144.
11. Durstine J.L. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Clin J Sport Med* 2008;18(1):107-8.
12. Kraus W.E., Houmard J.A., Duscha B.D. et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 2002;347(19):1483-92.
13. DiPietro L., Dziura J., Yeckel C.W., Neufer P.D. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J Appl Physiol* 2006;100(1):142-9.

Поступила 08.02.2010  
Принята в печать 19.04.2010