



DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-6-415-425

УДК 616.36-003.826-085.825.1

EDN: VATKXM



**Али Мохамед Али Исмаил<sup>1</sup>, Саллам Али С.Саллам<sup>2,3</sup>,  
Ибрагим Абдельрафея Салем<sup>4</sup>, Асмаа М. Аль-Эмрани<sup>5</sup>, Момен ЭЛСайед ЭЛСагер<sup>6</sup>,  
Амира Хассан Абдельазиз<sup>7</sup>, Ахмед Ясир Мостафа Маруф<sup>8</sup>, Рами Салама Драз<sup>1,9</sup>**

<sup>1</sup>— Кафедра физиотерапии при сердечно-сосудистых/респираторных заболеваниях и гериатрии, факультет физиотерапии, Каирский университет, Гиза, Египет

<sup>2</sup>— Кафедра фундаментальных наук, факультет физиотерапии, Университет Южной Долины, Кена, Египет

<sup>3</sup>— Директор программы физиотерапии, Университет Южной Долины, Кена, Египет

<sup>4</sup>— Кафедра физиотерапии в педиатрии и хирургии, факультет физиотерапии, Современный университет технологий и информации, Каир, Египет

<sup>5</sup>— Кафедра физиотерапии внутренних болезней и гериатрии, факультет физиотерапии, Октябрьский университет современных наук и искусств, город им. 6 Октября, Египет

<sup>6</sup>— Кафедра физиотерапии, факультет смежных медицинских наук, Университет Исра, Амман, Иордания

<sup>7</sup>— Кафедра физиотерапии для женского здоровья, факультет физиотерапии, Канадский университет Ахрама (ACU), Гиза, Египет

<sup>8</sup>— Кафедра физиотерапии, факультет смежных медицинских наук, Филадельфийский университет, Амман, Иордания

<sup>9</sup>— Кафедра сердечно-сосудистой, легочной и гериатрической медицины, факультет физиотерапии, Фаросский университет, Александрия, Египет

## **ФЕРМЕНТЫ ПЕЧЕНИ ПРИ НЕАЛКОГОЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНИ ПЕЧЕНИ: ОТВЕТ НА ПИРАМИДАЛЬНУЮ АЭРОБНУЮ ТРЕНИРОВКУ В СРАВНЕНИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ АЭРОБНОЙ ТРЕНИРОВКОЙ**

**Ali Mohamed Ali Ismail<sup>1</sup>, Sallam Ali S. Sallam<sup>2,3</sup>, Ibrahim Abdelrafea Salem<sup>4</sup>,  
Asmaa M. Al-Emrany<sup>5</sup>, Momen ELsaied ELsagher<sup>6</sup>, Amira Hassan Abdelaziz<sup>7</sup>,  
Ahmed Yasser Mostafa Marouf<sup>8</sup>, Ramy Salama Draz<sup>1,9</sup>**

<sup>1</sup>— Department of Physical Therapy for Cardiovascular/Respiratory Disorder and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University, Giza, Egypt

<sup>2</sup>— Department of Basic Science, Faculty of Physical Therapy, South Valley University, Qena, Egypt

<sup>3</sup>— Director of Physical Therapy Program, South Valley National university, Qena, Egypt

<sup>4</sup>— Department of Physical Therapy for Pediatrics and its Surgeries, Faculty of physical therapy, Modern University for Technology and Information, Cairo, Egypt

<sup>5</sup>— Department of Physical Therapy for Internal Medicine and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, October University for Modern Sciences and Arts, 6th of October, Egypt

<sup>6</sup>— Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Medical Sciences, Isra University, Amman, Jordan

<sup>7</sup>— Department of Physical Therapy For Women Health, Faculty of Physical Therapy, Ahram Canadian University(ACU), Giza, Egypt

<sup>8</sup>— Bachelor of Physical Therapy, Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Medical Sciences Philadelphia University, Amman, Jordan

<sup>9</sup>— Department of Cardiovascular Pulmonary and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Pharos University, Alexandria, Egypt

## **Liver Enzymes in Non-Alcoholic Fatty Liver Diseases: Response to Pyramidal Versus Continuous Aerobic Training**

## Аннотация

**Цель.** Исследовалось влияние выбора типа тренировки (консервативная нефармакологическая терапия первой линии при неалкогольной жировой болезни печени (НАЖБП)) на улучшение показателей ферментов печени. Проведено сравнительное исследование, направленное на оценку ответа ферментов печени на пирамидальные упражнения с повышающейся интенсивностью (интервальные) в сравнении с непрерывными аэробными упражнениями у пациенток женского пола с НАЖБП. **Материалы и методы.** 38 участниц с НАЖБП рандомизировали в группу пирамидальных тренировок (n=19) и группу непрерывных тренировок средней интенсивности (n=19). Участницы обеих групп соблюдали рассчитанную на 12 недель диету с низким потреблением калорий и выполняли упражнения три раза в неделю. В дополнение к измерению индекса массы тела (ИМТ) и окружности талии (ОТ) у пациенток с НАЖБП определяли уровни сывороточной аланинтрансаминазы (АЛТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), аспартатаминотрансферазы (АСТ), триглицеридов (ТГ) и гаммаглутаминтрансферазы (ГГТ) на исходном уровне и через 12 недель. **Результаты.** По завершении обеих программ тренировок наблюдались заметные улучшения. Пирамидальные аэробные упражнения привели к более существенным и заметным улучшениям показателей по сравнению со вторым типом тренировок (аэробные тренировки умеренной интенсивности). **Заключение.** Оба типа тренировок (аэробные тренировки умеренной интенсивности или пирамидальные упражнения) существенно улучшили показатели АЛТ, ИМТ, АСТ, ЛПВП, ГГТ, ЩФ, ОТ и ТГ у пациенток с НАЖБП, при этом пирамидальные тренировки оказались более эффективными по сравнению с непрерывными упражнениями умеренной интенсивности.

**Ключевые слова:** Пирамидальные упражнения, аэробные упражнения, ферменты печени, липидный профиль, неалкогольная жировая болезнь печени

## Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

## Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

## Соответствие принципам этики

Было получено согласие пациенток с НАЖБП на участие в исследовании, медицинское/клиническое исследование одобрено этическим комитетом (P.T.R.E.C/012/004669), также применялись универсальные рекомендации Хельсинской декларации. В этом исследовании НАЖБП период, рассчитанный для программы тренировок (пирамидальные и непрерывные аэробные тренировки), составил с 1 августа 2024 г. по 28 февраля 2025 г.

Статья получена 10.03.2025 г.

Одобрена рецензентом 30.06.2025 г.

Принята к публикации 08.07.2025 г.

**Для цитирования:** Али Мохамед Али Исмаил, Саллам Али С.Саллам, Ибрагим Абдельрафея Салем и др. ФЕРМЕНТЫ ПЕЧЕНИ ПРИ НЕАЛКОГОЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНИ ПЕЧЕНИ: ОТВЕТ НА ПИРАМИДАЛЬНУЮ АЭРОБНУЮ ТРЕНИРОВКУ В СРАВНЕНИИ С НЕПРЕРЫВНОЙ АЭРОБНОЙ ТРЕНИРОВКОЙ. Архив внутренней медицины. 2025; 15(6): 415-425. DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-6-415-425. EDN: VATKXM

## Abstract

**Purpose:** The effect of choosing the type of exercise — the first-line conservative non-pharmacological therapy in managing non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) — on improving liver enzymes has not been fully investigated.: This was a comparative trial aimed to examine the response of liver enzymes to pyramidal progressive-intensity (interval) versus continuous moderate-intensity aerobic training in NAFLD women. **Materials and Methods:** Thirty-eight NAFLD women were randomized into a pyramidal training group (n=19) and a group of continuous moderate-intensity exercise (n=19). Both groups followed a reviewed 12-week low-calorie diet and received exercise training thrice weekly. Besides body mass index (BMI) and abdominal circumference (AC), NAFLD patients' serum alanine transaminase enzyme (ALTE), alkaline phosphatase enzyme (ALPE), high-density lipoprotein (HDL), aspartate transaminase enzyme (ASTE), triglycerides (TGs), and gamma-glutamyl-transpeptidase enzyme (GGTE) were assessed before and after 12 weeks. **Results:** Significant improvements in all outcomes occurred after finishing both training forms. The pyramidal aerobic form produced more significant and pronounced improvements in the tested outcomes compared to the other form of exercise, moderate-intensity aerobic exercise. **Conclusion:** Both training forms, moderate-intensity aerobic exercise or pyramidal training, significantly improved NAFLD patients' ALTE, BMI, ASTE, HDL, GGTE, AC, ALPE, and TGs, but the pyramidal form of exercise is more efficient than the continuous moderate-intensity form.

**Key words:** pyramidal exercise; aerobic exercise; liver enzymes; lipid profile; non-alcoholic fatty liver disease

## Conflict of interests

The authors state that this work, its theme, subject and content do not affect competing interests

## Sources of funding

The authors declare no funding for this study

## Conformity with the principles of ethics

Consenting of NAFLD women, ethical approval of conducting medical/clinical research (P.T.R.E.C/012/004669), and universal recommendations of Helsinki were applied. In this NAFLD trial, the period designed for conducting the exercise program (pyramidal versus continuous aerobic exercises) was from 1st August 2024 to 28 February 2025.

Article received on 10.03.2025

Reviewer approved 30.06.2025

Accepted for publication on 08.07.2025

**For citation:** Ali Mohamed Ali Ismail, Sallam Ali S. Sallam, Ibrahim Abdelrafea Salem et al. Liver Enzymes in Non-Alcoholic Fatty Liver Diseases: Response to Pyramidal Versus Continuous Aerobic Training. The Russian Archives of Internal Medicine. 2025; 15(6): 415-425. DOI: 10.20514/2226-6704-2025-15-6-415-425. EDN: VATKXM

## Введение

Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП) представляет собой локальное отложение в гепатоцитах печени жира, количество которого превышает 5 % массы гепатоцитов. Диагноз НАЖБП верифицируется при наличии жировых включений (стеатоза) в более чем 5 % печеночных клеток [1-3]. По оценкам, распространенность НАЖБП составляет 47 случаев/пациентов на 1000 человек [4].

Патогенез НАЖБП может быть связан с факторами генетической предрасположенности и (или) такими клиническими условиями, как инсулинорезистентность, метаболический синдром, ожирение и сахарный диабет 2-го типа [5]. Такие условия могут ускорить накопление крупнокапельного жира в гепатоцитах, что может сопровождаться местным воспалением, повреждением и фиброзом печени. Фиброз нарушает нормальную архитектуру печени и приводит к её дисфункции. Вызванное фиброзом поражение печени может способствовать развитию цирроза печени и повышать риск злокачественной трансформации в гепатоклеточную карциному [6].

Принимая во внимание отсутствие эффективных/одобренных лекарственных препаратов, НАЖБП, без лечения может ускорить развитие сердечно-сосудистых и метаболических нарушений, привести к снижению работоспособности и качества жизни пациентов, а также к возникновению чувства усталости/истощения [7].

Внесение изменений в образ жизни (выполнение упражнений со снижением количества потребляемых калорий или потреблением того же количества калорий) считается начальным и основным шагом в лечении НАЖБП [8]. Упражнения, как основное изменение образа жизни для лечения НАЖБП в настоящее время применяются в основном в виде аэробных тренировок [9]. Аэробные упражнения, в частности ходьба, являются недорогим нефармакологическим вариантом, простым инструментом тренировок, доступным пациентам с НАЖБП, которые можно выполнять независимо без привязки к месту. Такие упражнения способствуют улучшению при сердечно-сосудистых осложнениях, связанных с НАЖБП. Несмотря на такие хорошие характеристики аэробных упражнений, выполнение упражнений в стандартной, непрерывной форме может вызывать быстрое утомление или дискомфорт (вследствие истощения запасов гликогена и (или) чрезмерного использования медленно сокращающихся мышечных волокон) и плохое соблюдение режима тренировок в долгосрочной перспективе [10].

С другой стороны, пирамидальные тренировки (форма аэробных упражнений, которые выполняются с перерывами с постепенным увеличением интенсивности от низкой до высокой в рамках одного занятия) — это относительно новый тип упражнений, которые могут использоваться для снижения факторов сердечно-сосудистого риска. Сочетанием низкой интенсивности (направлена на использование местных

запасов жира в качестве источника энергии) и высокой интенсивности (направлена на использование углеводов в качестве источника энергии и избегание чрезмерного использования медленно сокращающихся мышечных волокон) объясняется предпочтение использования пирамидальной тренировки по сравнению с другими формами упражнений (например упражнения низкой или умеренной интенсивности) в снижении сердечно-сосудистых факторов риска, таких как ожирение и дислипидемия [11].

Однако наиболее эффективные характеристики упражнений (необходимая частота, тип, интенсивность и общая продолжительность тренировки) для улучшения состояния при НАЖБП остаются неясными. Более того, учитывая высокую распространенность сердечно-сосудистых заболеваний, вызывающих НАЖБП, влияние выбора типа упражнений на ферменты печени не было изучено в достаточной степени, особенно что касается пирамидальной тренировки. Таким образом, цель этого сравнительного исследования заключалась в изучении ответа ферментов печени на пирамидальные упражнения по сравнению с непрерывными аэробными тренировками средней интенсивности у пациентов с НАЖБП.

## Материалы и методы

### Дизайн

Рандомизированное, контролируемое исследование пирамидальных упражнений в сравнении с аэробными тренировками.

### Место проведения

Амбулаторное терапевтическое отделение при больнице Мит-Гамр.

### Критерии включения

Диагноз НАЖБП подтвержден гастроэнтерологом и врачом лучевой диагностики по результатам выполнения УЗИ брюшной полости. УЗИ показало наличие жирового гепатоза без признаков вторичных причин, таких как потребление алкоголя или вирусный гепатит. Для участия в исследовании были приглашены пациентки (38 женщин) в возрасте от 37 лет до 51 года с индексом массы тела (ИМТ) от 30 кг/м<sup>2</sup> до 35 кг/м<sup>2</sup>.

### Критерии исключения

Наличие ортопедических операций, деформаций и травм, которые ограничивают точное выполнение упражнений, не позволяло пациентам принимать участие в этом исследовании тренировок. Кроме того, не допускались к участию пациентки, недавно принимавшие или принимающие участие в исследованиях тренировок либо в исследованиях с потерей веса. Сердечно-сосудистые, метаболические, системные, эндокринные, аутоиммунные, психические, неврологические, почечные, вирусные или злокачественные

заболевания не позволяли пациентам принимать участие в этом исследовании упражнений. Кроме того, авторы исключили участие беременных или кормящих женщин.

### **Рандомизация**

Запечатанные конверты с именами и фамилиями участниц с НАЖБП были подготовлены физиотерапевтом, который не принимал участие в испытании в качестве автора и не был заинтересован в выяснении причины рандомизации женщин. Этот физиотерапевт случайным образом распределил женщин с НАЖБП в группу пирамидальных тренировок (РТГ, n=19) и группу непрерывных аэробных упражнений (GSAE, n=19) (**рисунок 1**). Занятия в обеих группах проводились три раза в неделю в течение 12 недель. Кроме того, участницы обеих групп следовали пересмотренной низкокалорийной диете. Перед началом пирамидальной тренировки или непрерывных аэробных упражнений независимый исследователь вскрыл запечатанные конверты.

### **Вмешательства**

#### *Низкокалорийная диета*

Участницы придерживались низкокалорийной диеты, проверенной последним автором, после вычитания 500 килокалорий из показателей уровня метаболизма в покое (RMR) у женщин. Уравнение Харриса — Бенедикта — уравнение для оценки RMR — использовали следующим образом:  $RMR = 655,1 + (9,59 \times \text{масса тела женщин с НАЖБП, кг}) + (1,85 \times \text{рост женщин с НАЖБП, см}) - (4,67 \times \text{возраст женщин с НАЖБП, лет})$  [12]. Помимо жиров (20–30%), в состав низкокалорийной диеты женщин с НАЖБП входили углеводы (55–65%) и белки (10–15%) [13].

Пациенткам с НАЖБП было рекомендовано пить большое количество питьевой воды или свежих напитков с низким содержанием углеводов. Всем пациенткам с НАЖБП раздали таблицы с указанием уровня/количества углеводов в различных продуктах, таких как овощи и молочные продукты. Предоставленные таблицы содержания углеводов в вариантах и планах питания соответствовали индивидуальным предпочтениям пациенток с НАЖБП.

#### *Аэробная тренировка (непрерывные упражнения умеренной интенсивности)*

Ходьба выполнялась женщинами с НАЖБП на электронном беговом тренажере и состояла из разминки (первая фаза ходьбы, выполняемая при 40–60% от максимальной частоты сердечных сокращений (МЧСС) женщин с НАЖБП в течение 5 минут), средней фазы (вторая фаза ходьбы, выполняемая при 60–75% от МЧСС женщин с НАЖБП в течение 50 минут) и фазы заминки (третья и заключительная фаза ходьбы, которая имитировала те же характеристики, что и фаза разминки) [14].

### *Пирамидальная тренировка*

Пирамидальная тренировка продолжительностью 42 минуты — ускоренная интервальная тренировка с увеличивающейся интенсивностью — выполнялась в виде двух кардиотренировок продолжительностью 21 минуту каждая на электронной беговой дорожке с 10-минутным отдыхом между упражнениями и интенсивностью от 25 до 100% от максимальной частоты сердечных сокращений (МЧСС) женщин с НАЖБП [12] (**рисунок 2**). Тренировка проводилась в соответствии с расчетом частоты сердечных сокращений по формуле Карвонена. Десятиминутная разминка (перед пирамидальной тренировкой) и десятиминутная заминка (после пирамидальной тренировки) проводились в форме легкого бега и (или) легких упражнений на растяжку [15]. Следует отметить, что перед началом первой пирамидальной тренировки каждой пациентке, выполняющей пирамидальные упражнения, было проведено кардиопульмональное испытание, чтобы предотвратить возможные побочные эффекты высокоинтенсивных упражнений.

### *Результаты*

Уровень фермента аланинтрансаминазы (АЛТ) в сыворотке крови пациенток с НАЖБП измеряли в обеих группах. Авторы исследования использовали этот фермент в качестве основного результата этого клинического исследования упражнений. Вторичным результатом был показатель содержания в сыворотке крови пациенток с НАЖБП щелочной фосфатазы (ЩФ), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), аспартатаминотрансферазы (АСТ), триглицеридов (ТГ) и гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТ). Кроме того, индекс массы тела (ИМТ) и окружность талии (ОТ) оценивались как антропометрические вторичные результаты этого клинического исследования.

### *Заслепление*

Врач или ассистенты лаборатории клинической биохимии, которые проводили анализ содержания ферментов печени в сыворотке крови, не знали деталей этого исследования.

### *Размер выборки*

Для проведения этого исследования пирамидальной и непрерывных тренировок требовалось тридцать участников с НАЖБП. Величина эффекта анализа G\*power составила 0,94 и рассчитывалась для уровня АЛТ в сыворотке крови пациенток с НАЖБП (основной результат этого клинического исследования). Для управления анализом G\*power (при мощности 80%) было проведено пилотное испытание на восьми пациентах с НАЖБП в каждой группе. Авторы этого исследования пирамидальных и непрерывных тренировок увеличили количество участников с НАЖБП до 38 пациентов с НАЖБП (соотношение предполагаемого увеличения числа пациентов с НАЖБП составило 25% с учетом возможного выбытия).

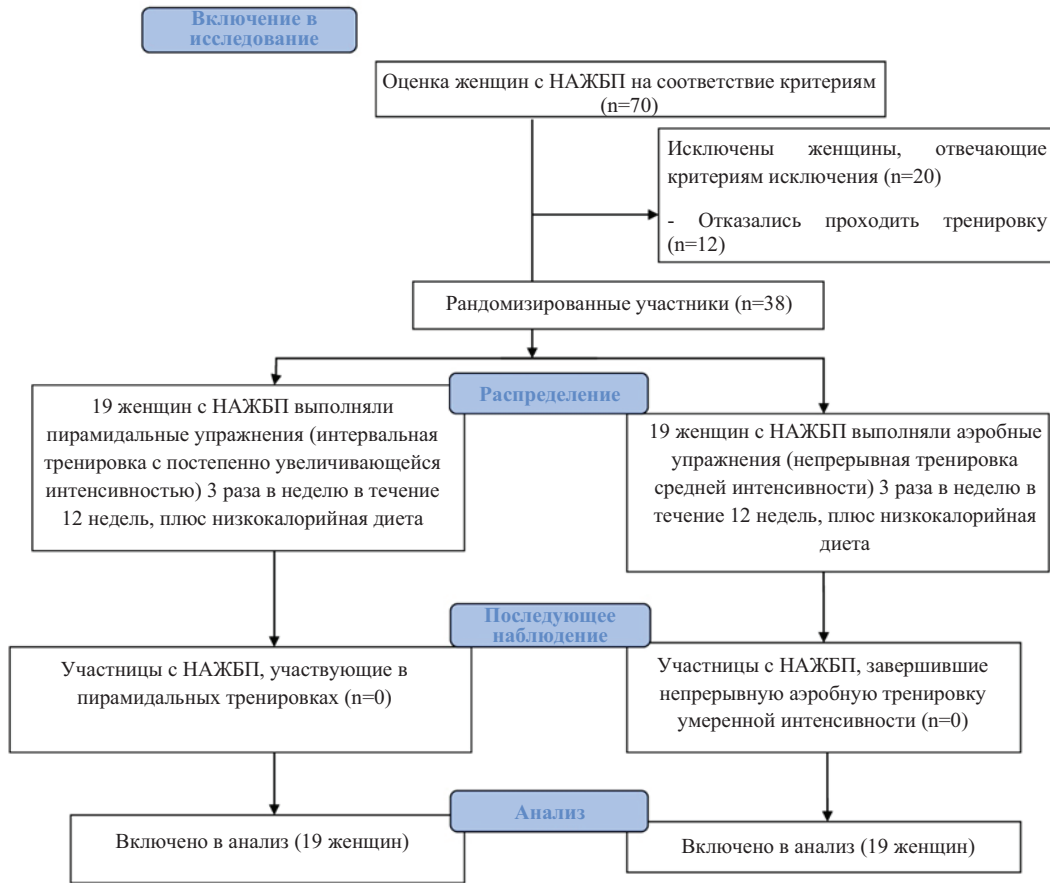


Рисунок 1. Блок-схема женщин с НАЖБП

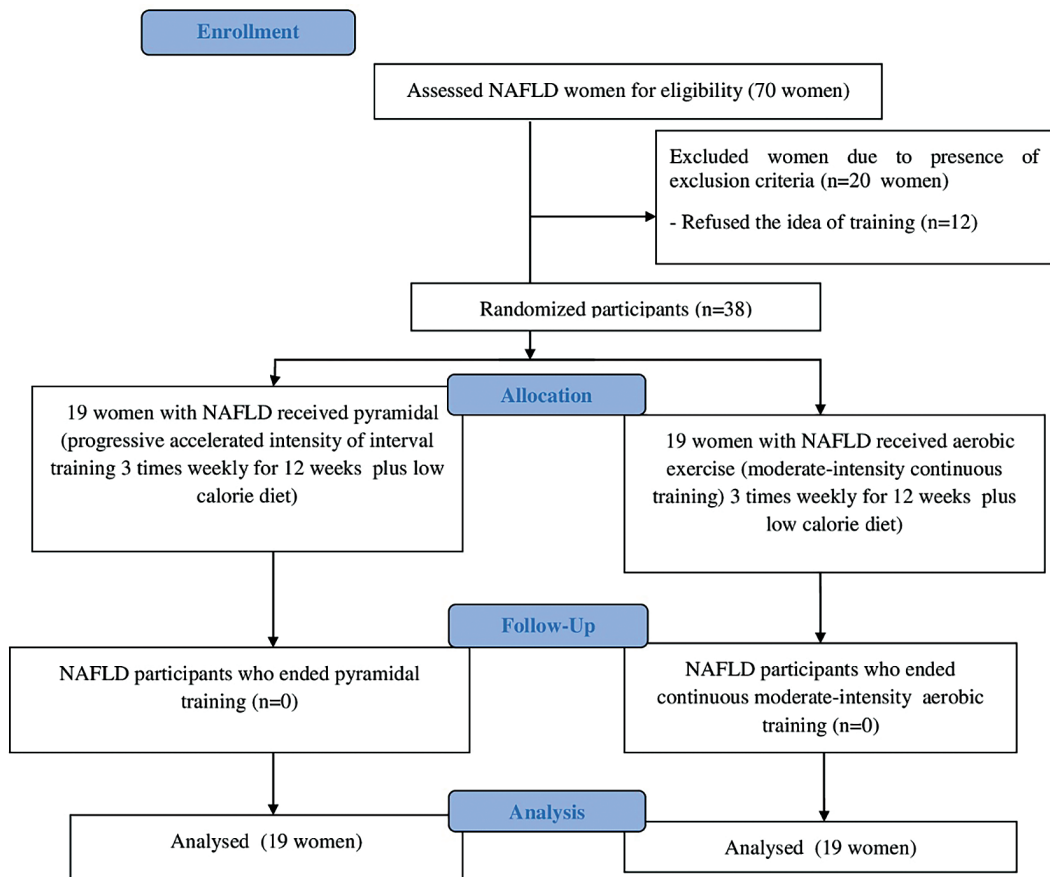


Figure 1. Flow chart of women with NAFLD

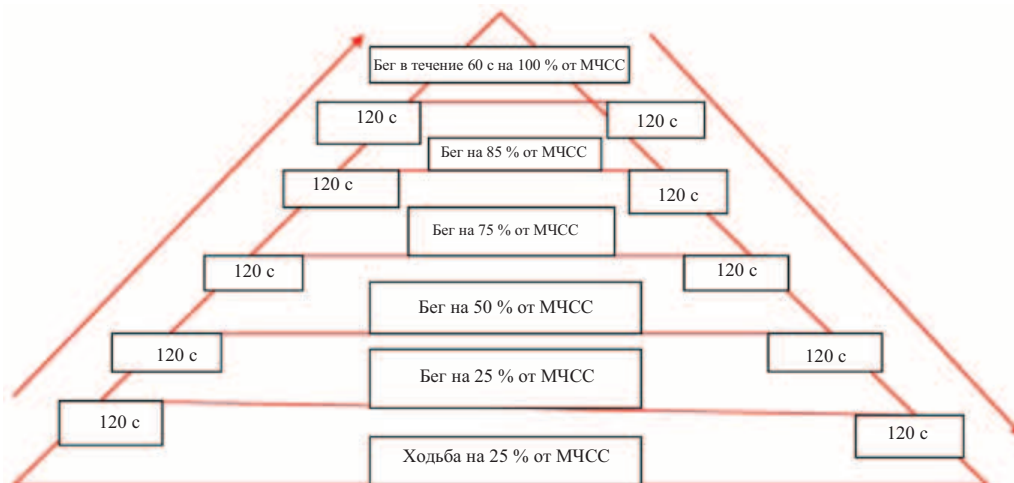


Рисунок 2. Протокол выполненной пирамидальной тренировки

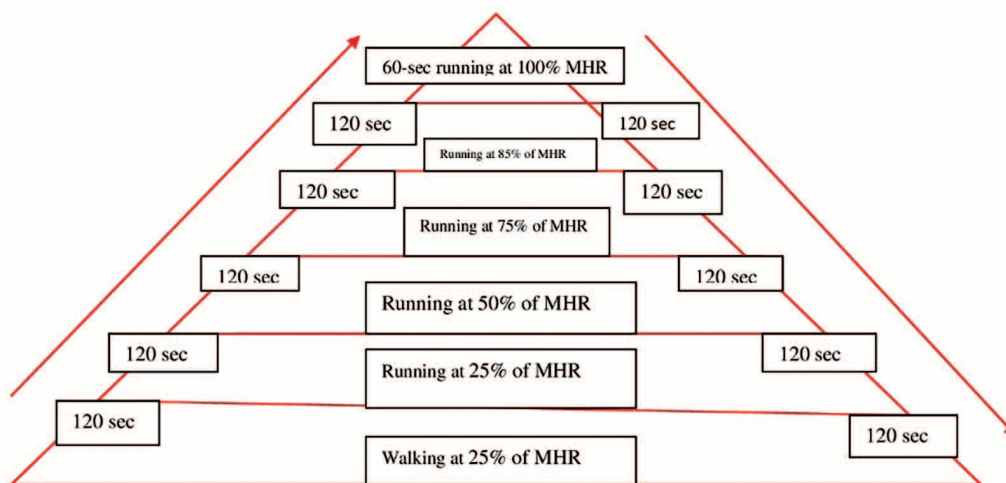


Figure 2. The protocol of the executed pyramidal training

### Статистический анализ

SPSS 18 и парный критерий использовались для оценки значимых изменений под влиянием выбранных упражнений на ИМТ, ОТ, ЩФ, ГГТ, АСТ, АЛТ, ЛПВП и ТГ в группах. Что касается паритета данных между группами до или после лечения (ОТ, ЩФ, ГГТ, АСТ, АЛТ, ЛПВП, ТГ и ИМТ), значимую разницу проверяли с помощью непарного испытания. Возраст (один из показателей демографических данных) сопоставляли до выполнения обоих типов упражнения для оценки значимой разницы с использованием непарного испи-

тания. Авторы использовали примененные статистические критерии (парные или непарные испытания) из-за нормального распределения испытуемых данных.

### Результаты

Перед началом пирамидальной тренировки или непрерывных аэробных упражнений паритет возраста, АГ, ИМТ (таблица 1), АЛТ, АСТ, ГГТ, ЩФ, ЛПВП и ТГ у пациенток с НАЖБП до лечения не являлся значимым (таблица 2).

Таблица 1. Демографические данные до начала аэробных упражнений  
Table 1. Demographic data before aerobic exercises

Данные Data	Группа пирамидальной тренировки Group of pyramidal training	Группа непрерывной аэробной подготовки Group of continuous aerobic training	P-значение P value
Возраст (лет)/Age (years)	45.15±4.19	47.10±4.74	0.187
Индекс массы тела (кг/м <sup>2</sup> )/Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	31.95±1.43	32.91±1.54	0.054
Окружность живота (см)/Abdominal circumference (cm)	110.52±8.03	116.47±11.27	0.069

Примечание. Данные (выраженные как среднее значение ± SD) этой таблицы (таблица 1) не являются значимыми (значение P >0,05)  
Note. Data (expressed as mean±SD) of this table (Table 1) are non-significant (P value >0.05)

Таблица 2. Результаты (результаты тренировок)  
Table 2. Outcomes (results of training)

Результаты Results of outcomes	Группа пирамидальной тренировки Group of pyramidal training	Группа непрерывной аэробной подготовки Group of continuous aerobic training	Значение P (между тренированными группами) P value (between trained groups)
<b>Индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>)/ Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	31.95±1.43	32.91±1.54	0.054
После тренировки/After training	29.74±1.36	31.74±1.51	0.001*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Окружность талии (см)/ Abdominal circumference (cm)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	110.52±8.03	116.47±11.27	0.069
После тренировки/After training	100.63±7.28	110.10±10.61	0.0028*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Аланиновая трансаминаза (Е/л)/ Alanine transaminase (U/L)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	44.73±5.49	48.10±6.22	0.0851
После тренировки/After training	33.63±5.40	41.89±5.91	0.0001*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Аспартаттрансаминаза (Ед/л)/ Aspartate transaminase (U/L)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	35.94±6.01	39.42±5.42	0.069
После тренировки/After training	28.05±5.32	34.84±5.41	0.0004*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Щелочная фосфатаза (Ед/л)/ Alkaline phosphatase (U/L)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	168.21±17.31	178.15±15.33	0.0691
После тренировки/After training	150.68±15.10	168.89±15.32	0.0007*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ) (Е/л)/ Gamma-glutamyl transferase (GGT) (U/L)</b>	<b>Mean±SD</b>	<b>Mean±SD</b>	
До тренировки/Before training	38.68±5.74	42.31±6	0.064
После тренировки/After training	31.78±4.82	38.57±5.77	0.0004*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Триглицериды (мг/дл)/ Triglycerides (mg/dl)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	173.05±23.14	189.52±31.76	0.076
После тренировки/After training	150.52±22.42	175.47±32	0.0085*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	
<b>Липопротеины высокой плотности (мг/дл)/ High-density lipoprotein (mg/dl)</b>	<b>Mean ± SD</b>	<b>Mean ± SD</b>	
До тренировки/Before training	43.57±4.32	40.94±4.15	0.0636
После тренировки/After training	49.63±4.20	43.36±4.34	0.0001*
p-значение (внутри тренированной группы)/ p-value (within trained group)	< 0.001*	< 0.001*	

SD: стандартное отклонение; \*: данные значимы (значение P < 0,05).  
SD: Standard deviation; \*: data are significant (P value < 0.05).

Кроме того, после завершения пирамидальной тренировки или непрерывных аэробных упражнений внутри группы наблюдалось достоверное улучшение показателей ОТ, ИМТ, АЛТ, АСТ, ГГТ, ЩФ, ЛПВП и ТГ. Уровень улучшения показателей в группе РТГ был выше, чем в группе GSAE (таблица 2).

Кроме того, после завершения пирамидальной тренировки или непрерывных аэробных упражнений между группами наблюдалось достоверное улучшение показателей ОТ, ИМТ, АЛТ, АСТ, ГГТ, ЩФ, ЛПВП и ТГ в пользу группы РТГ (таблица 2). Результаты исследования показали значительное улучшение после выполнения обоих типов упражнений, при этом результаты пирамидальных тренировок оказались лучше.

## Обсуждение

Это клиническое исследование упражнений подтвердило роль пирамидальных или непрерывных аэробных упражнений средней интенсивности в улучшении дислипидемии, связанной с НАЖБП, и повышении показателей ферментов печени; пирамидальная аэробная тренировка продемонстрировала лучший результат по сравнению с непрерывными упражнениями средней интенсивности.

Что касается улучшения показателей ферментов печени после выполнения программы упражнений средней интенсивности в этом исследовании, иммунитет, регулярное высвобождение противовоспалительных/антиоксидантных маркеров и усиленная борьба с дальнейшим воспалением или окислительной нагрузкой новых гепатоцитов [14] могут объяснить связанное с упражнениями улучшение показателей ГГТ, АЛТ, АСТ и ЩФ.

Коррекция высоких уровней ферментов печени указывает на снижение темпов прогрессирования гепатоза и цирроза. Ограничение стеатоза/цирроза печени связано со снижением сердечно-сосудистых факторов риска в дополнение к контролю нарушенного липидного обмена [14].

Что касается улучшения исследуемых липидов после выполнения двух регулярных программ упражнений в этом исследовании, использование висцерального жира в качестве источника энергии во время упражнений увеличивает общее и локальное сжигание жира/липолиз за счет повторной стимуляции симпатической активности и выработки гормонов (например, гормон роста). Физические упражнения увеличивают выработку ферментов (например, липопротеина А и липопротеинлипазы), которые не только усиливают катаболизм триглицеридов, но и улучшают их удаление из кровотока для использования скелетными мышцами во время тренировки [16-18].

Ранее сообщалось о более благоприятном воздействии упражнений высокой интенсивности по сравнению с упражнениями средней интенсивности на снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний за счет улучшения показателей ОТ, ТГ, ЛПВП и компонентов метаболического синдрома [19]. Заявляемое улучшение метаболического синдрома может снизить темп

прогрессирования стеатоза печени (стеатогепатита) и его показатели (повышенные показатели ферментов печени).

Аналогично представленным результатам пирамидальной тренировки, выполнение этой формы упражнений в течение восьми недель тренировок у египетских женщин с ожирением привело к значительному улучшению показателей ЛПВП, ТГ, ИМТ и ОТ [12]. В другом недавно проводившемся исследовании регулярное выполнение пирамидальных аэробных упражнений в течение восьми недель позволило бороться с развитием заболеваний печени у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа (посредством достоверного снижения уровней АЛТ и АСТ) [20].

В соответствии с вышеупомянутой идеей о превосходстве высокоинтенсивных (интервальных) тренировок над тренировками средней интенсивности в контроле сердечно-сосудистых факторов риска, недавно проводившееся исследование подтвердило это превосходство после более выраженного улучшения уровня АЛТ, липидов, композиции тела и процента жира в организме у студентов с ожирением [21]. Улучшение стеатоза и фиброза (оба состояния считаются прогрессированием НАЖБП) было более очевидным у пациентов с НАЖБП, которые выполняли высокоинтенсивные (интервальные) упражнения, по сравнению с теми, кто проходил непрерывные тренировки умеренной интенсивности [22].

Эта идея также нашла подтверждение в экспериментальном исследовании, в котором сообщалось о том, что высокоинтенсивные интервальные тренировки приводят к большему снижению висцерального жира и локального накопления жира по сравнению с непрерывными тренировками низкой интенсивности у самок крыс, получавших рацион с высоким содержанием жира [23]. В другом экспериментальном исследовании сообщалось о значительном улучшении липидного профиля и показателей ферментов печени (АЛТ, АСТ, ГГТ и ЩФ) у диабетических крыс, которые получали тренировки высокой интенсивности, по сравнению с крысами, которые выполняли непрерывные упражнения низкой интенсивности [24]. Еще в одном экспериментальном исследовании сообщалось о том, что высокоинтенсивные (интервальные) тренировки были более эффективными по сравнению с тренировками средней интенсивности в предотвращении или контроле накопления жира в печени у крыс с ожирением, вызванным питанием (путем влияния на мРНК, участвующих в липогенезе печени) [25]. Способность высокоинтенсивной (интервальной) тренировки контролировать или уменьшать накопление жира в печени более заметна, чем уменьшение, достигнутое в результате выполнения упражнений средней интенсивности у крыс с НАЖБП [26]. Кроме того, у крыс с ожирением, участвовавших в 12-недельной тренировке, улучшение уровня ЛПВП было более значительным при выполнении тренировок в виде высокоинтенсивных (интервальных) упражнений по сравнению с непрерывными упражнениями низкой интенсивности [27].

Теория была еще раз подтверждена в недавно проведенном исследовании с участием детей с избыточным весом или ожирением. В этом исследовании сообщилось о том, что интервальные упражнения высокой интенсивности оказывают более положительное воздействие по сравнению с упражнениями непрерывной и умеренной интенсивности, потому что высокоинтенсивные интервальные упражнения приводили к большему улучшению показателей липидов сыворотки у детей с избыточным весом или ожирением [28].

Кроме того, у участников в возрасте  $19,5 \pm 0,6$  года 8-недельные тренировки (упражнения высокой интенсивности на велотренажере) оказывают более положительное влияние на ОТ, соотношение объема талии к объему бедер и общее количество кожных складок, чем непрерывные упражнения средней интенсивности, выполняемые на велотренажере [29]. У подростков женского пола с ожирением высокоинтенсивные интервальные тренировки позволили достигнуть лучшего улучшения показателей липидов, ОТ и процента жира в организме по сравнению с упражнениями средней интенсивности [30].

Несмотря на схожее потребление энергии, окисление жиров и показатели триглицеридов после приема пищи значительно улучшилось, при этом отмечался более высокий процент после одной сессии высокоинтенсивных упражнений по сравнению с одной сессией упражнений средней интенсивности у здоровых молодых участников [31]. По сравнению с тренировками средней интенсивности высокоинтенсивная (интервальная) форма упражнений более эффективна для локального и общего уменьшения жира у женщин с ожирением, отчасти из-за вызванного интервальными тренировками большего высвобождения или выработки липолитических гормонов [32].

У малоподвижных взрослых с избыточным весом или ожирением не наблюдается разницы в эффективности снижения запасов жира в печени или висцерального жира в зависимости от дозы или интенсивности 8-недельных аэробных упражнений из-за небольшого числа прошедших тренировку взрослых [33]. Несмотря на противоречие результатов, хотя наблюдалось значительное улучшение процента жира в организме, массы, ИМТ и ОТ, 12-недельные аэробные упражнения (бег) не улучшили показатели АСТ и АЛТ у неактивных иранских женщин с ожирением, возможно, из-за относительно низких значений этих ферментов до лечения [34]. Кроме того, в отличие от этого исследования, обе формы тренировки (высокоинтенсивные (интервальные) и непрерывные упражнения низкой интенсивности) не показали значимой разницы или улучшения у взрослых с ожирением из-за относительно короткого периода проведения упражнений (восемь недель) [35].

### Ограничения

В этом клиническом исследовании велось последующее наблюдение за результатами (АЛТ, ИМТ, АСТ, ЛПВП, ТТГ, ОТ, ЩФ и ТГ), поэтому их необходимо

изучить в будущих исследованиях НАЖБП. Необходимо дополнительные исследования для подтверждения преимуществ пирамидальной тренировки у пациентов с НАЖБП путем изучения молекулярных биомаркеров, проведения более длительных интервенционных исследований или изучения более широких результатов.

### Заключение

Результаты проведенного исследования достоверно свидетельствуют о более выраженном благоприятном эффекте пирамидальной аэробной тренировки по сравнению с непрерывной тренировкой средней интенсивности в контроле ферментов печени и липидов у пациентов с НАЖБП.

### Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

**Али Мохамед Али Исмаил Инас:** концептуализация, анализ/интерпретация данных, написание рукописи и проверка

**Саллам Али С. Саллам:** сбор/интерпретация данных и проверка рукописи

**Ибрагим Абдельрафеа Салем:** интерпретация данных

**Асмаа М. Аль-Эмрани:** сбор данных и проверка рукописи

**Момен ЭльСаид ЭльСагер:** проверка результатов исследования НАЖБП и проверка рукописи

**Амира Хассан Абдельазиз:** финансирование исследования НАЖБП и проверка рукописи

**Ахмед Яссер Мостафа Маруф:** финансирование исследования НАЖБП и проверка рукописи

**Рами Салама Драз:** концептуализация, анализ/интерпретация данных, написание рукописи и проверка

### Author Contribution:

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

**Ali Mohamed Ali Ismail Inass:** Conceptualization, data analysis/interpretation, manuscript writing, and verification

**Sallam Ali S. Sallam:** Data collection/interpretation and manuscript revision

**Ibrahim Abdelrafea Salem:** Data interpretation

**Asmaa M. Al-Emrany:** Data collection and manuscript writing

**Momen ElSaied ElSagher:** NAFLD study's results verification and manuscript writing

**Amira Hassan Abdelaziz:** NAFLD study's funding and manuscript revision

**Ahmed Yasser Mostafa Marouf:** NAFLD study's funding and manuscript revision

**Ramy Salama Draz:** Conceptualization, data analysis/interpretation, manuscript writing, and verification


### Список литературы/References:

1. Ismail AMA, Saad AE, Draz RS. Effect of low-calorie diet on psoriasis severity index, triglycerides, liver enzymes, and quality of life in psoriatic patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Reumatologia*. 2023;61(2):116-122. doi: 10.5114/reum/162995.
2. Draz RS, Serry ZMH, Rahmy AF, El Bardesi MS, Taha MM. Electroacupuncture Versus Aerobic Interval Training on Liver

- Functions in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver. *J Altern Complement Med.* 2020;26:51-7. doi: 10.1089/acm.2019.0182.
3. Ismail AMA. Virtual Reality-Based Exercise in Adolescents with Polycystic Ovarian Syndrome-Induced Fatty Liver: An Interesting and Entertaining Method Requiring More Attention. *Current Women's Health Reviews* 2024. doi: 10.2174/0115734048339094241106052337
  4. Teng ML, Ng CH, Huang DQ, Chan KE, Tan DJ, Lim WH, et al. Global incidence and prevalence of nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Mol Hepatol.* 2023;29:32-42. doi: 10.3350/cmh.2022.0365
  5. Huh Y, Cho YJ, Nam GE. Recent Epidemiology and Risk Factors of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *J Obes Metab Syndr* 2022;31:17-27. doi: 10.7570/jomes22021
  6. Fan JG, Farrell GC. Epidemiology of non-alcoholic fatty liver disease in China. *J Hepatol.* 2009;50:204-10. doi: 10.1016/j.jhep.2008.10.010
  7. Younossi ZM, Zelber-Sagi S, Henry L, Gerber LH. Lifestyle interventions in nonalcoholic fatty liver disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2023;20:708-22. doi: 10.1038/s41575-023-00800-4
  8. Ahmed IA, Mikail MA, Mustafa MR, Ibrahim M, Othman R. Lifestyle interventions for non-alcoholic fatty liver disease. *Saudi J Biol Sci.* 2019;26:1519-24. doi: 10.1016/j.sjbs.2018.12.016
  9. Ibrahim AA, Abdelbasset WK. The role of physical exercise in treating people with non-alcoholic fatty liver disease. *JAPER* 2020;10(2):64-70. <https://japer.in/storage/models/article/rrtKEWZttl3G7n3OyAtku9ijayD0mmMN3stGHDpnNhHE05ZoolF9qZELkKj/the-role-of-physical-exercise-in-treating-people-with-non-alcoholic-fatty-liver-disease.pdf>
  10. Hashida R, Kawaguchi T, Bekki M, Omoto M, Matsuse H, Nago T, et al. Aerobic vs. resistance exercise in non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review. *J Hepatol.* 2017; 66:142-52. doi: 10.1016/j.jhep.2016.08.023
  11. Sobhy C, Elsayed M, Naoum L, Obaya H. Effect of pyramidal training on selected risk factors of atherosclerosis in women with central obesity. *Benha Int J Phys Ther* 2024;2:7-17. doi: 10.21608/bijpt.2024.269820.1017
  12. Nonino-Borges CB, Maduro IP, Bavaresco M, Borges RM, Suen VM, Marchini JS. A low-calorie diet improves the rate of nutrient oxidation, lowers body fat, and maintains lean mass in morbidly obese Brazilian women. *Nutr Res* 2006;26:437-42. doi: 10.1016/j.nutres.2006.07.005
  13. Ismail Hamed DE. Erectile dysfunction and metabolic syndrome components in obese men with psoriasis: response to a 12-week randomized controlled lifestyle modification program (exercise with diet restriction). *Ir J Med Sci.* 2024;193(1):523-9. doi: 10.5114/pg.2023.130334
  14. Ismail Ali M, Nadia Saad Sayed Ahmed El Gressy, Mona Darwish Hegazy, Ahmed Mohamed Abdel-Halim Elfahl, and Omnia Saeed Mahmoud Ahmed. 2023. "Randomized controlled effect of treadmill walking exercise on liver enzymes, psychological burden, and erectile dysfunction in men with hepatitis C". *Gastroenterology Review/Przegląd Gastroenterologiczny* 2023. doi: 10.5114/pg.2023.130334.
  15. Ghanbari-Niaki, A., Behzad Khamleslo, M, Tayebi SM. Effect of pyramidal training on plasma lipid profile and fibrinogen, and blood viscosity of untrained young men. *Ann Appl Sport Sci* 2013;1:47-56. <http://aassjournal.com/article-1-83-en.html>
  16. Ismail AM, Mahmoud Nasr Tolba A, Essam El-Sayed Felaya E. Effect of aerobic exercise training on leptin and liver enzymes in non-diabetic overweight hepatitis C men. *Adv in Rehabilit* 2021;35:17-23. doi: 10.5114/areh.2021.106027
  17. Ismail AMA. Metabolic syndrome components response to the conducted 16-week randomised-controlled training trial on an elliptical trainer. *Eur J Physiother* 2022;25:147-53. doi: 10.1080/21679169.2021.2022756
  18. Pooranfar S, Shakoor E, Shafahi M, Salesi M, Karimi M, Roozbeh J, et al. The effect of exercise training on quality and quantity of sleep and lipid profile in renal transplant patients: a randomized clinical trial. *Int J Organ Transplant Med.* 2014;5:157-65. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4243047/>
  19. Gallo-Villegas J, Aristizabal JC, Estrada M, Valbuena LH, Narvaez-Sanchez R, Osorio J, et al. Efficacy of high-intensity, low-volume interval training compared to continuous aerobic training on insulin resistance, skeletal muscle structure and function in adults with metabolic syndrome: study protocol for a randomized controlled clinical trial (Intraining-MET). *Trials.* 2018;19:144. doi: 10.1186/s13063-018-2541-7
  20. Ghalavand A, Ghobadi MR, Motamedi P, Delaramnasab M. Reduction of fetuin B in adaptation to pyramidal aerobic exercises and its role in modulating insulin resistance and serum aminotransferases in patients with type 2 diabetes. *EBNESINA* 2023;25:13-20. doi: 10.22034/25.1.13
  21. Song X, Cui X, Su W, Shang X, Tao M, Wang J, et al. Comparative effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on weight and metabolic health in college students with obesity. *Sci Rep.* 2024 ;14:16558. doi: 10.1038/s41598-024-67331-z
  22. Hassabi M, Sadeghi A, Abedy Yekta AH, Salehi S, Mahdaviani B, Asgari A, et al. The role of moderate- and high-intensity supervised aerobic training in reducing steatosis and hepatic fibrosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease; a randomized controlled trial. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench.* 2023;16:509-19. doi: 10.22037/ghfbb.v16i1.2466
  23. Liu Y, Zhang L, Wang Q, Liu H, Zhu X, Li H, Zhang H. The effects of high-intensity interval training/moderate-intensity continuous training on the inhibition of fat accumulation in rats fed a high-fat diet during training and detraining. *Lipids Health Dis.* 2024;23(1):221. doi: 10.1186/s12944-024-02209-7
  24. Mohammad P, Esfandiari KZ, Abbas S, Ahoora R. Effects of moderate-intensity continuous training and high-intensity interval training on serum levels of Resistin, Chemerin and liver enzymes in Streptozotocin-Nicotinamide induced Type-2 diabetic rats. *J Diabetes Metab Disord.* 2019;18:379-87. doi: 10.1007/s40200-019-00422-1
  25. Wang N, Liu Y, Ma Y, Wen D. High-intensity interval versus moderate-intensity continuous training: Superior metabolic benefits in diet-induced obesity mice. *Life Sci.* 2017;191:122-31. doi: 10.1016/j.lfs.2017.08.023
  26. Bagheri MH, Azamian-Jazi A, Banitalebi E, Kazeminasab F, Nasr-Esfahani MH. Both high-intensity interval training and low-intensity endurance training decrease intrahepatic lipid deposits via alterations of the expression of HIF-1 $\alpha$ , HIG2 in a murine model of non alcoholic fatty liver disease (NAFLD). *Sci Sports,* 2021;36:120-8. doi: 10.1016/j.scispo.2020.01.006
  27. Rahmati-Ahmadabad S, Azarbayjani MA, Farzanegi P, Moradi L. High-intensity interval training has a greater effect on reverse cholesterol transport elements compared with moderate-intensity continuous training in obese male rats. *Eur J Prev Cardiol.* 2021;28:692-701. doi: 10.1177/2047487319887828

28. Paahoo A, Tadibi V, Behpoor N. Effectiveness of Continuous Aerobic Versus High-Intensity Interval Training on Atherosclerotic and Inflammatory Markers in Boys With Overweight/Obesity. *Pediatr Exerc Sci*. 2021;33:132-38. doi: 10.1123/pes.2020-0138
29. Mazurek K, Krawczyk K, Zmijewski P, Norkowski H, Czajkowska A. Effects of aerobic interval training versus continuous moderate exercise programme on aerobic and anaerobic capacity, somatic features and blood lipid profile in collegiate females. *Ann Agric Environ Med* 2014;21:844-9. doi: 10.5604/12321966.1129949
30. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K, et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113:2531-40. doi: 10.1007/s00421-013-2689-5
31. Trombold JR, Christmas KM, Machin DR, Kim IY, Coyle EF. Acute high-intensity endurance exercise is more effective than moderate-intensity exercise for attenuation of postprandial triglyceride elevation. *J Appl Physiol* (1985). 2013;114:792-800. doi: 10.1152/jappphysiol.01028.2012
32. Zhu X, Jiao J, Liu Y, Li H, Zhang H. The Release of Lipolytic Hormones during Various High-Intensity Interval and Moderate-Intensity Continuous Training Regimens and Their Effects on Fat Loss. *J Sports Sci Med* 2024;23:559-70. doi: 10.52082/jssm.2024.559
33. Keating SE, Hackett DA, Parker HM, O'Connor HT, Gerofi JA, Sainsbury A, et al. Effect of aerobic exercise training dose on liver fat and visceral adiposity. *J Hepatol*. 2015;63:174-82. doi: 10.1016/j.jhep.2015.02.022
34. Farbod M, Eizadi M, Davoodzadeh S. Protective Effects of Aerobic Intervention on the Profile of Liver Enzymes with Emphasis on AST to ALT ratio in Adult Females with Obesity. *Women Health Bulletin* 2018;5:1-7. doi: 10.5812/whb.57194
35. Sawyer BJ, Tucker WJ, Bhammar DM, Ryder JR, Sweazea KL, Gaesser GA. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *J Appl Physiol* (1985). 2016 ;121: 279-88. doi: 10.1152/jappphysiol.00024.2016

### Информация об авторах

**Али Мохамед Али Исмаил**  — доцент, к.м.н., кафедра физиотерапии сердечно-сосудистых/респираторных заболеваний и гериатрии, факультет физиотерапии, Каирский университет, Гиза, Египет, электронная почта: ali.mohamed@pt.cu.edu.eg, ali-mohamed@cu.edu.eg, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1447-8817>

**Саллам Али С. Саллам** — преподаватель, физиотерапевт, к.м.н., кафедра фундаментальных наук, факультет физиотерапии, директор программы физиотерапии, Университет Южной долины, Кена, Египет, электронная почта: sallampt@svu.edu.eg, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6929-6565>

**Ибрагим Абдельрафеа Салем** — преподаватель, магистр наук, кафедра физиотерапии для детей и ее хирургии, факультет физиотерапии, Современный университет технологий и информации, Каир, Египет, электронная почта: ibrahim.saleam@pt.mti.edu.eg

**Асмаа М. Аль-Эмрани** — лектор, к.м.н., кафедра физиотерапии внутренних болезней и гериатрии, факультет физиотерапии, Октябрьский университет современных наук и искусств, 6 октября, Египет, электронная почта: amalemranym@msa.edu.eg, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-6212-0370>


**Момен Эльсаид Эльсагер** — доцент, к.м.н., кафедра физиотерапии, факультет смежных медицинских наук, Университет Исра, Амман, Иордания, электронная почта: momen.elsaied@iu.edu.jo, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9345-7899>

**Амира Хассан Абдельазиз** — преподаватель, к.м.н., кафедра физиотерапии для женского здоровья, факультет физиотерапии, Канадский университет Ахрама (ACU), Гиза, Египет, электронная почта: amira.hassan@acu.edu.eg, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9578-3517>

**Ахмед Яссер Мостафа Маруф** — бакалавр физиотерапии, факультет смежных медицинских наук, Филадельфийский университет, Амман, Иордания, электронная почта: ahmedelfahl2021@gmail.com, идентификатор ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0764-2037>

**Рами Салама Драз** — преподаватель, доктор философии, кафедра физиотерапии сердечно-сосудистых/респираторных заболеваний и гериатрии, факультет физиотерапии, Каирский университет, Гиза, Египет; кафедра сердечно-сосудистых, легочных заболеваний и гериатрии, факультет физиотерапии, Университет Фарос, Александрия, Египет, электронная почта: dr.ramy.salama@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4089-323X>

### Authors Information

**Ali Mohamed Ali Ismail**  — Assistant professor, PhD, Department of Physical Therapy for Cardiovascular/Respiratory Disorder and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University, Giza, Egypt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1447-8817>, email: ali.mohamed@pt.cu.edu.eg, ali-mohamed@cu.edu.eg

**Sallam Ali S. Sallam** — Lecturer, PT, PhD, Department of Basic Science, Faculty of Physical Therapy, South Valley University, Lecturer, Director of Physical Therapy Program, Qena, Egypt. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6929-6565>, Email: sallampt@svu.edu.eg

**Ibrahim Abdelrafea Salem** — Lecturer, Msc, Department of Physical Therapy for Pediatrics and its Surgeries, Faculty of physical therapy, Modern University for Technology and Information, Cairo, Egypt. Email: ibrahim.saleam@pt.mti.edu.eg

**Asmaa M. Al-Emrany** — Lecturer, Ph.D, Department of Physical Therapy for Internal Medicine and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, October University for Modern Sciences and Arts, 6th of October, Egypt. Email: amalemranym@msa.edu.eg. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6212-0370>

**Momen ELsaied ELsagher** — Assistant Professor, Ph.D, Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Medical Sciences, Isra University, Amman, Jordan. Email: momen.elsaied@iu.edu.jo. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9345-7899>

**Amira Hassan Abdelaziz** — Lecturer, Ph.D, Department of Physical Therapy for Women Health, Faculty of Physical Therapy, Ahram Canadian University (ACU), Giza, Egypt. Email: amira.hassan@acu.edu.eg. ORCID: 0009-0008-9578-3517

**Ahmed Yasser Mostafa Marouf** — Bachelor of Physical Therapy, Faculty of Allied Medical Sciences, Philadelphia University, Amman, Jordan, Email: ahmedelfahl2021@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-0764-2037>

**Ramy Salama Draz** — Lecturer, Ph.D, Department of Physical Therapy for Cardiovascular/Respiratory Disorder and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Cairo University, Giza, Egypt; Department of Cardiovascular Pulmonary and Geriatrics, Faculty of Physical Therapy, Pharos University, Alexandria, Egypt ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4089-323X>; Email: dr.ramy.salama@gmail.com

 Автор, ответственный за переписку / Corresponding author