

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР РЕАБИЛИТАЦИИ И КУРОРТОЛОГИИ»

*На правах рукописи*

**Васильева Валерия Александровна**

**КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ  
И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С  
ОЖИРЕНИЕМ**

3.1.33. – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная  
физкультура, курортология и физиотерапия

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук

Марченкова Лариса Александровна

Москва 2022

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. НАРУШЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ, ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И БАЛАНСА ПРИ ОЖИРЕНИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОРРЕКЦИИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	14
1.1. Распространенность и медико-социальное значение ожирения.....	14
1.2. Двигательные нарушения при ожирении.....	16
1.3. Взаимосвязь ожирения со снижением мышечной силы.....	18
1.4. Влияние ожирения на функцию баланса .....	21
1.5. Патогенетические механизмы развития мышечной слабости и двигательных нарушений при ожирении.....	23
1.6. Методы исследования массы и силы скелетной мускулатуры.....	26
1.7. Современные подходы к лечению ожирения.....	28
1.8. Реабилитации пациентов с ожирением и сопутствующими двигательными нарушениям.....	30
1.8.1. Методы лечебной физкультуры.....	32
1.8.2. Методы физиотерапии.....	35
1.8.3. Бальнеотерапия.....	36
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	39
2.1. Дизайн исследования.....	39
2.2. Описание медицинских вмешательств.....	46
2.3. Методы исследования.....	53
2.3.1. Общий осмотр и сбор анамнеза.....	53
2.3.2. Функциональные тесты.....	54
2.3.3. Инструментальные методы исследования.....	57
2.3.4. Лабораторные методы исследования.....	60

2.4. Статистическая обработка данных.....	62
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	63
3.1. Изменения мышечной силы, двигательной и координационной функции у пациентов с ожирением .....	63
3.2. Эффективность комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и гидрокинезотерапии в снижении массы тела и изменении композитного состава тела .....	72
3.3. Влияние нового комплексного метода реабилитации на показатели мышечной силы, функцию передвижения и баланса у пациентов с ожирением.....	85
3.4. Влияние комплексного метода реабилитации пациентов с ожирением с применением гидрокинезотерапии и балансотерапии на лабораторные показатели углеводного и липидного обмена .....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	98
ВЫВОДЫ.....	105
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	107
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность научного исследования

По данным Всемирной организации здравоохранения, в мире более 1,9 миллиарда взрослых мужчин и женщин имеют избыточную массу тела, из которых 700 миллионов страдают ожирением (Информационный бюллетень ВОЗ, 2017). В России распространенность ожирения и избыточной массы тела среди взрослого населения варьирует от 20,5% до 54,0%, в зависимости от региона (Вагин В.А., 2010; Дедов, И.И., 2018). Ожирение значительно повышает риск развития сахарного диабета 2 типа, сердечно-сосудистых заболеваний, неалкогольной жировой болезни печени, онкологической патологии, синдрома поликистозных яичников и обструктивного апноэ сна (Lee I., 2012; Герасимова А.С., 2010; Тельнова М.Э., 2012; Resnick H.E., 2003). Ассоциированные с ожирением заболевания приводят к снижению качества и продолжительности жизни, инвалидизации и преждевременной смерти (Corbeil P., 2001; Falstad C., 2008).

Имеются единичные данные, что ожирение, вне зависимости от возраста, может приводить к снижению мышечной силы (Heo M., 2012; Hilton T.N., 2008; Rolland Y., 2008), двигательным (Алексеева Н.С., 2014; Alley D.E., 2014; LaRoche D.P., 2011; Vincent F., 2012) и координационным нарушениям (Batsis J.A., 2018; Janssen P., 2001), что может способствовать снижению способности к самообслуживанию, качества жизни, повышению риска падений и переломов (Corbeil P., 2001; Falstad C., 2008). Однако, несмотря на актуальность этой проблемы, до сих пор имеется серьёзная нехватка качественных научных работ по исследованию силы и функциональности скелетной мускулатуры, нарушений двигательных и координационных способностей у пациентов с ожирением.

Проблема разработки и совершенствования персонализированных комплексных программ медицинской реабилитации при ожирении остается

чрезвычайно актуальной и нуждающейся в проведении дополнительных исследований. С одной стороны, лечебная гимнастика и аэробные тренировки широко применяются в комплексах реабилитации пациентов с ожирением (Куршаков АА., 2011; Fagbohun A. O., 2021; Jin C. H., 2018; Morais K.P., 2015; Kim D.Y., 2014; Mohamed A.S., 2018). Также есть единичные работы об эффективности занятий в бассейне для снижения массы тела и улучшения метаболических показателей (Mancia G., 2007; Mandal S., 2018; Wouters E.J., 2010). С другой стороны, при ожирении практически не применяются гидрокинезотерапия и современные технологии механотерапии и интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью, которые широко используются в программах медицинской реабилитации других заболеваний, позволяя индивидуализировать физическую нагрузку (Еремушкин М.А., 2017). Также пока недостаточно изучена эффективность при ожирении одновременного применения нескольких методов лечебной физкультуры, в том числе с включением современных технологий балансотерапии с биологической обратной связью и программ гидрокинезотерапии. Особый интерес представляет изучение влияния комплексных программ реабилитации на показатели мышечной силы, двигательные и координационные способности, показатели углеводного и липидного обмена у пациентов с ожирением.

### **Степень разработанности темы**

Данные о влиянии ожирения на мышечную силу, двигательные и координационные способности пациентов с ожирением недостаточны и противоречивы.

С одной стороны, имеются данные о дефиците мышечной силы у лиц с избыточной массой тела по сравнению со здоровыми людьми (Cesari M., 2004; Нео М., 2012; Hilton T.N., 2008; Rolland Y., 2008). С другой стороны, есть исследования, показывающие, что при ожирении отмечается увеличение силы скелетной мускулатуры (Blimkie C.J., 1993; Hulens M., 2002; Jin C.H., 2018; Lafortuna C.L., 2014). Также есть единичные работы, продемонстрировавшие

ухудшение двигательных возможностей (Алексеева Н С., 2014; Alley DE., 2014; LaRoche D. P., 2011; Rolland Y., 2008; Vincent F., 2012; Zoico E., 2004) и функции равновесия на фоне ожирения (Batsis J.A., 2018). Показано, у пациентов с ожирением нарушение функции баланса проявляется дискоординационными движениями с большей амплитудой в движениях, в сравнении с их сверстниками с нормальным весом (Gaillard S., 2007), им труднее синхронизировать свои движения и поддерживать ритм ходьбы (Gaul D., 2021). Однако, несмотря на широкую распространенность и актуальность проблемы ожирения, до сих пор имеется серьёзная нехватка качественных научных работ по исследованию силы и функциональности скелетной мускулатуры, нарушений двигательных и координационных способностей у пациентов с ожирением.

Имеются данные о применении в комплексных программах лечения и реабилитации пациентов с ожирением методов аппаратной физиотерапии (Котенко К.В., 2013; Cota D., 2003; Zafrir B., 2014) и физиобальнеотерапии (Кукшина А.А., 2014; Федорова Т.Е., 2012; Cota D., 2003). Зарубежными и отечественными авторами разработаны программы физической нагрузки, направленные на снижение веса и улучшение двигательных функций (Машанская А.В., 2018; Улукбекова А.О., 2018). В частности, есть данные об эффективности при ожирении комплексов лечебной гимнастики в зале и аэробных тренировок, в том числе с отягощениями (Бобров В.А., 2000; Куршаков А.А., 2011; Fagbohun A.O., 2021; Gaster M., 2001; Jin C.H., 2018; de Morais K.P., 2015; Kim D.Y., 2016; Mohamed A.S., 2018). Доступны единичные работы об эффективности занятий в бассейне при ожирении (Mancia G., 2007; Mandal S., 2018; O'Donovan G., 2005; Wouters E.J., 2010). Также на протяжении последних лет в клинической практике активно используются методы лечебной физкультуры на тренажерах с биологической обратной связью (Апполихина И.А., 2020; Дедов И. И., 2021). Однако нет данных об эффективности комплексных программ лечебной физкультуры с применением технологий интерактивной балансотерапии и гидрокинезотерапии в устранении мышечного дефицита, коррекции

двигательных, координационных и метаболических нарушений эффективности у пациентов с ожирением.

### **Цель исследования**

Разработка, научное обоснование и исследование эффективности комплексного метода реабилитации с применением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией у пациентов с ожирением.

### **Задачи исследования**

1. Изучить выраженность и характер нарушений мышечной силы, двигательных и координационных способностей у пациентов с ожирением.
2. Исследовать влияние нового комплексного метода медицинской реабилитации пациентов с ожирением с включением гидрокинезотерапии и интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью на эффективность снижения массы тела и изменение композитного состава тела непосредственно после лечения и в отдаленном периоде.
3. Изучить влияние нового комплексного метода медицинской реабилитации на силу и выносливость скелетной мускулатуры, двигательные способности и функцию равновесия у пациентов с ожирением после завершения лечения и в отдаленном периоде.
4. Оценить влияние комплексного метода реабилитации с включением гидрокинезотерапии и интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью на биохимические и гормональные показатели углеводного обмена, инсулинорезистентности и липидного спектра крови у пациентов с ожирением.

### **Научная новизна исследования**

Впервые изучены нарушения двигательных способностей, баланса и мышечной силы у пациентов с ожирением. Установлено, что при ожирении наблюдается достоверное снижение мышечной силы рук, живота и спины,

замедление выполнения двигательных действий и ухудшение функции статического равновесия.

Впервые исследована эффективность нового комплексного метода медицинской реабилитации пациентов с ожирением, включающего четыре метода лечебной физкультуры, в том числе интерактивную балансотерапию с биологической обратной связью и гидрокинезотерапию. Выявлено, что применение данного комплекса на фоне диетотерапии, по сравнению со стандартным методом реабилитации, способствует повышению эффективности лечения ожирения: более выраженному снижению массы тела до целевого значения – 10% через 6 месяцев, уменьшению объема жировой массы, повышению основного обмена и объема мышечной массы.

Доказано, что применение нового комплексного метода реабилитации способствует повышению мышечной силы, двигательной функции и равновесия, и этот эффект сохраняется в отдаленном периоде до 6 месяцев. Также установлено, что разработанный нами новый комплексный метод реабилитации способствует коррекции метаболических нарушений, ассоциирующихся с ожирением - снижению гиперлептинемии, уровня общего холестерина, холестерина липопротеидов низкой плотности и гликемии натощак.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Теоретическая значимость исследования определяется детальным описанием нарушений двигательных и координационных способностей у пациентов с ожирением. Полученная теоретическая основа может служить методологической базой для разработки новых комплексных методов медицинской реабилитации.

Практическая ценность работы определяется разработкой и внедрением в практическое здравоохранение нового комплексного метода реабилитации пациентов с ожирением, включающего интерактивную балансотерапию, гидрокинезотерапию, занятия лечебной гимнастикой в зале и аэробные тренировки на велотренажере в сочетании с низкокалорийной диетой, который по



результатам проведенных исследований может быть рекомендован для проведения медицинской реабилитации пациентов с ожирением, как на стационарном, так и на амбулаторном этапах, с целью эффективного снижения массы тела, повышения массы и силы скелетной мускулатуры, улучшения скорости ходьбы, функции баланса и биохимических показателей липидного и углеводного обмена.

Разработаны рекомендации о необходимости оценки мышечной силы, двигательных и координационных способностей у пациентов с ожирением в возрасте старше 40 лет. Получены данные, что при оценке изменений состава тела на фоне лечения ожирения, рекомендуется отдавать предпочтение методу воздухозамещающей бодиплетизмографии, как более чувствительному к изменениям содержания жировой и тощей массы, в сравнении с методом биоимпедансометрии.

### **Методология и методы исследования**

Начало предварительной работы включало систематизацию, изучение и анализ имеющихся литературных источников по возможности применения медицинской реабилитации у пациентов с избыточной массой тела и ожирением.

На первом этапе исследования были исследованы двигательные и координационные функции у лиц с ожирением и у лиц с нормальной массой тела. После изучения и систематизации данных отечественной и зарубежной литературы, а также получения собственных результатов на первом этапе исследования, был составлен новый комплексный метод реабилитации, направленный на коррекцию мышечной силы, двигательных и метаболических нарушений у пациентов с ожирением. На втором этапе исследования были получены данные об эффективности и безопасности данного метода. При реализации диссертационной работы были использованы общеклинические, функциональные, лабораторные и инструментальные методы исследования. Были использованы современные статистические методы обработки данных. Перед началом исследования каждому его участнику были разъяснены все требования,

методы исследования, методики применение нового комплекса реабилитации, было предложено ознакомиться со всей информацией о проводимом исследовании и подписать форму информированного согласия.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Развитие ожирения в возрасте 40-65 лет сопровождается снижением мышечной силы рук, спины и живота, замедлением скорости ходьбы и нарушением функции статического равновесия.
2. Применение у пациентов с ожирением нового комплексного метода реабилитации, включающего интерактивную балансотерапию, гидрокинезотерапию, занятия лечебной гимнастикой в зале и аэробные тренировки на велотренажере в сочетании с низкокалорийной диетой и базовой медикаментозной терапией, позволяет ускорить снижение массы тела, уменьшить объем жировой ткани, повысить массу и силу скелетной мускулатуры, улучшить двигательную функцию, баланс, показатели углеводного и липидного обмена.
3. Комплексный метод реабилитации пациентов с ожирением, включающий интерактивную балансотерапию и гидрокинезотерапию, превосходит по эффективности стандартный метод лечения и позволяет на отдаленных этапах наблюдения (через 6 месяцев) достичь целевого снижения массы тела - 10%, уменьшения окружности талии на 3,3% и окружности бедер на 8,9%, а также повысить мышечную массу и силу.

### **Степень достоверности и апробация результатов работы**

Достоверность результатов исследования обеспечивается корректным использованием достаточного объема набранного клинического материала (в исследование включено 80 пациентов с ожирением и 80 участников с нормальной массой тела), репрезентативностью многофункционального и комплексного обследования пациентов, использованными современными методами статистической обработки данных, адекватно поставленными целями и задачами исследования, что позволило получить достоверные результаты.

Официальная апробация диссертационного исследования состоялась на заседании научно–методического совета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России 29.06.2022 г.

Основные результаты диссертации были представлены и доложены на российских и международных конференциях и конгрессах:

- Европейский конгресс эндокринологов: ESE– 2018 (Испания, Барселона, 18–22 мая 2018 г.); ESE– 2019 (Франция, Лион, 18–21 мая 2019 г.); e-ESE–2020 (онлайн, 5–9 сентября 2020 г.); ESE– 2022 (Италия, Милан, 21–24 мая 2022 г.).
- I международная научно–практическая конференция студентов и молодых ученых «Современные аспекты медицинской реабилитации и санаторно–курортного лечения» (Россия, Москва, 11–12 марта 2019 г.).
- Всемирный конгресс по остеопорозу, остеоартриту и мышечно-скелетным заболеваниям: WCO–IOF–ESCEO– 2019 (Франция, Париж, 4–7 апреля 2019 г.), WCO–IOF–ESCEO– 2020 virtual congress (онлайн, 20–23 августа 2020 г.), WCO–IOF–ESCEO– 2022 (Германия, Берлин, 24–27 марта 2022 г.).
- Конгресс Европейского общества по кальцифицированным тканям: ECTS– 2019 (Венгрия, Будапешт, 11–14 мая 2019 г.), ECTS virtual congress– 2021 (онлайн, 06–08 мая 2021 г.), ECTS– 2022 (Финляндия, Хельсинки 07–10 мая 2022 г.).
- VIII (XXVI) Национальный конгресс эндокринологов с международным участием "Персонализированная медицина и практическое здравоохранение" (Россия, Москва, 22–25 мая 2019 г.).
- Международный диабетологический конгресс: ATTD – 2020 (Испания, Мадрид, 19–22 февраля 2020 г.), ATTD virtual congress– 2021 (онлайн, 02–05 июня 2021 г.), ATTD– 2022 (Испания, Барселона, 27–30 апреля 2022 г.).
- Международный конгресс по изучению мышечной слабости и саркопении: ICFSR– 2020 (Франция, Тулуза, 11–13 марта 2020 г.),
- IV Всероссийский Конгресс геронтологов и гериатров (онлайн, 23 мая 2020 г.).
- VII Российский конгресс по остеопорозу (Россия, Ярославль, 28–30 сентября 2020 г.).

- Конгресс Европейского общества по физической и реабилитационной медицине: ESPRM virtual congress (онлайн, 19–23 сентября 2020 г.).
- I–й Российский конгресс «Фитнесс, ориентированный на здоровье» (Россия, Москва, 22–23 октября 2020 г.).
- Всероссийская конференция Молодых ученых, посвященная 350–летию со дня рождения Петра I «Травматология и ортопедия. Прошлое, настоящее и будущее» (Россия, Санкт–Петербург, 15 апреля 2021 г.),
- Конгресс Международного общества по физической и реабилитационной медицине: Virtual ISPRM Congress (онлайн, 12–15 июня 2021 г.).
- IV (XXVII) Национальный конгресс эндокринологов с международным участием «Инновационные технологии в эндокринологии» (Россия, Москва, 22–25 сентября 2021 г.).
- Международный конгресс «Современные технологии и оборудование для медицинской реабилитации, санаторно-курортного лечения и спортивной медицины» Vita Rechab Week (Россия, Екатеринбург, 12–13 октября 2021 г.).
- II–й Российский конгресс «Фитнесс, ориентированный на здоровье» (Россия, Москва, 12–13 октября 2021 г.).

### **Личное участие автора в получении научных результатов**

Автор участвовал в планировании работы. Вместе с научным руководителем были поставлены ее цели, задачи и дизайн исследования, а также был разработан комплексный метод реабилитации, эффективность которого исследовалась в диссертационной работе. Соискатель участвовал в отборе пациентов в исследуемые группы, самостоятельно проводил опрос, клинический осмотр, функциональных тесты, формировал статистическую базу данных и осуществлял статистическую обработку материала. Автор проводил анализ полученных данных, формулировал текст диссертации, в том числе обсуждение, выводы, практические рекомендации и основные положения, выносимые на защиту. Автором лично было подготовлено 26 научных публикаций по результатам полученных исследований.

### **Соответствие паспорту специальности**

Диссертационное исследование посвящено научному обоснованию и изучению эффективности нового комплексного метода лечебной физкультуры у пациентов с ожирением, что соответствует направлению исследований п. 2 Паспорта научной специальности 3.1.33. «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия» (отрасль науки – медицинские).

### **Внедрение результатов в клиническую практику**

Материалы диссертации внедрены в клиническую деятельность ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России (г. Москва, Новый Арбат, д. 32), а также филиале ФГБУ «НМИЦ РК» – ЛРКЦ «Юдино» (Московская область, п. Юдино, ул. Красная, д. 23), ГБУЗ «КДЦ № 2 ДЗМ» (г. Москва, ул. Миллионная, д. 6) и ОАУЗ «КЦМР» (г. Великий Новгород, ул. Большая Московская, д. 67). Материалы диссертации использованы при написании главы «Санаторно-курортное лечение пациентов при ожирении и метаболическом синдроме» в научно-практическом руководстве для врачей «Санаторно-курортное лечение» (2022 г.).

### **Публикации**

Положения и результаты диссертационного исследования полностью опубликованы в 26 печатных работах, в том числе, в 3х статьях в журналах, рецензируемых ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и литературы. Диссертация изложена на 136 страницах текста, иллюстрирована 14 рисунками и 15 таблицами. Список литературы включает 253 источника (72 отечественных и 181 зарубежный).

# ГЛАВА I. НАРУШЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ, ДВИГАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И БАЛАНСА ПРИ ОЖИРЕНИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОРРЕКЦИИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

## 1.1. Распространенность и медико-социальное значение ожирения

Ожирение — является хроническим, рецидивирующим заболеванием, которое характеризуется избыточным накоплением жировой ткани, и диагностируется по индексу массы тела (ИМТ)  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup> [26, 32]. Распространенность избыточной массы тела и ожирения приобрела масштабы эпидемии как в России, так и во всем мире [48]. Проблема ожирения связана с изменением образа жизни современного общества и приносит значительные индивидуальные, медицинские и социальные проблемы [245].

В настоящее время ожирение имеют около 671 млн человек на планете, половина из которых проживает в 10 крупных странах: США, России, Китае, Индии, Бразилии, Мексике, Египте, Германии, Пакистане и Индонезии [213]. Как отмечают американские исследователи, около двух третей взрослого населения США имеют избыточную массу тела, треть — ожирение. В России, по данным разных авторов, распространенность ожирения и избыточной массы тела среди взрослого населения составляет от 20,5% до 54% в зависимости от региона [32, 21].

Сегодня избыточный вес и ожирение представляют глобальную проблему здравоохранения, и проблема актуальна уже в детском возрасте: во всем мире свыше 41 млн. детей до 5 лет страдают избыточным весом либо ожирением [93, 203]. Распространенность ожирения у детей в мире значимо выросла в течение последнего поколения и затронула многие регионы России [68].

Нельзя оставить без внимания сопутствующие колоссальные медицинские расходы, связанные с данным заболеванием [199]. Основываясь на текущих тенденциях, прогнозируется, что число людей с избыточным весом и ожирением в мире достигнет 3,38 миллиарда к 2030 году [245], следовательно, ожидается рост как прямых, так и косвенных расходов на здравоохранение [83, 112, 178]. Было показано, что только прямые медицинские затраты на пациентов с ожирением на 30% выше в сравнении с лицами без такового, а при наличии заболевания, ассоциированного с ожирением, — на 65–113% [219]. В систематическом обзоре Withrow D, et al. отмечается, что в развитых странах 0,7–2,8% бюджета здравоохранения связано с ожирением, в частности, в США эта цифра достигает 7% [246]. В работе китайских ученых также установлено, что лица с ожирением чаще обращаются к врачу, а расходы на их амбулаторное и стационарное лечение выше, чем у лиц с нормальным ИМТ [192].

Ожирение является основным фактором риска метаболических нарушений: сахарного диабета 2 типа, нарушения толерантности к глюкозе, дислипидемии; а также сердечно–сосудистых заболеваний: атеросклероза, гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда и инсультов [6, 27, 60, 216].

С 1980 г. распространенность ожирения в мире возросла более чем в два раза, параллельно с этим увеличивается распространенность сахарного диабета 2 типа. Также доказано, что на фоне ожирения и избыточной массы тела выше риск развития жирового гепатоза, онкологических заболеваний, гиперурикемии, повышенной восприимчивости к инфекциям, остеоартроза, поликистоза яичников и эректильной дисфункции [20, 28, 41, 46]. Все эти состояния чаще выявляются у пациентов с высоким ИМТ [16, 19, 99] и в сочетании со снижением двигательной активности и пожилым возрастом увеличивают потерю мышечной массы и ее функциональности [55, 89]. Все это подчеркивает значимость коррекции веса для увеличения продолжительности и качества жизни, снижения процента инвалидизации и распространенности факторов риска хронических неинфекционных заболеваний [35, 86, 185].

Таким образом, не оставляет сомнений острота и значимость ожирения для современной медицины [171]. Однако, в настоящее время нет единых клинических рекомендаций по ведению этих пациентов. Имеющиеся данные достаточно разрознены и не стандартизированы, отсутствует единый подход для коррекции двигательных и метаболических нарушений, не разработана маршрутизация больных. Отдельного внимания при этом заслуживают новые методы коррекции двигательных нарушений у пациентов с ожирением, которым уделяется крайне мало внимания в научной литературе и практике [206].

## **1.2. Двигательные нарушения при ожирении**

В литературе очень мало внимания уделяется особенностям мышечной ткани и функции у лиц с ожирением. Одной из первых работ стала публикация Baumgartner et al. (1995), где была охарактеризована связь между снижением объема мышц и процентом жира в организме [87].

Установлено, что низкая или сниженная мышечная масса становилась негативным фактором, связанным с более высокой заболеваемостью и смертностью у пациентов с ожирением и хроническими заболеваниями [67, 68, 101, 103, 194]. Показано, что у людей с ожирением увеличивается риск развития функциональных двигательных ограничений, в первую очередь у пожилых людей. Данные свидетельствуют о том, что большая масса тела может нарушать активацию и нервную проводимость мышц [237].

Многие источники, сообщают, что ожирение имеет негативное влияние на функционирование скелетных мышц [4, 77, 244, 253]. Снижение объема и функциональность мышечной ткани имеет определенные последствия для организма и, в первую очередь, сказывается на базовых двигательных способностях [37]. При этом очень мало известно о специфических изменениях в мышечной ткани в зависимости от пола, возраста и наличия хронических заболеваний [75].



Снижение мышечной силы на фоне увеличения ИМТ, в первую очередь актуальны для пожилого населения [123], поскольку именно в этой группе лиц встречаются другие функциональные ограничения: например, трудности при ходьбе, подъеме по лестнице и вставании со стула или кровати [170, 217]; и высокая частота патологии суставов (например, остеоартрита коленного и тазобедренного суставов) [145], к чему приводит повышенная нагрузка на связочный аппарат на фоне уменьшения объема мышц [166]. Распространенность двигательных нарушений и снижения мышечной силы в популяции варьирует от 4,3% до 73,3% в зависимости от исследуемых возрастных и социальных групп (многие работы включают выборку жителей домов престарелых, которые имеют значимые отличия от пациентов государственных поликлиник) [146, 236]. В большинстве публикаций утверждается распространенности в диапазоне 5–13% среди лиц 60–70 лет и до 50% – в группе старше 80 лет [84, 130]. По данным российской исследования частота составила 13% в группе пациентов старше 85 лет [53, 57]. В частности, Tomlinson et al. (2014) зафиксировала более низкая мышечная сила у пожилых людей с ожирением по сравнению с их ровесниками с нормальным весом [237].

В исследовании влияния двигательных нарушений и ожирении на мышечную силу и физическую функцию также было выявлено возрастное увеличение содержания внутримышечного жира в средней части бедра как у мужчин, так и у женщин [157]. Проспективное наблюдение в течение 5 лет показало, что содержание внутримышечного жира увеличивалось независимо от изменений массы тела и подкожного жира в бедре [103, 155]. Непропорциональная потеря силы по сравнению с мышечной массой была предположена из-за потери качества мышц, о чем ранее сообщали исследователи, изучавшие когорту пожилых людей [137, 167].

Особого внимания заслуживает вопрос ухудшения базовых двигательных способностей у пациентов с ожирением, то есть оптимальной степени владения техникой движения, характеризующейся автоматизмом управления двигательного акта (минимальным контролем со стороны сознания),

максимальной точностью и надежностью выполнения, а также минимальным потреблением энергии, необходимым для выполнения движения [234]. Это приобретенные навыки, которые являются результатом сложного взаимодействия между несколькими системами организма [63]. Базовые двигательные способности можно подразделить на кондиционные (гибкость, сила, выносливость) и координационные (функции статического и динамического баланса) [81]. Учитывая, что взаимодействие организма с окружающей средой требует движения, любые нарушения двигательных функций могут иметь серьезные последствия для повседневной жизни и активности [253].

### **1.3. Взаимосвязь ожирения со снижением мышечной силы**

Литературные данные об изменении мышечной силы у лиц с ожирением неоднозначны.

С одной стороны, есть данные что с ожирением ассоциируется повышение силы и (или) функциональности скелетной мускулатуры. Так, в нескольких независимых работах изучено влияние ожирения на максимальную изотоническую [217, 237], изометрическую [92, 149] и изокинетическую [165, 253] мышечную силу в различных возрастных категориях, от подростков до пожилых людей [177]. Получены данные, что ожирение, при негативном влиянии на абсолютные показатели мышечной силы в группе лиц старшей возрастной группы, может иметь некоторое позитивное влияние на мышечную силу у подростков. В основном внимание уделялось изучению силы нижних конечностей [92, 176]. Ряд исследований описывают положительную связь между функцией ротации, силой мышц и весом пациента, при этом у молодых людей с ожирением наблюдался более высокий крутящий момент и мощность абсолютного произвольного сокращения (МАМПС), чем у людей с нормальным весом [154, 164].

Hulens et al. (2001) обнаружили, что у полных женщин фиксируется значительно более высокая изокINETическая сила разгибания в коленях, разгибания туловища, сгибания и вращательного момента, в сравнении с худощавыми женщинами сопоставимого возраста 20–65 лет [152].

В работах Lafortuna et al. (2014) и Tomlinson et al. (2014) сообщается, что увеличение ИМТ и наличие ожирения ассоциировано с увеличением объема скелетных мышц у молодого взрослого населения (18–49 лет), однако при увеличении количественных характеристик, судя по всему, страдают качественные [165].

Однако, значительно большее число исследований свидетельствуют о негативном влиянии ожирения на мышечную силу. Есть данные, что у людей с ожирением максимальная сила постуральных мышц (поддерживающих положение тела) снижена по сравнению с людьми сопоставимого возраста, не страдающими ожирением [92, 149, 152, 165, 217, 253]. В исследовании InCHIANTI зафиксирована обратная связь между снижением силы разгибателей колена и повышением ИМТ и ОТ. Частота распространённости сниженной мышечной силы составила от 4 до 9% у лиц с ожирением [107]. В исследовании NHANES (Heo et al., 2004) слабость мышц верхних конечностей, определялась с помощью ручного динамометра и составила 11,1% из всей группы обследованных [148].

Hilton et al. [149] в своей работе сосредоточили внимание на подошвенных сгибателях. По их результатам, крутящий момент МАМПС и мощность нижних конечностей были ниже у людей с ожирением по сравнению с людьми, не страдающими ожирением, как в абсолютных цифрах, так и при стандартизации силы по объему.

Исследование Kriketos et al. демонстрируют увеличение количества быстро сокращающихся волокон у взрослых с ожирением в возрасте 26–62 лет. Потенциальный сдвиг в типе волокон можно объяснить более низким уровнем физической активности у людей с ожирением, что создает эффект, аналогичный тому, который наблюдается в модели отказа от тренировок [164]. Такой феномен, однако, отсутствует в популяции подростков с ожирением, вероятно, за счет их

возрастных особенностей [176]. В то же время, в работе Blinks et al. [92] в группе мальчиков подростков зарегистрирована более медленная реакция четырехглавой мышцы бедра у пациентов с ожирением по сравнению с лицами без ожирения по данным миографии (85,1% против 95,2%, где 100% это полная произвольная активация мышц).

Важность возрастной классификации и ее влияние на мышечную силу продемонстрировано в исследовании Hulens et al. (2002), где учли смешанный возрастной фактор и сообщили, что у пожилых людей с ожирением (41–65 лет) изокINETический крутящий момент МАМПС разгибания колена был значительно ниже, чем у их более молодых людей с ожирением (18–40 лет) [152].

Lafortuna et al. [165] были изучены гендерные особенности мышечной силы у лиц с ожирением и выявили, что молодые мужчины демонстрировали значительно более высокие показатели как в верхних, так и в нижних конечностях (77,7 кг против 52 кг), что сопоставимо с выборкой лиц с нормальным ИМТ (Janssen et al. 2000) [153].

В клиническом исследовании Rolland et al. [217], ожирение даже без диагностированной саркопении, было связано с трудностями в выполнении повседневных физических функций, таких как поднятие тяжелых предметов и перемещение по лестнице, вставание со стула в когорте 1308 практически здоровых женщин в возрасте 75 лет и старше. Участницы были разделены на четыре группы (нормальный ИМТ и состав тела, наличие саркопении, ожирение и саркопеническое ожирение). У женщин с саркопенией частота функциональных ограничений была сопоставима со здоровыми пожилыми женщинами, участвовавшими в исследовании, тогда как у лиц с ожирением и саркопеническим ожирением двигательные ограничения встречались в 44% и 79%, соответственно. В группе саркопенического ожирения частота затруднений при подъеме по лестнице была выше в 2,6, а затруднений при спуске выше в 2,3 раза. Из этих данных можно сделать вывод, что саркопения и ожирение имеют синергетический эффект в отношении нарушения двигательной дисфункции [217].

Rolland et al. (2004) исследовали также влияние уровня физической активности на различия в мышечной силе между активными и неактивными пожилыми женщинами с ожирением, избыточной массой тела, нормальным и низким ИМТ. Участницы определялись как «активные» при наличии рекреационной физической нагрузки (походы, плавание, садоводство и т.д.) более 1 часа в неделю. Было показано, что наличие ожирения связано с меньшей физической активностью, чем когорты с худым и нормальным весом, но при классификации участников как сидячих или активных, тучные люди с высоким уровнем активности продемонстрировали более высокую абсолютную силу изометрического разгибания колен по сравнению с худыми людьми. Однако, когда люди были классифицированы как сидячие, любые существенные различия между когортами были устранены в отношении силы разгибания колен. Интересно отметить, что не было различий в силе захвата или разгибания локтей между когортами, даже несмотря на то, что у тучных людей мышечная масса руки была значительно выше по сравнению с худыми [217].

В работе Zoico et al. (2004), отражено, что у пожилых женщин с ожирением риск развития функциональных ограничений в 3–4 раза выше, при ИМТ свыше 30 кг/м<sup>2</sup>. Кроме того, у людей с ожирением было более низкое качество мышц, то есть сила разгибания колена ниже по сравнению с мышечной массой ног, по сравнению с их коллегами, не страдающими ожирением [253].

Таким образом, литературные данные о взаимосвязи ожирения и мышечной силы неоднозначны и представлены лишь небольшим числом исследований. Это вопрос требует дальнейшего изучения, и, в частности, исследования возрастных и гендерных особенностей изменения силы скелетных мышц при ожирении.

#### **1.4. Влияние ожирения на функцию баланса**

Баланс — это процесс поддержания положения своего тела в пространстве, что требует, как стабильности, так и подвижности [76, 79]. Стабильность

характеризуется возможностью поддерживать общий центр масс (проекция наибольшей концентрации массы человека) над плоскостью опоры (область под ногами и между ними). Общий центр масс у людей с ожирением, как правило, не стабилен, поскольку избыточное количество жира приводит к его значительной вариабельности [227].

Смещение центра масс у тучных людей приводит к нарушению их устойчивости, затруднению ходьбы и ограничению подвижности. У людей с абдоминальным ожирением в состоянии стоя общий центр масс смещен вперед. Люди с таким типом распределения жира могут компенсировать это, принимая стойку и походку с выраженным поясничным лордозом, что сказывается на биомеханике позвоночника и крупных суставов, формируя патологический тип походки [100].

Для пациентов с ожирением характерно нарушение функции баланса, что проявляется дискоординационными движениями с большей амплитудой в движениях, в сравнении с их сверстниками с нормальным весом [132]. В другой работе отражено, что лицам с ожирением труднее синхронизировать свои движения и поддерживать ритм ходьбы [134].

Интересно, что большинство исследований, изучающих влияние ожирения на мышечную силу, сосредоточено на разгибателях колена или же мышцах верхних конечностей и не уделяют внимания мышцам туловища и глубокой стабилизационной системе позвоночника, обеспечивающей адекватную поддержку баланса [109]. Способность поддерживать баланс снижается по мере снижения мышечной силы [109]. И сила, и равновесие имеют решающее значение для выполнения повседневной активности, такой как: вставание со стула, подъем по лестнице, поднятие предметов с пола, эти параметры формируют физический аспект качества жизни, который снижается по мере увеличения ИМТ [134].

У лиц с ожирением страдают также и координационные способности. Известно, что тучных людей наблюдается ухудшение поструральной функции, по сравнению с худощавыми людьми, что в свою очередь будет сказываться на повышении риска падений и переломов, в первую очередь у пожилых [84].

Исследование 2001 года, проведенное в Университете Лавалья в Канаде, предполагает, что люди с ожирением, особенно с высокой концентрацией абдоминального жира, могут иметь больший риск падений, чем люди с меньшим ИМТ. У лиц с ожирением также оказывается снижена проприоцептивная чувствительность [153]. Эти нарушения корректировались на фоне курса тренировок, нацеленных на стабилизацию осанки в составе программы снижения веса.

Таким образом, все процессы и механизмы, происходящие в мышечной ткани при ожирении, отрицательно сказываются на качестве мышц количестве мышечных волокон, общей мышечной силе и выносливости, прежде всего, у лиц старшей возрастной категории [96, 119, 122]. Эти нарушения, вероятно, ассоциируются с ухудшением координации, баланса и повышением риска падений. Однако в целом характер нарушений равновесия и походки при ожирении, их взаимосвязь со степенью избытка массы тела, возрастом и полом не изучены.

### **1.5. Патогенетические механизмы развития мышечной слабости и двигательных нарушений при ожирении**

Ожирение развивается под влиянием множества факторов, основными из которых являются: питание, степень физической активности, генетическая предрасположенность и возраст [3, 11, 210]. Не меньшее значение имеет наличие хронических некомпенсированных заболеваний, эндокринных нарушений и прием ряда препаратов, влияющих на скорость обмена веществ [6, 22, 62, 212, 204].

Мышечная масса физиологически начинает уменьшаться после 30 лет и на фоне замедления метаболизма замещается жировой тканью [73, 74]. Увеличение веса и процента жировой массы происходит до 60–75 лет, затем, как правило, вес начинает снижаться [19, 82]. Количество лиц старше 65 лет составляет 13% всего населения и являются быстрорастущей демографической подгруппой.

Прогнозируется, что к 2050 году эта группа будет свыше 2,1 миллиарда человек [26]. В группе этих лиц, с увеличением возраста происходит потеря количества мышечной массы и мышечной силы, что является физиологической основой старения [84, 227]. Возрастные изменения метаболизма в сторону «запасающей» стратегии зависят не только от снижения физической активности, но и от уменьшения объема митохондрий и снижения активности антиоксидантной системы [7, 23, 80].

По мнению Barazzoni et al. В любом возрасте развитие ожирения может негативно сказываться на мышечных волокнах, особенно если избыточный вес осложняется хроническими заболеваниями [83]. Снижение скорости метаболизма коррелирует со снижением мышечной массы в целом [90, 99, 142]. У молодых людей гиподинамия и снижение энергозатрат также способствует увеличению жировой прослойки.

В работе Samuel et al. описаны метаболические изменения, происходящие в организме при ожирении. Первичные метаболические нарушения включают в себя: окислительный стресс, развитие инсулинорезистентности, повышение уровня провоспалительных цитокинов. Большое количество насыщенных жиров и легких углеводов в потребляемой пище способствует этим сдвигам [224]. При ожирении в крови происходит повышение таких цитокинов как интерлейкин-6 (IL-6) и фактора некроза опухоли альфа (TNF- $\alpha$ ) [13, 31, 228, 235].

Цитокины тесно связаны с потерей мышечной массы и силы. Таким образом, в патологический процесс включается дисфункция жировой ткани в виде дезадаптивных реакций и повышенного накопления метаболических токсичных липидных фрагментов, таких как диацилглицерин и церамиды, что приводит к гипертрофии адипоцитов, нарушению выработки аденозинтрифосфата и снижению потребления кислорода [1, 111, 183, 195]. Эти изменения влекут за собой катаболические процессы в мышечной ткани и подавления синтеза мышечного белка [248]. Эти эффекты усугубляются нарушением способности к регенерации скелетных мышц у лиц с ожирением, что описано в ряде работ [108]. Модели на животных продемонстрировали нарушение регенеративной



способности у мышцей с ожирением и сахарным диабетом, что обусловлено нарушением функции сателлитных клеток из-за скопления липидов [114,141,187].

Скелетные мышцы являются основной мишенью для поглощения глюкозы [120, 189, 238]. По мнению Lexell et al. [175] атрофия, возникающая при старении, происходит из-за потери мышечных волокон типа I (окислительный) и типа II (гликолитический) и уменьшения размера волокон (площади поперечного сечения), что в свою очередь, влияет на волокна типа II [175].

По данным Coggan et al. Площадь поперечного сечения волокон типа IIa и IIb в икроножной мышце меньше у пожилых по сравнению с молодыми людьми [110]. Также исследования показали, что белок GLUT-4, ответственный за поглощение глюкозы, стимулированное инсулином, снижается в волокнах типа II, но не в волокнах типа I, у лиц, старше 60 лет, по сравнению с лицами, старше 30 лет [114, 214].

Митохондриальная дисфункция не обязательно наблюдается в скелетных мышцах при ожирении [187]. Однако, при хроническом течении болезни, спровоцировать этот процесс может окислительный стресс и связанные с ним метаболические каскады, ведущие к гиперинсулинемии и катаболизму. Потенциальное снижение выработки аденозинтрифосфата напрямую может привести к снижению мышечной силы и выносливости [121, 188, 197]. Дисфункция стволовых клеток, а именно мышечных стволовых клеток может приводить к их дифференцировке в адипоциты и способствовать увеличению жировой массы [132, 198, 236]. Тем не менее, остается вопрос – что развивается первично: двигательные нарушения и снижение мышечной силы или ожирение [150].

Таким образом, с возрастом, на фоне гиподинамии и нерационального питания в организме происходят изменения, которые напрямую снижает анаболические процессы в мышцах и влияют на процент мышечной массы в организме [186, 207]. Двигательные нарушения и снижение мышечной силы при ожирении мало изучены и требуют дальнейших исследований [239].

## 1.6. Методы исследования массы и силы скелетной мускулатуры

Выявление двигательных нарушений и изменений мышечной силы и мышечной массы представляет определенные трудности и не является рутинной практикой [53, 85]. Для оценки мышечной силы используют функциональные тесты и динамометрию. С целью анализа мышечной массы и ее количественной оценки рекомендовано использование таких методов диагностики, как анализ состава тела, с помощью биоимпеданса и двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, в последнее время интерес представляет такой метод оценки состава тела как воздухозамещающая бодиплетизмография (ВЗБПГ) [105].

При проведении двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии по программе «Все тело» рассчитывается аппендикулярная мышечная масса, сумма тощей массы рук и ног и индекс Баумгартнера. Уменьшение мышечной силы и мышечной массы диагностируется при снижении индекса более чем на 2 стандартных отклонения, что соответствует менее 7,26–8,5 кг/м<sup>2</sup> у мужчин и менее 5,5–5,75 кг/м<sup>2</sup> у женщин [129, 225]. Биоимпедансометрия представляет собой более дешевый, легко воспроизводимый и мобильный методом диагностики [131], при этом недостаточно точный [173, 215].

С целью качественной оценки мышечной функции возможно использование функциональных тестов на силу и выносливость (таких как тесты «встань и иди», «тест на скорость ходьбы», профиля «Гибкость-Статика-Динамика» [129]. Тест Батарейки (Short Physical Performance Battery) характеризует переносимость короткой физической активности. Он включает определение скорости ходьбы на расстояние 4 м, вставание со стула 5 раз и возможность удержания равновесия стоя в течение 10 секунд [190, 209].

Не редко в зарубежных и отечественных исследованиях используется тензодинамометрия, обычно с применением ручного динамометра (Jamar или Martin Vigorimeter) [173]. По данным проспективного когортного исследования, проведенного в Северо-Западном регионе России, были сформированы нормативы для кистевой динамометрии в популяции здоровых людей. Скорость

силы сжатия кисти в популяции у мужчин снижалась быстрее, чем у женщин, и составила примерно 1 кг/год в группе 65–76 лет и 0,5 кг/год у лиц старше 76 лет. У женщин средняя скорость снижения силы сжатия составила 2 кг за 5 лет [59].

С помощью данных методов удалось определить, что у лиц с ожирением действительно страдает качество и количество скелетных мышц. Учитывая эти особенности, люди с ожирением и низкой мышечной силой были более подвергнуты высокому риску развития инвалидности и прогрессированию мышечной слабости, следовательно, и снижением качества жизни [59, 230].

Скрининговым методом для выявления двигательных нарушений и изменений мышечной силы и мышечной массы являются опросники, из которых при Саркопении наиболее часто используются SarQol (Sarcopenia and Quality of Life) и SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls) [200].

Согласно позиции Европейской рабочей группы по изучению изменений мышечной силы и мышечной массы у пожилых людей (The European Working Group on Sarcopenia in Older People – EWGSOP) для оценки физического состояния пациента рекомендовано определять скорость ходьбы на короткое расстояние (4 м). Скорость менее 0,8 м/с предлагается в качестве диагностического критерия мышечной слабости [117]. Для более достоверной оценки мышечной функции рекомендовано выполнение двух методик [221].

Недавно в литературе стали выделять понятие как снижение минеральной плотности кости и мышечной силы при ожирении. Его критериями принято диагностировать по результатам ДРА при следующих критериях: 1) снижение минеральной плотности кости  $\leq -1,0$  SD по T-score; 2) Индекс Баумгартнера  $< 5,5$  кг/м<sup>2</sup> у женщин и  $< 7,23$  кг/м<sup>2</sup> у мужчин; 3) повышение массы жира  $\geq 38\%$  у женщин и  $\geq 28\%$  у мужчин; 4) Отношение % висцерального жира к подкожному жиру  $> 1$  (для андроида типа) или  $< 1$  (для гиноидного типа) [223].

По данным Европейского перекрестного исследования распространенность снижения минеральной плотности кости и снижении мышечной силы при ожирения составила 6,86% (2,1% гиноидного и 4,7% андроида типа). В группе этих

лиц был отмечен более высокий уровень С-реактивного белка ( $>2,34$  мг/дл), глюкозы натощак ( $>112$  мг/дл) и более высокий риск переломов (более 15% в течение 10 лет,  $p < 0,05$ ) [180, 191, 231].

### 1.7. Современные подходы к лечению ожирения

Целью консервативного лечения ожирения является снижение массы тела на 5–10 % за 3–6 месяцев терапии и удержание результата в течение года, что позволяет уменьшить риски для здоровья, улучшить течения заболеваний, ассоциированных с ожирением. Оно подразделяется на диетотерапию, увеличение физической активности и фармакотерапию при необходимости [32].

С точки зрения клинициста потеря веса на 10% обычно считается важным успехом из-за значительного снижения сопутствующих заболеваний и осложнений, пациенты обычно имеют более высокие ожидания, считая, что хороший результат представляет собой снижение массы тела минимум на 30%. Таким образом, установление подлинных и достижимых ожиданий относительно потери веса представляет собой важную проблему для лечения ожирения [10, 163, 168, 179, 182].

Основой ведения пациентов с ожирением является коррекция питания и соблюдение диеты, однако это может оказаться значительной проблемой. Снижение суточной калорийности на 500–1000 ккал приводит к уменьшению массы тела на 500–1000 г в неделю. Известно, что такие темпы снижения веса сохраняются только в течение 3–6 месяцев, в дальнейшем потеря массы тела приостанавливается [9, 14, 98, 113, 169].

При составлении диетических рекомендаций пациентам с ожирением, количество жиров в суточном рационе рекомендовано уменьшить до 0,7–0,8 г/кг, отдавая предпочтение растительным жирам. Количество углеводов ограничивают до 2,5–2,7 г/кг, прежде всего рекомендуя исключить сахар, хлеб, выпечку, сладкие напитки и прочие источники легких углеводов. Количество белков в пище должно

поддерживаться нормальным (1,3–1,4 г/кг), для предотвращения потери мышц, кроме того, потребление белков создает чувство сытости на фоне ограничения общей калорийности пищи [32, 205].

Эксперты ESCEO определяет нормы суточного потребления белка для лиц с ожирением как 1,0–1,2 г/кг. Не менее 20–25 г чистого белка в одной порции [91]. ESPEN (Европейское общество клинического питания и обмена веществ) и группа PROT–AGE для людей старшего возраста рекомендуют потреблять 1,2–1,5 г/кг ежедневно, а для пациентов с тяжелыми заболеваниями и недостаточным питанием – до 2 г/кг в сутки [124].

Потребление белка совместно с физическими упражнениями улучшает синтез белка и положительно влияет на состав тела, способствуя снижению жировой массы, увеличению или поддержанию мышечной ткани и сохранению кости [40, 138].

На сегодняшний день в РФ для лечения ожирения зарегистрировано *три лекарственных средства*: орлистат, сибутрамин и лираглутид [32, 159, 222].

Орлистат (ингибитор кишечной липазы) в просвете кишечника блокирует расщепление и последующее всасывание около 30% пищевых жиров, тем самым, снижая энергетическую ценность усвоенной пищи и приводя к снижению массы тела [42]. Сибутрамин (ингибитор обратного захвата серотонина и норадреналина и допамина в ЦНС) имеет двойной механизм действия: во–первых, снижая аппетит и количество потребляемой пищи, во–вторых, повышая энергозатраты организма и активируя катаболические процессы [70]. Лираглутид (аналог человеческого глюкагоноподобного пептида–1) считается наиболее современным вариантом терапии ожирения. Лираглутид регулирует аппетит и приводит к более быстрому насыщению, замедляя пассаж пищи и опорожнение желудка. Препарат улучшает функцию панкреатических бета–клеток, стимулируя опосредованную глюкозой секрецию инсулина и, таким образом снижает инсулинорезистентность, приводя к нормализации ритма выработки инсулина [32, 43].

При отсутствии достижения установленных цели лечения на фоне консервативной терапии или при наличии противопоказаний к лекарственным

препаратам, используемым при ожирении, возможно прибегнуть к *методам бариатрической хирургии* [32, 72].

Кроме снижения веса, целью хирургического лечения ожирения является улучшение метаболического профиля пациента (достижение оптимальных показателей глюкозы и липидов крови). Бариатрическая хирургия признана самым эффективным способом в борьбе с ожирением, положительно влияя на частоту развития осложнений и снижая случаи смерти больных [140, 251].

Особые преимущества хирургического лечения доказано при ИМТ выше 35 кг/м<sup>2</sup> в отношении стабилизации течения сахарного диабета 2 типа и стойкого снижения веса и риска внезапной смерти [8, 94]. Эффективность хирургического лечения ожирения выше, чем просто соблюдение низкокалорийной диеты [162].

Наиболее часто выполняемыми бариатрическими операциями являются: лапароскопическое регулируемое бандажирование, продольная резекция желудка, гастрошунтирование, билиопанкреатическое шунтирование с исключением двенадцатиперстной кишки [251].

К более новым технологиям, получившим широкое распространение в течение последних 5 лет относятся: гастропликация, мини–гастрошунтирование, билиопанкреатическое шунтирование (отведение) с единственным дуодено–илеоанастомозом (модификация SADI), установка шунтирующих систем в просвет 12–перстной кишки [32, 251].

### **1.8. Реабилитация пациентов с ожирением и сопутствующими двигательными нарушениями**

Физические упражнения в сочетании с диетой, массажем и ваннами рекомендовались при ожирении со времен Гиппократов (четвертый век до нашей эры) [18, 29]. Современной медицине известно, что физическая активность связана с улучшением качества жизни пожилых людей [17, 34], выявлена взаимосвязь между увеличением физической нагрузки в течение жизни с улучшением

метаболических показателей по сравнению с неактивными лицами, старше 60 лет [36].

Многие исследования показывают, что общее увеличение двигательной активности является важным аспектом для улучшения чувствительности к инсулину у лиц, ведущих малоподвижный образ жизни [58, 102, 125]. Именно поэтому физическая активность также является базой для лечения и реабилитации пациентов с ожирением [32].

Реабилитации лиц с избыточной массой тела и ожирением уделяется крайне мало внимания, тем не менее именно регулярные реабилитационные курсы могут усилить эффект снижения веса, повысить комплаенс пациентов [47, 49] и их заинтересованность в собственном здоровье, устранить характерные двигательные ограничения [211], улучшить координацию и повысить мышечную силу [104]. Добиться этого можно не только методами лечебной физкультуры, но также аэробными тренировками, балансотерапией, гидрокинезотерапией, физиотерапией и бальнеолечением [25, 39, 44, 69, 106, 147, 174].

Данные методы являются вспомогательными и должны использоваться на фоне коррекции питания и медикаментозной терапии при необходимости. Особая стратегия реабилитации может потребоваться пациентам с ожирением после проведения бариатрических операций [251].

Реабилитационные мероприятия, направленные на снижение веса, уменьшение рисков развития осложнений и восстановления функциональности пациентов являются междисциплинарным вопросом и проводятся с участием мультидисциплинарной клинической командой, состоящей из диетологов, эндокринологов, физиотерапевтов, специалистов физической и реабилитационной медицины, психиатров, психологов, ортопедов и др. [174].

Общими показаниями к санаторно-курортному лечению при метаболическом синдроме служат: 1. Избыточная масса тела или ожирение, без декомпенсации сопутствующих заболеваний или при недостаточности кровообращения не выше 1 степени, без легочной недостаточности, тяжелой формы апноэ или синдрома Пиквика; 2. Гиперлипидемия в фазе медикаментозной

ремиссии. 3. Артериальная гипертензия, компенсированная, без значимых нарушений ритма сердца, без хронической недостаточности кровообращения [65].

В актуальных клинических рекомендациях [32] у лиц с ожирением предлагается применять ходьбу; плавание или аквааэробику; упражнения с утяжелителями.

### *1.8.1. Методы лечебной физкультуры*

Ряд крупных контролируемых исследований физических упражнений продемонстрировали улучшение чувствительности тканей всего тела к инсулину и метаболизма скелетных мышц, особенно у пожилых людей [15, 52, 133]. Таким образом, есть подтверждение, что внутриклеточная адаптация скелетных мышц способствует повышению чувствительности к инсулину в ответ на аэробные тренировки и тренировки с сопротивлением [126, 158, 193]. Как показали Rolland et al., повышение уровня физической активности может усиливать мышечную силу, тем самым уменьшая отрицательные последствия ожирения [217].

Безусловно нагрузки должны быть адекватными и комфортными для пациентов. Известно, что ожирение связано с более низким уровнем физической активности и физической подготовки. Исследование Strong W.B. показало, что на фоне снижения максимального потребления кислорода ( $VO_2 \max$ ) у людей с ожирением значительно снижается толерантность к физической нагрузке в сравнении с лицами с нормальным весом [233].

Известно, что физическая активность улучшает кардиореспираторную выносливость даже независимо от потери веса [24, 61, 196]. Силовые тренировки снижают частоту сердечных сокращений в состоянии покоя [250].

В исследовании Chan–Ho Jin et al. (2018) после 8–недельной программы тренировок наблюдалось снижение провоспалительных цитокинов IL–6 и TNF– $\alpha$ , имелась корреляция между снижением TNF– $\alpha$  и снижением % жира в организме [154]. Эти результаты совпадают с результатами исследований Farinha et al., 2015 [127] и Koh and Park, 2017 [161].

В самом начале реабилитации лицам с ожирением могут быть рекомендованы упражнения с отягощением весом тела. По мере повышения



тренированности и адаптированности к физической нагрузке, рационально повышать нагрузку, переходя на отягощение мячом и использование гантелей.

Эти упражнения нужно выполнять 2–3 раза в неделю по 1–3 подхода по 10–15 повторений. Для ослабленных пациентов может быть разумным начинать один или два раза в неделю 1–2 подхода по 5–10 повторений [33].

*Аэробные упражнения* приводят к меньшей потере веса, в сравнении с диетическими рекомендациями по ограничению калорийности [30]. Тем не менее, в программах комплексной реабилитации аэробные упражнения имеют значимое влияние на потерю веса, уменьшая жировые отложения и увеличивая безжировую массу тела [85].

Пациентам рекомендовано выполнять их регулярно, поскольку доказана эффективность длительных курсов для профилактики увеличения массы тела и развития осложнений, связанных с ожирением [51, 66]. Доказано, что ходьба и бег, оказывающих наиболее активное влияние на метаболизм жиров, эффективны для снижения риска развития атеросклероза и других сердечно–сосудистых заболеваний [97].

В клинических рекомендациях общества кардиологов [58] аэробную нагрузку предложено увеличивать постепенно: начинать с ходьбы по 30 минут 3 дня в неделю, далее увеличивая до 45 минут 5 и более дней в неделю.

Большинством исследователей рекомендовано сочетать аэробные упражнения с упражнениями с отягощением поскольку они повышают скорость основного обмена, снижают инсулинорезистентность и предотвращают потерю плотности костей (ACSM, 2014; Moon et al., 2018) [160].

В исследовании Chan–Ho Jin et al. (2018) оценивался ИМТ и состав тела у лиц с ожирением после 8–недельной программы тренировок в зависимости от типа упражнений. Статистически значимые различия были зафиксированы во всех группах, однако аэробные упражнения привели к наибольшей потере жировой массы (–2,30%) [154].

В качестве аэробных тренировок хорошо изучено и удачно использована механотерапия (велотренажер, эллипс, беговая дорожка), что может быть безопасней и комфортней, чем бег или ходьба [156].

Избыточный вес приводит к нарушению биомеханики тела, как в статическом положении, так и при ходьбе. *Координационные и поструральные тренировки* являются важным составляющим элементов программ реабилитации лиц с ожирением, поскольку позволяют скорректировать патологический двигательный стереотип [101, 115, 144].

У тучных людей доказана эффективность тренировок, нацеленных на укрепление поструральных мышц (четырёхглавых мышц бедра, ягодичных мышц, мышц, выпрямляющих позвоночник, голени и брюшного пресса) для коррекции осанки и статического баланса. Риск падений и связанных с падениями травмы можно снизить за счет тренировок, повышающих равновесие и координацию [115].

Verfaillie et al. сообщили о достоверном улучшении баланса и походки у малоподвижных пожилых людей с избыточным весом, после 12-недельной программы реабилитации, включавшей силовые и координационные тренировки. Улучшение также было достоверным в сравнении с изолированными силовыми тренировками [243].

Shaw и Snow (1998) показали преимущество упражнений с отягощениями, также было показано у женщин в возрасте от 50 до 75 лет с избыточной массой тела, на фоне 9 месяцев тренировок у них не только наблюдалось увеличение мышечной массы, силы, выносливости, но и улучшение поструральной стабильности в срединно-латеральном направлении [229].

Считается, что именно такая коррекция пострурального баланса приносит пользу пожилым людям, поскольку большинство падений происходит в срединно-латеральной плоскости [242].

Упражнения широко рекомендуются для снижения рисков для здоровья, связанных с ожирением, однако у людей с большой массой тела значительно повышен риск травм, особенно растяжений [249].

Физические упражнения в воде (гидрокинезотерапия) представляют возможность улучшить физическое и психическое здоровье людей с ожирением без риска травм, поскольку водная среда обеспечивает безопасность физических нагрузок [232]. Рядом авторов доказано, что аэробные упражнения в воде эффективны для снижения ИМТ и улучшения метаболических показателей [181, 202], было продемонстрировано, что их положительное влияние на состав тела сопоставимо с аэробными упражнениями и упражнениями с отягощением на суше [207].

Особый интерес представляет сочетание водных упражнений и аэробной нагрузке, например, бег в воде. Подводная беговая дорожка применяется в качестве щадящего вмешательства при ревматологических заболеваниях, а также как тренировки выносливости и силы при кардиореспираторных заболеваниях [184].

Wouters E. et al. (2010) было проведено исследование по изучению безопасности и эффективности применения подводной беговой дорожки на состав тела, выносливость и качество жизни людей с ожирением. Программа длилась 6 недель и включала часовое занятие 2 раза в неделю. В исследовании наблюдалось значительное уменьшение жировой массы и окружность талии (ОТ), что отражает уменьшение объема висцерального жира, важного фактора риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, улучшалось качество жизни по параметрам физического функционирования и самооценки [247].

### *1.8.2. Методы физиотерапии*

У больных с ожирением является обоснованным назначение *естественных и преформированных физических факторов (методов физиотерапии)*. Задачами физиотерапии являются оказание анальгетического и противовоспалительного действия, улучшение метаболизма, снижение массы тела, замедление дальнейшего развития осложнений [12, 44].

Возможности физиотерапевтических методов при лечении ожирения включают оказание анальгетического действия, противовоспалительное действие,

улучшение метаболизма тканей (сосудорасширяющие, трофостимулирующие методы, гормонально – регулирующие действие).

С этой целью применяют методы, усиливающие контрактильный термогенез (электромиостимуляция, паровая баня и суховоздушная баня), колонокинетические (колоногидротерапия, клизмы, минеральные воды), липолитические (вибровакuumтерапия, сегментарная баротерапия, эндермотерапия, прессотерапия), вазоактивные и дефиброзирующие физические факторы, воздействующие на нейроэндокринную регуляцию (электросон, транскраниальная электростимуляция и электротранквилизация) [44, 116].

Применяют лекарственный электрофорез, магнитное поле (частота 13,56 МГц; 27,12 МГц или 40,68 МГц в тепловой дозе по 10–15 мин, ежедневно, на курс 10–12 процедур), ультратонотерапию (трансформация электромагнитной энергии в тепловую), общая криотерапия, лазеротерапия [252].

Основными преимуществами физиотерапевтических методов при лечении ожирения являются неинвазивность, эффективность и безопасность [38].

### *1.8.3. Бальнеотерапия*

Бальнеотерапия или СПА–терапия определяется как лечение с использованием горячей или холодной воды, богатой минералами, включая питье, ингаляции, гидромассаж, грязевые ванны и т.д. [7]. Бальнеотерапия достаточно давно используется для облегчения симптомов многих хронических заболеваний, в том числе, в комплексных программах реабилитации [8–10]. Бальнеотерапия имеет свою доказательную базу, которая ежегодно расширяется данными новых исследований [52, 240].

Обосновано использовать методы, стимулирующие обменные процессы, улучшающие капиллярное кровообращение и функцию тканевого дыхания, оказывающие нормализующее влияние на центральную нервную систему и нейроэндокринную регуляцию обмена веществ. К ним относятся: душ Шарко, подводный душ–массаж, циркулярный душ, шотландский (контрастный) душ,

контрастные ванны, углекислые, жемчужные, гидрогальванические, сульфидные, радоновые, скипидарные, озоновые и кислородные ванны [51].

Озокеритотерапия и пелоидотерапия используется с целью активизации репаративно–регенеративных процессов. Под действием теплового и химического факторов озокерита стимулируется репаративная регенерация тканей, что приводит к улучшению функциональных свойств [64].

Французскими коллегами было проведено крупное исследование по оценке эффективности трехнедельной программы бальнеотерапии для пациентов с ожирением. Испытуемым на 18 дней назначалась программа, которая включала: 1) индивидуальных ванн в минеральной воде при 37° С в течение 10 минут; массаж в минеральной воде в течение 10 минут; 3) грязевое обертывание при 42° С в течение 10 минут; 4) аквааэробика с тренером в бассейне с минеральной водой (34° С, 15 минут); 5) ежедневное питье минеральной воды (сульфатные и бикарбонатные). Реабилитация проходила на фоне коррекции диеты и психологической мотивации [116].

Срок наблюдения после окончания составил 1 год. В исследовании была включена группа контроля из обычной амбулаторной практики. По итогам исследования было выявлено, что снижение массы тела в группе, получившей всего 1 курс бальнеопроцедур, было достоверно выше (4,6 кг против 1,7 кг, в среднем). Авторами был сделан вывод, что методы бальнеотерапии в санаторно–курортных условиях безопасны и эффективны для коррекции образа жизни, обеспечивают значительную потерю веса и долгосрочное поддержание массы тела [116].

Таким образом, реабилитация пациентов с ожирением – сложная задача и изолированное воздействие одного фактора будет иметь ограниченный эффект [241]. Доказано, что физические упражнения без ограничения калорийности пищи не способствуют значительному снижению веса [5, 151, 200], а комбинация аэробных и силовых тренировок позволяет достичь больших результатов в сравнении с монотерапией [218, 220]. Программы реабилитации пациентов с ожирением должны включать несколько методов для достижения наилучшего

эффекта по снижению жировой массы и удержания достигнутого результата, воздействуя сразу на несколько звеньев патогенеза [157, 171].

Несмотря на широкую распространенность и актуальность проблемы ожирения, до сих пор имеется серьёзная нехватка качественных научных работ по исследованию силы и функциональности скелетной мускулатуры, нарушений двигательных и координационных способностей пациентов. Также пока недостаточно изучена эффективность применения нескольких методов реабилитации у пациентов с избыточным весом, и поэтому проблема разработки и совершенствования персонализированных комплексных программ медицинской реабилитации при ожирении остается чрезвычайно актуальной и недостаточно изученной темой, нуждающейся в проведении дополнительных исследований. Все это объясняет актуальность изучения данной работы.

## ГЛАВА II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Дизайн исследования

Диссертационная работа выполнена на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства Здравоохранения Российской Федерации. Дизайн исследования был составлен согласно требованиям CONSORT к нефармакологическим исследованиям и учитывались принципы надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice –GCP) [95].

Исследование включило 160 пациентов и проводилось в два этапа. Каждому пациенту была выдана «Информация для пациента с формой информированного согласия» (форма была утверждена на заседании Локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России 13.12.2017 г.) для ознакомления и принятия независимого решения об участии в исследовании.

*В рамках этапа работы с целью изучения характера и степени нарушений мышечной силы, двигательной и координационной функций у пациентов с ожирением проведено одномоментное исследование поперечного среза в двух группах – исследуемой и контрольной.*

*Критериями включения в исследуемую группу на I этапе были:*

- мужчины и женщины в возрасте от 40 до 65 лет;
- верифицированный диагноз ожирения по критериям ВОЗ – значения ИМТ  $\geq 30,0$  кг/м<sup>2</sup>;
- подписанная форма информированного согласия на участие в исследовании.

Контрольную группу формировали из лиц с нормальной массой тела, подобранных к пациентам исследуемой группы по возрасту и коморбидному статусу в соотношении 1:1.

*Критериями включения в контрольную группу считали:*

- мужчины и женщины в возрасте от 40 до 65 лет;
- нормальная масса тела по критериям ВОЗ (значения ИМТ  $\geq 18,0$  и  $\leq 25,0$  кг/м<sup>2</sup>);
- подписанная форма информированного согласия на участие в исследовании.

*Критерии не включения в исследования:*

- 1) отказ подписывать информированное согласие на участие в научном исследовании;
- 2) заболевания, в том числе инфекционные и хронические, в острой стадии;
- 3) тяжелая степень почечной и печеночной недостаточности;
- 4) все заболевания, при которых больные не способны к самостоятельному передвижению и самообслуживанию и нуждаются постоянно в специальном уходе;
- 5) острое нарушение мозгового кровообращения, острый инфаркт миокарда в течение последних 6 месяцев;
- 6) некомпенсированная артериальная гипертензия;
- 7) недостаточность кровообращения класс III–IV по NYHA и (или) стенокардия напряжения III–IV функциональный класс;
- 8) сахарный диабет 1 типа;
- 9) тиреотоксикоз на момент включения в исследование;
- 10) некомпенсированный гипотиреоз;
- 11) эндокринный генез ожирения;
- 12) злокачественные новообразования в анамнезе;
- 13) доброкачественные новообразования, нуждающиеся в уточнении диагноза и в динамическом наблюдении;
- 14) психические заболевания или симптомы острого психического расстройства;
- 15) болезнь Альцгеймера;
- 16) деменция;



- 17) патологическое развитие личности с выраженными расстройствами поведения и социальной адаптации;
- 18) выраженные расстройства поведения и социальной адаптации;
- 19) все формы наркомании;
- 20) хронический алкоголизм;
- 21) судорожные припадки и их эквиваленты;
- 22) беременность;
- 23) лактация.

С учетом принятых критериев включения и не включения, исследуемую группу составили 80 пациентов (16 мужчин и 64 женщины) с установленным диагнозом экзогенно-конституционального ожирения (код диагноза по МКБ-10 E66.0). Медиана возраста пациентов в исследуемой группе составила 58,0 [47,0; 61,0] лет, массы тела - 107,8 [93,0; 118,0] кг, роста - 166,3 [166,0; 172,0] см, ИМТ - 37,9 [33,3; 44,3] кг/м<sup>2</sup>. В контрольную группу включили также 80 участников (16 мужчин и 64 женщины) с нормальной массой тела 65,0 [61,0; 70,0] кг. Медиана возраста в контрольной группе составила 60,2 [49,0; 62,0] лет, роста - 165,9 [160,0; 173,0] см, ИМТ - 23,6 [21,9; 24,4] кг/м<sup>2</sup>.

Пациенты обеих групп прошли комплексное обследование, включавшее:

- 1) общеклиническое обследование, в том числе измерение массы тела (кг), роста (м), расчет индекса массы тела (кг/м<sup>2</sup>), изменение артериального давления (мм.рт.ст.);
- 2) сбор анамнеза основного заболевания – ожирения (в основной группе), анамнеза перенесенных и имеющихся хронических заболеваний, характера получаемой медикаментозной и немедикаментозной терапии;
- 3) оценку функции передвижения с помощью функциональных тестов «10-метровый тест ходьбы» и «Встань и иди»;
- 4) оценка функции баланса с помощью функциональных тестов «Стойка на одной ноге» и «Тест Фукуды»;
- 5) комплекс функциональных тестов на оценку гибкости, мышечной силы, выносливости к статической и динамической нагрузке;

- б) исследование показателей мышечной силы методом динамометрии;
- 7) исследование показателей статического и динамического равновесия с помощью стабилотрии.

*II этап работы был посвящен исследованию эффективности нового метода реабилитации с применением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и гидрокинезотерапии и проведен в виде открытого, проспективного, контролируемого, рандомизированного исследования в двух параллельных группах.*

Исследуемую выборку на втором этапе составили 80 пациентов с ожирением из основной группы первого этапа работы. Методом простой рандомизации 80 пациентов были разделены на две группы – основную группу (группа 1) и группу сравнения (группа 2). В основную группу (группу 1) вошли 40 пациентов с ожирением (5 мужчин и 35 женщин) в возрасте от 54 до 63 лет. Средний возраст пациентов составил 57,0 [48,0; 58,0] лет, вес  $106,0 \pm 12,6$  кг, ИМТ 39,2 [30,0; 46,7] кг/м<sup>2</sup>. Группу сравнения (группу 2) составили также 40 пациентов с ожирением (11 мужчин и 29 женщин), средний возраст – 57,0 [49,0; 59,0] лет, вес  $104,1 \pm 13,9$  кг, ИМТ 37,5 [30,1; 46,1] кг/м<sup>2</sup>. По своим исходным характеристикам группы были равнозначны и статистически не различались ( $p > 0,05$ ) ни по одному из вышеуказанных показателей.

Пациенты обеих групп прошли двухнедельный курс медицинской реабилитации на фоне низкокалорийной диеты.

*Пациенты основной группы (группы 1) проходили курс реабилитации с использованием нового комплекса реабилитации, включающего 4 метода лечебной физкультуры: 1) балансотерапию (сенсомоторную тренировку) на тренажере с биологической обратной связью Стабилан (ЗАО «ОКБ» Ритм, Россия) длительностью по 15–20 минут, ежедневно, на курс 10 процедур; 2) групповые занятия гидрокинезотерапией в пресной воде в бассейне, температура воды 28–30<sup>0</sup> С, длительность – 30 минут, ежедневно, на курс 10 процедур; 3) групповые занятия специальным комплексом лечебной гимнастики в зале, включавшем общеразвивающие упражнения, специальные дыхательные упражнения,*

упражнения для мышц брюшного пресса, укрепления осанки и корпуса, длительность – 30 минут, ежедневно, 10 процедур на курс; 4) аэробные упражнения на велотренажере V-ergo Pro 92590, регистрационное разрешение № ФСЗ 2010/07773, длительностью по 25–30 минут, ежедневно, 10 процедур на курс. Индивидуальная нагрузка рассчитывалась по формуле: ЧСС тренировочная = ЧСС покоя + 0,7 (190 – возраст – ЧСС покоя).

*Пациенты группы сравнения (группы 2)* проходили лечение только с использованием занятий аэробными упражнениями и лечебную гимнастику в зале по той же методике и с тем же количеством процедур, что и в основной группе.

Всем пациентам в обеих группах на время проведения курса реабилитации и в течение последующих 6 месяцев на период динамического наблюдения была рекомендована низкокалорийная диета с ограничением простых углеводов и жиров (рекомендованная суточная калорийность для женщин составила 1200 ккал, для мужчин 1500 ккал). Также в течение всего периода наблюдения проводилась стандартная терапия осложнений и сопутствующих заболеваний ожирения (пациенты с артериальной гипертензией получали гипотензивную терапию, пациенты с дислипидемией – статины).

*Комплекс обследований* пациентов в обеих группах включал:

1. Общий клинический осмотр.
2. Измерение роста и массы тела с последующим расчетом ИМТ ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), измерение ОТ и ОБ в см.
3. Измерение толщины подкожной жировой клетчатки с помощью калипера (в мм) в области трехглавой мышцы, двуглавой мышцы, подлопаточной области, боковой поверхности грудной клетки, над гребнем подвздошной кости, области середины бедра, икроножной мышцы и живота.
4. Оценку состава тела с помощью двух методов: биоимпедансометрии и ВЗБПГ.
5. Оценку функции передвижения с помощью функциональных тестов «10-метровый тест ходьбы» и «встань и иди».
6. Оценку функции баланса с помощью функциональных тестов «Стойка на одной ноге» и «теста Фукуды».

7. Комплекс функциональных тестов на оценку гибкости, мышечной силы, выносливости к статической и динамической нагрузке.
8. Исследование показателей мышечной силы с помощью ручного динамометра.
9. Исследование показателей статического и динамического равновесия с помощью стабилотриии.
10. Исследование в сыворотке крови биохимических и гормональных показателей углеводного, липидного обмена и степени инсулинорезистентности: уровня глюкозы, инсулина свободного, витамина 25(OH)D, кортизола, соматомедина–С, лептина, проведение теста на толерантность к углеводам со стандартным завтраком (4 хлебные единицы), расчет индекса инсулинорезистентности НОМА–IR, тестостерона свободного (у мужчин).
11. Общие тесты безопасности: электрокардиография, клинический анализ крови, общий анализ мочи, биохимические показатели (общий белок, аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартатаминотрансфераза (АСТ), креатинин).

Динамическое обследование было выполнено сразу после завершения курса реабилитации (на 14–й день), а также через 3 месяца ( $\pm 2$  недели) и 6 месяцев ( $\pm 2$  недели) для оценки отдаленных результатов. 14–дневный курс реабилитации полностью закончили все пациенты в обеих группах. Динамическое обследование через 3 месяца прошли 35 пациентов в группе 1 и 33 пациента в группе 2, через 6 месяцев – 29 и 26, соответственно.

*Критериями исключения из исследования считали:*

1. Добровольный отказ пациента от участия в исследовании.
2. Несоблюдение пациентом условий оказания медицинской помощи в рамках протокола исследования.
3. Появление клинически значимых побочных реакций или угрожающих состояний для жизни пациента.
4. Появление одного из критериев не включения в процессе исследования.

Схема дизайна исследования представлена на рис. 2.1.1.

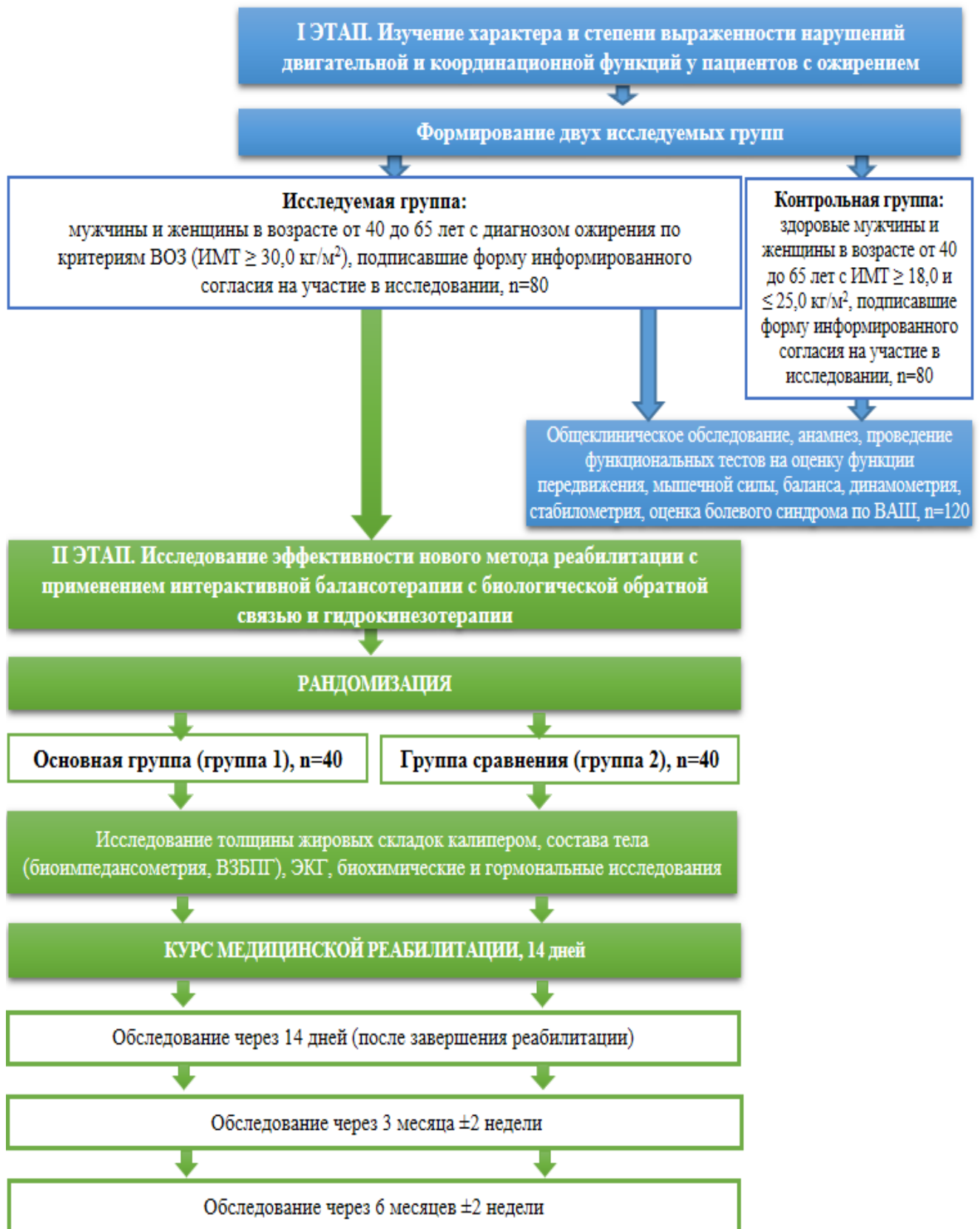


Рисунок 2.1.1 – Дизайн исследования.

## 2.2. Описание медицинских вмешательств

Во время второго этапа исследования пациенты основной группы проходили курс реабилитации с использованием нового комплекса реабилитации, включающего: балансотерапию, групповые занятия гидрокинезотерапией в пресной воде в лечебном бассейне, групповые занятия специальным комплексом лечебной гимнастики в зале, аэробные упражнения на велотренажере. Пациенты группы сравнения получали курс реабилитации с использованием занятий аэробными упражнениями и лечебную гимнастику в зале по той же методике и с тем же количеством процедур, что и в основной группе.

*Балансотерапия (интерактивная сенсомоторная тренировка)* проводилась на аппарате Стабилан 01–2 с биологической обратной связью (ОКБ «Ритм», Россия, № регистрационного разрешения ФСР 2010/08958). Аппарат представляет собой двойную стабильную платформу, на которой размещался пациент, и установленный спереди монитор для демонстрации игровых занятий (рис. 2.2.1).



Рисунок 2.2.1 – Занятие на аппарате Стабилан 01–2 (общий вид) в рамках проведения курса реабилитации пациентки в основной группе.

Занятия проходили в режиме тренировки состояния равновесия координационных способностей в формате интерактивной игры, в которой пациент для ее прохождения должен был перемещать собственный центр давления. Упражнения способствовали хорошему мышечному стимулу и одновременно низкому уровню гемодинамической нагрузки. Аппарат оборудован системой биологической обратной связи и рядом графических и звуковых подсказок, что позволяло пациентам быстро адаптироваться и обучаться играм и вовлекаться в процесс игры, поддерживая интерес. Пациент решает двигательные задачи, связанные с точностью и временем движения (достижения цели в более короткий срок), перемещая центр тяжести во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Каждому пациенту давались упражнения с увеличением уровня сложности. Уровни сложности дозировались от минимального к максимальному. Во время первого занятия, после тестирования, пациент выполнял задание 1-го уровня сложности («Мячики», «Три мячика», «Фигурки по кресту»). На втором, третьем, четвертом занятии упражнения начинались со 2-го уровня сложности и постепенно увеличивались («Октаэдр», «Кубики», «Построение картинок»). Пятая, шестая процедуры – 3-й уровень сложности («Rectis», «Тренажер с движущейся целью», «Стендовая стрельба»). К седьмой процедуре пациент уверенно справлялся с заданиями третьего уровня сложности. Поэтому, занятия начинались с третьего уровня и продолжались на четвертом уровне сложности («Тетрис», «Горнолыжный спуск», «Летающие кубики»). Таким образом, пациент полностью выполнил программу занятий на тренажере Стабилан, при этом у него улучшилось состояние равновесия и координации. На курс назначалось 10 процедур. Каждое занятие длилось по 15–20 минут. Занятие было проведено с инструктором лечебной физкультуры (ЛФК) 5 раз в неделю, с перерывом в выходные дни (суббота, воскресенье).

*Малогрупповые занятия гидрокинезотерапией* проводились инструктором ЛФК в лечебном бассейне, в пресной воде. Данный метод был выбран с целью увеличения выносливости организма, снижению массы тела и повышения выносливости организма к физической нагрузке. Температура воды

поддерживалась на уровне 28–30<sup>0</sup> С. Каждая тренировка длилась – 30 минут. На курс назначалось 10 процедур, ежедневно, с перерывом в выходные дни (суббота, воскресенье). Комплекс упражнений состоял из силовых упражнений с сопротивлением для мышц спины и живота, общеукрепляющие упражнения, упражнения на гибкость и тренировку координации (рис. 2.2.2).



Рисунок 2.2.2 – Проведение занятия гидрокинезотерапией в лечебном бассейне с пациентами, включенными в исследование.

Комплекс лечебной гимнастики в бассейне (гидрокинезотерапии) состоял из следующих упражнений:

1. Исходное положение (ИП) стоя ногами на дне бассейна, без опоры, без предметов. Адаптация к водной среде: погружение тела в воду с произвольными движениями рук и ног на мелкой части бассейна. Дыхание произвольное, 2 минуты.
2. ИП то же, руки держать на поясе. Ходьба на месте по мелкой части бассейна на носках. Возможна ходьба с продвижением. Дыхание произвольное, 10–12 раз.



3. ИП то же. Ходьба на месте по мелкой части бассейна на пятках. Возможна ходьба с продвижением. Следить за осанкой. Дыхание произвольное, 10 раз.
4. ИП то же, руки в стороны. Крути в плечевых суставах прямыми руками. В медленном темпе, по 10 раз в каждую сторону.
5. ИП то же. Ноги вместе. В ИП выполнить вдох, затем подтянуть правое колено к животу, обхватить голень руками, – выдох. Далее, вернуться в ИП. Повторить тот же комплекс с другой ногой. В медленном темпе, по 6–8 раз.
6. ИП то же, руки в стороны. Перекаты с пятки на носок с движением рук вперед–назад. Во время сгибания – выдох, во время разгибания – вдох, 8–10 раз.
7. ИП то же, руки перед грудью. Сгибание ног в коленях поочередно, подъем бедра вперед, 12 раз.
8. ИП то же, руки в стороны. Отведение правой ноги в сторону. То же движение левой ногой. Движения плавные. Таз не разворачивать, по 10–12 раз.
9. ИП то же, руки перед грудью. Ноги шире плеч. Выполнять круги руками в горизонтальной плоскости перед грудью. Голову не запрокидывать. Дыхание не задерживать. По 8–10 кругов в каждую сторону.
10. ИП то же, руки в стороны. Согнуть правую ногу в колене. Отводить ногу в сторону. То же движение левой ногой. Следить за осанкой, по 10–12 раз.
11. ИП то же, руки вперед. «Бокс». Медленный темп, по 12–16 раз.
12. ИП то же, руки в стороны. Махи ногами вперед попеременно, тянуться обеими руками к носку. Потягивание на выдохе, по 8–10 раз.
13. ИП то же, руки вперед. «Ножницы» руками. Дыхание произвольное. Темп быстрый, по 8–10 раз.
14. ИП то же, руки в стороны. «Велосипед» вперед и назад. Выполнять одной ногой, вторая стоит на дне, по 10–12 раз.
15. ИП ноги вместе. Руки опустить вдоль туловища. Одновременно разводить руки и ноги в стороны – «Звездочка». Скользить стопами по дну, 8–10 раз.
16. ИП то же, руки в стороны. Махи прямой левой ногой выполнять движение вперед–назад. То же движение правой ногой. В пояснице сильно не прогибаться, брюшной пресс напрячь. По 6–8 раз.

17. ИП стоя ногами на дне бассейна с аквагантелями, нудлом или в перчатках. Опора руками на плавательное средство. Сведение и разведение прямых ног. Туловище вертикально. Дыхание произвольное, 10–12 раз.
18. ИП то же, руки в стороны. То же, ноги под углом 90°. Дыхание не задерживать 10–12 раз.
19. ИП то же. То же, с перекрещиванием ног и напряжением мышц промежности и живота. Экспозиция 4–6 сек. Дыхание не задерживать, 6–8 раз.
20. ИП то же. Руки вперёд. Бег на месте, поднимая прямые ноги вперёд. Туловище вертикально. Дыхание произвольное, 15–20 сек.
21. ИП то же, руки в стороны. Бег на месте, поднимая голени назад. Туловище наклонено вперёд, 15–20 сек.
22. ИП то же. Прыжки в стороны, подтягивая согнутые ноги к животу. В среднем темпе, 10–12 раз в каждую сторону.
23. ИП то же. Прыжки на двух ногах вперёд–назад, подтягивая бёдра согнутых ног к животу. Совершать руками движения в сторону, противоположную движению ног, 10–12 раз в каждую сторону.
24. ИП лёжа на спине на воде. Руки в стороны. Сгибание – разгибание ног в коленных суставах. Темп средний. Выдох при сгибании ног, 10–12 раз.
25. ИП лёжа на животе в воде с опорой руками на плавательное средство. Плавание стилем «кроль» – попеременные движения ногами вверх–вниз. Дыхание не задерживать, 10–12 раз.
26. ИП стоя ногами на дне бассейна, без опоры, без предметов. Бег на носках, поднимая бедро вперёд. Руки активно работают, 1 минута.
27. ИП то же, ноги вместе. Повороты туловища направо и налево, скользя руками над водой. 8–10 раз. Вернуться в ИП.
28. Плавание произвольным стилем. Продолжительность – 3 минуты.

*Занятия лечебной гимнастикой в гимнастическом зале проводилось в группе с инструктором ЛФК. Комплекс включал в себя общеразвивающие, специальные дыхательные упражнения, упражнения для мышц брюшного пресса, укрепления осанки и корпуса. Длительность занятий составляла 30 минут,*

ежедневно, кроме выходных (суббота, воскресенье) по 10 процедур на курс (рис. 2.2.3).



Рисунок 2.2.3 – Занятие лечебной гимнастикой в гимнастическом зале.

Процедуры включали в себя дыхательные упражнения, упражнения с включением в работу мышечных групп, с большой амплитудой, с отягощением, упражнения для активизации кровообращения и обмена веществ, упражнения, направленные на улучшение саморегуляции, увеличение основного обмена веществ и укрепление мышц брюшного пресса. Также комплекс включал в себя упражнения для формирования правильной осанки и улучшения функции опорно-двигательного аппарата.

*Аэробные упражнения на велотренажере V-ergo Pro 92590, («Лоде Б.В.», Нидерланды, регистрационное разрешение № ФСЗ 2010/07773), выполнялись пациентами в тренажерном зале с инструктором ЛФК (рис. 2.2.4).*



Рисунок 2.2.4 – Выполнение пациентом из основной группы аэробных упражнений на велотренажере

Длительность одного занятия составляла 25–30 минут. Занятия проводились ежедневно, кроме выходных (суббота, воскресенье), количеством 10 процедур на курс. Индивидуальная нагрузка рассчитывалась по формуле: ЧСС тренировочная = ЧСС покоя + 0,7 (190 – возраст – ЧСС покоя).

## 2.3. Методы исследования

### 2.3.1. Общий осмотр и сбор анамнеза

Всем пациентам проводили общеклинический осмотр с оценкой жалоб, сбором анамнеза и изучением имеющейся документации. При оценке жалоб уделялось внимание на изменение качества жизни, нарушение координации движения, изменения со стороны сердечно–сосудистой системы и метаболические нарушения. Во время сбора анамнеза выявлялись причины повышения массы тела, наличие стрессовых факторов в жизни пациента и предшествующая терапия. В том числе проводился сбор информации о самостоятельных попытках снижения массы тела, применяемой фармакологической терапии, посещения пациентом врача – эндокринолога или диетолога, соблюдение диеты. Делался акцент на информации о наличии или отсутствии заболеваний, ассоциируемых с избыточной массой тела или ожирением. Выявлялись сопутствующие заболевания, собирались данные гинекологического анамнеза.

Общий осмотр включал в себя общеврачебный осмотр по органам и системам с оценкой их состояния. У пациентов измерялся рост стоя, с использованием ростомера и проводилось взвешивание, с помощью весов стандартным методом. По результатам полученных данных рассчитывался «ИМТ по формуле Кеттле:  $\text{ИМТ} = \text{вес(кг)}/\text{рост (м}^2\text{)}$ ».

С помощью сантиметровой ленты у всех пациентов измерялась ОТ и окружность бедер (ОБ). Результат фиксировался в см. Исследование проводилось у всех пациентов исходно. Динамика результатов оценивалась после лечения (через 14 дней), спустя 3 и 6 месяцев в основной и группе сравнения.

После общеклинического осмотра и выявления возможных показаний и противопоказаний пациенты были осмотрены врачом–кардиологом и врачом ЛФК.

### 2.3.2. Функциональные тесты

Для объективной оценки двигательных способностей и баланса использовали функциональные тесты, которые выполнялись всеми пациентами исходно и в динамике у пациентов основной группы и группы сравнения сразу после завершения лечения (через 14 дней), спустя 3 и 6 месяцев.

При определении мышечной силы (по методике В. Янда) отдельно оценивали мышечную силу спины и живота по пятибалльной шкале.

*«Для оценки мышечной силы живота тестируемый находится в ИП (лежа на спине, ноги согнуты в коленях, руки находятся на затылке, локти разведены). Далее происходят движения (5 баллов) – «приседание». При этом сопротивление не оказывается. 4 балла – ИП, происходит медленное движение, таз начинает опрокидываться, при этом, при этом, руки вытянуты вперед. Сопротивления нет. 3 балла – ИП пациент лежит на спине с вытянутыми ногами, руки вдоль туловища. Испытание заключается в следующем– пациент может оторвать голову от опоры, при этом, нижние конечности находятся в ИП. 2 балла– тестируемый лежит лежа на боку в ИП, руки заведены за голову, ноги выпрямлены. Движение осуществляется за счет сгибания туловища и приведения согнутых ног к груди, с максимальной амплитудой. 1 балл– ИП лежа на спине, ноги вытянуты, не согнуты. Пальпируется мышцы в брюшной стенке кистями пальцев при кашле и максимальном вдохе. 0 баллов– ИП, как при 1 балле, но при этом нет напряжения мышц брюшного пресса» [56].*

*«Для оценки силы мышц спины тестируемый находится в ИП лежа на животе, при этом, грудная клетка расположена на опоре. Руками удерживается корпус за счет фиксации за края опоры. 5 баллов – тестируемый разгибает туловище и приподнимает нижние конечности до уровня груди (горизонтально) или выше. Сопротивление не оказывается. 4 балла – ИП лежа на животе, при этом грудная клетка свешивается с опоры (до уровня гребней подвздошных костей), руки вдоль тела, туловище образует угол 30°. Движение происходит за счет поднятия туловища до горизонтального уровня или выше. Сопротивление не оказывается. 3 балла – ИП лежа на животе, без фиксации, происходит движение*

«лодочка». 2 балла ИП (см. выше), движение происходит за счет разгибания головы с разведенными плечами. Таким образом голова и плечи отрываются от опоры. 1 балл – ИП – лежа на животе, тестируемый отрывает хотя бы голову от опоры. 0 баллов – аналогично, как при 1 балле, но натяжение мышц–разгибателей не пальпируется» [56].

Определение выносливости к статической нагрузке для мышц спины и живота проводили по методике Г. И. Турнер.

*«Для мышц живота:* испытуемый лежит в ИП лежа на спине, руки сомкнуты на затылке, локти разведены, ноги согнуты в коленных суставах, стопы фиксированы на опоре. По команде человек поднимает туловище до опрокидывания таза («сидение»). Время засекается с помощью секундомера. Для результата фиксируется количество секунд, за которое пациент удерживал корпус в позиции «сидение». Так, физиологическая норма для пациентов данного возраста для мышц живота составляет от 40 до 60 секунд» [56].

*«Для мышц спины:* пациент находится в ИП лежа на животе. Корпус опрокидывается с опоры, руки на затылке. Корпус фиксируется к опоре на уровне гребней подвздошных костей. Далее, грудная клетка сгибается на 30°. Тестируемый разгибает спину до горизонтального уровня. Результат удержания туловища в горизонтальном положении фиксируется с помощью секундомера. Физиологическая норма для пациентов данного возраста составляет от 60 до 90 сек» [56].

Определение выносливости к динамической нагрузке для мышц спины и живота также проводили по методике по Г. И. Турнер.

*«Для мышц живота:* пациент лежит в ИП лежа на спине, руки сомкнуты на затылке, локти разведены, ноги согнуты в коленных суставах, стопы фиксированы на опоре» [56]. По команде человек поднимает туловище так, чтобы локти могли соприкоснуться с коленями. Возрастная физиологическая норма для мышц живота составляет до 30 раз» [56].

*Для мышц спины:* пациент находится в ИП лежа на животе. Корпус опрокидывается с опоры, руки на затылке. Корпус фиксируется к опоре на уровне

гребней подвздошных костей. Далее, грудная клетка сгибается на 30°. Тестируемый разгибает спину до горизонтального уровня. Результат считается в количестве повторений разгибания в поясничном отделе. Возрастная физиологическая норма для мышц спины составляет до 30 раз [56].

*Тест на оценку статического равновесия «Стойка на одной ноге»* проводился по методике Е. Я. Бондаревского. «Тест проводился с закрытыми и открытыми глазами, результат фиксировался с помощью секундомера. ИП–исследуемый стоит на ровной поверхности босыми ногами. Далее, сгибает правую ногу в коленном суставе и пяткой согнутой ноги касается к колену опорной ноги. Тест завершается, когда пациент становится на две ноги, если происходит падение или схождение с места. Физиологическая норма с закрытыми глазами считается от 15 секунд, с открытыми глазами от 30 секунд» [56].

*Для оценки динамического равновесия проводили тест ходьбы на месте или Fukuda–Unterberger (тест Фукуды).* «ИП – тестируемый стоит босиком на ровной поверхности с закрытыми глазами. По команде исследователя начинает шагать на месте с поднятием колен поочередно на 90° оценивался с закрытыми глазами. Тест проводится за 1 минуту, результат фиксируется в количестве повторений (нормальным считаются ритм 72–84 шага в минуту)» [56].

*Тест на определение скорости ходьбы «Тест 10–метровой ходьбы»,* «выполнялся в помещении с разметкой. Пациент стоит, по команде начинает движение. Время засекалось с помощью секундомера. Результат скорости прохождения стандартного расстояния оценивался в м/с» [56].

*Тест «Встань и иди»* использовался для определения двигательных способностей. «Тестируемый находится в ИП–сидит на стуле. По команде исследователя пациент встает со стула, проходит стандартное расстояние в 3 метра и возвращается в ИП. Результат фиксировался с помощью секундомера. Физиологической нормой является до 10 секунд» [56].



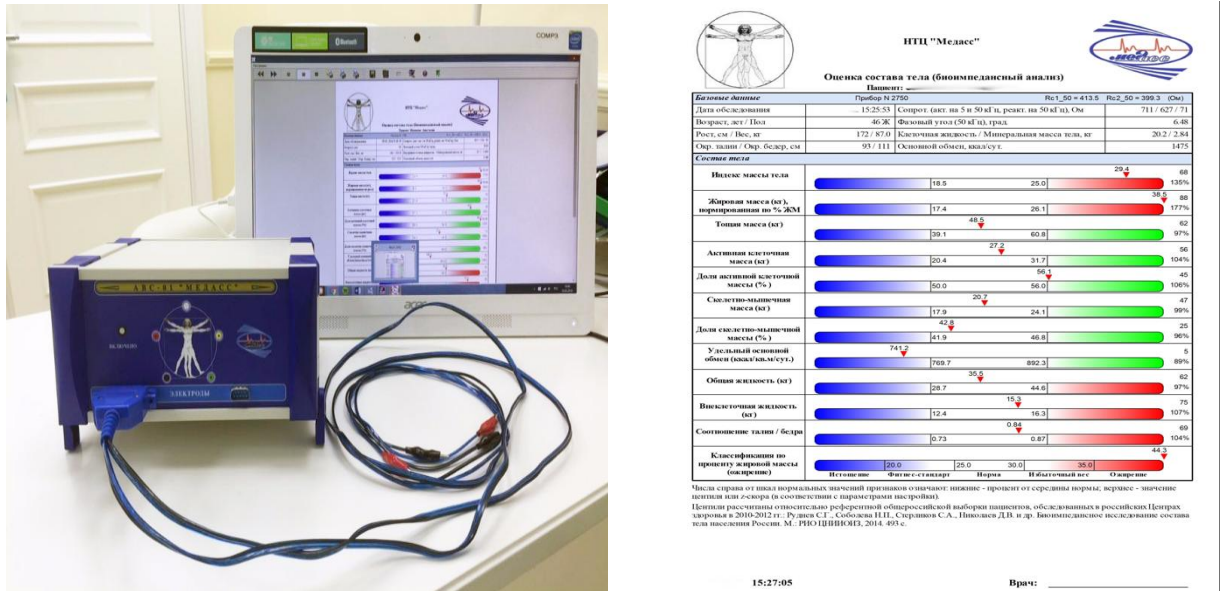
### 2.3.3. Инструментальные методы исследования

*Определение относительной мышечной силы правой и левой руки* проводили с помощью кистевого динамометра ДК–100 (ЗАО «Нижнетагильский медико–инструментальный завод», Россия, № регистрационного разрешения ФСР 2008/02239), диапазон измерений которого составляет от 0 до 104 ДаН. Пациент поочередно сжимал правой и левой рукой динамометр. Процедура проводилась трижды, записывался лучший результат.

*Для оценки толщины подкожного жира использовали калипер* (Bee's Knees, Китай, № регистрационного разрешения ФСР 2008/02491). Для проведения тестирования врач проводил несколько измерений толщины подкожно жировой складки в области трехглавой мышцы, двуглавой мышцы, в подлопаточной области, в области боковой поверхности грудной клетки, над гребнем подвздошной кости, в области середины бедра, икроножной мышцы и живота.

*Определение состава тела методом биоимпедансометрии* проводили на анализаторе биоимпедансных обменных процессов и состава тела АВС–02 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», № регистрационного разрешения РЗН 2016/3886). Аппарат представляет собой платформу с прикрепленными одноразовыми электродами и кабелем пациента. Перед проведение процедуры регистрировали в базу данных пол, рост, вес, ОТ и ОБ пациента. Исследование проводилось через определенный временной интервал – через 2 часа после завтрака (рис. 2.3.1, а).

«В протоколе биоимпедансного анализа исследования графически отображались: ИМТ ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ), жировая масса тела (в кг), доля жировой массы в организме (в %), тощая (безжировая) масса тела (в кг), удельный основной обмен веществ (в  $\text{ккал}/\text{рост}^2/\text{сут}$ ), основной обмен (ккал/сут), активная клеточная масса (в кг), доля активной клеточной массы (в %), ОТ/ОБ, скелетно–мышечная масса (в кг), доля скелетно–мышечной массы в тощей массе (в %), общее количество жидкости (в кг), внеклеточная жидкость (в кг)» [172] (рис. 2.3.1, б).

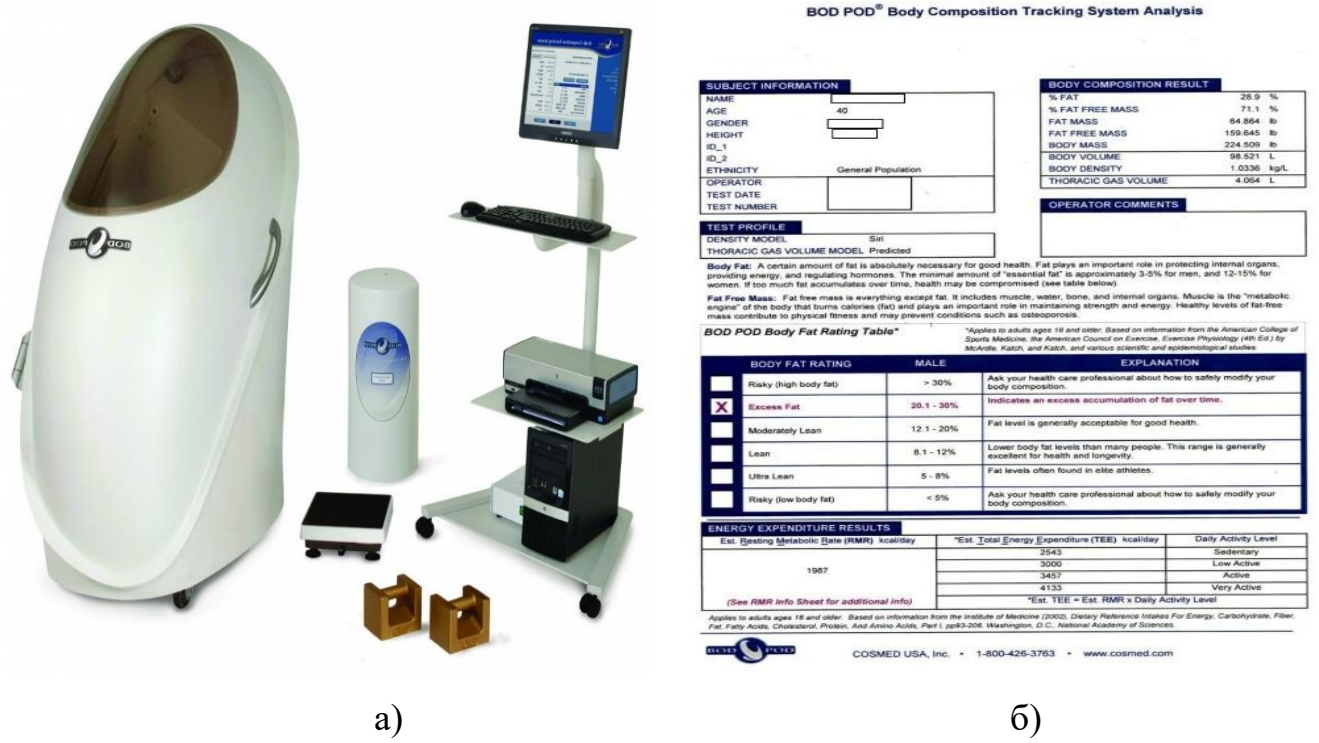


а)

б)

Рисунок 2.3.1 – Биоимпедансный анализатор состава тела ABC-02 «Медасс»: а) общий вид, б) пример заключения биоимпедансометрии

Композиционный состав тела измеряли также с помощью ВЗБПГ на аппарате Bod Pod (Cosmed, USA, Ins, № регистрационного разрешения РЗН 2018/7301). (рис. 2.3.2)



а)

б)

Рисунок 2.3.2 – Аппарат ВЗБПГ - Bod Pod (Cosmed, USA, Ins) для исследования состава тела: а) общий вид, б) пример заключения исследования.

ВЗБПГ представляла собой капсулу в виде единого блока, состоящую из двух камер - тестовой и референсной. Пациент помещался в камеру через дверь в тестовой камере. Перед проведение процедуры регистрировали в базу данных пол, рост (см), вес (в кг), ОТ и ОБ пациента (в см). Исследование проводили через 2 часа после завтрака. Результаты исследования композиционного состава на аппарате ВЗБПГ содержал данные об основном обмене пациента (в ккал), жировой массы и тощей массы (в кг), доле жировой массы и тощей массы (в %), а также о внутригрудном объеме (в л) (рис. 2.3.2).

Функцию статического равновесия исследовали методом стабилотрии на аппарате Стабилан 01–2 (ОКБ «Ритм», Россия, № регистрационного разрешения ФСР 2010/08958), в европейской стойке (с открытыми глазами). Стабилан –01–2 — это аппарат в виде стабильной платформы с четырьмя датчиками, которые обладают чувствительностью к прилагаемой к ним силе [50, 54]. Аппарат регистрировал изменение положения координат тела, центра давления (ЦД) на основе колебаний прилагаемой силы к платформе. Статокинезиограмма (СКГ) представляет собой графики перемещения ЦД во фронтальной и сагиттальной оси координат, связанной с пациентом (рис. 2.3.3).

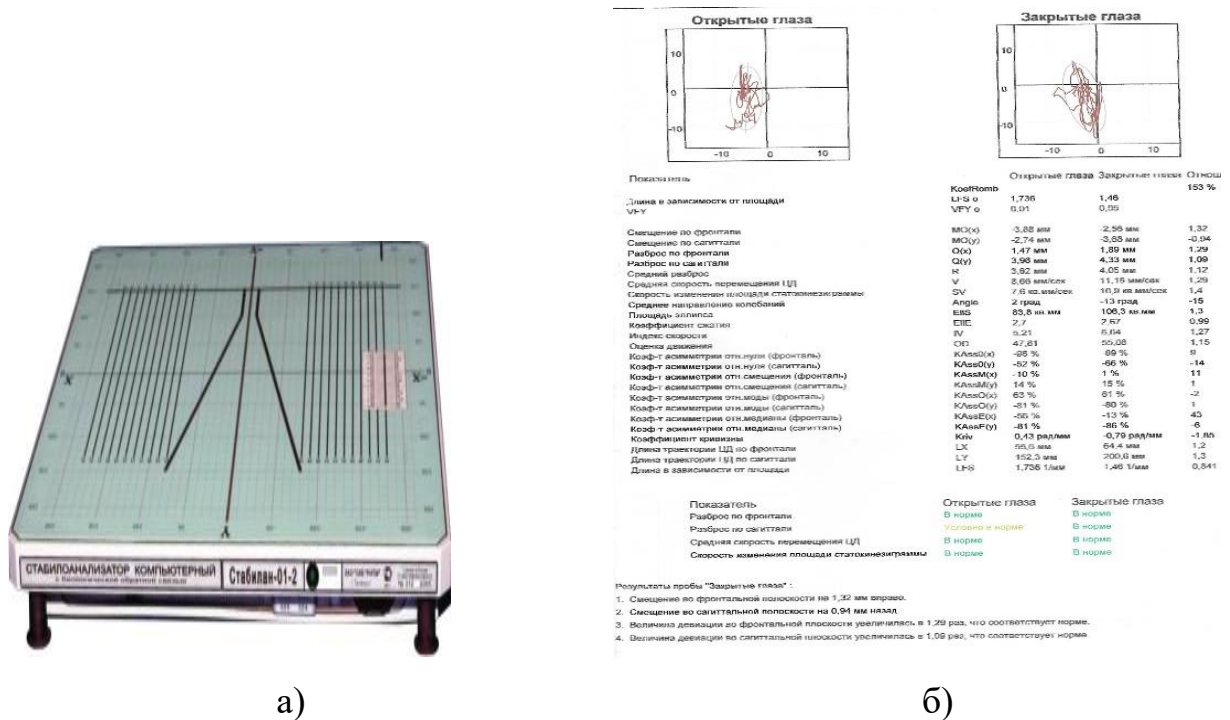


Рисунок 2.3.3 – Стабилотрическое исследование: а) аппарат Стабилан–01–2 (ОКБ «Ритм», Россия) общий вид, б) пример статокинезиограммы.

Для анализа статического равновесия по результатам стабилотрии использовались следующие параметры: смещение по фронтали и по сагиттали (в мм), разброс по фронтали и по сагиттали (в мм), средний разброс (в мм), средняя скорость перемещения ЦД (в мм/сек), скорость перемещения площади СКГ (в мм/сек), площадь эллипса (мм<sup>2</sup>), индекс скорости, коэффициент асимметрии относительно нуля по фронтали и по сагиттали (в %), коэффициент асимметрии относительно смещения по фронтали и по сагиттали (в %), длина траектории ЦД в зависимости от площади (1/мм).

У пациентов, проходящих медицинскую реабилитацию, для исключения противопоказаний для проведения лечения, а также в динамике в качестве теста безопасности, проводили регистрацию электрокардиограммы на аппарате Cardio Touch 3000 (производитель Bionet Co., Ltd, Корея, № регистрационного разрешения ФСЗ 2012/13038) и ее расшифровку по общепринятой методике [2,71].

#### *2.3.4. Лабораторные методы исследования*

Забор венозной крови осуществлялся всем пациентам сидя, утром, натощак, на фоне неизменной диеты, в период с 8.00 до 8.30.

*Биохимические лабораторные исследования* проводили на анализаторе акционерного общества «Вектор Брест» Россия. Для определения уровня глюкозы в сыворотке крови (норма: 3,5–6,1 ммоль/л) использовали набор реагентов для определения гексокиназным методом (№ регистрационного разрешения РНЗ 2017/6420) с помощью спектрофотометрического анализа. Уровень общего холестерина (норма: 3,5–5,1 ммоль/л) и липопротеинов высокой плотности (ЛПВП, норма: 0,8–1,9 ммоль/л) определяли набором реагентов (№ регистрационного разрешения РЗН 2015/3508) с помощью ферментного спектрофотометрического анализа. Исследование уровня триглицеридов (ТГ, норма: до 1,7 ммоль/л) проводилось с использованием набора реагентов триглицериды–Ново (№ регистрационного разрешения РЗН 2017/6082) с помощью энзиматического колориметрического метода. Исследование липопротеинов низкой плотности (ЛПНП, норма: до 2,5 ммоль/л) проводилось с

помощью набора реагентов (№ регистрационного разрешения РЗН 2015/3376) ферментным спектрофотометрическим анализом. Также пациентам проводили тест на толерантность к углеводам со стандартным завтраком. Пациенту проводили забор венозной крови натощак в 9.00 с определением уровня глюкозы. Далее пациент получал стандартный завтрак (4 столовые ложки овсяной каши на воде, 200 мл томатного сока, 30 г диетического печенья, что соответствовало 4м хлебным единицам), после чего находился 2 часа в покое. В 11.00 пациенту был проведен повторный забор венозной крови и определение постпрандиальной гликемии.

*Исследование гормонального профиля* крови проводилось всем пациентам в сыворотке крови методом иммунохемилюминисцентного анализа. В исследовании натощак определяли уровень 25(OH)D (норма: 30–100 нг/мл), кортизола (норма: 55–690 нмоль/л), соматомедина–С (норма: 89–225 нг/мл), лептина (норма: 3,7–11,1 нг/мл), свободного инсулина (норма: 3–25 мкЕд/мл). Рассчитывали индекс инсулинорезистентности НОМА–IR по формуле: инсулин натощак × глюкоза натощак / 22,5 (норма: 0–2,7).

С целью выявления возможных противопоказаний к проведению медицинской реабилитации и ее осложнений, у всех пациентов, проходивших медицинскую реабилитацию, исследовали общие биохимические тесты, общий (клинический) анализ крови и общий (клинический) анализ мочи.

Для исследования уровня общего белка в сыворотке крови (норма: 64–83 г/л) использовался набор реагентов (№ регистрационного разрешения РЗН 2017/6080). Исследование уровня АЛТ (норма: для женщин <33 Ед/л; для мужчин <40 Ед/л) проводилось с помощью ферментного спектрофотометрического анализа (№ регистрационного удостоверения РЗН 2017/6210). Уровень АСТ (норма: для женщин <32 Ед/л; для мужчин <40 Ед/л) исследовался набором реагентов для определения активности аспартатаминотрансферазы (№ регистрационного разрешения РЗН 2017/6208) при помощи ферментного спектрофотометрического анализа. Для определения уровня креатинина (норма: для женщин 44–80; для мужчин 62–90, мкмоль/л) использовался набор для спектрофотометрического

анализа и набор реагентов для определения концентрации креатинина в сыворотке крови (№ регистрационного разрешения РЗН 2017/6456). Общий (клинический) анализ крови выполнялся на гематологическом анализаторе Pentra, модель 80 XL Хориба АБИкс САС, Франция (№ регистрационного разрешения ФСЗ 2010/08115). Общий (клинический) анализ мочи выполнялся на автоматическом анализаторе мочи ClinitekAtlas Сименс Хелскеа Диагностикс Продактс ГмбХ (№ регистрационного разрешения ФСЗ 2007/00959). Для микроскопии мочевого осадка использовали тест полоски диагностические для анализатора серии «Клинитекс» (№ регистрационного разрешения ФСЗ 2012/12173).

#### **2.4. Статистическая обработка данных**

Статистический анализ выполнен в программе Microsoft Statistica 11.0 для Windows версии 20 и программного обеспечения Stat Soft. Inc. Версии 11 для Windows (Stat Soft. Inc., 2300 Восток 14 ул., Тулса, ОК 74104, США, авторские права © 2013) с использованием параметрических и непараметрических методов. В случае нормального распределения значения приводились в виде среднего значения и стандартного отклонения  $M \pm \sigma$ , если распределение не было нормальным - значения показателей приводили в виде медианы и 25го и 75го квартилей  $Me [Q1; Q3]$ . Сравнение межгрупповых различий (в независимых выборках) проводили с использованием Т-критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони при нормальном распределении или U-критерия Манна-Уитни при не нормальном. Внутригрупповые сравнения при проведении анализа изменений показателей в динамике производили с использованием парного t-критерия Стьюдента при нормальном распределении или критерия Вилкоксона, если распределение не подчинялось нормальному закону распределения. Для выявления линейной взаимосвязи двух показателей использовали непараметрический метод ранговой корреляции с вычислением коэффициента корреляции Спирмена «r», для определения взаимосвязи конечных величин применяли непараметрический метод гамма-корреляции. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

## ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Изменения мышечной силы, двигательной и координационной функции у пациентов с ожирением

Для изучения степени и характера изменений мышечной силы, двигательной и координационной функции у пациентов с ожирением были сформированы 2 группы – исследуемая и контрольная (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1 – Клинико-возрастные характеристики пациентов с ожирением в исследуемой и контрольной группах

Показатели	Исследуемая группа (n=80)	Контрольная группа (n=80)	p
Мужчины/Женщины	16/64	16/64	1,0
Возраст (лет)	58,0 [47,0; 61,0] (40,0–64,0)	60,2 [49,0; 62,0] (40,0–65,0)	0,12
Рост (см)	166,3 [160,0; 172,0] (141,0–186,0)	165,9 [160,0; 173,0] (151,0–180,0)	0,56
Масса тела (кг)	107,8 [93,0; 118,0] (76,0–152,0)	65,0 [61,0; 70,0] (51,0–79,0)	<b>0,000005</b>
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	37,9 [33,3; 44,3] (30,01–49,6)	23,6 [21,9; 24,4] (22,2–25,0)	<b>0,000002</b>
ОТ (см)	112,1 [102,0; 123,0] (85,0–169,0)	76,9 [72,0; 81,0] (65,0–88,0)	<b>0,000001</b>
ОБ (см)	123,6 [112,0; 133,0] (101,0–167,0)	95,2 [89,0; 104,0] (80,0–107,0)	<b>0,002</b>

Примечание: Данные представлены в виде Ме [Q1;Q3]. Для сравнения величин использован U–критерий Манна–Уитни.

Исследуемую группу составили 80 пациентов (16 мужчин и 64 женщины) с установленным диагнозом экзогенно-конституционального ожирения в возрасте от 40 до 64 лет (медиана 58,0 [47,0; 61,0] лет), с массой тела от 76 до 152 кг (медиана 107,8 [93,0; 118,0] кг) и ИМТ от 30,01 до 49,6 кг/м<sup>2</sup> (медиана 37,9 [33,3; 44,3] кг/м<sup>2</sup>). В контрольную группу включили 80 практически здоровых участников (16 мужчин и 64 женщины) в возрасте от 40 до 65 лет (медиана 60,2 [49,0; 62,0] лет) с нормальной массой тела (вес от 51 до 79 кг, медиана 65,0 [61,0; 70,0] кг; ИМТ от 22,2 до 25,0 кг/м<sup>2</sup>, медиана 23,6 [21,9; 24,4] кг/м<sup>2</sup>).

Группы были статистически равнозначны ( $p > 0,05$ ) по гендерному соотношению, возрастным характеристикам и значениям роста, однако при этом статистически значимо различались по значениям массы тела ( $p = 0,000005$ ) и ИМТ ( $p = 0,000002$ ). Также пациенты исследуемой группы имели достоверно большие показатели ОТ ( $p = 0,000001$ ) и ОБ ( $p = 0,002$ ), что закономерно для пациентов с изучаемой патологией (табл. 3.1.1).

При исследовании метаболических показателей углеводного и липидного обмена нами не было выявлено статистически значимых различий между группами в показателях липидного обмена – в уровнях общего холестерина ( $p = 0,88$ ), ТГ ( $p = 0,11$ ), ЛПВП ( $p = 0,054$ ) и ЛПНП ( $p = 0,84$ ). Также пациенты с ожирением имели практически такой же уровень гликемии натощак, что и лица с нормальной массой тела в контрольной группе ( $p = 0,08$ ). В то же время, у пациентов с ожирением выявлен более высокий уровень свободного инсулина (на 27,4%,  $p = 0,03$ ). Кроме того, пациенты с ожирением имели более низкий уровень витамина 25(ОН)D (на 26,7%,  $p = 0,013$ ) и медиана у пациентов исследуемой группы соответствовала уровню дефицита витамина D, по сравнению с пациентами с нормальной массой тела, у которых медиана 25(ОН)D была на уровне недостаточности витамина D (табл. 3.1.2).



Таблица 3.1.2 – Базовые характеристики лабораторных показателей углеводного и липидного обмена в исследуемой и контрольной группах

Показатели	Исследуемая группа – пациенты с ожирением (n=80)	Контрольная группа (n=80)	p
Общий холестерин (ммоль/л)	5,6 [4,8; 6,3] (3,1; 9,3)	5,6 [4,8; 6,0] (3,8; 9,1)	0,88
Триглицериды (ммоль/л)	2,0 [1,2; 2,4] (0,5; 7,2)	1,5 [1,0; 1,8] (0,5; 2,5)	0,11
ЛПНП (ммоль/л)	3,4 [2,7; 3,9] (1,2; 6,7)	3,5 [2,9; 3,5] (2,1; 6,7)	0,84
ЛПВП (ммоль/л)	1,5 [1,1; 2,4] (0,7; 2,8)	1,8 [1,5; 2,0] (0,9; 2,5)	0,054
Глюкоза (ммоль/л)	6,1 [5,3; 6,2] (4,1; 6,8)	5,4 [5,2; 5,7] (4,4; 6,4)	0,08
Инсулин свободный (мкЕд/мл)	14,4 [6,3; 16,7] (2,0; 17,1)	11,3 [9,5; 15,0] (4,1; 17,7)	<b>0,03</b>
25(OH)D, нг/мл	19,8 [13,7; 24,1]	27,0 [21,6; 33,1]	<b>0,013</b>

Примечание: Данные представлены в виде Me [Q1; Q3] (минимум-максимум), для сравнения величин использован U–критерий Манна–Уитни.

Анализ показателей мышечной силы и функциональных тестов выявил, что у пациентов с ожирением, по сравнению с лицами с нормальной массой тела того же возраста (контрольная группа), наблюдаются достоверно более низкие показатели мышечной силы, как правой ( $p=0,012$ ), так и левой руки ( $p=0,007$ ), а также меньшие значения силы мышц живота ( $p=0,002$ ) и спины ( $p < 0,001$ ). Также при ожирении отмечается более длительное время выполнения теста «Встань и иди» ( $p=0,001$ ) и меньшая выносливость мышц живота ( $p < 0,001$ ) и мышц спины ( $p < 0,001$ ) к статической и к динамической нагрузке ( $p=0,002$  и  $p < 0,001$ , соответственно) (табл. 3.1.3).

Таблица 3.1.3 – Показатели мышечной силы и результатов функциональных тестов у пациентов с ожирением и в контроле

Показатели	Исследуемая группа (n=80)	Контрольная группа (n=80)	p
<b>Тесты на оценку мышечной силы</b>			
Динамометрия, правая рука (ДаН)	24,0 [16,0; 30,0] (5,0–50,0)	30,2 [20,0; 40,0] (16,0–42,0)	<b>0,012</b>
Динамометрия, левая рука (ДаН)	22,1 [14,0; 30,0] (2,0–48,0)	28,2 [19,0; 40,0] (12,0–40,0)	<b>0,007</b>
Тест на силу мышц живота (баллы)	3,0 [3,0; 3,0] (1,0–4,0)	3,0 [3,0; 3,8] (3,0–4,0)	<b>0,002</b>
Тест на силу мышц спины (баллы)	4,9 [5,0; 5,0] (2,0–5,0)	5,0 [5,0; 5,0] (4,0–5,0)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Тесты на оценку выносливости к статической нагрузке</b>			
Для мышц живота (сек)	12,7 [7,7; 15,0] (1,0–40,1)	28,8 [14,6; 40,1] (11,9–70,0)	<b>&lt; 0,001</b>
Для мышц спины (сек)	14,0 [5,1; 20,7] (1,0–60,0)	27,0 [21,1; 29,8] (10,1–70,0)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Тесты на оценку выносливости к динамической нагрузке</b>			
Для мышц живота (кол–во раз)	30,5 [21,0; 37,0] (6,0–59,0)	37,0 [30,0; 42,0] (25,0–50,0)	<b>0,002</b>
Для мышц спины (кол–во раз)	9,2 [5,0; 12,0] (1,0–30,0)	16,7 [13,0; 20,0] (5,0–25,0)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Функциональные тесты на оценку равновесия</b>			
Стойка на правой ноге с откр-ми глазами (сек)	29,5 [7,1; 30,5] (0,0–186,8)	30,9 [18,5; 32,0] (12,0–120,0)	<b>0,002</b>
Стойка на левой ноге с открытыми глазам (сек)	25,7 [5,6; 37,2] (1,0–159,9)	39,0 [34,0; 50,0] (18,0–58,7)	<b>&lt; 0,001</b>
Стойка на правой ноге с закрытыми глазам (сек)	5,6 [2,2; 5,6] (0,2–30,7)	9,09 [5,6; 15,0] (6,8–11,2)	<b>&lt; 0,001</b>
Стойка на левой ноге с закрытыми глазам (сек)	6,2 [2,2; 8,0] (1,0–32,3)	9,4 [6,2; 12,8] (3,0–12,8)	<b>&lt; 0,001</b>
Тест Фукуды (кол-во раз)	63,9 [57,0; 76,0] (37,0–88,0)	65,8 [60,0; 77,0] (50,0–82,0)	0,79
<b>Функциональные тесты на функции передвижения</b>			
Тест «Встань и иди» (сек)	8,3 [7,1; 9,0] (4,8–9,6)	7,2 [6,9; 7,5] (5,8–8,4)	<b>0,001</b>
10-метровый тест на скорость ходьбы (м/сек)	0,9 [0,8; 0,9] (0,4–7,2)	0,89 [0,8; 1,0] (0,6–1,2)	0,98

Примечание: Данные представлены в виде Me [Q1; Q3] (минимум–максимум), использовали U–критерий Манна–Уитни.

Также у пациентов с ожирением оказалось достоверно меньшее время удержания равновесия в тестах «Стойка на правой ноге с открытыми глазами» ( $p=0,002$ ), «Стойка на левой ноге с открытыми глазами» ( $p<0,001$ ), «Стойка на правой ноге с закрытыми глазами» ( $p<0,001$ ) и «Стойка на левой ноге с закрытыми глазами» ( $p<0,001$ ). Однако не было выявлено различий между группами в результатах тест ходьбы на месте ( $p=0,79$ ) и в тесте на скорость ходьбы ( $p=0,98$ ) (табл. 3.1.3).

Полученные данные о негативном влиянии ожирения на показатели мышечной силы и выносливости подтверждены с помощью корреляционного анализа. Выявлена статистически значимая прямая зависимость (гамма корреляции) между уровнем мышечной силы спины ( $\gamma=-0,81887$ ,  $p=0,003832$ ) и массой тела. Также обнаружены достоверная связь между уровнем выносливости мышц спины к физической нагрузке и ИМТ,  $\gamma=-0,79505$ ,  $p=0,010016$  (рисунок 3.1.1). При этом не было выявлено зависимости между возрастом и уровнем выносливости мышц спины к физической нагрузке ( $\gamma=0,107569$ ,  $p=0,361644$ ).

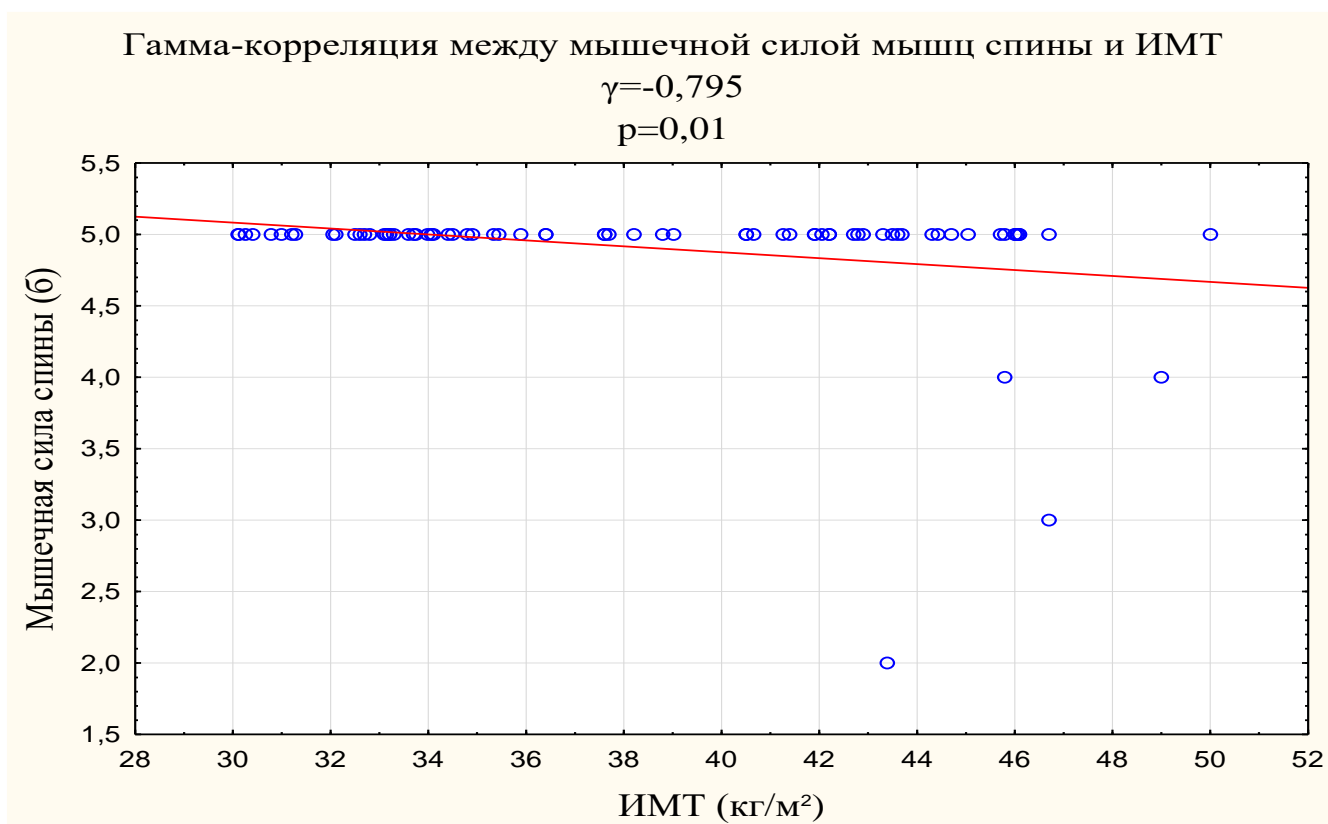


Рисунок 3.1.1 – Корреляционная зависимость (гамма-корреляция) между показателями мышечной силы спины и ИМТ у пациентов с ожирением



Ранговые корреляции Спирмена между выносливостью мышц живота к статической нагрузке и ИМТ

Спирмена  $R=-0,506$

$t(N-2)=-4,4307$

$p=0,00004$

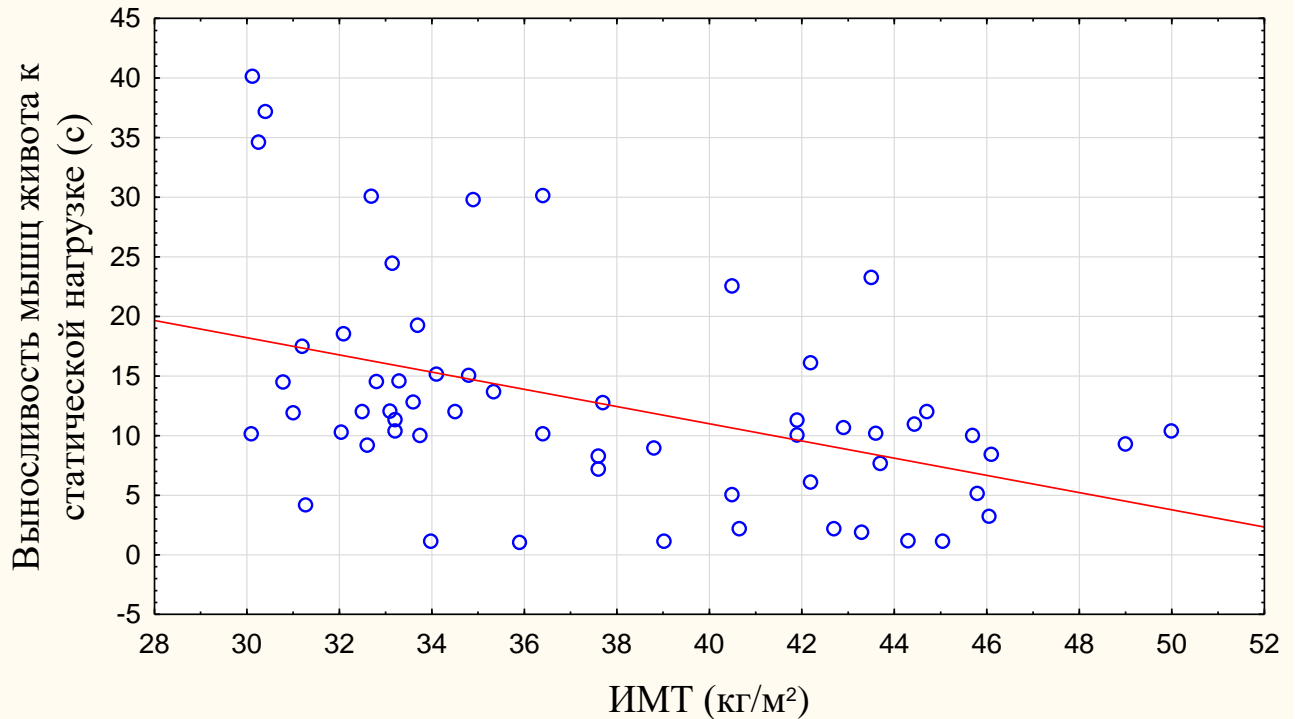


Рисунок 3.1.3 – Корреляционная зависимость (ранговая корреляция Спирмена) между показателями выносливости к статической нагрузке мышц живота и ИМТ у пациентов с ожирением

При анализе стабилOMETрических показателей, у пациентов с ожирением наблюдались статистически значимые различия по сравнению с контролем в показателях смещения в сагиттальной плоскости ( $p=0,031$ ), скорости перемещения ЦД ( $p=0,045$ ), скорости перемещения СКГ ( $p=0,022$ ), площади перемещения эллипса ( $p=0,011$ ). При этом, достоверных отличий между группами в смещении по фронтالي ( $p=0,298$ ), разбросе по фронтали ( $p=0,136$ ), в разбросе по сагиттали ( $p=0,058$ ), в среднем разбросе ( $p=0,107$ ), в индексе скорости ( $p=0,051$ ), в коэффициенте асимметрии относительно 0 по сагиттали и фронтали ( $p=0,255$  и  $p=0,084$  соответственно), в длине траектории ЦД в зависимости от площади ( $p=0,873$ ) получено не было (табл. 3.1.4).

Таблица 3.1.4 – Результаты стабилотрии у пациентов с ожирением и контрольной группе

Показатели	Исследуемая группа (n=80)	Контрольная группа (n=80)	p
Смещение по фронтالي, мм	1,73 [-1,84; 2,62] (-2,1; 3,25)	2,03 [-2,12; 2,57] (-2,12; 2,57)	0,298
Смещение по сагиттали, мм	-3,97 [-4,83; -1,35] (-4,18; 1,72)	-2,00 [-3,30; 0,51] (-1,35; 2,48)	<b>0,031</b>
Разброс по фронтали, мм	2,96 [2,22; 3,31] (2,07; 3,61)	3,24 [2,67; 4,7] (2,23; 4,52)	0,136
Разброс по сагиттали, мм	4,08 [3,71; 5,51] (3,44; 5,72)	5,21 [4,15; 5,72] (3,79; 5,72)	0,058
Средний разброс, мм	4,83 [3,96; 5,88] (3,73; 6,41)	5,58 [4,31; 6,91] (4,07; 6,91)	0,107
Скорость перемещения ЦД, мм/сек	9,36 [7,95; 13,53] (6,95; 13,53)	8,48 [7,87; 10,07] (7,46; 10,54)	<b>0,045</b>
Скорость изменения площади СКГ, мм/сек	16,40 [10,75; 33,9] (10,1; 33,9)	13,20 [9,57; 16,95] (8,7; 19,3)	<b>0,022</b>
Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>	240,60 [151,25; 401,3] (145,1; 401,3)	186,60 [114,8; 228,5] (101,5; 262,4)	<b>0,011</b>
Коэффициент сжатия	1,78 [1,44; 2,57] (1,11; 6,31)	1,66 [1,35; 2,72] (1,51; 3,26)	0,706
Индекс скорости	5,32 [5,04; 6,26] (4,76; 6,67)	5,93 [4,96; 8,61] (4,4; 8,61)	0,051
Коэффициент асимметрии относительно нуля (фронталь), %	40,0 [-44,25; 61,75] (-64,0; 74,0)	25,0 [-37,0; 45,0] (-37,0; 45,0)	0,255
Коэффициент асимметрии относительно смещения (фронталь), %	5,0 [-6,0; 7,25] (-11,0; 9,0)	-6,00 [-17,0; 13,50] (-15,0; 14,0)	0,084
Длина, в зависимости от площади, 1/мм	-3,0 [-11,0; 9,0] (0,68; 1,38)	-9,0 [-10,0; 15,0] (0,62; 1,17)	0,873

Примечание: Данные представлены в виде Me [Q1; Q3] (минимум-максимум, использован U-критерий Манна-Уитни).

Таким образом, результаты I этапа исследования показали, что у пациентов с ожирением в возрасте 40-65 лет, по сравнению лицами с нормальной массой тела того же возраста и пола, наблюдается достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение мышечной силы рук, живота и спины, более длительное время выполнения теста «Встань и иди» ( $p = 0,001$ ), а также значительное ( $p < 0,05$ ) ухудшение функции статического равновесия по результатам теста «Стойка на одной ноге» и данным стабиллометрии.

Пациентам с ожирением в возрасте старше 40 лет рекомендуется проводить оценку мышечной силы, двигательных и координационных способностей с целью формирования персонализированных реабилитационных программ.

### 3.2. Эффективность комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и гидрокинезотерапии в снижении массы тела и изменении композитного состава тела

Исследуемую выборку составили 80 пациентов с ожирением из основной группы I этапа работы, которые методом рандомизации были разделены на две группы (табл. 3.2.1).

Таблица 3.2.1 – Исходные характеристики исследуемых групп пациентов с ожирением перед началом медицинской реабилитации.

Показатели	Основная группа (группа 1)	Группа сравнения (группа 2)	p
Количество пациентов	40	40	
Мужчины/женщины	5/35	11/29	0,23
Возраст (годы)	57,0 [48,0; 58,0]	57,0 [49,0; 59,0]	0,7
Рост (см)	165,2 [156,0; 182,0]	167,1 [156,0; 182,0]	0,3
Масса тела (кг)	106,0±12,6	104,1±13,9	0,67
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	39,2 [30,1; 46,7]	37,5 [30,01; 46,1]	0,06
ОТ (см)	109,0 [105,0; 125,8]	105,5 [100,3; 118,3]	0,09
ОБ (см)	127,0 [112,3; 139,8]	117,5 [108,5; 127,3]	0,3

Примечание: значения показателей приведены в виде  $M \pm \sigma$  или  $Me [Q1; Q3]$ . Для сравнения различий между группами использовали t-критерий Стьюдента или критерий Манна-Уитни.

Как видно из табл. 3.2.1, в основную группу (группу 1) вошли пациенты (5 мужчин и 35 женщин), медиана возраста которых составила 57,0 [48,0; 58,0] лет, средний вес - 106,0±12,6 кг, медиана ИМТ - 39,2 [30,0; 46,7] кг/м<sup>2</sup>, ОТ – 109,0 [105,0; 125,8] см, ОБ – 127,0 [112,3; 139,8] см. Группу сравнения (группу 2) составили также 40 пациентов с ожирением (11 мужчин и 29 женщин), медиана возраста –



57,0 [49,0; 59,0] лет, вес  $104,1 \pm 13,9$  кг, ИМТ 37,5 [30,1; 46,1] кг/м<sup>2</sup>, ОТ – 105,5 [100,3; 118,3] см, ОБ – 117,5 [108,5; 127,3] см. По своим исходным характеристикам группы были равнозначны и статистически не различались ( $p > 0,05$ ) ни по одному из вышеуказанных показателей (табл. 3.2.1).

Пациенты с ожирением в основной группе проходили 2-х недельный курс реабилитации с использованием нового комплекса реабилитации, включающего 4 метода ЛФК: балансотерапию (сенсомоторную тренировку), групповые занятия гидрокинезотерапией в бассейне, групповые занятия специальным комплексом лечебной гимнастики в зале и аэробные упражнения на велотренажере. Пациенты с ожирением в группе сравнения проходили такой же по продолжительности курс реабилитации только с включением групповых занятий лечебной гимнастикой в зале и упражнений на велотренажере.

Снижение массы тела и уменьшение содержания жировой ткани – основная цель лечения ожирения. Оценка результатов лечения показала, что сразу после завершения реабилитации (через 14 дней) в обеих группах достоверно уменьшились средние значения массы тела ( $p = 0,0001$  в обеих группах), ОТ ( $p = 0,0001$  в группе 1 и  $p = 0,005$  в группе 2) и ОБ ( $p = 0,0001$  в группе 1 и  $p = 0,0003$  в группе 2). При оценке отдаленных результатов реабилитации через 3 и 6 месяцев, статистически значимое улучшение данных показателей также наблюдалось в обеих группах на всех этапах наблюдения (таблица 3.2.2).

Следует отметить, что исходно и через 14 дней средние значения массы тела в группе 1 были выше, чем в группе 2, различия между группами были достоверны ( $p = 0,009$ ). Через 3 и 6 месяцев, средние значения веса в основной группе были ниже, чем в группе сравнения, ( $p = 0,04$  и  $p = 0,044$  соответственно). Медианы массы тела в основной группе снизились на 3,1% непосредственно после завершения курса реабилитации, на 8,5% через 3 месяца и на 10,0% через 6 месяцев, в группе сравнения – на 2,2%, 2,4% и 6,8%, соответственно. Также через 6 месяцев в основной группе отмечались достоверно более низкое соотношение ОТ/ОБ ( $p = 0,004$  в сравнении с группой 2), и значимая положительная динамика ( $p < 0,05$  в

сравнении с исходным уровнем) ОТ/ОБ наблюдалась также только в основной группе (таблица 3.2.2).

Таблица 3.2.2 – Динамика массы тела, ОТ и ОБ у пациентов с ожирением, в зависимости от применяемого метода реабилитации

Показатели	Период наблюдения	Основная группа (группа 1)	Группа сравнения (группа 2)
Масса тела (кг)	Исходно	106,0±12,6	104,1±13,9
	через 14 дней	102,8±10,2 ***•••	101,8±12,7 ***
	через 3 мес	97,0±13,4 ** •	101,6±11,9 *
	через 6 мес	95,4±12,0 **•	97,0±13,5 ***
ОТ (см)	Исходно	109,0 [105,0; 125,8]	105,5 [100,3; 118,3]
	через 14 дней	107,0 [98,8; 120,0] ***•	103,5 [97,0; 114,3] **
	через 3 мес	107,5 [106,5; 120,3] **	105,0 [94,8; 117,3] *
	через 6 мес	105,5 [102,5; 119,3] **	100,0 [95; 112,5] **
ОБ (см)	Исходно	127,0 [112,3; 139,8]	117,5 [108,5; 127,3]
	через 14 дней	121,0 [109,5; 133,5] ***•	115,5 [107,0; 122,8] ***
	через 3 мес	118,5 [110,0; 133,3] ** ••	111,0 [104,5; 118,3] *
	через 6 мес	113,5 [109,8; 130,4] **••	107,0 [103,5; 114,5] **
ОТ/ ОБ	Исходно	0,9 [0,8; 1,5]	0,9 [0,8; 1,4]
	через 14 дней	0,9 [0,7; 0,9] *	0,9 [0,8; 1,0]
	через 3 мес	0,9 [0,7; 0,9]	0,9 [0,8; 1,1]
	через 6 мес	0,8 [0,6; 1,2] * ••	0,9 [0,8; 1,6]

Примечание: Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Как видно на рисунке 3.2.1, медианы значений ИМТ у пациентов группы 1 уменьшились на 2,8% через 14 дней ( $p=0,0001$ ), на 7,9% через 3 месяца ( $p=0,002$ ) и на 9,9% через 6 месяцев ( $p=0,004$ ). Различия между группами были статистически значимы ( $p=0,007$ ). У пациентов группы 2 изменения ИМТ составили, соответственно,  $-2,1\%$  ( $p=0,0001$ ),  $-1,6\%$  ( $p=0,009$ ) и  $-5,9\%$  ( $p=0,008$ ). Анализ показателя ИМТ между группами через 3 месяца был статистически значимым ( $p=0,008$ ). При оценке показателей ИМТ между группами через 6 месяцев не удалось установить статистически значимых различий ( $p=0,055$ ) (рисунок 3.2.1).

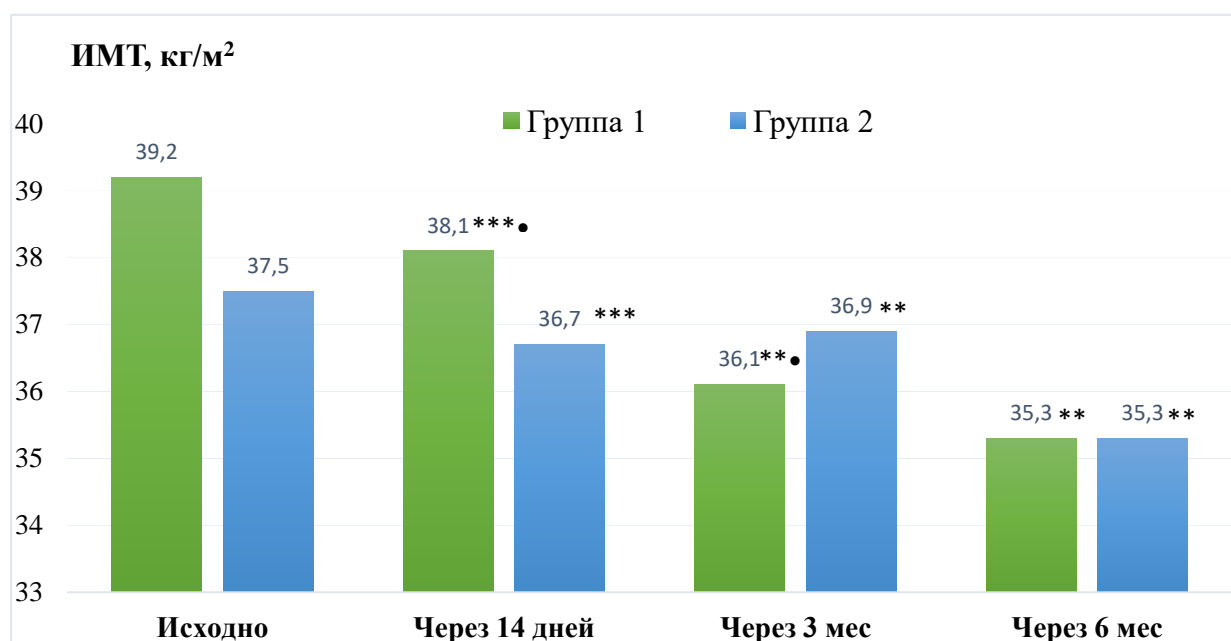


Рисунок 3.2.1 – Динамика значений ИМТ в группах

Примечание: Значения показателя представлены в виде медиан. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*\*  $p<0,01$ , \*\*\*  $p<0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона), •  $p<0,05$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Медиана ОТ в группе 1 уменьшилась на 1,8% через 14 дней, на 1,4% через 3 месяца и на 3,2% через 6 месяцев, в группе 2 – на 1,9%, 0,5% и 5,2%, соответственно. Медиана ОБ на 4,7%, 6,7% и 10,6%, соответственно, в группе 1 и на 1,7%, 5,5% и 8,9%, соответственно, в группе 2 (рис. 3.2.2, рис. 3.2.3).

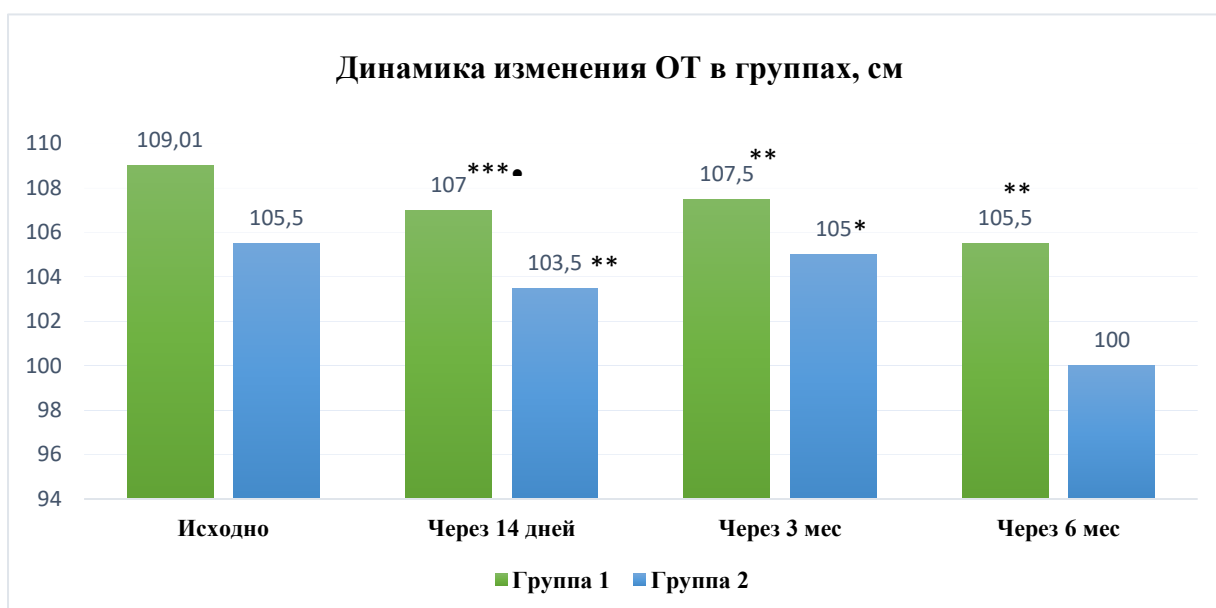


Рисунок 3.2.2 –Динамика значений ОТ в группах

Примечание: Значения показателя представлены в виде медиан. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона), •  $p < 0,05$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

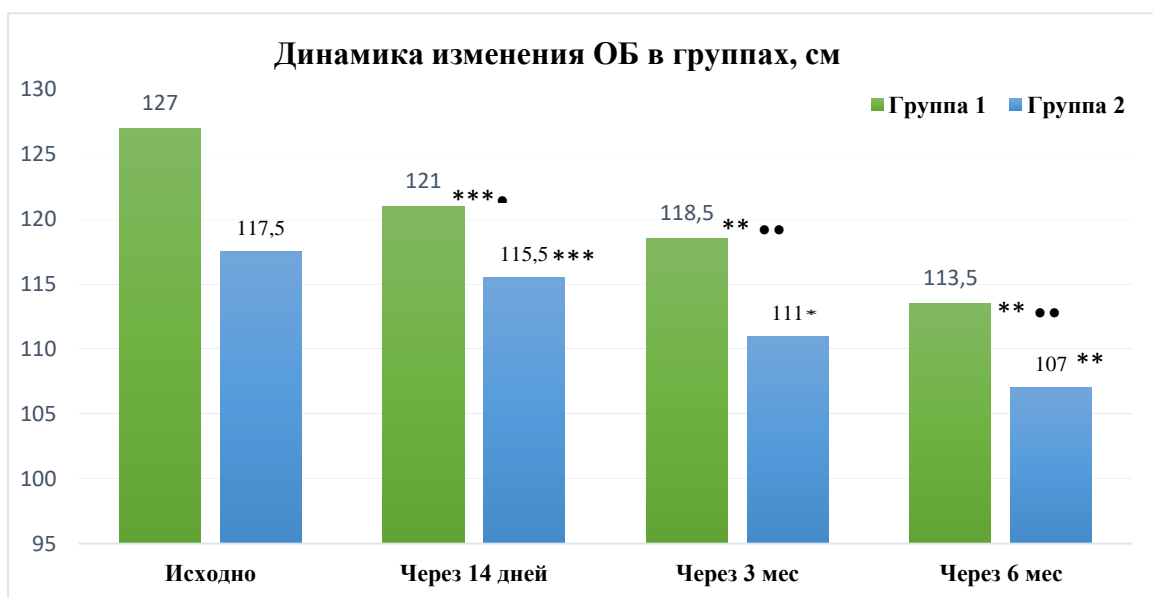


Рисунок 3.2.3 – Динамика значений ОБ в группах

Примечание: Значения показателя представлены в виде медиан. Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона), •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Результаты измерений толщины жировых складок в разных областях тела с помощью калипера исходно и в динамике представлены в таблице 3.2.3. Как видно из таблицы, достоверное уменьшение толщины жировой складки в области трехглавой мышцы через 14 дней в сравнении с исходными значениями отмечено в обеих группах ( $p=0,016$  в группе 1,  $p=0,024$  в группе 2). При динамическом наблюдении статистически значимая положительная динамика этого показателя отмечена только в основной группе (через 3 месяца –  $p=0,015$  в сравнении с исходным значением, через 6 месяцев  $p=0,0017$  в сравнении с исходным показателем,  $p=0,042$  в сравнении с группой сравнения). Аналогичная динамика и различия между группами наблюдались в толщине жировой складки в области живота (табл. 3.2.3).

Над бицепсом толщина жировой складки уменьшилась только в основной группе через 14 дней ( $p<0,01$  в сравнении с исходным уровнем и группой сравнения). На боковой поверхности грудной клетки сокращение подкожной жировой прослойки по сравнению с исходным значением наблюдалось в группе 1 через 14 дней ( $p=0,0001$ ) и 3 месяца ( $p=0,041$ ), в группе 2 – только сразу после завершения реабилитации ( $p=0,008$ ). Над гребнем подвздошной кости улучшение исследуемого показателя отмечалось только в группе 1: через 14 дней –  $p=0,002$  в сравнении с исходным уровнем, через 3 месяца –  $p=0,0157$  в сравнении с исходным уровнем,  $p=0,0001$  в сравнении с группой 2, через 6 месяцев –  $p=0,027$  и  $p=0,0001$ , соответственно (табл. 3.2.3).

Значимое ( $p<0,05$ ) сокращение толщины жировой складки над серединой бедра отмечалось по сравнению с исходными показателями на всех этапах наблюдения в обеих группах, но через 6 месяцев в основной группе она была достоверно меньше ( $p=0,0002$ ), чем в группе сравнения. Достоверное уменьшение толщины жировой складки в подлопаточной области также отмечалось через 14 дней, 3 и 6 месяцев наблюдения в обеих группах, но при отсутствии значимых различий между группами на всех этапах исследования. Статистически значимых изменений величины жировой прослойки в области икроножной мышцы не обнаружено ни в одной группе (табл. 3.2.3).

Таблица 3.2.3 – Изменение толщины жировой складки после курса реабилитации

Область	Этап	Основная группа (1)	Группа сравнения (2)
Область трехглавой мышцы (мм)	Исходно	36,0 [28,0; 39,5]	35,0 [26,5; 39,5]
	через 14 дней	32,0 [24,0; 46,0] *	33,0 [24,0; 45,0] *
	через 3 мес	28,0 [20,5; 37,5] *	30,0 [17,0; 30,5]
	через 6 мес	29,0 [19,0; 45,0] ** •	33,0 [20,0; 40,5]
Область живота (мм)	Исходно	67,5 [50,0; 77,5]	65,0 [45,0; 121,5]
	через 14 дней	56,0 [50,0; 68,0] **	54,0 [48,0; 68,0] **
	через 3 мес	46,0 [37,0; 50,0] **	48,0 [33,5; 50,0]
	через 6 мес	50,0 [38,0; 70,0] * ••	63,0 [45,0; 116,0]
Область двуглавой мышцы (мм)	Исходно	30,0 [24,5; 34,0]	31,0 [22,0; 34,0]
	через 14 дней	28,0 [20,5; 33,5] ** ••	31,0 [20,0; 32,0]
	через 3 мес	22,0 [12,0; 32,0]	26,0 [12,0; 32,0]
	через 6 мес	28,0 [22,0; 40,0]	28,0 [23,0; 41,0]
Боковая поверхность грудной клетки (мм)	Исходно	38,0 [30,0; 52,0]	40,0 [32,0; 51,5]
	через 14 дней	36,0 [30,0; 46,0] ***	39,0 [28,0; 50,0] **
	через 3 мес	32,0 [25,5; 40,5] *	36,0 [28,0; 45,0]
	через 6 мес	32,0 [22,2; 42,3]	35,0 [27,8; 48,1]
Над гребнем подвздошной кости (мм)	Исходно	42,0 [34,0; 48,0]	39,0 [28,0; 47,0]
	через 14 дней	34,0 [28,0; 47,0] **	35,0 [28,0; 47,0]
	через 3 мес	33,0 [25,0; 46,0] * •••	38,0 [34,0; 63,0]
	через 6 мес	31,0 [13,0; 34,5] * •••	34,0 [24,0; 54,5]
Область середины бедра (мм)	Исходно	42,0 [36,0; 50,0]	43,7 [33,0; 63,0]
	через 14 дней	40,0 [32,5; 48,0] **	39,5 [30,0; 49,5] **
	через 3 мес	31,0 [26,0; 39,8] *	38,0 [20,0; 40,0] *
	через 6 мес	31,9 [20,0; 63,0] * •••	40,0 [22,6; 51,9] *
Подлопаточная область (мм)	Исходно	40,0 [34,5; 52,0]	40,0 [32,5; 43,5]
	через 14 дней	39,0 [34,0; 46,5] ***	38,0 [32,0; 41,5] **
	через 3 мес	38,0 [34,0; 52,0] *	35,0 [29,0; 40,5] *
	через 6 мес	36,0 [34,0; 50,0] *	35,0 [29,0; 40,5] *
Область икроножной мышцы (мм)	Исходно	14,0 [12,0; 23,5]	15,0 [12,0; 18,0]
	через 14 дней	12,0 [12,0; 20,6]	13,0 [12,0; 18,0]
	через 3 мес	12,0 [12,0; 21,0]	12,0 [10,0; 20,0]
	через 6 мес	13,0 [10,0; 22,0]	14,0 [10,0; 19,5]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Данные биоимпедансометрии продемонстрировали преимущества исследуемого комплекса реабилитации, применявшегося у пациентов группы 1, по изменению композитного состава тела, по сравнению со стандартным лечением (табл. 3.2.4).

В частности, в группе 1 выявлены достоверно более высокие медианы значений тощей массы, в сравнении с группой 2, через 3 ( $p=0,0001$ ) и 6 месяцев ( $p=0,0003$ ). Значения этого показателя на протяжении всего периода наблюдения в основной группе существенно не изменились ( $p>0,05$ ) в то время, как в группе сравнения отмечено снижение тощей массы через 3 ( $p=0,049$ ) и 6 месяцев ( $p=0,003$ ). Также через 6 месяцев в основной группе отмечались достоверно более высокие значения, чем в группе сравнения, активной клеточной массы в кг ( $p=0,006$ ) и доли активной клеточной массы в % ( $p=0,00001$ ). Значимая положительная динамика ( $p<0,05$  в сравнении с исходным уровнем) доли скелетно-мышечной массы наблюдалась только в основной группе (табл. 3.2.4).

Изменения композитного состава тела исследовали также с помощью еще одного метода – ВЗБПГ на анализаторе BodPod (табл. 3.2.5).

По данным исследования ВЗБПГ, достоверная положительная динамика после курса реабилитации ( $p<0,05$  в сравнении с исходным уровнем) активности основного обмена, абсолютных значений в кг и доли в % жировой массы, а также показателей тощей массы в кг наблюдалась только у пациентов основной группы. Через 6 месяцев в группе 1, в сравнении с группой 2, отмечены достоверно более высокая активность основного обмена ( $p=0,0005$ ), меньшие значения массы жировой ткани в кг ( $p=0,0061$ ) и процента жировой ткани ( $p=0,0004$ ), а также более высокое процентное содержание тощей массы в организме ( $p=0,0043$ ) и объема воздуха в груди ( $p=0,0017$ ). Данные представлены в табл. 3.2.5.

Таблица 3.2.4 – Показатели состава тела по результатам биоимпедансометрии

Показатели	Этап	Основная группа (группа 1)	Группа сравнения (группа 2)
Жировая масса (кг)	Исходно	65,7 [49,2; 72,1]	64,3 [42,3; 73,2]
	через 14 дней	60,9 [42,2; 66,7] *	59,9 [32,5; 70,2] *
	через 3 мес	55,3 [39,3; 62,2] *	56,3 [30,8; 69,9]
	через 6 мес	52,5 [35,1; 56,8]	54,5 [37,4; 60,6]
Тощая масса (кг)	Исходно	57,9 [53,5; 69,7]	58,4 [51,1; 65,2]
	через 14 дней	60,1 [52,3; 72,6]	59,1 [50,3; 64,3]
	через 3 мес	63,4 [58,5; 71,8] •••	57,0 [53,2; 65,3] *
	через 6 мес	62,5 [54,2; 74,5] •••	56,8 [52,8; 78,2] **
Активная клеточная масса (кг)	Исходно	35,1 [30,3; 39,4]	36,6 [30,1; 42,3]
	через 14 дней	39,3 [30,7; 42,0]	38,5 [28,3; 39,8]
	через 3 мес	40,0 [32,2; 43,9] *	38,2 [30,5; 45,7]
	через 6 мес	43,3 [30,1; 45,9] ** ••	37,7 [33,0; 40,7]
Доля активной клеточной массы (%)	Исходно	46,5 [44,0; 59,0]	45,8 [41,5; 60,2]
	через 14 дней	57,3 [54,4; 59,7]	56,0 [49,7; 60,5]
	через 3 мес	56,9 [52,6; 59,4]	55,5 [54,0; 60,8]
	через 6 мес	58,8 [50,5; 60,0] •••	45,6 [43,7; 50,7] **
Скелетно– мышечная масса (кг)	Исходно	26,8 [23,6; 31,8]	28,8 [23,9; 37,7]
	через 14 дней	26,1 [23,1; 30,1]	27,2 [23,0; 32,6] *
	через 3 мес	30,0 [25,4; 32,9] *	28,6 [23,5; 37,5]
	через 6 мес	28,8 [29,2; 33,9] *	27,9 [25,9; 31,9]
Доля скелетно– мышечной массы (%)	Исходно	45,2 [43,1; 47,5]	46,5 [43,7; 47,9]
	через 14 дней	45,0 [42,2; 47,1]	45,0 [38,1; 49,0]
	через 3 мес	47,3 [42,9; 46,5] *	46,7 [44,4; 48,1]
	через 6 мес	48,2 [44,4; 55,9] *	47,1 [34,0; 52,1]
Удельный обмен (ккал/м <sup>2</sup> )	Исходно	802,1 [753,5; 852,6]	817,5 [775,9; 885,9]
	через 14 дней	910,7 [774,6; 828,7]	831,05 [788,6; 886,5]
	через 3 мес	1151,0 [736,3; 1186,5]	979,8 [771,1; 946,2]
	через 6 мес	1259,6 [685,5; 1438,9]	1151,0 [736,3; 1586,5]
Общая жидкость (кг)	Исходно	43,35 [39,8; 51,8]	45,8 [39,0; 54,2]
	через 14 дней	42,7 [39,3; 47,7] **	41,4 [37,0; 45,9] **
	через 3 мес	40,6 [31,6; 52,5] *	43,0 [38,7; 57,2] *
	через 6 мес	43,0 [45,1; 53,2]	40,7 [36,0; 47,8]
Внеклеточная жидкость (кг)	Исходно	19,0 [17,2; 22,0]	20,0 [16,5; 22,1]
	через 14 дней	18,2 [16,9; 20,6] **	17,5 [15,0; 20,0] *
	через 3 мес	20,1 [16,3; 23,9] *	19,0 [17,6; 22,1] *
	через 6 мес	17,4 [20,0; 23,8] *	20,5 [10,7; 16,1]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).



Таблица 3.2.5 – Изменение показателей состава тела по данным ВЗБПГ

Параметр	Этап	Основная группа (1)	Группа сравнения (2)
Основной обмен (ккал/сут)	Исходно	1618,0 [1492,8; 1977,0]	1755,0 [1357,5; 2116,8]
	через 14 дней	2017,5 [1906,0; 2126,5] *	1920,5 [1599,7; 2001,7]
	через 3 мес	1996,0 [1799,0; 2205,7]	1826,0 [1926,0; 1926,0]
	через 6 мес	1917,0 [1869,0; 2180,3] •••	1675,0 [1482,5; 1885,0]
Жировая масса (кг)	Исходно	56,8 [41,3; 77,5]	58,3 [39,6; 64,5]
	через 14 дней	49,7 [40,1; 57,1] *	50,8 [40,0; 67,9]
	через 3 мес	44,4 [34,4; 64,4] *	48,7 [38,1; 57,1]
	через 6 мес	45,8 [39,6; 75,5] ••	47,4 [34,4; 54,4]
Доля жировой массы (%)	Исходно	51,1 [42,9; 54,3]	49,7 [41,8; 54,0]
	через 14 дней	42,4 [37,2; 42,4] *	43,1 [35,9; 52,4]
	через 3 мес	35,6 [25,6; 25,6] *	38,7 [41,8; 54,0]
	через 6 мес	38,1 [35,9; 52,4] * •••	44,5 [33,3; 59,4]
Тощая масса (кг)	Исходно	55,6 [51,6; 66,3]	57,0 [44,4; 76,8]
	через 14 дней	50,7 [41,7; 73,9] **	55,6 [51,0; 63,2]
	через 3 мес	52,6 [49,8; 77,9] *	53,4 [59,2; 66,2]
	через 6 мес	50,8 [40,8; 70,8]	53,7 [63,1; 64,4]
Доля тощей массы (%)	Исходно	57,7 [42,5; 71,2]	55,8 [43,6; 71,5]
	через 14 дней	60,0 [47,7; 64,2]	53,3 [46,0; 68,2]
	через 3 мес	63,5 [44,5; 67,8]	57,7 [42,5; 71,2]
	через 6 мес	62,6 [45,8; 70,8] ••	54,4 [44,4; 74,4]
Плотность тела (кг/л)	Исходно	1,0 [1,0; 1,0]	1,0 [1,0; 1,0]
	через 14 дней	1,0 [1,0; 1,0]	1,0 [1,0; 1,0]
	через 3 мес	1,0 [1,0; 1,0]	1,0 [1,0; 1,0]
	через 6 мес	1,0 [1,0; 1,1]	1,0 [1,0; 1,0]
Объем воздуха в груди (л)	Исходно	3,2 [3,1; 3,5]	3,9 [3,1; 4,2]
	через 14 дней	3,2 [3,1; 3,3]	3,7 [3,2; 4,3] *
	через 3 мес	3,9 [3,0; 4,7] *	4,1 [4,0; 4,9]
	через 6 мес	4,0 [4,0; 4,2] * ••	3,8 [3,0; 4,5]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Результаты исследования подтвердили эффективность комплексных программ ЛФК в сочетании низкокалорийной диетой в снижении массы тела у пациентов с ожирением в возрасте 40-65 лет: снижение веса, ОТ и ОБ отмечено на фоне применения обоих методов реабилитации.

В то же время, полученные данные показали, что дополнительное включение в комплексные программы реабилитации интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий кинезогайдротерапией в лечебном бассейне, способствует повышению эффективности лечения ожирения. Так, после применения новой комплексной программы физических упражнений, у пациентов с ожирением в основной группе медиана массы тела была достоверно ниже, чем в группе сравнения, а через 6 месяцев наблюдалось в более значимое снижение массы тела – в среднем на 10% против 6,8% в группе сравнения. Следует отметить, что только в основной группе достигнуто целевое снижение веса в 10%, которое ассоциируется со снижением риска значимых осложнений ожирения: сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа, неалкогольной жировой болезни печени, остеоартрита и апноэ сна [201]. Также в основной группе наблюдалось более значимое уменьшение соотношения ОТ/ОБ, что свидетельствует о снижении степени абдоминального ожирения и, соответственно, вероятности развития ассоциирующихся с ним сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний [88].

По данным оценки с помощью калипера, у пациентов, получавших новый комплексный метод реабилитации, в отличие от группы сравнения, достоверное наблюдалось уменьшение толщины жировых складок на отдаленных этапах наблюдения (6 месяцев) в области живота, трицепса и над гребнем подвздошной кости. Следует отметить, что достоверное уменьшение жировых отложений в области бицепса и гребня подвздошной кости наблюдалось только в основной группе.

Также с помощью разных методов исследования продемонстрированы преимущества исследуемого комплекса реабилитации по сравнению со стандартным и на показатели состава тела. В частности, по данным

биоимпедансометрии после применения новой комплексной программы лечения выявлены достоверно более высокие значения тощей, скелетно-мышечной массы и активной клеточной массы. Согласно другому методу оценки состава тела - ВЗБПГ, после курса реабилитации достоверное повышение активности основного обмена и тощей массы, а уменьшение жировой массы отмечено только у пациентов основной группы. На отдаленном этапе наблюдения через 6 месяцев у пациентов основной группы выявлены более высокие активность основного обмена, доля тощей массы и объём воздуха в груди, и при этом меньшая масса и % жировой ткани в организме. Таким образом, данные анализа состава тела в динамике с помощью биоимпедансометрии и ВЗБПГ исследования дополнительно подтверждают эффективность предложенных нами методов. По нашим наблюдениям, при проведении лечения ожирения ВЗБПГ имеет большую чувствительность к изменениям состава тела в сравнении с методом биоимпеданса.

В ранее проведенных исследованиях у пациентов с ожирением [78, 128, 139] было показано, что при использовании смешанных силовых тренировок снижается процент жировых отложений на туловище у мужчин, при этом, у женщин снижается процент жира на ногах. Таким образом, можно предположить, что использование балансотерапии, гидрокинезотерапии, аэробных упражнений и занятий специальным комплексом лечебной гимнастики способствует оптимизации лечения ожирения и обеспечивает лучший результат в сравнении со стандартными подходами. Гидрокинезотерапия в бассейне, при этом, способствует не только расходу калорий, но и не вызывает перегрузки суставов. Эти изменения, очевидно, ассоциируются с улучшением способностей к восстановлению двигательных умений и навыков.

Важно отметить, что достигнутые результаты в отношении массы и доли жировой ткани, активной клеточной массы, тощей массы, размера жировой складки на животе, соотношения талии/бедер, основного обмена – в основной группе сохранялись в 6 месяцев после курса реабилитации. Это подчеркивает важное значение интенсивных курсов реабилитации и обосновывает необходимость добавления к стандартным физическим упражнениям как

сенсомоторных тренировок, так и гидрокинезотерапии, наиболее активно влияющей на метаболические процессы в организме.

Таким образом, применение комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией в бассейне, по сравнению со стандартным методом реабилитации, способствует повышению эффективности лечения ожирения, что отражается в достоверно более эффективной потере веса до целевого значения – 10%, уменьшении окружности талии на 3,3% и окружности бедер на 8,9% через 6 месяцев ( $p<0,05$ ), а также в уменьшении толщины жировых складок в области живота, трицепса и над гребнем подвздошной кости, в том числе на отдаленных этапах наблюдения – 6 месяцев.

Включение в комплексные программы реабилитации пациентов с ожирением интерактивной балансотерапии и занятий гидрокинезотерапией способствует достоверному ( $p<0,05$ ) снижению объема жировой массы после завершения реабилитации и через 3 месяца, как по данным биоимпедансометрии, так и по данным ВЗБПГ, а также повышению после курса реабилитации и через 6 месяцев ( $p<0,05$ ) активности основного обмена и объема тощей массы по данным ВЗБПГ.

При оценке изменений состава тела на фоне лечения ожирения, рекомендуется отдавать предпочтение методу ВЗБПГ, как более чувствительному к изменениям содержания жировой и тощей массы, в сравнении с методом биоимпедансометрии.

### **3.3. Влияние нового комплексного метода реабилитации на показатели мышечной силы, функцию передвижения и баланса у пациентов с ожирением**

Учитывая выявленные при ожирении нарушения мышечной силы, двигательных и координационных способностей пациентов (см. раздел 3.1), одной из задач исследования было изучение влияния нового комплексного метода реабилитации с включением технологий интерактивной балансотерапии и гидрокинезотерапии на вышеуказанные параметры.

Одним из общедоступных методов оценки, силы, функции передвижения и равновесия являются специальные функциональные тесты.

По данным функциональных тестов на оценку силы и выносливости скелетной мускулатуры, у пациентов в основной группе достоверно увеличилась выносливость к статической нагрузке мышц живота с 12,04 [9,47;17,13] до 16,07 [10,69;27,75],  $p < 0,0001$ , мышц спины с 14,94 [5,88;22,21] до 18,41 [9,75;31,34],  $p < 0,0001$ , а также достоверно повысилась выносливость к динамической нагрузке мышц живота с 31,0 [21,0;37,25] до 39,0 [29,5; 46,5],  $p < 0,0001$ , и мышц спины с 8,0 [5,0;14,0] до 10,0 [8,0;23,0],  $p < 0,0001$  (табл. 3.3.1).

Через 3 и 6 месяцев после проведения курса реабилитации в основной группе сохранялись достигнутые результаты в отношении динамической выносливости мышц спины ( $p=0,03$  и  $p=0,01$ ) и живота ( $p=0,01$  и  $p=0,01$ ) и статической выносливости мышц спины ( $p=0,01$  и  $p=0,01$ ) и живота ( $p=0,46$  и  $p=0,03$ ). В группе сравнения мы не выявили статистически значимого улучшения показателей мышечной силы для мышц живота и мышц спины,  $p=1,0$ ;  $p=0,086$  соответственно. Оценка выносливости к статической нагрузке у пациентов группы сравнения для мышц спины достоверно улучшились в секундах с 10,28 [5,04;12,8] до 10,2 [4,32;13,76],  $p < 0,0001$ ; для мышц спины с 10,01 [4,19;20,01] до 10,32 [4,14;20,13] сек,  $p < 0,0001$ . Оценка выносливости к динамической нагрузке в количестве повторений достоверно улучшились для мышц живота,  $p=0,01$ , но для мышц спины оказались не достоверными,  $p=0,06$  (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1 – Изменение мышечной силы и выносливости после курса реабилитации по данным функциональных тестов

Тест	Этап	Основная группа	Группа сравнения
Оценка силы мышц живота (баллы)	Исходно	3,0 [3,0; 3,0]	3,0 [3,0; 3,0]
	через 14 дней	3,0 [3,0; 3,75]	3,0 [3,0; 3,0]
	через 3 мес	3,0 [3,0; 3,25]	3,0 [3,0; 3,0]
	через 6 мес	3,0 [3,0; 3,25]	3,0 [3,0; 3,0]
Оценка силы мышц спины (баллы)	Исходно	5,0 [5,0; 5,0]	3,0 [3,0; 3,0]
	через 14 дней	5,0 [5,0; 5,0] *	3,0 [3,0; 3,0]
	через 3 мес	5,0 [5,0; 5,0]	3,0 [3,0; 3,0]
	через 6 мес	5,0 [5,0; 5,0]	3,0 [3,0; 3,0]
Статическая выносливость мышц живота (сек)	Исходно	12,04 [9,47; 17,13]	10,28 [5,04; 12,8]
	через 14 дней	13,08 [8,85; 26,18] * •	10,2 [4,32; 13,76] *
	через 3 мес	16,07 [10,69; 27,74] *	11,97 [9,12; 12,22]
	через 6 мес	15,12 [10,92; 30,15] *	11,8 [8,7; 15,49]
Статическая выносливость мышц спины (сек)	Исходно	14,94 [5,87; 22,2]	10,01 [4,19; 20,01]
	через 14 дней	18,41 [9,75; 31,33] * •	10,32 [4,14; 20,13] *
	через 3 мес	15,12 [2,21; 30,66] *	14,37 [7,24; 25,42]
	через 6 мес	16,44 [4,14; 33,25] *	16,18 [7,97; 20,61]
Динамическая выносливость мышц живота (раз)	Исходно	31,0 [21,37; 25,0]	30,0 [21,25; 37,0]
	через 14 дней	39,0 [29,5; 46,5] *	32,0 [26,25; 39,5] *
	через 3 мес	40,0 [34,75; 46,25] * •	32,0 [20,0; 41,5]
	через 6 мес	45,5 [37,0; 48,0] *	33,5 [20,2; 47,7]
Динамическая выносливость мышц спины (раз)	Исходно	8,0 [5,0; 14,0]	6,5 [3,25; 10,0]
	через 14 дней	10,0 [8,0; 23,0] * •	8,0 [5,0; 11,75]
	через 3 мес	10,0 [4,5; 29,0] *	10,0 [5,0; 10,5]
	через 6 мес	12,0 [8,5; 32,75] *	8,0 [6,0; 11,0]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем; •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2.

Через 14 дней в основной группе относительно группы сравнения отмечались лучшие показатели статической выносливости мышц спины ( $p=0,01$ ) и живота ( $p=0,01$ ), динамической выносливости мышц спины ( $p=0,004$ ) (табл. 3.3.1).

Также применялись специальные функциональные тесты на оценку функции передвижения и баланса (табл. 3.3.2).

Через 2 недели с начала реабилитации в основной группе достоверно улучшились показатели теста «Встань и иди» с 7,91 [7,12;9,0] до 7,44 [6,53;8,36],  $p=0,003$ . Через 3 и 6 месяцев после проведения курса реабилитации в основной группе сохранялись достигнутые результаты по данному тесту. Также увеличилась скорость ходьбы по данным 10-метрового теста. Через 3 месяца и 6 месяцев показатели достоверно не отличались от исходных (табл. 3.3.2).

Через 2 недели от момента начала лечения в основной группе при оценке статического равновесия: в тесте «Стойка на одной ноге» в основной группе увеличилось время удержания равновесия на правой ноге с открытыми глазами,  $p < 0,0001$ , при этом, достоверных данных за увеличение времени стояния на левой ноге с открытыми глазами,  $p=0,35$  не было получено. Выявили улучшения в тесте «Стойка на одной ноге» правой и левой ноги с закрытыми глазами,  $p=0,001$  и  $p < 0,0001$ , соответственно. В тесте Фукуды увеличилось число повторений с закрытыми глазами с 65,0 [56,0;76,75] до 72,0 [61,0;82,0],  $p < 0,0001$ . Достигнутый результат сохранялся через 3 месяца и 6 месяцев в отношении теста «Ходьба на месте» ( $p=0,04$  и  $p=0,02$ ), теста Фукуды ( $p=0,02$ ,  $p=0,01$ ), стойки на правой ноге с открытыми глазами ( $p=0,04$  и  $p=0,005$ ) и левой ноге с закрытыми глазами (табл. 3.3.2).

В группе сравнения в тесте «Стойка на одной ноге» с открытыми глазами на правой ноге увеличилось время с 13,84 [7,08;27,52] до 16,05 [8,88;39,53],  $p < 0,0001$ ; на левой ноге с открытыми глазами с 15,05 [9,17;37,7] до 17,01 [8,195;39,66],  $p < 0,0001$ ; на правой ноге с закрытыми глазами с 3,26 [2,33;5,57] до 3,39 [2,54;6,13],  $p=0,001$ . Показатели теста на левой ноге с закрытыми глазами были статистически незначимыми,  $p=0,13$ . В тесте Фукуды увеличилось число повторений с закрытыми глазами,  $p < 0,0001$  (табл. 3.3.2).

Таблица 3.3.2 – Изменение результатов функциональных тестов на оценку двигательных и координационных способностей пациентов после лечения

Показатели	Этап	Основная группа (1)	Группа сравнения (2)
Тест «Встань и иди» (сек)	Исходно	7,91 [7,12; 9,0]	7,6 [6,91; 9,12]
	через 14 дней	7,44 [6,53; 8,36] *	7,18 [6,8; 8,33] *
	через 3 мес	7,71 [6,7; 8,4] *	7,98 [6,0; 9,0]
	через 6 мес	7,25 [6,25; 7,95] *	7,79 [6,4; 8,64]
10-метровый тест на скорость ходьбы (м/сек)	Исходно	0,85 [0,79; 0,94]	0,84 [0,76; 0,94]
	через 14 дней	0,87 [0,81; 1,0] *	0,89 [0,78; 0,98] *
	через 3 мес	0,88 [0,77; 0,99] *	0,89 [0,71; 1,04]
	через 6 мес	0,96 [0,88; 1,02] *	0,88 [0,75; 1,09]
Стойка на правой ноге с открытыми глазами (сек)	Исходно	13,9 [5,38; 32,15]	13,84 [7,07; 27,52]
	через 14 дней	18,6 [8,61; 38,15] *	16,05 [8,87; 39,52] *
	через 3 мес	21,9 [3,63; 78,0] *	9,35 [2,64; 39,74]
	через 6 мес	33,6 [4,87; 79,3] *	7,14 [3,19; 38,67]
Стойка на левой ноге с открытыми глазами (сек)	Исходно	13,64 [4,36; 38,92]	15,05 [9,17; 37,7]
	через 14 дней	10,63 [5,32; 39,77]	17,01 [8,19; 39,66] *
	через 3 мес	11,5 [4,92; 72,37]	16,32 [7,9; 44,68]
	через 6 мес	15,84 [8,15; 82,02]	14,36 [6,4; 46,0]
Стойка на правой ноге с закрытыми глазами (сек)	Исходно	3,45 [2,16; 6,38]	3,26 [2,33; 5,57]
	через 14 дней	3,9 [2,71; 5,82] *	3,39 [2,54; 6,13] *
	через 3 мес	4,0 [1,76; 7,6]	2,58 [1,8; 7,7]
	через 6 мес	5,85 [1,85; 11,42]	2,67 [1,91; 4,5]
Стойка на левой ноге с закрытыми глазами (сек)	Исходно	4,12 [1,3; 8,61]	3,51 [2,47; 7,6]
	через 14 дней	4,31 [2,16; 8,13] *	3,2 [2,62; 8,07]
	через 3 мес	4,5 [2,12; 12,42] *	3,21 [2,0; 9,19]
	через 6 мес	5,01 [2,86; 12,74] *	2,86 [1,46; 9,12]
Тест ходьбы на месте Фукуды (раз)	Исходно	65,0 [56,0; 76,75]	60,0 [58,5; 69,0]
	через 14 дней	72,0 [61,0; 82,0] *	65,0 [61,2; 72,2] *
	через 3 мес	75,0 [59,5; 83,0] *	67,5 [59,0; 77,0]
	через 6 мес	82,5 [70,0; 86,25] *	70,0 [61,0; 78,25]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем; •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2.



При исследовании данных стабилотрии при помощи СКГ в основной группе мы получили данные об улучшении показателей на 14-й день исследования по разбросу по фронтали ( $p=0,028$ ), по разбросу по сагиттали ( $p=0,043$ ). Так же достоверно улучшились показатели в основной группе по средней скорости перемещения ЦД ( $p=0,018$ ) и скорости перемещения СКГ ( $p=0,028$ ), среднего разброса ( $p=0,018$ ), индекса скорости ( $p=0,018$ ), показателей площади эллипса ( $p=0,018$ ). В группе сравнения мы не получили достоверных подтверждений по улучшению показателей стабилотрии через 14 дней (табл. 3.3.3).

При сравнении СКГ между группой 1 и группой 2 мы получили достоверные данные по улучшению показателей смещения по фронтали и сагиттали ( $p<0,001$ ), разброса по сагиттали ( $p<0,001$ ), среднего разброса ( $p<0,001$ ). Так же достоверно изменилась площадь эллипса ( $p=0,042$ ), коэффициент асимметрии относительно 0 по фронтали ( $p<0,001$ ) и длина траектории в зависимости от площади ( $p<0,001$ ). При этом, между группами разброс по фронтали ( $p=0,797$ ), средняя скорость перемещения ЦД ( $p=0,603$ ), скорость перемещения СКГ ( $p=0,872$ ), индекс скорости ( $p=0,603$ ), асимметрия относительно смещения по фронтали  $p=0,877$  достоверно не отличались (табл. 3.3.3).

На 14-й день исследования улучшились показатели динамометрии правой руки в обеих группах: в основной группе с 20,0 [14,25;34,0] до 30,0 [19,0;42,0],  $p=0,001$ ; в группе сравнения с 24,0 [18,0;30,0] до 26,0 [18,3;2,5],  $p<0,0001$  и левой руки в основной группе с 19,5 [14,25;29,5] до 22,0 [18,0;30,75],  $p=0,015$ . Достоверных улучшений показателей силы в правой руке в группе сравнения не было выявлено,  $p=0,68$ . Достигнутый положительный результат сохранялся в основной группе в правой руке через три месяца,  $p=0,01$ . Показатели через 14 дней и через три месяца в первой группе достоверно отличались от этих же показателей в группе сравнения. Данные представлены в таблице 3.3.4.

Таблица 3.3.3 – Влияние курса реабилитации на показатели стабиллометрии

Параметры	Этап	Основная группа (1)	Группа сравнения (2)
Смещение по фронтالي, мм	Исходно	0,23 [-4,47; 3,71]	1,08 [-1,91; 2,62]
	14 дней	-0,43 [-3,77; 0,79] ••	2,26 [-1,63; 4,59] *
Смещение по сагиттали, мм	Исходно	-1,71 [-4,34; 1,13]	-1,85 [-4,64; 5,0]
	14 дней	-0,54 [-8,4; 7,71] ••	3,61 [-2,05; 7,81] *
Скорость перемещения ЦД, мм/сек	Исходно	9,39 [7,21; 11,02]	9,1 [7,44; 9,94]
	14 дней	9,81 [8,07; 16,63] *	10,96 [7,58; 12,96] *
Площадь эллипса, мм <sup>2</sup>	Исходно	177,4 [135,28; 297,58]	136,55 [91,08; 232,2]
	14 дней	182,5 [59,8; 334,85] •	240,4 [109,35; 278,73] *
Разброс по фронтали, мм	Исходно	-1,31 [-4,36; 2,19]	2,29 [-5,58; 5,81]
	14 дней	0,04 [-6,53; 10,67] *	-0,92 [-6,05; 5,66]
Разброс по сагиттали, мм	Исходно	4,46 [3,38; 5,58]	4,65 [3,66; 6,12]
	14 дней	4,6 [3,95; 5,39] * ••	4,8 [2,54; 5,25]
Средний разброс, мм	Исходно	4,53 [3,45; 6,16]	4,84 [4,03; 6,49]
	14 дней	5,32 [4,01; 5,9] * ••	4,81 [2,66; 6,19]
Коэффициент ассиметрии относительно, %	Исходно	5,54 [4,73; 6,335]	5,875 [4,715; 6,825]
	14 дней	6,94 [4,585; 8,0825]	6,28 [4,885; 10,44]
Скорость изменения площади СКГ, мм <sup>2</sup> /сек	Исходно	11,2 [8,08; 16,95]	14,15 [9,55; 21,58]
	14 дней	20,75 [9,18; 23,13] *	11 [6,25; 31,35]
Коэффициент ассиметрии смещения (фронталь), %	Исходно	1,5 [-11,25; 8,25]	2,5 [-5,75; 11,5]
	14 дней	4,0 [-13,0; 6,0]	1,0 [-7,5; 16,5]
Длина в зависимости от площади, 1/мм	Исходно	0,97 [0,69; 1,588]	0,81 [0,65; 1,06]
	14 дней	0,94 [0,74; 1,16] •••	1,22 [0,85; 2,88]

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем; •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2.

Таблица 3.3.4 – Изменение динамометрии правой и левой руки у пациентов в группах до и после лечения

Параметры	Этап исследования	Основная группа, n=40	Группа сравнения, n=40
Правая рука (ДаН)	Исходно	20,0 [14,25; 34,0]	24,0 [18,0; 30,0]
	через 14 дней	30,0 [19,0; 42,0] * •	26,0 [18,3; 2,5] *
	через 3 мес	29,0 [15,5; 39,7] * •	22,0 [18,0; 31,0]
	через 6 мес	20,0 [14,0; 34,75]	23,5 [19,25; 30,0]
Левая рука (ДаН)	Исходно	19,5 [14,25; 29,5]	19,5 [14,2; 33,5]
	через 14 дней	22,0 [18,0; 30,75] *	19,0 [14,0; 34,0]
	через 3 мес	20,0 [17,0; 32,5]	20,0 [13,5; 35,5]
	через 6 мес	23,0 [17,0; 34,0] *	21,0 [14,75; 41,0]

Примечание: Различия между группами статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$ , ••  $p < 0,01$ , •••  $p < 0,001$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).

Результаты исследований, приведенных в данном разделе, показали, что на фоне использования физических упражнений у пациентов с ожирением увеличивается сила в руках (основная группа), по данным динамометрии. В исследовании Sartorius et. al. были продемонстрированы данные о сохранения

мышечной силы при регулярном использовании силовых упражнений у мужчин и у женщин, тогда как в группе контроля сила снижалась с возрастом [226].

Результаты нашей работы подтверждают положительное влияние физической реабилитации на показатели мышечной силы мышц спины. Оба типа комплексных методов повышают скорость выполнения упражнений, что подтверждается тестом «Встань и иди» и тестом на скорость ходьбы. Применение программы из 4-х методов приводило к более длительному удержанию достигнутого эффекта в сравнении с 2-х компонентной программой.

Также было продемонстрировано, что включение в комплексные программы реабилитации пациентов с ожирением гидрокинезотерапии и интерактивной балансотерапии способствует у них улучшению функции равновесия, которая нарушена на фоне избыточной массы тела (см. раздел 3.1). Улучшение функции статического равновесия при применении разработанного нами комплекса было показано, как по результатам стабилотрии, так и по результатам функциональных тестов – «Стойка на одной ноге» и теста ходьбы на месте Фукуды.

Таким образом, применение в рамках программ реабилитации пациентов с ожирением гидрокинезотерапии и интерактивной балансотерапии, в отличие от стандартных методов реабилитации, ассоциируется с достоверным ( $p < 0,05$ ) повышением силы мышц левой руки и спины, с более длительным (до 6 месяцев) улучшением двигательной функции по результатам теста «Встань и иди» и теста «10-метровой ходьбы», а также функции равновесия при оценке с помощью тестов Фукуды и «Стойка на одной ноге» и стабилотрии.

### **3.4. Влияние комплексного метода реабилитации пациентов с ожирением с применением гидрокинезотерапии и балансотерапии на лабораторные показатели углеводного и липидного обмена**

Улучшение метаболических показателей, в первую очередь, лабораторных параметров углеводного и липидного обмена, является одной из основных целей лечения и реабилитации пациентов с ожирением.

Полученные данные показали, что на 14й день лечения у пациентов в группе 1 отмечалось достоверное улучшение показателей уровня общего холестерина ( $p=0,0005$ ), достоверное снижение уровня ЛПНП ( $p=0,02$ ), уровня глюкозы ( $p=0,023$ ), уровня лептина ( $p=0,05$ ). При этом достоверных улучшений показателей уровня триглицеридов ( $p=0,09$ ), ЛПВП ( $p=0,8$ ), инсулина ( $p=0,14$ ), индекса НОМА–IR ( $p=0,48$ ), кортизола ( $p=0,09$ ), соматомедина –С ( $p=0,12$ ) после завершения курса не было отмечено (табл. 3.4.1, табл. 3.4.2).

В группе 2 на 14–й день лечения не отмечалось достоверных улучшений следующих лабораторных показателей: уровня общего холестерина ( $p=0,09$ ), триглицеридов ( $p=0,5$ ), ЛПНП ( $p=0,14$ ), ЛПВП ( $p=0,45$ ), уровня инсулина ( $p=0,35$ ), индекса НОМА–IR ( $p=0,91$ ), уровня кортизола ( $p=0,31$ ), соматомедина –С ( $p=0,65$ ), уровня лептина ( $p=0,07$ ). При этом достоверно снизился уровень глюкозы ( $p=0,03$ ) (табл. 3.4.1, табл. 3.4.2).

При анализе уровня глюкозы нами были получены данные об отсутствии отличий показателей между группами, и при сравнении отдаленных результатов через 3 и 6 месяцев по сравнению с исходным уровнем и по сравнению с уровнем глюкозы после завершения реабилитации ( $p>0,05$ ). При сравнении уровня гормонов группы между собой достоверно не отличались через 14–й день лечения: инсулин ( $p=0,859$ ), индекс НОМА–IR ( $p=0,386$ ), кортизол ( $p=0,663$ ), соматомедин –С ( $p=0,336$ ), лептин ( $p=0,319$ ) (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1 – Динамика лабораторных показателей углеводного обмена в сыворотке крови на фоне лечения

Показатели	Этап	Основная группа (группа 1)	Группа сравнения (группа 2)
Глюкоза натощак (ммоль/л)	Исходно	5,98 [5,3; 6,2]	6,09 [5,2; 6,15]
	через 14 дней	5,68 [5,0; 5,8] *	5,54 [5,1; 5,8] *
	через 3 мес	6,34 [5,0; 6,3]	6,42 [5,16; 6,5]
	через 6 мес	5,95 [5,06; 5,7] #	6,14 [5,4; 5,9]
Инсулин свободный (мкЕд/мл)	Исходно	15,44 [6,3; 19,2]	15,36 [6,6; 17,1]
	через 14 дней	13,43 [4,99; 17,7]	12,82 [6,8; 18,17]
Индекс инсулинорезистентности НОМА-IR	Исходно	4,63 [2,5; 5,8]	2,95 [1,38; 3,99]
	через 14 дней	3,3 [1,13; 4,15]	3,24 [1,84; 4,05]
Кортизол (нмоль/л)	Исходно	345,7 [101,05; 497,1]	417,5 [228,0; 570,58]
	через 14 дней	474,23 [326,0; 635,0]	433,09 [285,9; 505,05]
Соматомедин – С (нг/мл)	Исходно	129,97 [92,7; 156,0]	102,94 [87,2; 109,0]
	через 14 дней	150,98 [111,0; 191,0]	129,83 [101,0; 154,0]
Лептин (нг/мл)	Исходно	34,29 [10,2; 46,29]	36,29 [14,53; 46,8]
	через 14 дней	22,87 [9,65; 33,4] *	32,4 [17,62; 45,13]
Тест на толерантность к углеводам (ммоль/л)	Натощак	5,99 [5,4; 6,2]	6,18 [5,4; 6,9]
	через 2 часа после завтрака	6,37 [5,7; 6,2] *	7,4 [5,9; 9,0] **

Примечание: Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); #  $p < 0,05$  в сравнении с результатами после лечения (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$  в сравнении группой 2 (критерий Манна Уитни).

При анализе результатов теста толерантности к углеводам в обеих группах было выявлено достоверное повышение уровня глюкозы крови через 2 часа после стандартного завтрака (в группе 1 ( $p=0,05$ ) и в группе 2 ( $p=0,01$ ) соответственно по сравнению с показателями уровня глюкозы крови натощак. При сравнении результатов уровня глюкозы крови натощак между группой 1 и группой 2 не было выявлено достоверных отличий ( $p=0,702$ ). Так же не было выявлено различий между группами в уровне глюкозы крови через 2 часа после завтрака ( $p=0,062$ ). (табл. 3.4.1).

Через 3 и 6 месяцев после лечения в основной группе достоверно отличались показатели по сравнению с исходным уровнем общего холестерина ( $p=0,008$ ,  $p=0,0002$  соответственно), и через 3 месяца по сравнению с уровнем общего холестерина после завершения лечения ( $p=0,004$ ). Но через 6 месяцев эффект не сохранился ( $p=0,88$ ). В группе 2 достоверных отличий от исходного уровня, на всех этапах наблюдения не отмечалось. Также группы не различались между собой по уровню общего холестерина на всех этапах наблюдения ( $p=0,18$ ,  $p=0,23$ ,  $p=0,47$  соответственно (табл. 3.4.2).

При анализе показателей уровня триглицеридов в обеих группах на всех этапах наблюдения по сравнению с исходным уровнем, по сравнению с 14-ю днями лечения и при сравнении показателей между группами достоверных улучшений не отмечалось ( $p>0,05$ ) (табл. 3.4.2).

В группе 1 отмечались улучшения показателей уровня ЛПНП через 3 месяца по сравнению с уровнем завершения реабилитации ( $p=0,022$ ), а в группе 2 отличался уровень ЛПНП через 6 месяцев по сравнению с исходным уровнем ( $p=0,04$ ). При этом, на всех этапах наблюдения, группы значимо не отличались между собой. Мы не получили значимых отличий между группами на всех этапах наблюдения при сравнении показателя ЛПВП. А также обе группы достоверно не отличались, по сравнению с исходным уровнем и через 14 дней после завершения лечения ( $p>0,05$ ) (табл. 3.4.2).

Таблица 3.4.2 – Динамика биохимических параметров липидного обмена у пациентов с ожирением после курса реабилитации

Показатели	Этап	Основная группа (группа 1)	Группа сравнения (группа 2)
Общий холестерин (ммоль/л)	Исходно	5,6 [4,9; 6,2]	5,6 [4,6; 6,3]
	через 14 дней	5,08 [4,4; 5,6] ***	5,36 [4,3; 6,1]
	через 3 мес	5,14 [4,4; 5,8] **#	5,53 [4,6; 6,1]
	через 6 мес	5,41 [4,6; 6,2] ***	5,31 [4,4; 6,3]
Триглицериды (ммоль/л)	Исходно	2,24 [1,35; 3,07]	1,77 [1,27; 2,1]
	через 14 дней	2,0 [1,14; 2,45]	1,72 [1,1; 1,96]
	через 3 мес	2,11 [1,29; 2,58]	1,74 [1,27; 1,98]
	через 6 мес	1,98 [1,14; 2,58]	1,71 [1,1; 2,09]
ЛПНП (ммоль/л)	Исходно	3,41 [2,73; 3,91]	3,42 [2,79; 3,85]
	через 14 дней	3,04 [2,47; 3,54] *	3,26 [2,6; 3,8]
	через 3 мес	3,24 [2,63; 3,61] #	3,39 [2,79; 3,8]
	через 6 мес	3,05 [2,47; 3,54] ***•	3,15 [2,5; 3,74] *
ЛПВП (ммоль/л)	Исходно	1,51 [1,12; 1,85]	1,53 [1,22; 1,82]
	через 14 дней	1,5 [1,14; 1,9]	1,5 [1,16; 1,81]
	через 3 мес	1,5 [1,12; 1,71]	1,52 [1,17; 1,79]
	через 6 мес	1,48 [1,12; 1,68]	1,47 [1,12; 1,74]

Примечание: Различия статистически значимы при значениях коэффициента достоверности  $p$ : \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$  в сравнении с исходным уровнем (критерий Вилкоксона); #  $p < 0,05$  в сравнении с результатами после лечения (критерий Вилкоксона); •  $p < 0,05$  в сравнении группой 2 (критерий Манна-Уитни).



Таким образом, применение нового комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией, в отличие от стандартного, после завершения реабилитации способствует улучшению толерантности к углеводам ( $p < 0,05$ ) и снижению гиперлептинемии ( $p < 0,05$ ), а также ассоциируется с более стойким (до 6 месяцев) снижением уровня общего холестерина ( $p < 0,01$ ), холестерина липопротеидов низкой плотности ( $p < 0,01$ ) и гликемии натощак ( $p < 0,05$ ).

Полученные в исследовании данные позволяют рекомендовать комплексный метод реабилитации, включающий интерактивную балансотерапию, гидрокинезотерапию, занятия лечебной гимнастикой в зале и аэробные тренировки на велотренажере в сочетании с низкокалорийной диетой, для проведения медицинской реабилитации пациентов с ожирением, как на стационарном, так и на амбулаторном этапах, с целью эффективного снижения массы тела, повышения массы и силы скелетной мускулатуры, улучшения скорости ходьбы, функции баланса и биохимических показателей липидного и углеводного обмена.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию и изучению эффективности нового комплексного метода лечебной физкультуры у пациентов с ожирением и определить его влияние на динамику массы и состава тела, мышечную силу, координационные и двигательные способности пациентов с ожирением.

Сегодня избыточный вес и ожирение представляют глобальную проблему здравоохранения - ожирение имеют около 671 млн человек на планете [213]. Около двух третей взрослого населения США имеют избыточную массу тела, треть — ожирение. В России, по данным разных авторов, распространенность ожирения и избыточной массы тела среди взрослого населения составляет от 20,5% до 54% в зависимости от региона [21, 32, 45].

Несмотря на широкую распространенность и актуальность проблемы ожирения, имелась серьёзная нехватка качественных научных работ по исследованию силы и функциональности скелетной мускулатуры, нарушений двигательных и координационных способностей пациентов. Также оставалась чрезвычайно актуальной и недостаточно изученной темой, нуждающейся в проведении дополнительных исследований, проблема разработки и совершенствования персонализированных комплексных программ медицинской реабилитации при ожирении. Не было данных об эффективности применения нескольких методов реабилитации у пациентов с избыточным весом, в том числе возможность применения у них технологий интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и гидрокинезотерапии.

Решению этих актуальных задач здравоохранения была посвящена данная работа.

В рамках первого этапа работы изучали характер и степень нарушений мышечной силы, двигательной и координационной функций у пациентов с

ожирением. Было проведено одномоментное исследование поперечного среза, в которое было включено 80 пациентов с ожирением и 80 практически здоровых лиц с нормальной массой тела в возрасте от 40 до 65 лет.

Результаты I этапа исследования показали, что у пациентов с ожирением в возрасте 40-65 лет, по сравнению лицами с нормальной массой тела того же возраста и пола, наблюдается достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение мышечной силы рук, живота и спины, более длительное время выполнения теста «Встань и иди» ( $p = 0,001$ ), а также значительное ( $p < 0,05$ ) ухудшение функции статического равновесия по результатам теста «Стойка на одной ноге» и данным стабилотрии.

Ранее в исследовании влияния ИМТ на скорость ходьбы была установлена связь между ИМТ и постоянной скоростью во время ходьбы. Так, при увеличении ИМТ скорость ходьбы снижалась [136,143,208]. Также есть данные, что у людей с ожирением увеличивается риск развития функциональных двигательных ограничений, в первую очередь у пожилых людей [191, 218] - распространенность двигательных нарушений и снижения мышечной силы в популяции составляет от 4,3% до 73,3% в зависимости от исследуемых возрастных и социальных групп [132, 169, 217]. Высокий ИМТ ассоциируется и с нарушением функции баланса, в сравнении с их сверстниками с нормальным ИМТ [122]. Поддержка баланса уменьшается в зависимости от снижения мышечной силы [100, 180]. У лиц с ожирением нарушаются и координационные способности, наиболее значимо – в пожилом возрасте [78].

Вышеуказанные данные согласуются с результатами наших исследований. Хотя нами не было получено зависимости результатов тестов на баланс и мышечную силу от возраста, а только от ИМТ. Учитывая полученные данные, пациентам с ожирением в возрасте старше 40 лет рекомендуется проводить оценку мышечной силы, двигательных и координационных способностей с целью формирования персонифицированных реабилитационных программ.

На основании данных, полученных на I этапе исследования, был разработан новый метод реабилитации пациентов с ожирением и сопутствующими двигательными и координационными нарушениями. Метод включал 4 метода

ЛФК: 1) балансотерапию (сенсомоторную тренировку) на тренажере с биологической обратной связью с длительностью занятий по 15–20 минут, ежедневно, на курс 8 процедур; 2) групповые занятия гидрокинезотерапией в пресной воде в бассейне, температура воды 28–30<sup>0</sup>С, длительность – 30 минут, ежедневно, на курс 8 процедур; 3) групповые занятия специальным комплексом лечебной гимнастики в зале, включавшем общеразвивающие упражнения, специальные дыхательные упражнения, упражнения для мышц брюшного пресса, укрепления осанки и корпуса, длительность – 30 минут, ежедневно, 10 процедур на курс; 4) аэробные упражнения на велотренажере с длительностью занятий по 25–30 минут, ежедневно, 10 процедур на курс.

II этап работы был посвящен исследованию эффективности данного метода реабилитации и проведен в виде открытого, проспективного, контролируемого, рандомизированного исследования. Исследуемую выборку составили 80 пациентов с ожирением, которые были рандомизированы в 2 группы – основную и группу сравнения. Период проспективного наблюдения составил 6 месяцев.

Полученные данные показали, что дополнительное включение в комплексные программы реабилитации интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией в лечебном бассейне, способствует повышению эффективности лечения ожирения. Так, после применения новой комплексной программы физических упражнений, у пациентов с ожирением в основной группе медиана массы тела была достоверно ниже, чем в группе сравнения, а через 6 месяцев наблюдалось в более значимое снижение массы тела – в среднем на 10% против 6,8% в группе сравнения. Следует отметить, что только в основной группе достигнуто целевое снижение веса в 10%, которое ассоциируется со снижением риска значимых осложнений ожирения: сердечно–сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа, неалкогольной жировой болезни печени, остеоартрита и апноэ сна [201].

Также в основной группе наблюдалось более значимое уменьшение соотношения ОТ/ОБ, что свидетельствует о снижении степени абдоминального

ожирения и, соответственно, вероятности развития ассоциирующихся с ним сердечно–сосудистых и метаболических заболеваний [88].

По данным оценки с помощью калипера, у пациентов, получавших новый комплексный метод реабилитации, в отличие от группы сравнения, наблюдалось достоверное уменьшение толщины жировых складок на отдаленных этапах наблюдения (6 месяцев) в области живота, трицепса и над гребнем подвздошной кости. Следует отметить, что достоверное уменьшение жировых отложений в области бицепса и гребня подвздошной кости наблюдалось только в основной группе.

Также с помощью разных методов исследования продемонстрированы преимущества исследуемого комплекса реабилитации по сравнению со стандартным и на показатели состава тела. В частности, по данным биоимпедансометрии после применения новой комплексной программы реабилитации выявлены достоверно более высокие значения тощей, скелетно–мышечной массы и активной клеточной массы. Согласно другому методу оценки состава тела – ВЗБПГ, после завершения курса реабилитации выявлено достоверное повышение активности основного обмена и тощей массы, а уменьшение жировой массы отмечено только у пациентов основной группы. На отдаленном этапе наблюдения через 6 месяцев у пациентов основной группы выявлены более высокие активность основного обмена, доля тощей массы и объём воздуха в груди, и при этом меньшая масса и % жировой ткани в организме.

Таким образом, данные анализа состава тела в динамике с помощью биоимпедансометрии и ВЗБПГ исследования дополнительно подтверждают эффективность предложенных нами методов. По нашим данным, при проведении курса реабилитации ожирения ВЗБПГ имеет большую чувствительность к изменениям состава тела в сравнении с методом биоимпеданса. Поэтому при оценке изменений состава тела на фоне лечения ожирения, рекомендуется отдавать предпочтение методу ВЗБПГ, как более чувствительному к изменениям содержания жировой и тощей массы, в сравнении с методом биоимпедансометрии.

В ранее проведенных исследованиях у пациентов с ожирением [78,118,128,139] было показано, что при использовании смешанных силовых тренировок снижается процент жировых отложений на туловище у мужчин, при этом, у женщин снижается процент жира на ногах. Таким образом, можно предположить, что использование балансотерапии, гидрокинезотерапией, аэробных упражнений и занятий специальным комплексом лечебной гимнастики способствует оптимизации лечения ожирения и обеспечивает лучший результат в сравнении со стандартными подходами. Гидрокинезотерапия в бассейне, при этом, способствует не только расходу калорий, но и не вызывает перегрузки суставов. Эти изменения, очевидно, ассоциируются с улучшением способностей к восстановлению двигательных умений и навыков.

Важно отметить, что достигнутые результаты в отношении массы и доли жировой ткани, активной клеточной массы, тощей массы, размера жировой складки на животе, соотношения талии/бедер, основного обмена – в основной группе сохранялись в 6 месяцев после курса реабилитации. Это подчеркивает важное значение интенсивных курсов реабилитации и обосновывает необходимость добавления к стандартным физическим упражнениям как сенсомоторных тренировок, так и гидрокинезотерапия, наиболее активно влияющей на метаболические процессы в организме.

В нашей работе показана значимость физической нагрузки для снижения массы тела у пациентов с ожирением. Результаты исследования подтверждают, что двухнедельный курс медицинской реабилитации у пациентов с ожирением с использованием специального комплекса лечебной гимнастики, аэробных упражнений (группа сравнения) и дополнительно гидрокинезотерапии в бассейне и сенсомоторную тренировку (основная группа), оказывают положительное влияние на массу тела и физические возможности пациентов. Согласно полученным данным, в обеих группах после лечения достоверно снизилась масса тела, уменьшился ИМТ, произошло уменьшение объема тела за счет уменьшения окружности талии и окружности бедер после 14–дневного лечения. В основной группе достоверно улучшились показатели кондиционных способностей:

улучшились показатели теста встань и иди, увеличилась сила мышц спины. У пациентов в основной группе достоверно увеличилась выносливость к статической нагрузке для мышц живота, для мышц спины и достоверно улучшилась выносливость к динамической нагрузке для мышц живота, для мышц спины. В основной группе достоверно улучшились показатели координационных тестов. Также в основной группе наблюдалось более выраженное снижение веса в отдаленной перспективе.

Оба комплексных метода коррекции двигательных нарушений улучшили показатели антропометрических параметров исследуемых групп. Мы выявили уменьшение массы тела, ИМТ, окружности талии и окружности бедер в группах. Известно, что уменьшение окружности талии считается важным параметром в снижении сердечно-сосудистых рисков [226].

В нашей работе использование нового комплексного метода положительно сказалось на улучшении показателей выносливости к статической и динамической нагрузке для мышц спины и живота. Влияние на показатели статического равновесия, кроме выполнения теста стойке на левой ноге с закрытыми глазами у пациентов группы сравнения, а также улучшение всех функций, кроме стойки на левой ноге с открытыми глазами в основной группе. Добавление силовых тренировок к аэробным упражнениям, улучшают показатели выносливости мышц, за счет увеличения их силы, влияют на автономность и метаболизм скелетных мышц [135].

Результаты исследования подтвердили эффективность комплексных программ ЛФК в сочетании с низкокалорийной диетой в снижении массы тела у пациентов с ожирением в возрасте 45–65 лет: снижение веса, ОТ и ОБ отмечено на фоне применения обоих методов реабилитации.

Наши результаты показали, что на фоне использования физических упражнений у пациентов с ожирением увеличивается сила в руках (основная группа), по данным динамометрии. В исследовании Sartorius et. al. были продемонстрированы данные о сохранении мышечной силы при регулярном

использовании силовых упражнений у мужчин и у женщин, тогда как в группе контроля сила снижалась с возрастом [226].

Результаты работы подтверждают положительное влияние физической реабилитации на показатели мышечной силы мышц спины. Оба типа комплексных методов повышают скорость выполнения упражнений, что подтверждается тестом «Встань и иди», скорость ходьбы и динамическое равновесие, который показывает улучшение построения двигательных умений и навыков (тест Фукуды). Применение программы из 4х методов приводило к более длительному удержанию достигнутого эффекта в сравнении с 2х компонентной программой.

Также нами были получены данные, что применение нового комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией, в отличие от стандартного, после завершения реабилитации способствует достоверному улучшению толерантности к углеводам и снижению гиперлептинемии, а также ассоциируется с более стойким (до 6 месяцев) снижением уровня общего холестерина, холестерина ЛПНП и гликемии натощак.

Следовательно, по результатам проведенных исследований, комплексный метод реабилитации, включающий интерактивную балансотерапию, гидрокинезотерапию, занятия лечебной гимнастикой и аэробные тренировки на велотренажере в сочетании с низкокалорийной диетой, может быть рекомендован для проведения реабилитации пациентов с ожирением, как на стационарном, так и на амбулаторном этапах, с целью эффективного снижения массы тела, повышения массы и силы скелетной мускулатуры, улучшения скорости ходьбы, функции баланса и биохимических показателей липидного и углеводного обмена.

Полученные в исследовании результаты могут быть позиционированы в качестве научно-практической основы для повышения эффективности лечения и медицинской реабилитации пациентов с ожирением. Полученные результаты являются основой для дальнейшей разработки данной темы. В частности, представляется перспективным изучение эффективности разработанного метода реабилитации у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.



## ВЫВОДЫ

1. У пациентов с ожирением в возрасте 40-65 лет, по сравнению лицами с нормальной массой тела того же возраста и пола, наблюдается статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение мышечной силы рук, живота и спины, более длительное время выполнения теста «Встань и иди» ( $p = 0,001$ ), а также ухудшение функции статического равновесия по результатам теста «Стойка на одной ноге» и данным стабилومتрии.

2. Применение комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией в бассейне на фоне диетотерапии, по сравнению со стандартным методом реабилитации, способствует повышению эффективности лечения ожирения, что проявляется в достоверно более эффективной потере веса до целевого значения – 10%, уменьшении окружности талии на 3,3% и окружности бедер на 8,9% через 6 месяцев ( $p < 0,05$ ), а также в уменьшении толщины жировых складок в области живота, трицепса и над гребнем подвздошной кости, в том числе на отдаленных этапах наблюдения – 6 месяцев.

3. Включение в комплексные программы реабилитации пациентов с ожирением интерактивной балансотерапии и занятий гидрокинезотерапией способствует значимому ( $p < 0,05$ ) снижению объема жировой массы после завершения реабилитации и через 3 месяца, как по данным биоимпедансометрии, так и воздухозамещающей бодиплетизмографии, а также существенному ( $p < 0,05$ ) повышению после курса реабилитации и через 6 месяцев активности основного обмена и объема тощей массы.

4. Применение в рамках программ реабилитации пациентов с ожирением гидрокинезотерапии и интерактивной балансотерапии, в отличие от стандартного метода реабилитации, приводит к статистически значимому ( $p < 0,05$ ) повышению силы мышц левой руки и спины, с более длительному (до 6 месяцев) улучшению

двигательной функции по результатам теста «Встань и иди» и теста «10–метровой ходьбы», а также функции равновесия при оценке с помощью тестов Фукуды, «Стойка на одной ноге» и стабилومتрии.

5. Применение нового комплексного метода реабилитации с включением интерактивной балансотерапии с биологической обратной связью и занятий гидрокинезотерапией, в отличие от стандартного метода реабилитации, после завершения лечения способствует статистически значимому ( $p < 0,05$ ) улучшению толерантности к углеводам и снижению гиперлептинемии, а также вызывает более длительное (до 6 месяцев) снижение уровня общего холестерина, холестерина липопротеидов низкой плотности и гликемии натощак.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с ожирением в возрасте старше 40 лет рекомендуется проводить оценку мышечной силы, двигательных и координационных способностей с целью формирования персонализированных реабилитационных программ.

2. Комплексный метод реабилитации, включающий интерактивную балансотерапию, гидрокинезотерапию, занятия лечебной гимнастикой в зале и аэробные тренировки на велотренажере в сочетании с низкокалорийной диетой, рекомендуется для проведения медицинской реабилитации пациентов с ожирением, как на стационарном, так и на амбулаторном этапах, с целью эффективного снижения массы тела, повышения массы и силы скелетной мускулатуры, улучшения скорости ходьбы, функции баланса и биохимических показателей липидного и углеводного обмена.

3. При оценке изменений состава тела на фоне лечения ожирения, рекомендуется отдавать предпочтение методу воздухозамещающей бодиплетизмографии, как более чувствительному к изменениям содержания жировой и тощей массы, в сравнении с методом биоимпедансометрии.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

МАМПС – мощность абсолютного максимального произвольного сокращения

АЛТ – аланинаминотрансфераза

АСТ – аспаратаминотрансфераза

ВЗБПГ – воздухозамещающая бодиплетизмография

ИМТ – индекс массы тела

ИП – исходное положение

ЛФК – лечебная физическая культура

ЛПВП – липопротеины высокой плотности

ЛПНП – липопротеины низкой плотности

ОБ – окружность бедер

ОТ – окружность талии

СКГ – статокинезиограмма

ТГ – триглицериды

ЦД – центр давления

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулкадирова, Ф. Р. Роль липотоксичности в патогенезе сахарного диабета 2 типа и ожирении / Ф. Р. Абдулкадирова, А. С. Аметов, Е. В. Доскина, и др. // Ожирение и метаболизм. – 2014. – № 2. – С. 8–12.
2. Агаджанян, Н. А. Физиология человека: учебник / Н. А. Агаджанян, Л. З. Тель, В. И. Циркин, и др. // – М.: Медицинская книга, 2001. – 380 с.
3. Агаджанян, Н. А. Болезни цивилизации / Н. А. Агаджанян, А. Я. Чижов, Т. А. Ким // Экология человека. – 2003. – № 4. – С. 8–11.
4. Алексеева, Н. С. Влияние компонентов метаболического синдрома на качество жизни пациентов / Н. С. Алексеева // Acta Biomedica Scientifica. – 2014. – Т. 6. – № 100. – С. 9–13.
5. Алексеева, Н. С. Аффективные расстройства у пациентов с метаболическим синдромом / Н. С. Алексеева, О. И. Салмина–Хвостова // Acta Biomedica Scientifica. – 2014. – Т. 5. – № 99. – С. 9–12.
6. Алмазов, В. А. Метаболический сердечно–сосудистый синдром / В. А. Алмазов, Я. В. Благосклонная, Е. В. Шляхто, и др. // – СПб.: Изд. СПбГМУ, 1999. – С. 208.
7. Алмазов, В. А. Синдром инсулинорезистентности / В. А. Алмазов, Я. В. Благосклонная, Е. В. Шляхто и др. // Артериальная гипертензия. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 7–17.
8. Белоусов, Ю. Б. Артериальная гипертензия и ожирение: принципы рациональной терапии / Ю. Б. Белоусов, Г. К. Гуревич. – М., 2001. – С. 32.
9. Беляков, Н. А. Лечение метаболического синдрома X. Часть II / Н. А. Беляков, В. И. Мазуров, С. Ю. Чубриева // Эфферентная терапия. – 2000. – Т. 6. – № 3. – С. 4–12.

10. Беляков, Н. А. Метаболический синдром X. Часть I. История вопроса и терминология / Н. А. Беляков, В. И. Мазуров, С. Ю. Чубриева // Эфферентная терапия. – 2000. – Т. 6. – № 2. – С. 3–15.
11. Берштейн, Л. М. «Метаболически здоровые» лица с ожирением и метаболические признаки ожирения у лиц с нормальной массой тела: что за этим стоит? / Л. М. Берштейн, И. Г. Коваленко // Проблемы эндокринологии. – 2010. – С. 48–51.
12. Благосклонная, Я. В. Метаболический сердечно–сосудистый синдром / Я. В. Благосклонная, Е. В. Шляхто, Е. И. Красильникова // РМЖ. – 2001. – № 2. – С. 67–71.
13. Благосклонная, Я. В. Общность патогенетических механизмов ишемической болезни сердца и инсулиннезависимого сахарного диабета, профилактика, лечение / Я. В. Благосклонная, В. А. Алмазов, Е. И. Красильникова // Кардиология. – 1996. – № 5. – С. 35–39.
14. Бобров, А. Е. Особенности поведения больных с избыточной массой тела и ожирением / А. Е. Бобров, Н. В. Гегель, О. Ю. Гурова, и др. // Альманах клинической медицины. – 2014. – № 32. – С. 3–7.
15. Бобров, В. А. Изменение углеводного обмена и синдром инсулинорезистентности у больных с эссенциальной гипертензией / В. А. Бобров, В. И. Зайцева, Н. В. Пелех // Урайский кардиологический журнал. – 2000. – № 4. – С. 19–23.
16. Бокарев, И. Н. Метаболический синдром/ И. Н. Бокарев // Клиническая медицина. – 2014. – № 8. – С. 71–76.
17. Ботвинева, Л. А. Питательные минеральные воды – мощный фактор в лечении больных сахарным диабетом / Л. А. Ботвинева, Г. М. Крашеница, В. К. Фролков, и др. // Современные технологии восстановительной медицины и курортологии. – М., 2003. – С. 71–72.
18. Ботвинева, Л. А. Питательные минеральные воды и диета с повышенным содержанием пищевых волокон в лечении больных сахарным диабетом 2–го типа /

- Л. А. Ботвинева, Е. Н. Никитин, Л. Н. Мельникова, и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2010. – № 2. – С. 13–16.
19. Бутрова, С. А. Метаболический синдром: патогенез, клиника, диагностика, подходы к лечению / С. А. Бутрова // РМЖ. – 2001. – № 2. – С. 56–60.
20. Бухтияров, И. В. Современные психологические факторы риска и проявления профессионального стресса / И. В. Бухтияров, М. Ю. Рубцов, Н. А. Костенко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – № 5–2. – С. 773–775.
21. Вагин, В. А. Распространенность метаболического синдрома среди работающего населения Сахалинской области / В. А. Вагин, В. В. Коротеева // Клиническая геронтология. – 2010. – Т. 16. – № 9–10. – С. 15–16.
22. Вербовой, А. Ф. Некоторые аспекты патогенеза пубертатного ожирения / А. Ф. Вербовой, Ю.А. Долгих, Е. В. Митрошина // Практическая Медицина. – 2014. – Т. 9. – № 85. – С. 42–46.
23. Вербовой, А. Ф. Лептин, резистин и оментин у пациентов с нарушенной толерантностью к глюкозе и сахарным диабетом 2-го типа / А. Ф. Вербовой, Е. С. Соломонова, А. В. Пашенцева // Известия вузов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. – № 3. – С. 52–59.
24. Вёрткин, А. Л. Неврологические проблемы коморбидного терапевтического больного / А. Л. Вёрткин, А. С. Скотников, Е. А. Алгиян, и др. // Архивъ внутренней медицины. – 2014. – № 1. – С. 7–14.
25. Владимирский, Е. В. Эффективность укороченных курсов бальнеогрязелечения дорсопатии на примере курорта «Ключи» / Е. В. Владимирский, Ю. В. Каракулова, М. С. Казакова, и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2013. – № 6. – С. 23–26.
26. ВОЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
27. Герасимова, А. С. Особенности медикаментозной коррекции артериальной гипертензии при метаболическом синдроме / А. С. Герасимова, В. Э. Олейников // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2010. – № 1. – С. 106–119.

28. Глезер, М. Г. Артериальная гипертония: особенности течения и лечения у женщин / М. Г. Глезер // Лечебное дело. – 2013. – № 1. – С. 33–40.
29. Гордеева, В. Д. Эффективность курсов сульфидной бальнеопелоидоте–рапии больных остеоартрозом с применением стандартных и укороченных курсов лечения в санаторно–курортных условиях: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.03.11 / Гордеева Валентина Дмитриевна. – М., – 2014. – С. 28.
30. Гриневич, В. Б. Абдоминальное ожирение: клинико–социальные аспекты проблемы / В. Б. Гриневич, Е. И. Сас, Ю. А. Кравчук, и др. // Ожирение и метаболизм. – 2012. – № 2. – С. 28–32.
31. Дедов, И. И. Патогенетические аспекты ожирения / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко, Т. И. Романцова // Ожирение и метаболизм. – 2004. – № 1. – С. 3–9.
32. Дедов, И. И. Национальные клинические рекомендации по лечению морбидного ожирения у взрослых. 3–ий пересмотр (Лечение морбидного ожирения у взрослых) / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко, М. В. Шестакова, и др. // Ожирение и метаболизм. – 2018. – Т. 15. – № 1. – С. 53–70.
33. Демидова, Т. Ю. Профилактика и управление предиабетическими нарушениями углеводного обмена у больных с метаболическим синдромом / Т. Ю. Демидова, О. Р. Галиева // Ожирение и метаболизм. – 2007. – № 4. – С. 19–24.
34. Долганова, Н. П. Личностные детерминанты поведения, связанного со здоровьем, у лиц с различным риском развития метаболического синдрома / Н. П. Долганова, О. П. Ротарь, Е. В. Могучая, и др. // Артериальная гипертензия. – 2013. – № 5. – С. 419–427.
35. Егиев, В. Н. Определение качества жизни пациентов с морбидным ожирением с одномоментным анализом трех опросников – 8Б–36, и анкеты ИКЖ / В. Н. Егиев, Ю. Б. Майорова, А. В. Мелешко, и др. // Вестник РУДН. Серия: Медицина. – 2016. – № 2. – С. 189–196.
36. Еделев, Д. А. Применение физических и природных факторов в восстановительной коррекции функциональных резервов человека / Д. А. Еделев, В. К. Еделев, И. П. Фролков, и др. // Бином. – М., 2009. – С. 206.



37. Елизаров, А. Н. Немедикаментозная коррекция метаболических нарушений при абдоминальном ожирении / А. Н. Елизаров, А. Н. Разумов, В. К. Фролков // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2007. – № 1. – С. 21–23.
38. Ефименко, Н. В. Вращающееся магнитное поле в комплексе курортного лечения больных с метаболическим синдромом / Н. В. Ефименко, А. С. Кайсинова, А. П. Демченко // Цитокины и воспаление. – 2012. – Т. 3. – № 11. – С. 67–68.
39. Ефименко, Н. В. Эффективность курортной терапии с применением питьевых минеральных вод Эссентукского типа при лечении неалкогольной жировой болезни печени у больных сахарным диабетом 2 типа / Н. В. Ефименко, А. С. Кайсинова, Т. Е. Федорова, и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2015. – № 3. – С. 14–17.
40. Ефименко, Н. В. Механизмы действия питьевых минеральных вод / Н. В. Ефименко, В. Ф. Репс // Курортная медицина. – 2013. – № 3. – С. 106–109.
41. Идрисова, Е. М. Показатели системы гемостаза и их взаимосвязи с основными компонентами метаболического синдрома / Е. М. Идрисова, Э. А. Бушкова, Н. М. Краснова, и др. // Сибирский медицинский журнал. – 2007. – № 4. – С. 106–112.
42. Калинкина, О. Б. Терапия ожирения у пациенток с метаболическим синдромом / О. Б. Калинкина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – № 2–2. – С. 315–318.
43. Карпов, Ю. А. Особенности гиполипидемической терапии у больных сахарным диабетом: акцент на комбинированную терапию / Ю. А. Карпов, К. А. Талицкий // Атмосфера. Новости кардиологии. – 2015. – № 4. – С. 2–8.
44. Котенко, К. В. Динамика липидного и метаболического дисбаланса на фоне комплексных программ реабилитации при метаболическом синдроме / К. В. Котенко, Б. Ю. Слонимский // Саратовский научно–медицинский журнал. – 2013. – № 4. – С. 912–917.
45. Кравец, Е. Б. Липидный состав и активность  $Na^+$ ,  $K^+$ –АТФазы мембраны эритроцитов у пациентов с сахарным диабетом 2 типа при дислипидемиях /

- Е. Б. Кравец, Е. А. Степовая, Т. Ю. Кощевец, и др. // Сахарный диабет. – 2010. – № 1. – С. 41–44.
46. Краснопольская, К. В. Коррекция нарушений углеводного обмена у пациенток с бесплодием на этапе подготовки к экстракорпоральному оплодотворению / К. В. Краснопольская, М. Р. Оразов, Е. А. Соколова, и др. // Российский вестник акушера–гинеколога. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 113–118.
47. Кружкова, О. В. Проблема диагностики копинг–стратегий в современном психологическом измерении / О. В. Кружкова, Д. М. Никифорова // Вестник ЮУрГУ. Серия: Психология. – 2012. – № 31. – С. 4–12.
48. Крысанова, В. С. Проблема ожирения и избыточной массы тела в Российской Федерации и ее фармакоэкономическая оценка / В. С. Крысанова, М. В. Журавлева, О. В. Дралова, и др. // Альманах клинической медицины. – 2015. – № S1. – С. 36–41.
49. Крюкова, Т. Н. О методологии исследования и адаптации опросника диагностики совладающего (копинг) поведения / Т. Н. Крюкова // Психология и практика: Сборник научных трудов. Выпуск 1. / Отв. ред. В. А. Соловьева. – Кострома: Изд–во КГУ им. Н. А. Некрасова, 2001. – С. 70–82.
50. Кубряк, О. В. Исследование опорных реакций человека (постурография, стабилметрия) и биологическая обратная связь в программе STPL / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский, А. В. Доброродный. – М.: Мера–ТсП, 2018. – 121 с.
51. Кукшина, А. А. Психопатологические синдромы и их роль в формировании субъективной оценки качества жизни у пациентов в процессе восстановительного лечения / А. А. Кукшина, А. В. Котельникова, Е. А. Турова, и др. // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2014. – № 1. – С. 24–28.
52. Куршаков, А. А. Инсулинорезистентность и эндотелиальная дисфункция при метаболическом синдроме / А. А. Куршаков, Р. Г. Сайфутдинов, Л. И. Анчикова, и др. // Казанский медицинский журнал. – 2011. – № 2. – С. 28–35.
53. Мокрышева, Н. Г. Саркопения глазами эндокринолога / Н. Г. Мокрышева, Ю. А. Крупинова, В. Л. Володичева, и др. // Остеопороз и остеопатии. – 2019. – Т. 22. – № 4. – С. 19–26.

54. Панкова, И. А. Меры повышения эффективности управления процессом реабилитации с использованием стабиллоплатформы / И. А. Панкова, И. В. Кривошей, О. В. Кубряк // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2017. – Т. 2. – № 4. – С. 153–156.
55. Панова, Е. И. Влияние ожирения на качество жизни у мужчин трудоспособного возраста с артериальной гипертензией / Е. И. Панова, О. В. Каратаева, Н. С. Цыпленкова, и др. // Архив внутренней медицины. – 2015. – № 1. – С. 41–45.
56. Пономаренко, Г. Н. Физическая и реабилитационная медицина. Национальное руководство / под ред. Г. Н. Пономаренко – М.: ГЭОТАР–Медиа, 2017. – 512 с.
57. Раскина, К. В. Психосоциальные факторы, влияющие на эффективность программ по снижению веса / К. В. Раскина // Актуальная эндокринология. – 2015. – № 2. – С. 35–39.
58. Российское кардиологическое общество: Российское научное медицинское общество терапевтов. Антигипертензивная лига. Организация содействия развитию догоспитальной медицины. «Амбулаторный Врач». Ассоциация клинических фармакологов / Диагностика, лечение, профилактика ожирения и ассоциированных с ним заболеваний (национальные клинические рекомендации), Санкт–Петербург, 2017.
59. Соболева, Н. П. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения / Н. П. Соболева, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев, и др. // Российский медицинский журнал. – 2014. – № 4. – С. 4–13.
60. Тельнова, М. Э. Оценка взаимосвязи гормонально–метаболических нарушений и показателей тревоги и депрессии у молодых мужчин с ожирением, находящихся на различных видах терапии / М. Э. Тельнова, Я. А. Кочетков, Н. А. Петунина, и др. // Ожирение и метаболизм. – 2012. – № 1. – С. 35–41.
61. Титов, В. Н. Лептин и адипонектин в патогенезе метаболического синдрома / В. Н. Титов // Клиническая медицина. – 2014. – № 4. – С. 20–29.

62. Титов, В. Н. Липопротеины низкой и очень низкой плотности: патогенетическое и клиническое значение / В. Н. Титов, И. А. Востров, С. И. Каба, и др. // Клиническая медицина. – 2013. – № 1. – С. 20–27.
63. Уйба, В. В. Применение немедикаментозных программ для коррекции метаболического синдрома / В. В. Уйба, К. В. Котенко, Г. В. Орлова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2011. – № 1. – С. 40–42.
64. Федорова, Т. Е. Курортная терапия неалкогольной жировой болезни печени с применением питьевых минеральных вод Эссентукского типа / Т. Е. Федорова, Н. В. Ефименко, А. С. Кайсинова // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2012. – Т. 89. – № 6. – С. 21–23.
65. Фролков, В. К. Перспективы оптимизации курортного лечения метаболического синдрома / В. К. Фролков, Е. Н. Никитин, Л. А. Ботвинева, и др. // Современные технологии восстановительной медицины: АСВОМЕД, Сочи. – 2003. – С. 411–412.
66. Хаустова, Е. А. Психосоматический подход к болезням цивилизации (на примере метаболического синдрома X) [Электронный ресурс] / Е. А. Хаустова // Новости медицины и фармации: неврология и психиатрия (тематический номер). – 2007. – № 8. – Режим доступа: <http://novosti.mif-ua.com/archive/issue-5111/article-5122/>.
67. Чумакова, Г. А. Метаболический синдром: сложные и нерешенные проблемы / Г. А. Чумакова, Н. Г. Веселовская, О. В. Гриценко, и др. // Российский кардиологический журнал. – 2014. – Т. 3. – № 107. – С. 63–71.
68. Шальнова, С. А. Оценка суммарного риска сердечнососудистых заболеваний / С. А. Шальнова, О. В. Вихирева // Рациональная терапия в кардиологии. – 2005. – № 3. – С. 54–56.
69. Шишкин, А. Н. Метаболические заболевания новая эпидемия XXI-го века / А. Н. Шишкин // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2012. – № 1. С. 347–348.
70. Шишкова, В. Н. Сибутрамин в лечении ожирения / В. Н. Шишкова, А. Б. Хадзегова, Е. Н. Ющук // Ожирение и метаболизм. – 2010. – № 2. – С. 16–20.

71. Шмидт, Р. Физиология человека / Р. Шмидт, Г. Тевс. – В 3 т. Т. 2.: пер. с англ./ под ред. – М.: Мир. 1996. –313 с.
72. Яшков, Ю. И. Современные подходы к лечению ожирения / Ю. И. Яшков, Л. А. Звенигородская, Т. В. Мищенко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – № 11. – С. 3–10.
73. Abizanda, P. Energetics of aging and frailty: the FRADEA Study / P. Abizanda, et al. // The Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. – 2016. – № 71. – P. 787–796.
74. Akbaraly, T. N. Association between metabolic syndrome and depressive symptoms in middle-aged adults: results from the Whitehall II study/ T. N. Akbaraly, M. Kivimaki, E. J. Brunner, et al. // Diabetes Care. – 2009. – V. 32. – № 3. – P. 499–504.
75. Akfu, A. C. L. Motor coordination training and pedagogical approach for combating childhood obesity / A. C. L. Akfu, S. P. Cobley, R. H. Sanders // Open Journal of Social Sciences. – 2016. – V. 4. – № 12. – P. 1–12.
76. Al Saif, A. Aerobic and anaerobic exercise training in obese adults / A. Al Saif, S. Alsenany // The Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences in his first Editorial. – 2015. – V. 27. № 6. – P. 697–700.
77. Alley, D. E. Grip strength cutpoints for the identification of clinically relevant weakness / D. E. Alley et al. // The Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences in his first Editorial. – 2014. – № 69. – P. 559–566.
78. Angela, C. M. Swimming exercise changed the collagen synthesis and calcification in calcaneal tendons of mice / C. M. Angela, B. R. Francielle, D. E. Moura et al. [Affiliations expand]. – 2021. – V. 14. – № 18. – P. E92.
79. Armstrong, A. Sensorimotor synchronization with audio–visual stimuli: limited multisensory integration / A. Armstrong, J. Issartel // Experimental Brain Research. – 2014. –V. 232. – № 11. – P. 3453–3463.
80. Balkau, B. Physical activity and insulin sensitivity: The RISC study / B. Balkau, L. Mhamdi, J. M Oppert, et al. // Diabetes. – 2008. –№ 57. – P. 2613–2618.

81. Ball, K. Too fat to exercise? Obesity as a barrier to physical activity / K. Ball, D. Crawford, N. Owen // *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. – 2000. – V. 24. – № 3. – P. 331–333.
82. Bangsbo, J. Copenhagen Consensus statement 2019: Physical activity and ageing / J. Bangsbo, J. Blackwell, C. J. Boraxbekk, et al. // *Journal Sports Medicine*. – 2019. – № 53. – P. 856–858.
83. Barazzoni, R. Sarcopenic obesity: Time to meet the challenge / R. Barazzoni, S. Bischoff, Y. Boirie, et al. // *Obesity Facts*. – 2018. – V. 11. – № 4. – P. 294–305.
84. Batsis, J. A. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies / J. A. Batsis, D. T. Villareal // *Nature Reviews Endocrinology*. – 2018. – V.14. – № 9. – P. 513–537.
85. Bauer, J. M. Principles for the standardization of the assessment of muscle strength and power / J. M. Bauer // *World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. – 2018. – P. 75.
86. Bauer, U. E. Prevention of chronic disease in the 21st century: elimination of the leading preventable causes of premature death and disability in the USA / U. E. Bauer, P. A. Briss, R.A. Goodman, et al. // *Lancet*. – 2014. – № 384. – P. 45–52.
87. Baumgartner, R. N. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly / R. N. Baumgartner, et al. // *Obesity Research*. – 2004. – V. 12. – P. 1995–2004.
88. Beaudart, C. Sarcopenia in daily practice : assessment and management / C. Beaudart, E. McCloskey, O. Bruyere, et al. // *BMC Geriatrics*. – 2016. – V. 16. – P. 170.
89. Beavers, K. M. Associations between body composition and gait–speed decline: results from the Health, Aging, and Body Composition study / K. M. Beavers, D. P. Beavers, D. K. Houston, et al. // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2013. – V. 97. – P. 552–560.
90. Beavers, K. M. The role of metabolic syndrome, adiposity, and inflammation in physical performance in the Health ABC Study / K. M. Beavers, F. C. Hsu, D. K. Houston, et al. // *The Journal of Gerontology, Series A*. – 2003. – V. 68. – P. 617–623.

91. Bennett, B. Diet, exercise, behavior: the promise and limits of lifestyle change / B. Bennet, M. S. Sothorn // *Seminars in Pediatric Surgery*. – 2009. – V. 18. – P. 152–158.
92. Blimkie, C. J. Resistance training during preadolescence. Issues and controversies / C. J. Blimkie // *Sports Medicine*. – 1993. – V. 15. – № 6. – P. 389–407.
93. Boschetti, D. Aerobic physical exercise improves exercise tolerance and fasting glycemia independent of body weight change in obese females / D. Boschetti, C. R. Muller, A. L. V. Américo, et al. // *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)*. – 2021. – V. 14. – P. 12.
94. Boumiza, S. MMPs and TIMPs levels are correlated with anthropometric parameters, blood pressure, and endothelial function in obesity/ S. Boumiza, K. Chahed, Z. Tabka, et al. // *Scientific Reports*. – 2021. – V. 11. – № 1. – P. 200 - 252.
95. Boutron, I. CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts / I. Boutron et al. // *Annals of Internal Medicine*. American College of Physicians. – 2017. – V. 167. – № 1. – P. 40.
96. Brocca, L. The time course of the adaptations of human muscle proteome to bed rest and the underlying mechanisms / L. Brocca, J. Cannavino, L. Coletto, et al. // *Journal Physiology*. – 2012. – V. 509. – P. 5211–5230.
97. Cannon, B. Nonshivering thermogenesis and its adequate measurement in metabolic studies / B. Cannon, J. Nedergaard // *Journal of Experimental Biology*. – 2011. – V. 214. – P. 242–253.
98. Cannon, W. B. Bodily changes in pain, hunger, fear, and rage: An account of recent research into the function of emotional excitement / W. B. Cannon – Apa Books, – 2016.
99. Capodaglio, P. Obesity and work : an emerging problem / P. Capodaglio, E. M. Capodaglio, H. Precilios, et al. // *Giornale italiano di medicina del lavoro ed ergonomia*. – 2011. – V. 33. – P. 47–54.
100. Capodaglio, P. Functional limitations and occupational issues in obesity : a review / P. Capodaglio, G. Castelnuovo, A. Brunani, et al. // *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. – 2010. –V. 16. – P. 507–523.

101. Capodaglio, P. Effectiveness of in-patient rehabilitation in obesity-related orthopedic conditions / P. Capodaglio, V. Cimolin, E. Tacchini, et al. // *Journal of Endocrinological Investigation*. – 2013. – V. 36. – № 10. – P. 628–631.
102. Capodaglio, P. Rationale for hospital-based rehabilitation in obesity with comorbidities / P. Capodaglio, C. Lafortuna, M. L. Petroni, et al. // *European journal of physical and rehabilitation medicine*. – 2013. – V. 49. – P. 399–417.
103. Capodaglio, P. Obesity: a disabling disease or a condition favoring disability? / P. Capodaglio, A. Liuzzi // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. – 2013. – V. 49. – P. 395–398.
104. Carlson, J. J. Program participation, exercise adherence, cardiovascular outcomes, and program cost of traditional versus modified cardiac rehabilitation / J. J. Carlso, J. A. Johnson, B. A. Franklin, et al. // *American Journal of Cardiology*. – 2000. – № 86. – P. 17–23.
105. Carnevale, V. Assessment of Skeletal Muscle Mass in Older People : Comparison Between 2 Anthropometry-Based Methods and Dual-Energy X-ray Absorptiometry / V. Carneval, V. Castriotta, P. A. Piscitelli, et al. // *Journal of the American Medical Directors Association*. – 2018. – V.19. – № 9. – P. 793–796.
106. Castelnuovo, G. Obesity and outpatient rehabilitation using mobile technologies: the potential mHealth approach / G. Castelnuovo, G. M. Manzoni, G. Pietrabissa, et al. // *Frontiers in Psychology*. – 2014. – № 5. – P. 559.
107. Cesari, M. Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI study / M. Cesari, B. M. Penninx, M. Pahor, et al. // *The Journal of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. – 2004. –V. 59. – № 3. –P. 242–248.
108. Ciangura, C. Dynamics of change in total and regional body composition after gastric bypass in obese patients / C. Ciangura, J. L. Bouillot, C. Loret Linares, et al. // *Obesity*. – 2010. – V. 18. – P. 760–765.
109. Clark, K. N. Balance, and Strength Training for Obese Individuals / K. N. Clark // *ACSM's Health & Fitness Journal*. – 2014. – V 8. – № 1. – P. 14–20.



110. Coggan, A. R. Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius muscle of young and elderly men and women / A. R. Coggan, R. J Spina, D. S. King, et al. // *Journal Gerontology*. – 1992. – № 47. – P. B71–B76.
111. Coker, R. H. Exercise–induced changes in insulin action and glycogen metabolism in elderly adults / R. H. Coker, N. P. Hays, R. H. Williams, et al. // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2006. – № 38. – P. 433–438.
112. Collaboration NCDRF. Trends in adult body–mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population–based measurement studies with 19.2 million participants. // *Lancet*. – 2016. – № 387. – P. 1377–1396.
113. Conley, K. E. Ageing, muscle properties and maximal O<sub>2</sub> uptake rate in humans / K. E. Conley et al. // *Journal Physiology*. – 2000. – № 587. – P. 211–217.
114. Consitt, L. A. Impact of Endurance and Resistance Training on Skeletal Muscle Glucose Metabolism in Older Adults / L. A. Consitt, C. Dudley, G. Saxena // *Nutrients*. – 2019. – V. 11. – № 11. – P. 2636.
115. Corbeil, P. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control / P. Corbeil, M. Simoneau, D. Rancourt, et al. // *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. – 2001. – V. 9. – № 2. – P. 126–136.
116. Cota, D. The endogenous cannabinoid system affects energy balance via central orexigenic drive and peripheral lipogenesis / D. Cota, G. Marsicano, M. Tschop, et al. // *Journal of Clinical Investigation*. – 2003. – V. 112. – № 3. – P. 423–431.
117. Cruz–Jentoft, A. J. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis / A. J. Cruz–Jentoft, G. Bahat, J. Bauer, et al. // *Age Ageing*. – 2019. – V. 48. – № 1. – P. 16–31.
118. Dana, G. Physical activity types and programs recommended by primary care providers treating adults with arthritis / G. Dana, K. A. Theis, L. B. Murphy, et al. // *DocStyles*. – 2018. – P. 194–210.

119. De Guia, R. M. Aerobic and resistance exercise training reverses age-dependent decline in NAD (+) salvage capacity in human skeletal muscle / R. M. De Guia, M. Agerholm, T. S. Nielsen, et al. // *Physiological Reports*. – 2019. – № 7. – P. 141- 149.
120. Delfa-de la Morena, J. M. Relation of Physical Activity Level to Postural Balance in Obese and Overweight Spanish Adult Males: A Cross-Sectional Study / J. M. Delfa-de la Morena, E. A. Castro, M. A. Rojo-Tirado, et al. // *International Journal Environmental Research and Public Health*. – 2021. – V. 5. – № 18. – P. 82.
121. Deschenes, M. R. Performance and physiologic adaptations to resistance training / M. R. Deschenes, W. J. Kraemer // *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. – 2002. – № 81. – P. S3–S16.
122. D'Hondt, E. Childhood obesity affects fine motor skill performance under different postural constraints / E. D'Hondt, B. Deforche, I. De Bourdeaudhuij, et al. // *Neuroscience Letters*. – 2008. – V. 440. – № 1. – P. 72–75.
123. Di Baise, J. K. Gut microbiota and its possible relationship with obesity / J. K. Di Baise, H. Zhang, M. D. Crowell, et al // *Mayo Clinic Proceedings*. – 2008. –V. 83. – № 4. – P. 460–469.
124. Doucet, E. et al. Appetite after weight loss by energy restriction and a low-fat diet-exercise follow-up / E. Doucet, et al. // *International journal of obesity and related metabolic disorders*. – 2000. – V. 24. – P. 906–914.
125. Evans, E. M. Aerobic power, and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77–87 years olds / E. M. Evans, S. B. Racette, L. R. Peterson, et al. // *Journal of Applied Physiology*. – 2005. – V. 98. – P. 40–45.
126. Fagbohun, A. O. Obesity Affects Health-Related Quality of Life in Schools Functioning Among Adolescents in Southwest of Nigeria / A. O. Fagbohun, A. E. Orimadegun, J. O. Yaria, et al. // *Nigerian Journal of Clinical Practice*. – 2021. – V. 24. – № 7. –P. 1015–1021.
127. Farinha, J. B. An active lifestyle induces positive antioxidant enzyme modulation in peripheral blood mononuclear cells of overweight/obese postmenopausal women / J. B. Farinha, N. R. De Carvalho, F. M. Steckling, et al. // *Life Sciences*. – 2015. – V.15. – № 121. – P. 152–157.

128. Fjeldstad, C. The influence of obesity on falls and quality of life / C. Fjeldstad, A. S. Fjeldstad, L. S. Acree, et al. // *Dynamic Medicine*. – 2008. – V.7. – № 1. – Article 4.
129. Flegal, K. M. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waiststature ratio in adults / K. M. Flegal et al. // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2009. – № 89. – P. 500–508.
130. Frisoli, A. Clinical and biochemical phenotype of osteosarcopenia / A. Frisoli // *WCO–IOF–ESCEO World Congress on Osteoporosis. // Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. – 2017. – P. 106.
131. Gadducci, A. Muscle strength and body composition in severe obesity / A. Gadducci, R. de Cleve, G. Santarém, et al. // *Clinics*. – 2017. – V. 72. – № 5. – P. 272–275.
132. Gaillard, S. Adipose tissue as an endocrine organ / S. Gaillard, R–C. Gaillard // *Diabetes, Obesity and Metabolism*. – 2007. – V. 3. – № 4. – P. 191–205.
133. Gaster, M. Direct evidence of fiber type–dependent GLUT–4 expression in human skeletal muscle / M. Gaster, P. Poulsen, A. Handberg, et. al. // *American Journal of Physiology–Endocrinology and Metabolism*. – 2000. – № 278. – P. 910–916.
134. Gaul, D. Impaired coordination of visual motor skills in obese adults / D. Gaul, A. Mat, D. et al. // *Johann Issartel in: GeneReviews [Internet]*. Seattle (WA): University of Washington, Seattle. – 1993 – 2021.
135. Gill, S. V. Effects of obesity class flat ground walking and obstacle negotiation / S. V. Gill // *Journal of musculoskeletal neuronal interactions*. – 2019. – V.1. – № 19. – P. 448–454.
136. Gill, S. V. Changes in spatial–temporal gait patterns during flat ground walking and obstacle crossing one year after bariatric surgery / S. V. Gill, M. K. Walsh, J. A. Pratt, et al. // *Surgery for Obesity and Other Related Diseases*. – 2016. – V. 12. – P. 1080–1085.
137. Goldbacher, E. M. Are psychological characteristics related to risk of the metabolic syndrome? A review of the literature / E. M. Goldbacher, K. A. Matthews // *Annals of Behavioral Medicine*. – 2007. – V. 34. – № 3. – P. 240–252.

138. Greene, H. L. Foods, health claims, and the law: comparisons of the United States and Europe / H. L. Greene, T. Prior, H. I. Frier // *Obesity Research & Clinical Practice*. – 2001. – V. 9. – P. 276S–283S.
139. Grzegorz, B. Changes in Body Composition and Anthropomorphic Measurements in Children Participating in Swimming and Non–Swimming Activities / B. Grzegorz, A. Gozdziewska, M. Piotr // *eCollection*. – 2020. – V. 17. – № 92. – P. 1.
140. Gurunathan, U. Association between obesity and wound infection following colorectal surgery: systematic review and meta-analysis / U. Gurunathan, S. Ramsay, G. Mitrić, et al. // *The Journal of Gastrointestinal Surgery*. – 2017. – № 21. – P. 1700–1712.
141. Haleem, D. J. Behavioral, hormonal, and central serotonin modulating effects of injected leptin. / D. J. Haleem, Z. Haque, H. Inam // *Peptides*. – 2015. – № 74. – P. 1–8.
142. Hasan, N. A. Relation between body mass index percentile and muscle strength and endurance / N. A. Hasan, K. A. K. Kamal, et al. // *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*. – 2017. – V.17. – № 4. – P. 367–372.
143. Haskell, W. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in health adults / W. Haskell, I. Lee, R. Pate, et al. // *Medical Science Sports Exercise*. – 1998. – № 30. – P. 364–380.
144. Hassink, S. G. Exercise and the obese child / S. G. Hassink, F. Zapalla, L. Falini et al. // *Progress in Pediatric Cardiology*. – 2008. – № 25. – P. 153–157.
145. Healy, G. N. Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: The Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab) / G. N. Healy, K. Wijndaele, D. W. Dunstan, et al. // *Diabetes Care*. – 2008. – № 31. – P. 369–371.
146. Henriksen, C. A. Longitudinal associations of obesity with affective disorders and suicidality in the Baltimore epidemiologic catchment area follow–up study / C. A. Henriksen, A. A. Mather, C. S. Mackenzie // *The Journal of Nervous and Mental Disease*. – 2016. – V. 202. – № 5. – P. 379–85.
147. Henriksson, V. Kan tunnfarmsresektion forsvaras som terapi mot fettstot? / V. Henriksson // *Nordisk medicine*. – 1952. – № 47.– P. 744.

148. Heo, M. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race– ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004 / M. Heo, M. S. Faith, A. Pietrobelli et al. // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2012. № 95. – P. 594–602.
149. Hilton, T. N. Excessive adipose tissue infiltration in skeletal muscle in individuals with obesity, diabetes mellitus, and peripheral neuropathy: association with performance and function / T. N. Hilton, L. J. Tuttle, K. L. Bohnert, et al. // *Physical Therapy*. – 2008. – V. 88. – № 11. – P. 1336–1344.
150. Hirschfeld, H. P. Osteosarcopenia: where bone, muscle, and fat collide / H. P. Hirschfeld, R. Kinsella, G. Duque // *Osteoporosis International*. – 2017. – V. 28. – № 10. – P. 2781–2790.
151. Hsieh, C. J. The relationship between regional abdominal fat distribution and both insulin resistance and subclinical chronic inflammation in non–diabetic adults. / C. J. Hsieh, P. W. Wang, T. Y. Chen // *Diabetology & Metabolic Syndrome*. – 2014. – V. 6. – № 1. – P. 49–55.
152. Hulens, M. Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese / M. Hulens, G. Vansant, R. Lysens, et al. // *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*. – 2002. – V. 32. – № 7. – P. 347–356.
153. Janssen, P. Training at anaerobic threshold. Lactate threshold training, 2nd ed / P. Janssen // *United States: Human Kinetics*. – 2001. – № 4. – P. 25–41.
154. Jin, C. H. The effects of combined aerobic and resistance training on inflammatory markers in obese men / C. H. Jin, H. S. Rhyu, J. Y. Kim // *Journal of Exercise Rehabilitation*. – 2018. – V. 14. – № 4. – P. 660–665.
155. Joyner, M. J. Nitric oxide, and physiologic vasodilation in human limbs: where do we go from here? / M. J. Joyner, M. E. Tschakovsky // *Canadian Journal of Applied Physiology*. – 2003. – № 28. – P. 475–490.
156. Juel, C. Effect of high–intensity intermittent training on lactate and H<sup>+</sup> release from human skeletal muscle / C. Juel, C. Klarskov, J. J. Nielsen, et al. // *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. – 2004. – № 286. – P. 245–251.

157. Kang, C. Muscle immobilization and remobilization downregulates PGC-1 $\alpha$  signaling and the mitochondrial biogenesis pathway / C. Kang, L. L. Ji // *Journal of Applied Physiology*. – 2013. – № 115. – P. 1618–1625.
158. Karoline de Moraes, P. Effects of aerobic exercise intensity on 24-h ambulatory blood pressure in individuals with type 2 diabetes and prehypertension / P. Karoline de Moraes, M. M. Sales, J. Alves de Almeida, et al. // *The Journal of Physical Therapy Science*. – 2015. – № 27. – P. 51–56.
159. Khorassani, F. E. Past and present of antiobesity agents: focus on monoamine modulators / F.E. Khorassani, A. Misher, S. Garris // *American Society of Health System Pharmacists*. – 2015. – V. 72. – № 9. – P. 697–706.
160. Kim, D. Y. Effect of walking exercise on changes in cardiorespiratory fitness, metabolic syndrome markers, and high-molecular-weight Adiponectin in obese middle-aged women / D. Kim, B. D. Seo, D. J. Kim // *The Journal of Therapy Science*. – 2014. – № 26. – P. 1723–1727.
161. Koh, Y. Responses of inflammatory cytokines following moderate intensity walking exercise in overweight or obese individuals / Y. Koh, K. S. Park // *Journal of Exercise Rehabilitation*. – 2017. – V. 13. – № 4. – P. 472–476.
162. Konturek, P. C. Neuro – hormonal control of food intake; basic mechanisms and clinical implications / P. C. Konturek // *Journal Physiology and Pharmacology*. – 2005 – V. 56. – P. 5–25.
163. Kowalkowska, J. Eating Behaviour among University Students: Relationships with Age, Socioeconomic Status, Physical Activity, Body Mass Index, Waist-to-Height Ratio and Social Desirability / J. Kowalkowska, R. Poínhos // *Nutrients*. – 2021. – V. 13. – № 10. – P. 3622.
164. Kriketos, A. D. Central fat predicts deterioration of insulin secretion index and fasting glycaemia: 6-year follow-up of subjects at varying risk of Type 2 diabetes mellitus / A. D. Kriketos, D. G. Carey, A. B. Jenkins, et al. // *Diabetic Medicine*. – 2003. – V. 20. – № 4. – P. 294–300.

165. Lafortuna, C. L. Influence of body adiposity on structural characteristics of skeletal muscle in men and women / C. L. Lafortuna, D. Tresoldi, G. Rizzo // *Clinical Physiology and Functional Imaging*. – 2014. – V. 34. – № 1. – P. 47–55.
166. Lam, P. Maternal diabetes independent of BMI is associated with altered accretion of adipose tissue in large for gestational age fetuses / P. Lam, B. J. Mein, R. J. Benzie, J. T. Ormerod, et al. // *Plos One*. – 2022. [eCollection 2022]– V. 17. – № 3. – P. e0266247.
167. Landi, F. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iLSIRENTE study / F. Landi, R. Liperoti, A. Russo, et al. // *Clinical Nutrition*. – 2012. – № 31. – P. 652–658.
168. Landsberg, L. Obesity–related hypertension: pathogenesis, cardiovascular risk, and treatment: a position paper of The Obesity Society and the American Society of Hypertension / L. Landsberg, L. J. Aronne, L. J. Beilin // *Journal of Clinical Hypertension*. – 2013. – V. 15. – № 1. – P. 14–33.
169. Langer, S. Z. Studies on the serotonin transporters in platelets. / S. Z. Langer, A. M. Glazin // *Experientia*. – 1988.– № 44. – P. 127–131.
170. LaRoche, D. P. Millett ED. Fat mass limits lower–extremity relative strength and maximal walking performance in older women / D. P. LaRoche, R. J. Kralian // *Journal of Electromyography and Kinesiology*. – 2011. – V. 21. – № 5. – P. 754–761.
171. Larsson, B. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 years follow up of participants in the study of men born in 1913 / B. Larsson, K. Svardsudd, L. Welin, et al. // *The BMJ*. – 1984. – V. 288. – № 6428. – P. 1401–1404.
172. Lee, S. Y. Assessment methods in human body composition / S. Y. Lee, D. Gallagher // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. – 2008. – V. 11. – P. 566–572.
173. Lemos, T. Current body composition measurement techniques / T. Lemos, D. Gallagher // *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*. – 2017. – № 5. – P. 310–314.

174. Leombruni, P. An exploratory study to subtype obese binge eaters by personality traits / P. Leombruni, G. Rocca, S. Fassino // *Psychotherapy and Psychosomatics*. – 2014. – V. 83. – № 2. – P. 114–118.
175. Lexell, J. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15– to 83–year–old men/ J. Lexell, C. C Taylor, M. Sjostrom // *Neurological Sciences*. –1988. – № 84. – P. 275–294.
176. Li, S. Relation of childhood obesity/cardiometabolic phenotypes to adult cardiometabolic profile: the Bogalusa Heart Study / S. Li, W. Chen, S. R. Srinivasan // *American Journal of Epidemiology*. – 2012. – № 176. – P. 142–149.
177. Lin, X. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics / X. Lin, H. Li // *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)*. – 2021. [eCollection 2021]. – V. 6. – № 12. – P. 706–978.
178. Luo, D. Comparison of the effect of metabolically healthy but obese and metabolically abnormal but not obese phenotypes on development of diabetes and cardiovascular disease in Chinese. / D. Luo, F. Liu, X. Li // *Endocrine*. – 2014. № 9. – P. 23–33.
179. Magee, L. Longitudinal associations between sleep duration and subsequent weight gain: a systematic review / L. Magee, L. Hale // *Sleep Medicine Reviews*. – 2012. – № 16. – P. 231–241.
180. Manafe, M. Views of Own Body Weight and the Perceived Risks of Developing Obesity and NCDs in South African Adults / M. Manafe, P. K. Chelule, S. Madiba // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – V. 18. – № 21. – P. 11265.
181. Mancia, G. Metabolic syndrome in the Pressioni Arteriose Monitorate E Loro Associazioni (PAMELA) study: daily life blood pressure, cardiac damage, and prognosis / G. Mancia, M. Bombelli, G. Corrao, et. al. // *Hypertension*. – 2007. – № 49. – P. 40–47.
182. Mancia, G. The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology



- (ESC) / G. Mancia, G. de Backer, A. Dominiczak // *Journal of Hypertension*. – 2007. – № 25. – P. 1105–1187.
183. Manco, M. Gut microbiota, lipopolisaharides and innate immunity in the pathogenesis of obesity and cardiovascular risk / M. Manco, L. Putignani, F. Botazzo. // *Endocrine Reviews*. – 2010. – V. 31. – № 6. – P. 2– 64.
184. Mandal, S. Nutrition and Exercise Rehabilitation in Obesity hypoventilation syndrome (NEO): a pilot randomised controlled trial / S. Mandal, E. S. Suh, R. Hardinget, et al. // *Thorax*. – 2018. – № 73. – P. 62–69.
185. Mantzoros, C. S. Leptin in human physiology and pathofisiology / C. S. Mantzoros // *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. – 2011. – V. 301. – № 4. – P. E567–E584.
186. Mathus–Vliegen, E. M. Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline / E. M. Mathus–Vliegen // *Obesity Facts*. – 2012. – 5. – P. 460–483.
187. Matias, I. Regulation, function, and dysregulation of endocannabinoids in models of adipose and beta–pancreatic cells and in obesity and hyperglycemia / I. Matias, M. P. Gonthier, P. Orlando, et al. // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2006. – V. 91. – № 8. – P. 317180.
188. Matias, I. Obesity, and the Endocannabinoid System: Circulating Endocannabinoids and Obesity / I. Matias, B. Gatta–Cherifi, D. Cota // *Current Obesity Reports*. – 2012. – № 1. – P. 229–235.
189. Miegueu, P. Effect of desacyl ghrelin, obestatin and related peptides on triglyceride storage, metabolism and GHSR signaling in 3T3–L1 adipocytes / P. Miegueu, D. St Pierre, F. Broglio // *Journal of Cellular Biochemistry*. – 2011. № 112. – P. 704–714.
190. Mijndarends, D. M. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community–dwelling older people: a systematic review / D. M. Mijndarends, J. M. Meijers, R. J. Halfens, et al. // *Journal of the American Medical Directors Association*. – 2013. – № 3. – P. 170–178.

191. Miller, J. Childhood obesity / J. Miller, A. Rosenbloom, J. Silverstein // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2004. – V. 89. – № 9. – P. 4211–4218.
192. Miller, M. D. Rating chronic medical illness burden in geropsychiatric practice and research application of the Cumulative illness Rating Scale / M. D. Miller, C. F. Paradis, P. R. Honck, et al. // *Psychiatry Research*. – 1992. – V. 41. – № 3. – P. 237–244.
193. Mohamed, A. S. Multidisciplinary approach to obesity: Aerobic or resistance physical exercise? / A. S. Mohamed, M. Abdelmoneem, A. Almaqhawi, et al. // *Journal of Exercise Science & Fitness*. – 2018. – V. 16. – № 3. – P. 118–123.
194. Montano–Loza, A. J. Sarcopenic obesity and myosteatorsis are associated with higher mortality in patients with cirrhosis / A. J. Montano–Loza, P. Angulo, J. Meza–Junco, et al. // *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. – 2016. – № 7. – P. 126–135.
195. Montgomery, M. K. Mitochondrial dysfunction, and insulin resistance: an update / M. K. Montgomery, N. Turner // *Endocrine Connections*. – 2015. – № 4. – P. R1–R15.
196. Murata, H. Characteristics of body composition and cardiometabolic risk of Japanese male heavyweight Judo athletes. / H. Murata, S. Oshima, S. Torii // *Journal of Physiological Anthropology*. – 2016. – V.6. – № 35. – P. 1–10.
197. Murgia, M. Single Muscle Fiber Proteomics Reveals Fiber–Type–Specific Features of Human Muscle Aging / M. Murgia, L. Toniolo, N. Nagaraj, et al. // *Cell Reports*. – 2017. – № 19. – P. 2396–2409.
198. Nanjappa, V. A comprehensive curated reaction map of leptin signaling pathway / V. Nanjappa, R. Raju, B. Muthusamy // *Journal of Proteomics & Bioinformatics*. – 2011. – № 4. – P. 184–189.
199. Nations United, Department of Economic Population Division. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP/248 (United Nations, 2017).
200. Nickals, J. M. Wee Successful weight loss among obese U. S. adult / J. M. Nickals, K. W. Huskey, R. B. Davis // *American Journal of preventive Medicine*. – 2012. – V. 42. – № 5. – P. 481–485.
201. NIH. WHO. *Obesity Research*. – 2012. – V. 6. – № 2. – P. 51S–209S.  
<http://who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en>.

202. O'Donovan, G. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost / G. O'Donovan, A. Owen, S. R. Bird, et al. // *Journal of Applied Physiology*. – 2005. – № 98. – P. 1619–1625.
203. Ogden, C. L. High body mass index for age among US children and adolescents / C. L. Ogden, M. D. Carroll, K. M. Flegal // *Journal of the American Medical Association*. – 2008. – № 299. – P. 2401–2405.
204. Okada-Iwabu, M. A. Small molecule AdipoR agonist for type 2 diabetes and short life in obesity/ M. Okada-Iwabu, T. Yamauchi, M. Iwabu // *Nature*. – 2013. – V. 503. – № 7477. – P. 493–499.
205. Osei-hyiaman, D. Endocannabinoid activation at hepatic CB1 receptors stimulates fatty acid synthesis and contributes to diet-induced obesity / D. Osei-hyiaman, M. Depetrillo, P. Pacher, et al. // *Journal of Clinical Investigation*. – 2005. – V. 115. – № 5. – P. 1298–1305.
206. Page, P. Improving the reporting of therapeutic exercise interventions in rehabilitation research / P. Page, B. Hoogenboom, M. Voight // *The International Journal of Sports Physical Therapy*. – 2017. – V. 12. – № 2. – P. 297–304.
207. Pala, L. Adipokines as possible new predictors of cardiovascular diseases: a case control study / L. Pala, M. Monami, S. Ciani // *Journal of Nutrition and Metabolism*. – 2012. – V. 2012. – P. 253–428.
208. Pataky, Z. Effects of obesity on functional capacity / Z. Pataky, S. Armand, S. Muller-Pinget, et al. // *Obesity (Silver Spring)*. – 2014. – № 22. – P. 56–62.
209. Patrick, M. O. Weissman. Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial of Lorcaserin for Weight Loss in Type 2 Diabetes Mellitus: The BLOOM-DM Study / M. O. Patrick, R. S. Steven, J. Neil // *Intervention and Prevention*. – 2012. № 20. – P. 1426–1436.
210. Perello, M. Functional implications of limited receptor and ghrelin receptorexpression in the brain / M. Perello, M. M. Scott, I. Sakata // *The Journal of Comparative Neurology*. – 2014. – V. 520. – № 2. – P. 281–294.

211. Perna, F. Effect of diet and exercise on quality of life and fitness parameters among obese individuals / F. Perna, R. Bryner, D. Donley, et al. // *Journal of Exercise Physiology*. – 1999. – № 1. – P. 125–131.
212. Phillips, C. M. Metabolically healthy obesity: definitions, determinants and clinical implications. / C. M. Phillips // *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. – 2013. – V. 14. – № 3. – P. 219–227.
213. Pi, M. Novel Bone Endocrine Networks Integrating Mineral and Energy Metabolism / M. Pi, L. D. Quarles // *Current Osteoporosis Reports*. – 2013. – V. 11. – P. 391–399.
214. Planas, A. Relationship of obesity distribution and peripheral arterial occlusive disease in elderly men / A. Planas, A. Clará, J. M. Pou, et al. // *International journal of obesity and related metabolic disorders*. – 2001. – № 25. – P. 1068–1070.
215. Puri, R. Is it finally time to dispel the concept of metabolically healthy obesity? / R. Puri // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2014. – V. 63. – № 24. – P. 2687–2688.
216. Resnick, H. E. Insulin resistance, the metabolic syndrome, and of incident cardiovascular disease in nondiabetic American Indians: The Strong Heart Study / H. E. Resnick, K. Hones, G. Ruotolo, et al. // *Diabetes Care*. – 2003. – № 26. – P. 861–867.
217. Rolland, Y. Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives / Y. Rolland, S. Czerwinski, G. A. van Kan, et al. // *The Journal of Nutrition Health and Aging*. – 2008. – V.12. – № 7. – P. 433–450.
218. Rosenbaum, M. Long-term persistence of adaptive thermogenesis in subjects who have maintained a reduced body weight / M. Rosenbaum, J. Hirsch, D. A. Gallagher, et al. *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2008. – P. 906–912.
219. Rosito, G. A. Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample: the Framingham Heart Study / G. A. Rosito, J. M. Massaro, U. Hoffmann, et al. // *Circulation*. – 2008. – V.117. – № 5. – P. 605–613.
220. Ross, R. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial / R.

- Rossi, D. Dagnone, P. J. Jones, et al. // *Annals of Internal Medicine*. – 2000. – № 133. – P. 92–103.
221. Roubenoff, R. Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics / R. Roubenoff // *Obesity Research*. – 2004. – № 12. – P. 887–888.
222. Rucker, D. Long term pharmacotherapy for obesity and overweight: updated meta-analysis / D. Rucker, R. Padwal, S. K. Li, et al. // *BMJ*. – 2007. – № 335. – P. 1194–1199
223. Rydén, L. Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for the Study of Diabetes (EASD). Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. The Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) / L. Rydén, E. Standl, M. Bartnik, et al. // *European Heart Journal*. – 2007. – V. 28. – № 1. – P. 88–136.
224. Samuel, V. T. The pathogenesis of insulin resistance: integrating signaling pathways and substrate flux/ V. T. Samuel, G. I. Shulman // *Journal of Clinical Investigation*. – 2016. – № 126. – P. 12–22.
225. Sanal, E. Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study / E. Sanal, F. Ardic, S. Kirac // *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. – 2013. – № 49. – P. 1–11.
226. Sartório, A. Gender-related changes in body composition, muscle strength and power output after a short-term multidisciplinary weight loss intervention in morbid obesity / A. Sartório, N. Maffiuletti, F. Agosti, et al. // *Journal of Endocrinological Investigation*. – 2005. – № 28. – P. 494–501.
227. Scarpina, F. Altered multisensory temporal integration in obesity / F. Scarpina, D. Migliorati, P. Marzullo, et al. // *Scientific Reports*. – 2016. – № 6. – P. 1-18.
228. Schaap, L. A. Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons / L. A. Schaap, A. Koster, M. Visser // *Epidemiologic Reviews*. – 2013. – № 35. – P. 51–65.

229. Shaw, K. Exercise for overweight or obesity / K. Shaw, H. Gennat, P. O'Rourke, et al. // *Cochrane Library: Cochrane Reviews*. – 2006. – V. 18. – № 4. – P. CD003817.
230. Sizoo, D. Measuring Muscle Mass and Strength in Obesity : a Review of Various Methods / D. Sizoo, L. J. M de Heide, M. Emous, et al. // *Obesity Surgery*. – 2021. – № 31. – P. 384–393.
231. Skinner, J. S. HERITAGE Family Study : Age, sex, race, initial fitness, and response to training // J. S. Skinner, A. Jaskólski, A. Jaskólska, et al. // *Journal of Applied Physiology*. – 2001. – № 90. – P. 1770–1776.
232. Strasser, B. Physical activity in obesity and metabolic syndrome / B. Strasser *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2013. – № 1281. – P. 141–159.
233. Strong, W. B. Evidence based physical activity for school–age youth / W. B. Strong, R. M. Malina, C. J. Blimkie, et al. // *The Journal of Pediatrics*. – 2005. – № 146. – P. 732–737.
234. Sylow, L. Current advances in our understanding of exercise as medicine in metabolic disease / L. Sylow, E. Richter // *Current Opinion in Physiology*. – 2019. – № 12. – P. 12–19.
235. Tardif, N. Muscle ectopic fat deposition contributes to anabolic resistance in obese sarcopenic old rats through eIF2 $\alpha$  activation / N. Tardif, J. Salles, C. Guillet, et al. // *Aging Cell*. – 2014. – № 13. – P. 1001–1111.
236. Thornell, L. E. Sarcopenic obesity: satellite cells in the aging muscle / L. E. Thornell // *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. – 2011. – № 14. – P. 22–27.
237. Tomlinson, D. J. The impact of obesity on skeletal muscle strength and structure through adolescence to old age / D. J. Tomlinson, R. M. Erskine, C. I. Morse, et al. // *Biogerontology*. – 2016. – V. 17. – № 3. – P. 467–483.
238. Trayhurn, P. Hypoxia and adipose tissue function and dysfunction in obesity / P. Trayhurn // *Physiological Reviews*. – 2013. – № 93. – P. 1–21.
239. Tremblay, A. Adaptive thermogenesis can make a difference in the ability of obese individuals to lose body weight / A. Tremblay, M. M. Royer, J. P. Chaput et al. // *International Journal of Obesity*. – 2013. – № 37. – P. 759–764.

240. Trost, S. G. Physical activity and determinant of physical activity in obese and non-obese children / S. G. Trost, L. M. Kerr, D. S. Ward, et al. // *International journal of obesity and related metabolic disorders*. – 2001. – № 30. – P. 222–226.
241. Tyrovolas, S. Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study / S. Tyrovolas, A. Koyanagi, B. Olaya, et al. // *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. – 2016. – № 7. – P. 312–321.
242. Varlet, M. Continuity of visual and auditory rhythms influences sensorimotor coordination / M. Varlet, L. Marin, J. Issartel, et al. // *PLoS ONE*. – 2010. – V. 7. – № 9. – P. 1–10.
243. Verfaillie, F. Effects of Resistance, Balance, and Gait Training on Reduction of Risk Factors Leading to Falls in Elders / F. Verfaillie, F. Deborah, J. Nichols, et al. // *Journal of Aging and Physical Activity*. – 1997. – V. 5. – № 3. – P. 213–228.
244. Vincent, F. Effects of Obesity on Rehabilitation Outcomes After Orthopedic Trauma / F. Vincent, K. Heather, N. Amanda et al. // *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. – 2012. – V. 91. – № 12. – P. 1051–1059.
245. WHO. Obesity WH: Preventing and managing the global epidemic. WHO technical report series 894. – 2000. – № 4. – P. 5–37.
246. Withrow, D. The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity / D. Withrow, D. A. Alter // *Obesity Reviews*. – 2011. – V. 12. – № 2. – P. 131–141.
247. Wouters, E. J. Effects of aquajogging in obese adults: a pilot study // E. J. Wouters, A. M. Van Nunen, R. Geenen, et al. // *Journal of Obesity*. – 2010. – № 23. – P. 307–311.
248. Yaprak, Y. The effects of upper body muscle strength training on anthropometric measurements and cardiopulmonary function in obese women / Y. Yaprak, B. Durgun, S. Kurdak // *The Journal of Physical Therapy Science*. – 2010. – № 22. – P. 161–166.
249. You, L. Physiotherapists' Perceptions of Their Role in the Rehabilitation Management of Individuals with Obesity / L. You, G. Sadler, S. Majumdar, et al. // *Physiotherapy Canada*. – 2012. – V. 64. – № 2. – P. 168–175.

250. Young, D. R. Associations among baseline physical activity and subsequent cardiovascular risk factors / D. R. Young, D. S. Sharp, J. D. Curb // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 1995. – № 27. – P. 1646–1654.
251. Yumuk, V. Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. European guidelines for obesity management in adults / V. Yumuk, C. Tsigos, M. Fried, et al. // *Obesity Facts*. – 2015. – № 8. – P. 402–424.
252. Zafrir, B. Joint impact of body mass index and physical capacity on mortality in patients with systolic heart failure / B. Zafrir, N. Salman, O. Amir // *The American Journal of Cardiology*. – 2014. – V. 113. – № 7. – P. 1217–1221.
253. Zoico, E. Physical disability and muscular strength in relation to obesity and different body composition indexes in a sample of healthy elderly women / E. Zoic, V. Di Francesco, J. M. Guralnik, et al. // *International journal of obesity and related metabolic disorders*. – 2004. – V. 28. – № 2ти. – P. 234–244.