

# Обзор механизмов и воздействия неинвазивных устройств для коррекции контуров тела на целлюлит и подкожный жир

Захра Ализаде, 1,2 ФарзинГалабчи, 1,2 РезаМазахери, 1,2 Марьям Аболхасани, 1, \* и Мастане Табеш 1

<sup>1</sup> Исследовательский центр спортивной медицины, Институт неврологии, Тегеранский университет медицинских наук, Тегеран, Иран

<sup>2</sup> Департамент спорта и лечебной физкультуры, Тегеранский университет медицинских наук, Тегеран, Иран

\* Автор, ответственный за переписку: Марьям Аболхасани, № 7, Ale-ahmadHWY, почтовый ящик: 14395578, Тегеран, Иран. Тел: + 98-21886302278, Факс: + 98-2188003539, Электронная почта: dr\_m\_abolhasani@yahoo.com

Получили 2016 30 января; Пересмотрено 2016 Июнь 08; Принял 2016 26 июня.

## Абстрактный

**Контекст:** Сегодня доступны различные виды неинвазивных методов коррекции контуров тела, включая криолиполиз, радиочастотную (RF), низкоуровневую лазерную терапию (LLLT) и высокоинтенсивный сфокусированный ультразвук (HIFU) для уменьшения объема подкожной жировой ткани или целлюлита. Каждая процедура имеет различные механизмы стимуляции апоптоза или некроза жировой ткани. В дополнение к упомянутым методикам, в настоящее время проводятся некоторые исследования для анализа эффективности других методов, таких как вибрация всего тела (WBV) и экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ESWT). В настоящем обзоре обсуждаются механизмы, эффекты и побочные эффекты указанных методов. Было оценено влияние этих устройств на уменьшение целлюлита или подкожного жира.

**Доказательства** Мы провели поиск в базах данных в Интернете, Google Scholar и в кохранных базах данных, чтобы найти системные обзоры, обзорные статьи, метаанализ и рандомизированные клинические испытания до февраля 2015 года. Ключевыми словами были подкожный жир, целлюлит, ожирение, неинвазивная коррекция контуров тела, криолиполиз, RF, LLLT, HIFU, ESWT и WBV с полными названиями и сокращениями.

**Полученные результаты:** В настоящий повествовательный обзор мы включили семь обзоров и 66 оригинальных статей. Большинство из них применялось к участникам с нормальным или избыточным весом (индекс массы тела <30 кг / м<sup>2</sup>). 2) у обоих полов с широким диапазоном возрастов (в среднем от 18 до 50 лет). В исходных статьях количество включенных методов было: 10 HIFU, 13 RF, 22 криолиполиз, 11 LLLT, 5 ESWT и 4WBV. В шести статьях оценивалась комбинированная терапия, а в семи сравнивались эффекты различных устройств.

**Выводы:** Некоторые из неинвазивных устройств для коррекции контуров тела в исследованиях на животных и людях, такие как криолиполиз, RF, LLLT и HIFU, показали статистически значимое влияние на контуры тела, удаляя нежелательный жир и целлюлит в некоторых областях тела. Однако клинические эффекты от слабых до умеренных, например, уменьшение окружности на 2-4 см как признак уменьшения подкожного жира во время общих сеансов лечения. В целом, не существует окончательного неинвазивного метода лечения целлюлита. Кроме того, из-за методологических различий в имеющихся доказательствах сравнение методов затруднено.

**Ключевые слова:** Контур тела, Подкожный жир, Целлюлит

## 1. Контекст

В последние годы неинвазивные методы коррекции контуров тела стали одной из самых распространенных процедур и быстро развиваются в областях эстетической медицины ( 1 , 2 ). Подавляющему большинству хирургических методов коррекции фигуры присущи риски и осложнения, такие как боль, отек, длительное восстановление, рубцы, гематома или инфекция, что делает неинвазивные процедуры все более популярными ( 3 - 5 ). Согласно данным, опубликованным Американским обществом эстетической пластической хирургии в 2013 году, значительный риск инвазивных процедур коррекции контуров тела привел к 521% -ному росту неинвазивных техник с 1997 года ( 6 ). Кроме того, было подсчитано, что количество неинвазивных процедур коррекции фигуры ежегодно увеличивается на 21% ( 7 ). Даже для сокращения времени послеоперационного восстановления, уменьшения синяков и увеличения подтяжки кожи, хирургическая липэктомия -

методы сочетаются с неинвазивными методами ( 7 ).

### 1.1. Целлюлит и подкожный жир

Целлюлит вызывает дискомфорт из-за множества факторов. торс ( 8 ), но этиология не до конца понятна ( 9 ). Внешний вид кожи меняется, она становится похожей на «апельсиновую корку». Целлюлит обычно встречается на бедрах и ягодицах ( 8 , 10 , 11 ). Целлюлит чаще встречается у взрослых женщин, чем у мужчин. До 98% женщин обеспокоены изменениями своей кожи из-за целлюлита, и эти изменения снижают их самооценку ( 12 ).

Шкала Нюрнбергера и Мюллера является наиболее часто используемой классификацией целлюлита ( 9 , 13 ). В соответствии с этой шкалой были определены три степени: I - видимые изменения со сжатием кожи или сокращением мышц; II- видимые изменения без манипуляций; и III- видимые изменения

связанные с узелками. В дополнение к оценочной шкале Нюрнберга и Мюллера, недавняя классификация включает четыре дополнительных переменных: (i) количество явных депрессий; (ii) глубина видимых впадин; (iii) изменение внешнего вида поверхности кожи и (iv) степень дряблости. Согласно этим пунктам целлюлит подразделяется на три степени: легкая, умеренная и тяжелая (9). Оценить точные результаты антицеллюлитной терапии непросто, но существуют некоторые практические методы измерения результатов, такие как сканирование ультразвукового изображения в реальном времени, трехмерное оптическое измерение поверхности кожи, клиническое фотографирование, гистологические данные, личные анкеты и т. д. (14 -

18).

Подкожно-жировая клетчатка отличается от целлюлита. Как упоминалось ранее, целлюлит определяется сфокусированными и топографическими изменениями кожи с видом апельсиновой корки, однако подкожный жир является индикатором периферической жировой массы, которую можно оценить по окружности и измерениям кожных складок, а изменение этих параметров можно рассматривать как индикатор целлюлитных изменений. Однако, помимо этих измерений, следует учитывать и другие показатели целлюлита, такие как эластичность кожи и толщина дермы (11).

Ранее оценивались различные методы коррекции контуров тела, чтобы определить их безопасность и влияние на уменьшение подкожного жира и лечение целлюлита. В этих исследованиях учитывались краткосрочная и среднесрочная удовлетворенность пациентов, стойкость результатов и время для получения максимальных результатов, общие осложнения и время восстановления. Цели данной статьи состояли в том, чтобы рассмотреть и оценить основные методы неинвазивного удаления подкожного жира и уменьшения целлюлита, а также сравнить их клинические результаты. Поскольку существует физиологическое и биохимическое разнообразие между подкожной жировой клетчаткой и целлюлитом, оба они были включены в обзор.

## 2. Сбор доказательств

Мы использовали веб-сайты базы данных pubmed, google scholar и cochrane review, чтобы найти релевантные статьи на английском языке (аннотации и / или полные тексты). Рассмотрены систематические обзоры, обзорные статьи, метаанализы и рандомизированные клинические испытания (опубликованные до февраля 2015 г.). В нашем исследовании использовались следующие ключевые слова: неинвазивное моделирование контуров тела, подкожно-жировая клетчатка, ожирение, целлюлит, криолиполиз, радиочастота (RF), низкоэнергетическая лазерная терапия (LLLT), инфракрасный свет и сфокусированный ультразвук высокой интенсивности (HIFU), экстракорпоральная ударно-волновая терапия. (ESWT) и вибрационное упражнение. Чтобы увеличить охват нашей стратегии поиска, авторы также изучили тексты, чтобы найти другие соответствующие цитируемые рукописи, которые не были найдены в

первоначальный поиск. Учитывая описательный характер обзора, официальной оценки качества не проводилось.

## 3. Результаты

При первичном поиске мы нашли 2024 статьи с ключевыми словами. Неанглоязычные статьи и статьи, в которых не упоминались меры клинической эффективности или использовались инвазивные методы, были исключены. Кроме того, статьи, посвященные влиянию различных методов на потерю веса или процентное содержание жира в организме, были опущены. В настоящий повествовательный обзор мы включили семь обзоров и 66 оригинальных статей. Большинство из них применялись участниками с ненормальным или избыточным весом (индекс массы тела (ИМТ) <30 кг / м<sup>2</sup>). 2) лиц обоего пола с широким диапазоном возрастов (в среднем от 18 до 50 лет). В шести статьях оценивалась комбинированная терапия, а в семи сравнивались эффекты различных устройств. Сводка результатов приведена в [фигуре 1](#).

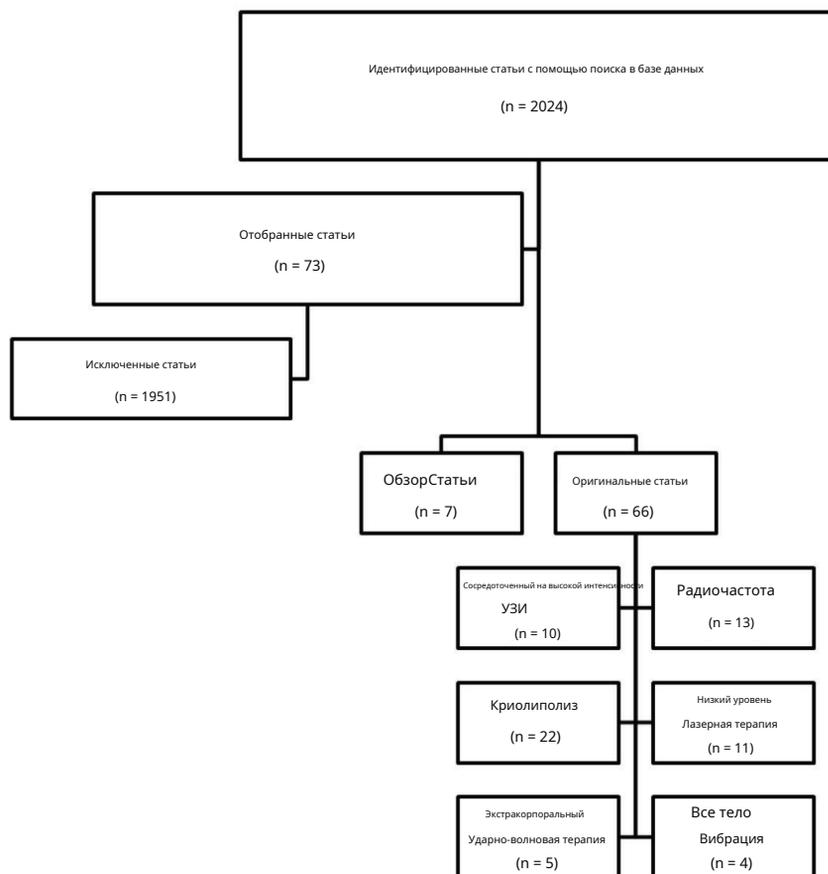
Ниже мы обсудим распространенные неинвазивные методы коррекции контуров тела:

### 3.1. Сфокусированный ультразвук высокой интенсивности

Концепция применения HIFU для терапевтических целей была введена в 1942 году, и более 50 лет HIFU использовался для лечения опухолей органов, камней в почках и маточных фибрилл, чтобы уменьшить потребность в агрессивных процедурах (19 - 21 год). В последнее время внимание привлекли устройства HIFU для уменьшения жировой ткани и контуров тела (7).

Используя внешний датчик, энергия HIFU отсекает целевую жировую ткань. Однако на окружающие ткани он не влияет. Из-за высокой конвергенции ультразвуковой энергии на высоких частотах повреждение ткани ограничивается небольшим фокусом. Энергия ультразвука вызывает молекулярные колебания в этой зоне, что приводит к повышению температуры целевой ткани выше 56 ° C и коагуляционному некрозу жировых клеток (20, 22, 23).

На рынке представлены различные типы устройств HIFU, такие как LipoSonic (Medicis Technologies Corporation, Ботелл, Вашингтон), которые одобрены Управлением по контролю за продуктами и лекарствами (FDA), но есть и другие ультразвуковые устройства, разработанные для неинвазивной коррекции контуров тела, еще не одобренные FDA, такими как Proslimelt (консультирование по вопросам медицинского обслуживания, Муртен, Швейцария), Medcontour (общий проект, Флоренция, Италия), Ultracontour (Medixsysteme, Ним, Франция), Novashape (UltraMed, Milton, ON, Канада), Accent Ultra (Alma, Bu alo Grove, Иллинойс, США) и Vaser-Shape (звуковые хирургические технологии, Луисвилл, Колорадо, США) (7, 22). В 2011 году проведено доклиническое исследование на животных 26 свиньям. Лечение проводилось с помощью HIFU за один сеанс для каждого участка (25 × 25 мм для каждого участка) и уровни энергии от 85,3 до 270 Дж / см<sup>2</sup>. Исследование показало успешное уменьшение подкожно-жировой клетчатки. Кроме того, нет неблагоприятных



Фигура 1. Блок-схема стратегии поиска

эффекты были замечены на коже, фасции или других окружающих тканях. Во время некропсии не сообщалось о системных нарушениях показателей биохимии крови или жировой эмболии ( 22 ).

В рандомизированном слепом контролируемом исследовании, проведенном в 2012 г., приняли участие 180 мужчин и женщин (от 18 до 65 лет) с ИМТ  $\leq 30$  кг / м<sup>2</sup> и подкожной жировой клетчатки (SAT) толщиной  $\geq 2,5$  см в области воздействия (передняя часть живота и лодыжки). Во время исследования участники продолжали свою обычную диету и физическую активность. Пациенты были разделены на три группы и получали лечение NIFU одной из трех общих доз энергии: 177 Дж / см.<sup>2</sup> ( три прохода при 59 Дж / см<sup>2</sup>), 141 Дж / см<sup>2</sup> ( три прохода при 47 Дж / см<sup>2</sup>), или 0 Дж / см<sup>2</sup> ( три прохода при 0 Дж / см<sup>2</sup>; фиктивная группа) в течение почти одной минуты для каждой целевой зоны и 15 минут для всего сеанса лечения. Не сообщалось о нарушениях липидов крови или маркеров воспаления. Наиболее неблагоприятными эффектами лечения были боль, экхимоз и отек. Последующее наблюдение после лечения через 12 и 24 недели не выявило значительных изменений холестерина, триглицеридов, свободных жиров.

кислоты, маркеры воспаления и функции печени или почек ( 24 ). Кроме того, Jewell et al. подтвердили, что NIFU является полезным методом уменьшения окружности талии. Сообщалось о значительном уменьшении окружности талии через 12 недель в двух исследуемых группах. Уменьшение окружности талии более 2 см. Однако об изменениях веса или ИМТ не сообщалось ( 25 ).

Аналогичным образом, ретроспективное исследование 2010 г. с 85 участниками (57 женщин и 28 мужчин со средним возрастом 43,8 года), показал аналогичные результаты на  $\leq 16$ -недельный парашют. Средний уровень энергии устройства NIFU составил 134,8 Дж / см.<sup>2</sup>

Продолжительность лечебного сеанса варьировала от 60 до 90 минут. Наиболее частыми побочными эффектами этого исследования были отек, болезненность, экхимоз и твердые уплотнения, и только один участник испытал сильную боль. О значительных изменениях липидов крови не сообщалось. Среднее уменьшение окружности талии составило 4,6 см через 12 недель после лечения ( 26 год ).

Shek al. опубликовали проспективное исследование единого центра

на 12 китайских участниках (девять женщин и три мужчины, возраст 39,5 лет), которые прошли однократное лечение

### ≤ 2 см. Радиочастотная абляция живота и бедер

целевая зона была задействована в исследовании. Минимальный уровень энергии для сеанса лечения составлял 150 Дж / см. 2

и энергия была увеличена до уровня терпимости пациента (в среднем 161 Дж / см. 2). Первоначальные измерения включали вес, ИМТ и окружность талии. Статистически сообщалось о значительном уменьшении окружности талии через четыре, восемь и двенадцать недель после вскармливания. Среднее уменьшение окружности талии составило 1 см на 12 неделе наблюдения. Однако значительных изменений веса или ИМТ не наблюдалось ( 20 ). В клинических испытаниях в Париже метод HIFU был применен к 25 пациентам из европеоидной расы (женщины со средним возрастом 38,9 лет), и это лечение оказалось безопасной процедурой для коррекции контуров тела, оказавшей значительное влияние на окружность живота. Средний ИМТ пациентов составлял 24,5, а средняя исходная толщина брюшного жира - 3,24 см. Каждый пациент прошел три сеанса лечения с 14-дневными интервалами. Согласно отчетным данным, среднее изменение окружности от исходного уровня составило  $-2,47 \pm 0,44$ ,  $-3,52 \pm 0,46$  и  $-3,51 \pm 0,56$  см 14-й, 28-й и 56-й день соответственно ( 27 ). Tosumip, кажется, что HIFU является безопасной технологией для уменьшения подкожной жировой ткани без какого-либо значительного воздействия на липидные маркеры воспаления крови и без местных побочных эффектов, таких как ожоги или рубцы. Исследования, основанные на использовании HIFU для коррекции контуров тела, показали, что удовлетворенность пациентов по самооценке составляет примерно от 47% до 86%. Эти лечебные эффекты не зависят от диеты или ежедневной физической активности. В дополнение к вышеупомянутым преимуществам HIFU, время восстановления после процедуры минимально, что можно рассматривать как важное преимущество. Однако, согласно имеющимся данным, не было зарегистрировано значительного влияния на ИМТ или массу тела ( 20 , 22 , 25 , 26 год , 28 год ).

### 3.2. Радиочастота

Радиочастота - это электромагнитная волна, которая первоначально использовалась для лечения периорбитальных морщин, морщин и дряблости кожи ( 29 , 30 ). Сегодня RF широко используется для коррекции контуров тела, подтяжки кожи и уменьшения целлюлита ( 31 год ). Радиочастота обычно используется для более глубокого повышения температуры кожи без какой-либо эпидермальной или дермальной абляции. Он используется не только как эффективный метод сокращения или подтяжки кожи, но и как эффективный метод уменьшения количества жира при повторении ( 31 год , 32 ). Однако не существует стандартного протокола для продолжительности лечения с помощью RF, и диапазон терапевтических сеансов был широко распространен от 1 до 24 недель ( 30 ). Однако более высокая температура за более короткое время может быть смертельной для жировой ткани, но не обязательно комфортно для пациентов;

более длительное время, например от восьми до десяти минут, при более низкой температуре приводит к предполагаемому повреждению жировых клеток ( 32 ). Бывшие исследователи настаивали на том, что различные параметры, помимо времени, связаны с успехом RF, такие как мощность и частота сеансов лечения, но точные протоколы в этой области недоступны ( 30 ). Радиочастота генерирует тепло в различных тканях, преобразуя энергию с помощью трех основных механизмов из электромагнитного поля ( 32 ). Эти механизмы включают (i) ориентацию электрических диполей, которая уже существует в атомах и молекулах ткани; (ii) поляризация атомов и молекул для создания дипольных моментов; и (iii) смещение электронов и ионов проводимости в ткани. Частота RF-устройства находится в диапазоне от 3 кГц до 24 ГГц, а монополярная и биполярная конфигурации обычно используются в медицине ( 31 год ).

Vela Smooth была первым радиочастотным устройством, которое широко использовалось для коррекции контуров тела. В настоящее время на рынке представлены различные типы радиочастотных устройств, такие как Thermage (SoltaMedical, Hayward, CA, США), Accent (Alma Lasers), TriPollar (Pollogen, TelAviv, Израиль), Freeze (Venus Concepts, Karmiel, Израиль) и многие другие. недавно TiteFX (Invasix).

Разнообразные исследования демонстрируют сглаживание воздействия целлюлита с помощью РФ и уменьшение подкожной клетчатки, что приводит к уменьшению окружности ( 16 , 17 , 33 - 36 ). Манускиатти и его коллеги оценили влияние технологии TriPollar RF на окружность живота и бедер и проявление целлюлита у 39 женщин с целлюлитной степенью. ≥ 2 (шкала Нюрнбергера-Мюллера). Субъекты прошли восемь сеансов лечения с интервалом в семь дней без каких-либо изменений в их физической активности и диете. Через четыре недели после последнего сеанса лечения исследование показало значительное уменьшение окружности живота и бедер. Тем не менее, значительного уменьшения ягодиц и рук не произошло. Кроме того, исследование показало, что TriPollar RF улучшает внешний вид целлюлита ( 16 ). Для оценки результатов лечебной процедуры были выполнены измерения окружности обработанной области, а также сканирование в реальном времени и измерение эластичности кожи. Состояние целлюлита оценивалось у каждого пациента по шкале Нюрнбергера-Мюллера ( 16 ).

Дель Пино и др. оценили эффекты применения униполярной радиочастоты [система Accent RF (Alma Lasers Inc)] на подкожно-жировой клетчатке ягодиц и бедер у 26 женщин (в возрасте от 18 до 50 лет) с видимым целлюлитом (степень 1-2). 3). Были рассмотрены два сеанса лечения с интервалом в две недели. Они использовали ультразвуковое сканирование в реальном времени для измерения расстояния между дермой и фасцией кемпера, и их результаты показали, что контролируемое нагревание ткани с помощью радиочастотного излучения может уменьшить толщину между дермой и фасцией. Среднее уменьшение бедра и

ягодицы были 2,64 и 1,8 мм соответственно. Понимание влияния сеансов лечения на изменение текстуры кожи и одежды приводит к удовлетворенности пациента процедурой и оценивается исследовательской группой ( 14 ).

Другое исследование, проведенное в Испании, показало, что RF может улучшить целлюлит верхней части бедра у женщин в возрасте от 24 до 58 лет, и положительные эффекты сохраняются, по крайней мере, в течение шести месяцев после лечения. Van Der Lugt et al. применил униполярный волюметрический радиочастотный прибор (частота от 0,6 до 2,4 МГц) в течение 12 сеансов с интервалом в одну неделю. У всех пятидесяти женщин (с однородными отложениями целлюлита) наблюдалось значительное улучшение состояния кожи ягодиц, что было полностью заметно при сканировании ультразвукового изображения в реальном времени и сравнении расстояния между роговым слоем и фасцией Кампера и между слоем рогового слоя и мышц до и двух недель после сеансов лечения. Большинство пациентов остались довольны лечением. Однако через два месяца после последнего сеанса наблюдалось небольшое улучшение благоприятных результатов лечения ( 17 ).

Другое исследование, проведенное в Нью-Джерси, показало, что использование униполярных радиочастот (Alma Lasers, Bu alo Grove, IL) улучшило целлюлит верхней части бедра у женщин. Все пациенты были старше 30 лет с целлюлитом верхней части бедра (от 3 до 4 степени по шкале Нюрнбергера-Мюллера). Окружность бедер уменьшилась в среднем на 2,45 см после шести сеансов лечения с интервалом в одну неделю. Однако значительных изменений массы тела и липидов крови после лечения не наблюдалось ( 34 ).

Сэдик и Малхолланд ( 35 год ) сообщили о своем опыте об использовании радиочастотной энергии для лечения целлюлита у 35 женщин. Каждый пациент прошел от 8 до 16 сеансов лечения с интервалом в одну неделю, целевыми зонами были бедра и / или ягодицы. Субъекты были проинструктированы продолжать свой нормальный образ жизни (включая диету и потребление жидкости). После восьми лечебных сеансов окружность уменьшения составила 2,03 см.

Просматривая статьи о терапевтическом воздействии РЧ на дряблость кожи, Агаю et al. подтвердили, что до 96% предыдущих исследований дали положительные результаты с РФ. Эти данные были собраны с помощью фотографий до и после экспонирования, анкетирования пациентов, биопсии и т. Д. ( 30 ). Удовлетворенность сокращением подкожного жира с помощью RF составляла примерно 71 - 97%, по данным самоотчетов пациентов ( 4 ). Однако достоверные статистические результаты о влиянии RF на дряблость кожи и лечение целлюлита были низкими и ограниченными ( 30 , 37 ).

Подводя итог, можно сказать, что радиочастотная терапия является безопасным и относительно эффективным методом улучшения внешнего вида кожи и уменьшения количества подкожного жира, особенно в области живота и бедер. Кроме того, важными преимуществами являются безопасность и относительно меньшее время для применения.

### 3.3. Криолиполиз

Криолиполиз - одна из новейших процедур неинвазивного уменьшения жировой прослойки, которая была введена в качестве техники контурирования тела в 2007 г. ( 19 , 38 ). Он имеет большое отличие от других методов, таких как ультразвук, радиочастота и т. Д. ( 11 ). Принцип криолиполиза основан на более высокой чувствительности адипоцитов к холоду по сравнению с другими богатыми водой клетками ( 39 ).

В 2010 году криолиполиз получил разрешение FDA для любовных ручек (Zeltiq). В 2012 и 2014 годах было получено разрешение FDA на удаление жира путем криолиполиза на животе и бедрах соответственно ( 7 , 19 , 40 ).

Эффективность метода уменьшения толщины жирового слоя без физического повреждения окружающей ткани доказана клинически. Оценка эффективности криолиполиза и его потенциальных побочных эффектов у разных субъектов показала, что не только процедура была эффективной в уменьшении жировой ткани, но и удовлетворенность пациентов была высокой после сеанса лечения ( 4 , 5 , 38 - 48 ). Джалиан сообщил о чувствительности жировых клеток к холодным повреждениям в 1902 г. ( 19 ). В 1941 году Хакстхаузен использовал термин «адипонекроз и фригора» для обозначения язв, возникших из-за чрезмерного холода ( 49 ). В период с 1940 по 1970 год сообщения о случаях заболевания показали постепенное уменьшение жира в нижней части щек у детей, сосущих эскимо, и этот эффект был известен как «эскимо панникулит» ( 5 , 50 ). Такие открытия привели к развитию криолиполиза как метода коррекции фигуры ( 5 , 19 ).

Долиническое исследование на животных для оценки воздействия контролируемого охлаждения на подкожно-жировую клетчатку было выполнено в 2008. В этом исследовании черных свиней Юкатана помещали под общую анестезию, а их целевые зоны (10 участков для каждой свиньи) подвергали воздействию чрезмерно низкой температуры в течение 10 минут (20, -1, -3, -5 и -7 градусов). С). Контроль за четырьмя свиньями проводился в 1, 2, 7, 14 и 28 дни после сеанса обработки, и пара продолжалась до 3,5 месяцев для одной свиньи. Оценка показала уменьшение толщины жирового слоя примерно на 40% без рубцевания или повреждения окружающих тканей ( 51 ). Кроме того, похоже, что лучшие результаты в повреждении жировой ткани были получены при более низких степенях ( 5 , 51 ). Однако исследования показали, что при температуре до 1 ° C адипоциты повреждаются и, возможно, их шансы на выживание уменьшаются. Научные данные о влиянии температуры ниже 7 ° C на дерму и эпидермис отсутствуют, поскольку большинство исследований проводилось в условиях температуры выше -7 ° C ( 43 год , 52 ). Подобно Manstein, Zelickson et al. сообщили о своем эксперименте на свиньях, которые подверглись криолиполизу за один сеанс. Их результаты показали, что толщина поверхностного жирового слоя уменьшилась на 33% без каких-либо побочных эффектов ( 52 ).

В исследованиях на людях протокол охлаждения выполнялся чащеобразными аппликаторами с двумя охлаждающими панелями. Вакуум вытягивает ткань и втягивает целевую зону между охлаждающими панелями. Сужение кровеносных сосудов ускоряет процесс охлаждения. Сеанс лечения обычно длится один час ( 5 , 7 ). Несмотря на то, что сразу после сеанса лечения не наблюдается каких-либо значительных изменений в жировых отложениях, различные исследования доказали эффективность процедуры по уменьшению подкожной жировой ткани с течением времени ( 11 ). В проспективном клиническом исследовании на людях Dover et al. выявили уменьшение жира на боковой поверхности бедра и спины после криолиполиза. В этом исследовании 32 субъекта прошли 60-минутный сеанс лечения. После четырехмесячного периода лечения 84% пациентов показали некоторую степень уменьшения толщины жира по результатам фотографической оценки. Кроме того, значительное уменьшение жирового слоя (22%) было зарегистрировано при более низкой оценке у десяти участников. Более того, более 90% участников были удовлетворены процессом, и не было зарегистрировано никаких серьезных осложнений ( 53 ).

В другом исследовании десять субъектов (старше 18 лет) подверглись криолиполизу в течение 30-60 минут на своих руках любви. Через два и шесть месяцев после лечения толщина жирового слоя уменьшилась почти на 20% и 25,5% соответственно. Кроме того, еженедельное неврологическое обследование показало, что криолиполиз может вызвать легкие обратимые изменения в короткие сроки. период, но изменения вернулись в течение двух месяцев после лечения ( 43 год ).

Shek et al. сообщили о своем опыте лечения китайских испытуемых с видимой центральной жировой выпуклостью (на животе и / или на руках). Испытуемые (мужчины и женщины старше 18 лет) были разделены на две группы. Группа А получала один сеанс лечения жировых выпуклостей в брюшной полости, а группа В получала два сеанса лечения на двух участках (живот и живот), в среднем с интервалом 60 дней. Через два месяца путем измерения каверномера было показано уменьшение абдоминальной жировой ткани на 14% в группе А и на 14 и 13,4% жира в области живота и лодыжки, соответственно, в группе В. Более того, сообщалось, что увеличение количества сеансов лечения до двух улучшило положительные результаты. В этом исследовании уменьшение жирового слоя в области живота увеличилось на 7,2%, через два месяца после последней процедуры, а в области лодыжки было обнаружено улучшение на 4,3%. 48 ).

Зеликсон и др. продемонстрировали, что использование криолиполиза для лечения жировых отростков на внутренней стороне бедра может быть безопасным и эффективным для мужчин и женщин. Они обследовали 45 пациентов (средний возраст 48,1 года и средний индекс массы тела) 24,6 кг / м<sup>2</sup>), которые прошли один сеанс лечения с помощью аппликатора для плоских чашек. На двух- и четырехмесячных сеансах парализованного лечения проводилась фотографическая оценка, периферические измерения и ультразвуковое исследование. Результаты показали уменьшение жировых выпуклостей на внутренней стороне бедра на 0,9 см.

после 16-недельного пара, 93% участников остались довольны ( 39 ). В аналогичном исследовании с участием субъектов с ИМТ до 40 кг / м<sup>2</sup> был проведен один сеанс обработки внутренней поверхности бедер. Сравнение фотографий и ультразвуковых изображений во время четырехмесячного пара показало, что в среднем на 20% (3,3 мм) ( 41 год ).

Форма аппликатора недавно была изменена на новое поколение устройства с резкими контурами. В ходе клинического исследования, проведенного в 2014 году, оценивалась эффективность этого нового аппликатора для рук. В этом исследовании приняли участие 10 женщин (средний возраст 42,2 года и средний индекс массы тела 24,3 кг / м<sup>2</sup>) получили по две процедуры для каждой лопатки с перекрытием 50%. Фотографическая оценка показала 43% улучшение в уменьшении жировых выпуклостей в среднем за период наблюдения через три месяца без значительных побочных эффектов ( 40 ).

В многоцентровом исследовании 518 мужчин и женщин получали лечение в различных целевых зонах, включая живот, спину, ягодицы, внутреннюю поверхность бедер и колени. Через 12 недель обработанные участки оценивали по толщине кожной складки. В целом, 94% испытуемых испытали уменьшение жира по сравнению с контролируемой стороной. Кроме того, сообщалось о 23% уменьшении жировой ткани на обработанных участках. Слепое исследование с фотографиями выявило уменьшение толщины жирового слоя у 73% пациентов. Кроме того, результаты показали наибольшее сокращение живота и голени и наименьшие изменения на бедрах, коленях и ягодицах ( 44 год ).

Всесторонний обзор, проведенный в Канаде, показал эффективность и безопасность криолиполиза для уменьшения жировых отростков на бедрах, животе, руках и спине. В этом исследовании исследователи оценили процесс лечения в 464 учреждениях в течение трех лет. Основными зонами обработки были живот и кожа, но некоторые процедуры выполнялись на других зонах. Текстура кожи, дряблость и целлюлит улучшились после процедуры ( 42 ).

Долгосрочный эффект не был ясен. В двух отчетах о случаях было упомянуто, что два мужчины, прошедшие сеансы криолиполиза, успешно сохранили результаты по снижению жировых отложений через два и пять лет после процедуры ( 54 ).

Таким образом, криолиполиз для коррекции контуров тела эффективен для пациентов с отдельными жировыми выпуклостями. Однако кажется, что процедура не особо заметна для пациентов с ожирением и значительной кожной недостаточностью ( 55 ). криолиполиз не зависит от оператора, и это следует рассматривать как преимущество метода, однако длительные сеансы лечения являются важным недостатком ( 7 ). Kennedy et al. также сообщили, что в большинстве исследований оценка эффектов криолиполиза проводилась с помощью анкетирования пациентов, антропометрических измерений, клинического фотографирования и т.д. 4 ).

### 3.4. Лазерная терапия низкого уровня

Низкоуровневая лазерная терапия - еще один неинвазивный метод уменьшения жировой ткани, получивший разрешение FDA в США. 2010. До этого НИЛИ широко использовались для лечения других заболеваний, таких как неврологические, офтальмологические, стоматологические и дерматологические заболевания (56 - 58).

Хотя есть некоторые доказательства, которые показывают влияние НИЛИ на уменьшение жира в сочетании с липосакцией, доказательств эффективности этого метода как отдельной процедуры недостаточно (56). Применение НИЛИ для удаления жира не имеет заметных последствий для окружающих тканей и не повышает их температуру. Более того, требуется время, чтобы проявить собственное влияние на обрабатываемую зону. Энергия лазерного луча определяется дозой луча, который попадает в тело (7).

Тип устройства, доступного на рынке, работает на длине волны 635 нм и имеет четыре регулируемых плеча. Один сеанс лечения с НИЛИ длится до получаса, а для получения оптимальных результатов требуется шесть-восемь сеансов. Кроме того, производители рекомендуют потребителям использовать некоторые добавки, такие как витамин B5 и L-карнитин, гингкгобилоба или зеленый чай, для укрепления кровеносной и лимфатической систем (56).

Использование НИЛИ для уменьшения жира и коррекции контуров тела основано на опыте, который показал, что применение лазера с длиной волны 635 нм приводит к устранению временных крошечных отверстий в мембране жировых клеток и высвобождению жиров в межклеточное пространство. Результатом этих изменений является уменьшение нежелательного жира. Однако отверстия не оказывают деструктивного воздействия на клетки тела, но позволяют липидам проникать в интерстициальное пространство и выводиться из организма. Представляется, что указанный механизм является следствием процесса фотовозбуждения цитохром с оксидазы в дыхательной цепи митохондрий (56, 59, 60). Первые эксперименты по использованию НИЛ с возможным упомянутым механизмом продемонстрировали, что применение 635 нм, 10 мВт интенсивности в течение шести минут вызвало примерно 99% снижение жира (60), хотя более поздние исследования, такие как опыт Brown et al. не подтвердили эти выводы (61).

В 2009 году Джексон и др. сообщили, что применение НИЛИ для уменьшения жировых отложений может быть эффективным для общей окружности. Они оценили 67 участников с избыточным весом (ИМТ от 25 до 30 кг / м<sup>2</sup>), прошедшие НИЛИ (свет 635 нм с Мощность 2,5 мВт) в течение двух недель (три сеанса лечения в неделю). После лечения LLLT (липолазер Zepora был первым устройством, получившим разрешение FDA), в общей сложности наблюдалось уменьшение жира на талии, бедрах и бедрах на 891 мм. Сообщалось о максимальном уменьшении жира на талии (2,66 см). Однако через две недели после последнего сеанса лечения наблюдалось увеличение окружности на 7,8 мм в трех обработанных зонах (62). В другом клиническом исследовании Jackson et al. сообщили, что лечение 689 пациентов с НИЛИ

(12 сеансов лечения в течение 14 дней) приводит к уменьшению окружности талии, бедер, рук, коленей, шеи и груди на 13,13 см (63).

Карузо-Дэвис и др. использовали LLLT 635-680 нм (липолазерная система Meridian LAPLEX 2000, Meridian medical Inc., Аньян, Корея) для уменьшения жировой ткани. Сорок субъектов с ИМТ <30 кг / м<sup>2</sup> участвовали в их эксперименте и прошли восемь сеансов лечения (по полчаса на каждый сеанс) в течение одного месяца. Среднее уменьшение жира на окружности талии после последнего сеанса лечения составило 2,15 см (64). Было проведено два исследования, в которых оценивалась степень удовлетворенности пациентов после процедуры лечения. В исследовании Nestor et al. Удовлетворенность составила до 80%, но в исследовании Lach et al. уменьшение подкожного жира у женщин с нормальным весом составило почти 32% (1,

65).

В заключение, хотя некоторые исследования представили НИЛИ как эффективный метод коррекции контуров тела и удаления жира, необходимы дополнительные исследования для подтверждения эффективности и безопасности этого метода.

### 3.5. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия

Экстракорпоральная ударно-волновая терапия является методом лечения камней в почках с 1980 г. (45). Кроме того, процедура использовалась для лечения повреждений и ран. В настоящее время аппарат используется для коррекции контуров тела и лечения целлюлита (66, 67).

Хотя полный механизм ЭУВТ еще не ясен, похоже, что он основан на преобразовании электрической энергии в механическую (68). Энергия, создаваемая в этом процессе, ограничивается целевыми зонами за счет воздействия на акустические интерфейсы, и никаких значительных изменений в окружающих тканях не наблюдается (66).

На мощность и эффективность устройства влияют энергия ударной волны, частота генерируемых волн, количество импульсов, а также количество и интервал повторных курсов (69).

Обычно используемая форма ЭУВТ при лечении мягких тканей - это расфокусированные низкоэнергетические ударные волны, которые контрастируют с сфокусированной высокоэнергетической ЭУВТ и обычно применяются для переломов с отсроченным сращением или без сращения (69).

Похоже, что применение экстракорпоральной ударной волны может быть эффективным методом лечения целлюлита, вызванного ремоделированием коллагена кожи (66). Angehrn et al. оценили влияние ударной волны на целлюлит у 21 женщины. Участники получили 12 сеансов низкоэнергетической расфокусированной ЭУВТ (96000 выстрелов для каждого человека) в течение шести недель в боковую часть бедра. После последнего сеанса ультразвуковые измерения с высоким разрешением и личный опрос показали некоторое улучшение эластичности их кожи (66).

Другое рандомизированное контролируемое исследование в 2013 году было проведено для изучения эффектов ЭУВТ наряду с физическими упражнениями.

лечение целлюлита. Группа вмешательства прошла шесть сеансов фокусированной ЭУВТ на ягодичные области и бедра (2000 импульсов, 0,35 мДж / мм). 2) каждые 1-2 недели. Контрольной группе было проведено шесть сеансов SHAM-ESWT. Обеим группам были назначены ежедневные силовые тренировки ягодичных мышц. Результаты показали значительное улучшение внешнего вида кожи и шкалы степени тяжести целлюлита, но о влиянии на окружность бедра не сообщалось ( 67 ).

Кажется, что ЭУВТ можно рассматривать как эффективный метод коррекции контуров тела и лечения целлюлита, однако необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить влияние этого метода на уменьшение окружности.

### 3.6. Вибрационные упражнения и снижение веса

Текущие рекомендации ACSM по снижению веса предлагают аэробные упражнения средней интенсивности в дополнение к умеренному ограничению калорий, что еще больше улучшает потерю веса. Другим методам упражнений, таким как силовые тренировки, уделяется много внимания для снижения веса. Режим упражнений, который требует мало времени и физических нагрузок, но дает преимущества для увеличения мышечной функции и возможной потери веса, был бы интересен для большинства людей. Один из таких режимов упражнений - вибрационное упражнение ( 70 ).

Вибрационное упражнение запускает быстрое и повторяющееся эксцентрично-концентрическое упражнение, которое стимулирует мышечную работу и увеличивает скорость метаболизма ( 70 ). Это можно сделать, стоя на тренажере с колеблющейся платформой или некоторых других устройствах, таких как вибрирующий пояс для похудения или портативные устройства. Низкочастотная вибрация (5-45 Гц) увеличивает мышечную активность за счет стимуляции мышечного веретена, вовлекая спинномозговой рефлекторный аппарат, что может увеличить расход энергии и может быть благоприятным для снижения веса ( 70 ). Фактически, вибрация, передаваемая на комплекс сухожилий мышц, приводит к действию растяжения-укорачивания, которое стимулирует мышечные веретена и вызывает последующие сокращения мышц через моносинаптические и полисинаптические рефлексы. Эти сокращения мышц увеличивают местную скорость метаболизма ( 71 ).

Вибрационные упражнения - очень популярный режим упражнений, и существуют различные типы вибрационных тренажеров в фитнес-центрах и спортзалах. В литературе есть множество сообщений о том, что вибрационные упражнения являются эффективным методом сокращения времени тренировки при одновременном улучшении мышечной производительности, увеличении расхода энергии и уменьшении жировых отложений. Сообщается, что 10-минутное упражнение с вибрацией приравнивается к часу обычного упражнения ( 70 ). Было высказано предположение, что повышенное окисление жиров как во время, так и после тренировки, а также высвобождение катехоламинов могут вызывать потерю веса у худых людей, которые занимаются вибрационными упражнениями, но лежащие в основе механизмы остаются однозначными ( 70 ).

Недавно в литературе появилось сообщение о способности вибрационных упражнений увеличивать перфузию скелетных мышц нижней конечности. Увеличение мышечного кровотока, по-видимому, связано с вибрационной нагрузкой и вызвано отражательными мышечными сокращениями во время вибрационных упражнений ( 71 ). В некоторых отчетах существует положительная линейная корреляция между вибрационной нагрузкой и перфузией мышц ( 71 ). Систематический обзор Fuller et al. в 2013 году показали, что вибрационные упражнения увеличивают перфузию мышц, особенно в нижних конечностях, причем степень увеличения перфузии положительно связана с вибрационной нагрузкой ( 71 ). Влияние упражнений с вибрацией всего тела на состав тела оценивалось в различных исследованиях. Milanese et al. исследовали краткосрочное влияние упражнения с вибрацией всего тела (WBV) на антропометрические измерения. Пятьдесят женщин с ожирением были случайным образом распределены в 10-недельную тренировочную группу WBV или контрольную группу без упражнений. Упражнение с вибрацией всего тела состояло из 14 минут вибрационной тренировки на устройстве WBV (Bioplate RF, BIOS, Милан, Италия) с амплитудой 2-5 мм и частотой 40-60 Гц два раза в неделю. До и после десятидневного экспериментального периода были проведены антропометрические оценки и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DXA). Результаты показали, что по сравнению с контрольной группой у субъектов, выполнявших упражнения WBV, были значительно более низкие ИМТ, общий жир тела и туловища, сумма кожных складок и состояния тела. ( 72 ). Другое исследование, проведенное в Бельгии Roelants et al. исследовали влияние 24-недельных тренировок WBV на композицию тела по сравнению с фитнес-тренировками на 48 нетренированных женщинах. Вибрационная платформа (35-40 Гц, 2,5-5,0 мм; Power Plate ®) использовался для тренировки WBV. Фитнес-группа выполнила стандартную сердечно-сосудистую (15-40 минут) тренировку с отягощениями (жим ногами и упражнения на разгибание ног 20/8 ПМ). Состав тела определялся методом подводного взвешивания и 12-балльной оценки толщины кожной складки. Через 24 недели не было значительных изменений веса, процентного содержания жира в организме или толщины кожной складки ни в одной из групп. Значительный прирост силы наблюдался в обеих группах. Результаты исследования показали, что, хотя тренировки WBV не снижали вес и подкожный жир, они могли увеличить мышечную силу, сравнимую с увеличением силы после стандартной программы фитнес-тренировок ( 73 ).

Подводя итог, можно сказать, что результаты исследований вибрационных упражнений противоречивы, и трудно сделать какие-либо выводы о их влиянии на состав тела, особенно на местную полноту. Хотя вибрационные упражнения стали популярными для похудения и коррекции фигуры, они не могут заменить аэробные упражнения с точки зрения энергии.

расходы. Однако похоже, что, как и тренировка с отягощениями, вибрационные упражнения положительно влияют на кровоток ( 70 , 71 ), что может увеличить скорость метаболизма в соответствующих областях и может улучшить безжировую массу и мышечную силу без какого-либо значительного влияния на измерения кожных складок ( 73 ).

### 3.7. Комбинированная терапия

Для увеличения положительных результатов методов коррекции фигуры в некоторых исследованиях использовались комбинированные схемы лечения, такие как комбинация криолиполиза и ударной волны, RF и отсасывания и т. Д. Более того, в некоторых случаях, особенно в терапевтическом подходе к целлюлиту, рассматривается ручной массаж ( 4 , 18 , 37 ). Кажется, что результаты можно улучшить, комбинируя несколько техник. Например, в одном исследовании наилучшее уменьшение окружности живота наблюдалось при использовании криолиполиза в сочетании с ЭУВТ, однако в другом исследовании наилучшие результаты в удалении жира ягодиц были получены при использовании 635-нм НИЛТ в сочетании с вибрационной терапией ( 45 , 57 ). В другом исследовании, когда метод HIFU сочетался с радиочастотной терапией, положительные результаты составили почти 72%, что было оценено с помощью опроса об удовлетворенности ( 74 ). Однако существующие свидетельства в этой области очень ограничены.

## 4. Выводы

Согласно имеющимся данным исследований на животных и людях, некоторые из неинвазивных методов, таких как криолиполиз, RF, LLLT и HIFU, показали статистически значимое влияние на контуры тела, удаление нежелательного жира и целлюлита. Однако сообщаемые эффекты таких устройств были от слабых до умеренных, и упомянутые методы практически не влияли на снижение массы тела и общего процента жира в организме. В среднем уменьшение окружности после неинвазивных методов составило 2 см. Более того, были существенные различия в методах исследования, особенно в целевых зонах, количестве и времени повторных посещений, а также в типе измерений или результатах.

Поэтому сравнивать эффективность этих методов было слишком сложно. Последующие сеансы в большинстве исследований планировались через 6, 12 или 24 недели после сеансов лечения, и данных о долгосрочных результатах или рецидиве подкожно-жировой клетчатки через 24 недели недостаточно. Одним из наиболее важных аспектов методов противодействия телу является удовлетворение пациента после лечения, которое в большинстве случаев не заметно, поскольку большинство участников ожидают результатов, аналогичных хирургическим процедурам. Слишком сложно сосредоточить внимание на роли неинвазивных методов коррекции контуров тела в отношении целлюлита или подкожно-жировой клетчатки как единственного метода определения. Как показал предыдущий эксперимент, некоторые методологические ошибки в исследованиях, такие как отсутствие конечной точки для

серьезность целлюлита или отсутствие клинического статистического анализа очень затрудняют получение подтвержденных результатов, и, похоже, существует метод окончательного лечения целлюлита и подкожно-жировой клетчатки.

## Благодарности

Авторы выражают признательность Тегеранскому университету медицинских наук за помощь в сборе данных.

## Сноска

**Вклад авторов:** Концепция и дизайн исследования: Захра Ализаде и Реза Мазахери. Составление рукописи: Захра Ализаде, Мастане Табеш и Фарзин Халабчи. Критический пересмотр рукописи для важного интеллектуального содержания: Захра Ализаде. Руководители исследования: Захра Ализаде и Марьям Аболхасани.

## Рекомендации

1. Нестор М.С., Ньюбургер Дж., Заррага МБ. Контур тела с помощью низкоуровневой лазерной терапии с длиной волны 635 нм. *Semin Cutan Med Surg.* 2013; **32** ( 1): 35–40. [PubMed: 24049928 ].
2. Адатто М.А., Адатто-Нейлсон Р.М., Моррен Дж. Уменьшение объема жировой ткани с помощью высокочастотной технологии в сочетании с инфракрасным светом и механическими манипуляциями для коррекции фигуры. *Lasermed sci.* 2014; **29** ( 5): 1627–31. doi: 10.1007 / s10103-014-1564x . [PubMed: 24687404 ].
3. Афруз П.Н., Познер Ю.Н., ДиБернардо Б.Э. Неинвазивные и минимально инвазивные методы коррекции контуров тела. *Clin Plast Surg.* 2014; **41** ( 4): 789–804. doi: 10.1016 / j.cps.2014.07.006 . [PubMed: 25283463 ].
4. Кеннеди Дж, Верн С., Гришт Р., Фалто-Айзпуруа Л., Нури К. Неинвазивное уменьшение подкожного жира: обзор. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2015 сен; **29** ( 9): 1679–88. doi: 10.1111 / jdv.12994 . [PubMed: 25664493 ]. AvramMM, ГарриRS. Криолиполиз™ для уменьшения подкожно-жирового слоя. *Лазерная хирургия мед.* 2009; **41** ( 10): 703–8. doi: 10.1002 / kv.m.20864 . Косметическая хирургия. Статистика Национального банка данных. США: Американское общество эстетической пластической хирургии; 2014. [цитировано 21 июля 2014 года]. Доступна с: <http://www.surgery.org/media/statistics> .
5. Mulholland RS, Paul MD, Chalfoun C. Неинвазивная коррекция контуров тела с помощью радиочастоты, ультразвука, криолиполиза и низкоуровневой лазерной терапии. *Clin Plast Surg* 1; **38** ( 3): 503–20. doi: 10.1016 / j.cps.2011.05.002 . [PubMed: 21824546 ] vii–iii.
6. Янда К., Томиковска А. Причины целлюлита, профилактика, лечение. [по польски]. *Ann AcadMed Stetin.* 2014; **60** ( 1): 29–38. [PubMed: 25518090 ]. Соарес
7. Дж. Л., Миот Х. А., Санудо А., Багатин Э. Целлюлит: плохая корреляция между инструментальными методами и фотографией для классификации степени тяжести. *Int J Cosmet Sci.* 2015; **37** ( 1): 134–40. doi: 10.1111 / ics.12177 . [PubMed: 25367191 ].
8. Хамишекхар Х., Шокри Дж., Фаллахи С., Джахангири А., Ганбарзаде С., Кушолтани М. Гистопатологическая оценка твердых липидных наночастиц, содержащих цинк, в эффективном лечении целлюлита. *Препарат Дев Инд Фарм.* 2015; **41** ( 10): 1640–6. doi: 10.3109 / 03639045.2014.980426 . [PubMed: 25382163 ].
9. Крюгер Н., Май С.В., Люббердинг С., Садик Н.С. Криолиполиз для неинвазивной коррекции контуров тела: клиническая эффективность и удовлетворенность пациентов. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2014; **7**: 201–5. doi: 10.2147 / CCID.S44371 . [PubMed: 25061326 ].

12. Павичич Т., Борелли С., КортингХК. [Целлюлит - самая большая проблема кожи у здоровых людей? Подход]. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2006; **4** (10): 861–70. doi: [10.1111/j.1610-0387.2006.06041.x](https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2006.06041.x). [PubMed: 17010177]. Нюрнбергер Ф.,
13. Мюллер Г. Так называемый целлюлит: выдуманная болезнь. *J Dermatol Surg Oncol.* 1978; **4** (3): 221–9. [PubMed: 632386].
14. Эмилиадель Пином, RosadoRH, AzuelaA, GracielaGuzmanM, Arguelles Д., Родригес С. и др. Влияние контролируемого объемного нагрева ткани с помощью радиочастоты на целлюлит и подкожную клетчатку ягодиц и бедер. *J Drugs Dermatol.* 2006; **5** (8): 714–22. [PubMed: 16989185].
15. ХанМХ, Виктор Ф, Рао Б., SadickNS. Лечение целлюлита: Часть II. Успехи и споры. *J AmAcad Dermatol.* 2010; **62** (3): 373–84. doi: [10.1016/j.jaad.2009.10.041](https://doi.org/10.1016/j.jaad.2009.10.041). [PubMed: 20159305] викторина 385-6. Манускиатти
16. В., Вачиракафан С., Лектракул Н., Варотаи С. Уменьшение окружности и лечение целлюлита с помощью радиочастотного устройства TriPollar: пилотное исследование. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2009; **23** (7): 820–7. doi: [10.1111/j.1468-3083.2009.03254.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2009.03254.x). [PubMed: 19470042].
17. ван дер Лугт С., Ромеро С., Анкона Д., Аль-Заруни М., Перера Дж., Треллес М.А. Многоцентровое исследование лечения целлюлита с помощью радиочастотной системы с регулируемым излучением. *Dermatol Ther.* 2009; **22** (1): 74–84. doi: [10.1111/j.1529-8019.2008.01218.x](https://doi.org/10.1111/j.1529-8019.2008.01218.x). [PubMed: 19222519].
18. Зерини И., Систи А., Куомо Р., Чаппи С., Руссо Ф., Брэнди С. и др. Лечение целлюлита: подробный обзор литературы. *J Cosmet Dermatol.* 2015; **14** (3): 224–40. doi: [10.1111/jocd.12154](https://doi.org/10.1111/jocd.12154). [PubMed: 26147372]. Джалиан Х.,
19. Аврам ММ. Криолиполиз: историческая перспектива и современная клиническая практика Семинары по кожной медицине и хирургии. 46.; 2013.
20. Шек С.Ю., Юнг С.К., Чан Дж.С., Чан Х.Х. Эффективность сфокусированного ультразвукового исследования высокой интенсивности для неинвазивной коррекции фигуры у китайских пациентов. *Лазеры Surg Med.* 2014; **46** (4): 263–9. doi: [10.1002/кв.м.22232](https://doi.org/10.1002/кв.м.22232). [PubMed: 24585511].
21. Wu F, Wang ZB, Chen WZ, Wang W, Gui Y, Zhang M и др. Экстракорпоральная абляция сфокусированным ультразвуком высокой интенсивности в лечении 1038 пациентов с солидными карциномами в Китае: обзор. *УльтрасонСономеч.* 2004; **11** (3-4): 149–54. doi: [10.1016/j.jultsonch.2004.01.011](https://doi.org/10.1016/j.jultsonch.2004.01.011). [PubMed: 15081972].
22. Jewell ML, Desilets C, Smoller BR. Оценка нового устройства сфокусированного ультразвука высокой интенсивности: доклинические исследования на модели свиньи. *Эстет Сург Дж.* 2011; **31** (4): 429–34. doi: [10.1177/1090820X11405026](https://doi.org/10.1177/1090820X11405026). [PubMed: 21551434].
23. Хаар Г.Т., Куссиос К. Сфокусированный ультразвук высокой интенсивности: физические принципы и устройства. *Int J Hyperthermia.* 2007; **23** (2): 89–104. [PubMed: 17578335].
24. Jewell ML, Weiss RA, Baxter RA, Cox SE, Dover JS, Donofrio LM и др. Безопасность и переносимость высокоинтенсивного сфокусированного ультразвукового исследования для неинвазивной коррекции фигуры: данные за 24 недели рандомизированного, фиктивно-контролируемого исследования. *Эстет Сург Дж.* 2012; **32** (7): 868–76. doi: [10.1177/1090820X12455190](https://doi.org/10.1177/1090820X12455190). [PubMed: 22942114].
25. Джуэлл М.Л., Бакстер Р.А., Кокс С.Е., Донофрио Л.М., Довер Д.С., Глогау Р.Г. и др. Рандомизированное имитационное контролируемое испытание для оценки безопасности и эффективности устройства сфокусированного ультразвука высокой интенсивности для неинвазивной коррекции фигуры. *Plast Reconstr Surg.* 2011; **128** (1): 253–62. doi: [10.1097/PRS.0b013e3182174278](https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182174278). [PubMed: 21701341].
26. Фатем А, Кейн МА. Сфокусированный ультразвук высокой интенсивности эффективно уменьшает окружность талии за счет удаления жировой ткани с живота и лопаток: ретроспективная серия клинических случаев. *Эстетическая Пласт Сург.* 2010; **34** (5): 577–82. doi: [10.1007/s00266-010-9503-0](https://doi.org/10.1007/s00266-010-9503-0). [PubMed: 20383499].
27. Ascher В. Безопасность и эффективность процедур UltraShape Contour I для улучшения внешнего вида контуров тела: многократные процедуры с более короткими интервалами. *Эстет Сург Дж.* 2010; **30** (2): 217–24. doi: [10.1177/1090820X09360692](https://doi.org/10.1177/1090820X09360692). [PubMed: 20442099].
28. Гадсден Э., Агилар М.Т., Смоллер Б.Р., Джуэлл М.Л. Оценка нового высокоинтенсивного сфокусированного ультразвукового аппарата для удаления подкожной жировой ткани для неинвазивной коррекции контуров тела: безопасность исследования на людях-добровольцах. *Эстет Сург Дж.* 2011; **31** (4): 401–10. doi: [10.1177/1090820X11405027](https://doi.org/10.1177/1090820X11405027). [PubMed: 21551431].
29. Наринс Р.С., ТореWD, ПопеК, Росс Э.В. Эффекты избыточного лечения, связанные с радиочастотным устройством для уплотнения тканей: редкие, предотвратимые и поддающиеся коррекции с помощью субцизии и трансплантации собственного жира. *Dermatol Surg.* 2006; **32** (1): 115–24. [PubMed: 16393612].
30. Араужо А.Р., Соарес В.П., Сильва Ф.С., Морейра Тда С. Радиочастота для лечения дряблости кожи: миф или правда. *Бюстгальтеры Dermatol.* 2015; **90** (5): 707–21. doi: [10.1590/abd1806-4841.20153605](https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20153605). [PubMed: 26560216].
31. Вайс Р.А. Неинвазивная радиочастота для подтяжки кожи и коррекции контуров тела. *Semin Cutan Med Surg.* 2013; **32** (1): 9–17. [PubMed: 24049924].
32. FrancoW, Kothare A, Ronan SJ, Grekin RC, McCalmont TH. Гипертермическое повреждение клеток адипоцитов путем избирательного нагрева подкожно-жировой клетчатки с помощью нового радиочастотного устройства: технико-экономические обоснования. *Лазеры Surg Med.* 2010; **42** (5): 361–70. doi: [10.1002/кв.м.20925](https://doi.org/10.1002/кв.м.20925). [PubMed: 20583242].
33. J. Александес-АрменакасM, Dover JS, Arndt KA. Униполярное радиочастотное лечение для улучшения внешнего вида целлюлита. *J Cosmet Laser Ther.* 2008; **10** (3): 148–53. doi: [10.1080/14764170802279651](https://doi.org/10.1080/14764170802279651). [PubMed: 18788033].
34. Гольдберг DJ, Фазели А, Берлин АЛ. Клинические, лабораторные и МРТ-анализы лечения целлюлита с помощью униполярного радиочастотного аппарата. *Dermatol Surg.* 2008; **34** (2): 204–9. doi: [10.1111/j.1524-4725.2007.34038.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2007.34038.x). [PubMed: 18093200] обсуждение 209.
35. SadickNS, MulhollandRS. Проспективное клиническое исследование для оценки эффективности и безопасности лечения целлюлита с использованием комбинации оптической и радиочастотной энергии для нагрева подкожной ткани. *J Cosmet Laser Ther.* 2004; **6** (4): 187–90. doi: [10.1080/14764170410003039](https://doi.org/10.1080/14764170410003039). [PubMed: 16020202].
36. Ванитпхакхидеха Р., Манускиатти В. Лечение целлюлита с помощью биполярной радиочастоты, инфракрасного тепла и пульсирующего аспиратора: пилотное исследование. *J Cosmet Dermatol.* 2006; **5** (4): 284–8. doi: [10.1111/j.1473-2165.2006.00271.x](https://doi.org/10.1111/j.1473-2165.2006.00271.x). [PubMed: 17716245].
37. Luebberding S, Krueger N, Sadick NS. Целлюлит: обзор, основанный на фактах. *Am J Clin Dermatol.* 2015; **16** (4): 243–56. doi: [10.1007/s40257-0150129-5](https://doi.org/10.1007/s40257-0150129-5). [PubMed: 25940753].
38. Klein KB, Zelickson B, Riopelle JG, Okamoto E, Bachelor EP, Harry RS и др. Неинвазивный криолиполиз для уменьшения подкожного жира не влияет на уровень липидов в сыворотке крови или функциональные тесты печени. *Лазеры Surg Med.* 2009; **41** (10): 785–90. doi: [10.1002/кв.м.20850](https://doi.org/10.1002/кв.м.20850). [PubMed: 20014252]. Эллисон Б.Д., Бернс А.Дж.,
39. Килмер С.Л. Криолиполиз для безопасного и эффективного уменьшения жира на внутренней стороне бедра. 2015; **47** (2): 120–7.
40. Бернштейн Э. Ф., Блум Д. Д., Базилевски Л. Д., Плулис Дж. М. Неинвазивное уменьшение жира на лопатках с помощью нового аппликатора для криолиполиза и двухцикловых процедур внахлест. *Лазеры SurgMed.* 2014; **46** (10): 731–5. doi: [10.1002/кв.м.22302](https://doi.org/10.1002/кв.м.22302). [PubMed: 25395266].
41. Бой Г.Е., Василенчук Ю.Л. Уменьшение жира на внутренней поверхности бедра с помощью аппликатора для прототипирования криолиполиза. *Dermatol Surg.* 2014; **40** (9): 1004–9. doi: [10.1097/01.DSS.0000452628.99209.4f](https://doi.org/10.1097/01.DSS.0000452628.99209.4f). [PubMed: 25111437]. Каррутерс
42. Дж., Стивенс В.Г., Каррутерс А., Хамфри С. Криолиполиз и подтяжка кожи. *Dermatol Surg.* 2014; **40** Дополнение 12: S184–9. doi: [10.1097/DSS.0000000000000229](https://doi.org/10.1097/DSS.0000000000000229). [PubMed: 25417573].
43. Коулман С.Р., Сачдева К., Эгберт Б.М., Прециадо Дж., Эллисон Дж. Клиническая эффективность неинвазивного криолиполиза и его влияние на периферические нервы. *Эстетическая Пласт Сург.* 2009; **33** (4): 482–8. doi: [10.1007/s00266-008-92868](https://doi.org/10.1007/s00266-008-92868). [PubMed: 19296153].
44. Dierickx CC, Mazer JM, Sand M, Koenig S, Arigon V. Безопасность, переносимость и удовлетворенность пациентов неинвазивным криолиполизом. *Dermatol Surg.* 2013; **39** (8): 1209–16. doi: [10.1111/dsu.12238](https://doi.org/10.1111/dsu.12238). [PubMed: 23639062]. FerraroGA, DeFrancescoF, CataldoC,
45. RossanoF, NicolettiG, D'Andrea F. Синергические эффекты криолиполиза и ударных волн для неинвазивного моделирования тела. *Эстетическая Пласт Сург.* 2012; **36** (3): 666–79. doi: [10.1007/s00266-011-9832-7](https://doi.org/10.1007/s00266-011-9832-7). [PubMed: 22042359].
46. Ким Дж., Ким Д.Х., Рю Х.Дж. Клиническая эффективность неинвазивных сеансов

- лективный криолиполиз. *J Cosmet Laser Ther.* 2014; **16** (5): 209–13. doi: [10.3109/14764172.2014.946050](https://doi.org/10.3109/14764172.2014.946050) . [PubMed: [25046234](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25046234/) ].
47. Сасаки Г.Х., Абелев Н., Тевес-Ортис А. Неинвазивный селективный криолиполиз и реперфузионное восстановление для локального естественного уменьшения жира и коррекции контуров. *Эстет Сург Дж.* 2014; **34** (3): 420–31. doi: [10.1177/1090820X13520320](https://doi.org/10.1177/1090820X13520320) . [PubMed: [24598865](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24598865/) ].
  48. Шек С.Ю., Чан Н.П., Чан Х.Х. Неинвазивный криолиполиз для коррекции контуров тела в Китае - первый коммерческий опыт. *Лазеры Surg Med.* 2012; **44** (2): 125–30. doi: [10.1002/кв.м.21145](https://doi.org/10.1002/кв.м.21145) . [PubMed: [22334296](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22334296/) ].
  49. Haxthausen H. Adiponecrosis E Frigore. *Британский J Dermatol.* 1941; **53** (3): 83–9. doi: [10.1111/j.1365-2133.1941.tb10506.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1941.tb10506.x) .
  50. Бичем Б. Е., Купер РН, Бьюкенен С. С., Вири ЧП. Конный холодный паникулит у женщин. *Arch Dermatol.* 1980; **116** (9): 1025–7. [PubMed: [7191239](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7191239/) ].
  51. Манштейн Д., Лаубах Х., Ватанабе К., Фаринелли В., Зураковски Д., Андерсон Р. Селективный криолиз: новый метод неинвазивного удаления жира. *Лазеры Surg Med.* 2008; **40** (9): 595–604. doi: [10.1002/кв.м.20719](https://doi.org/10.1002/кв.м.20719) . [PubMed: [18951424](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18951424/) ].
  52. Зеликсон Б., Эгберт Б.М., Прециадо Дж., Эллисон Дж., Спрингер К., Ройдс Р.В. и др. Криолиполиз для неинвазивного разрушения жировых клеток: первые результаты на модели свиньи. *Dermatol Surg.* 2009; **35** (10): 1462–70. doi: [10.1111/j.1524-4725.2009.01259.x](https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2009.01259.x) . [PubMed: [19614940](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19614940/) ].
  53. Довер Дж. А., Бернс Дж., Коулман С., Фицпатрик Р., Гарден Дж., Голдберг Д. Проспективное клиническое исследование неинвазивного криолиполиза для уменьшения подкожного жирового слоя - промежуточный отчет о доступных предметных данных Лазеры в хирургии и медицине. Хобокен: Джонуили и сыновья;
  54. 2009. Бернштейн ЕФ. Продольная оценка эффективности криолиполиза: два тематических исследования. *J Cosmet Dermatol.* 2013; **12** (2): 149–52. doi: [10.1111/jocd.12036](https://doi.org/10.1111/jocd.12036) . [PubMed: [23725309](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23725309/) ].
  55. Нельсон А.А., Вассерман Д., Аврам ММ. Криолиполиз для уменьшения избыточной жировой ткани, Семинары по кожной медицине и хирургии. США: Сондерс; 2009 г.
  56. Джалиан Х., Аврам ММ. Контур тела: худой при неинвазивном удалении жира. Семинары по кожной медицине и хирургии. США: Сондерс; 2012 г.
  57. Савоя А., Ланди С., Ваннини Ф, Балди А. Низкоуровневая лазерная терапия и вибрационная терапия для лечения локализованного ожирения и фиброзного целлюлита. *Дерматол Тер (Heidelb).* 2013; **3** (1): 41–52. doi: [10.1007/s13555-0130026-x](https://doi.org/10.1007/s13555-0130026-x) . [PubMed: [23888254](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23888254/) ].
  58. StonecipherKG, KezirianGM. ЛАСИК с волновым фронтом для лечения миопического астигматизма с использованием ALLEGRETTO WAVE: результаты трехмесячного проспективного исследования FDA. *J Refract Surg.* 2008; **24** (4): S424–30. [PubMed: [18500097](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18500097/) ].
  59. Вяз С.М., Валландер ID, Эндриси Б., Зеликсон Б.Д. Эффективность многодиодной лазерной системы для коррекции контуров тела. *Лазеры Surg Med.* 2011; **43** (2): 114–21. doi: [10.1002/кв.м.21016](https://doi.org/10.1002/кв.м.21016) . [PubMed: [21384392](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21384392/) ].
  60. Neira R, Arroyave J, Ramirez H, Ortiz CL, Solarte E, Sequeda F и др. Разжижение жира: воздействие низкоуровневой лазерной энергии на жировую ткань. *Plast Reconstr Surg.* 2002; **110** (3): 912–22. [PubMed: [12172159](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12172159/) ] обсуждение 923–5.
  61. Avci P, Nyame TT, Gupta GK, Sadasivam M, Hamblin MR. Низкий уровень лазерная терапия для уменьшения жирового слоя: всесторонний обзор. *Лазеры Surg Med.* 2013; **45** (6): 349–57. doi: [10.1002/кв.м.22153](https://doi.org/10.1002/кв.м.22153) . [PubMed: [23749426](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23749426/) ].
  62. Джексон Р.Ф., Дедо Д.Д., Рош Г.К., Турок Д.И., Малони Р.Дж. Низкоуровневая лазерная терапия как неинвазивный подход к коррекции контуров тела: рандомизированное контролируемое исследование. *Лазеры Surg Med.* 2009; **41** (10): 799–809. doi: [10.1002/кв.м.20855](https://doi.org/10.1002/кв.м.20855) . [PubMed: [20014253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20014253/) ].
  63. Джексон Р.Ф., Стерн Ф.А., Нейра Р., Ортис-Нейра К.Л., Малони Дж. Применение низкоуровневой лазерной терапии для неинвазивной коррекции контуров тела. *Лазеры Surg Med.* 2012; **44** (3): 211–7. doi: [10.1002/кв.м.22007](https://doi.org/10.1002/кв.м.22007) . [PubMed: [22362380](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22362380/) ].
  64. Caruso-DavisMK, Guillot TS, Podichetty VK, Mashtalir N, Dhurandhar NV, Dubuisson O, et al. Эффективность низкоуровневой лазерной терапии для коррекции контуров тела и точечного уменьшения жировых отложений. *Obes Surg.* 2011; **21** (6): 722–9. doi: [10.1007/s11695-010-0126-y](https://doi.org/10.1007/s11695-010-0126-y) . [PubMed: [20393809](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20393809/) ].
  65. Лах Э. Уменьшение подкожно-жировой клетчатки и уменьшение целлюлита. появление с помощью двухволновой низкоуровневой лазерной энергии в сочетании с вакуумом и массажем. *J Cosmet Laser Ther.* 2008; **10** (4): 202–9. doi: [10.1080/14764170802516680](https://doi.org/10.1080/14764170802516680) . [PubMed: [19093288](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19093288/) ].
  66. Angehrn F, Kuhn C, Voss A. Можно ли лечить целлюлит с помощью низкоэнергетической экстракорпоральной ударно-волновой терапии ?. *Clin Interv Aging.* 2007; **2** (4): 623–30. [PubMed: [18225463](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18225463/) ].
  67. Knobloch K, Joest B., Kramer R, Vogt PM. Целлюлит и целенаправленная экстракорпоральная ударно-волновая терапия для неинвазивной коррекции контуров тела: рандомизированное исследование. *Дерматол Тер (Heidelb).* 2013; **3** (2): 143–55. doi: [10.1007/s13555-013-0039-5](https://doi.org/10.1007/s13555-013-0039-5) . [PubMed: [24297647](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24297647/) ].
  68. Ван С]. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в скелетно-мышечных заболеваниях. *J Orthop SurgRes.* 2012; **7**: 11. doi: [10.1186/1749-799X-7-11](https://doi.org/10.1186/1749-799X-7-11) . [PubMed: [22433113](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22433113/) ].
  69. Антоник В., Миттермайр Р., Шаден В., Стоядинович А. Доказательства, подтверждающие экстракорпоральную ударно-волновую терапию для острых и хронических ран мягких тканей. *Раны.* 2011; **23** (7): 204–15. [PubMed: [25879174](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25879174/) ].
  70. Кокрановский DJ. Являются ли вибрационные упражнения полезным дополнением к программе управления весом? *Scand J Med Sci Sports.* 2012; **22** (6): 705–13. doi: [10.1111/j.1600-0838.2011.01411.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01411.x) . [PubMed: [22092513](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22092513/) ].
  71. Фуллер Дж. Т., Томсон Р. Л., Хоу П. Р., Бакли Дж. Д.. Влияние вибрации на перфузию мышц: систематический обзор. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013; **33** (1): 1–10. doi: [10.1111/j.1475-097X.2012.01161.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01161.x) . [PubMed: [23216759](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23216759/) ].
  72. Milanese C, Piscitelli F, Zenti MG, Moghetti P, Sandri M, Zancanaro C. Десятидневные тренировки с вибрацией всего тела улучшают композицию тела и силу мышц у полных женщин. *Int J Med Sci.* 2013; **10** (3): 307–11. doi: [10.7150/ijms.5161](https://doi.org/10.7150/ijms.5161) . [PubMed: [23423629](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23423629/) ].
  73. Рулантс М., Делеклюз С., Горис М., Вершуерен С. Влияние 24-недельной тренировки с вибрацией всего тела на композицию тела и мышечную силу у нетренированных женщин. *Int J Sports Med.* 2004; **25** (1): 1–5. doi: [10.1055/s-2003-45238](https://doi.org/10.1055/s-2003-45238) . [PubMed: [14750005](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14750005/) ].
  74. Chang SL, HuangYL, LeeMC, ChangCH, ChungWH, WuEH и др. Комбинированная терапия сфокусированным ультразвуком и радиочастотой для неинвазивной коррекции контуров тела в Азии с фотографической документацией MPT. *Lasers Med Sci.* 2014; **29** (1): 165–72. doi: [10.1007/s10103-013-1301-x](https://doi.org/10.1007/s10103-013-1301-x) . [PubMed: [23525869](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23525869/) ].