

СЖИГАНИЕ ЖИРОВ КАК ФАКТОР НАПРАВЛЕННОГО УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ И ЗДОРОВЬЯ

Шаров А. В., Сидорук Е. С., Солоневич С. С., Гоголюк Ф. К.
Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина
e-mail: sharov_54@mail.ru

Аннотация. Большая скорость окисления жира во время физических упражнений отражает хорошее состояние подготовленности. Низкие уровни окисления жира могут быть связаны с ожирением и резистентностью к инсулину, факторами являющимися причиной возникновения ряда болезней. В настоящее время имеется только один очень эффективный способ увеличения окисления жиров - через применение физических упражнений. Наиболее оптимальная интенсивность находится при уровне 50–65 % МПК.

Abstract. The high rate of fat oxidation during exercise reflects the good state of preparedness. Low levels of the oxidation of fat may be associated with obesity and insulin resistance; factors are the cause of a number of illnesses. Currently there is only one very effective way to increase fat oxidation - through the use of exercise. The optimal intensity levels are at 50–65 % of the VO₂max.

Актуальность. Ранее нами поставлена проблема окисления жиров в организме человека для направленного улучшения здоровья [1]. Используя интернет-ресурсы, проведен доступный анализ данной проблематики в контексте выяснения главных направлений улучшения оздоровления через физические упражнения и некоторые другие сопутствующие факторы.

В настоящее время проблема «сжигания жира» отошла из сферы снижения веса за счет точного подсчета затраченных и приобретенных калорий с пищей в область прикладной направленности совершенствования физической подготовленности и улучшения здоровья.

«Сжигание жира» термин обозначающий способность окислять (или сжигать) жир, таким образом, чтобы использовать жир вместо углеводов в качестве энергетических источников обеспечения физической деятельности. Сжигание жира часто связывают с потерей веса, уменьшением жировых отложений и увеличение мышечной массы тела, что может быть необходимым условием повышения потенциала спортсмена и улучшения здоровья.

Известно, что хорошо подготовленных спортсменов отличает повышенная способность в окислении жирных кислот. Это позволяет им использовать жир в качестве топлива, когда их запасы углеводов становятся ограниченными. В отличие от пациентов с ожирением, повышенной резистентностью к инсулину и больных диабетом, у которых, возможно, нарушение способности окислять жир является индикатором нарушений в здоровье. В результате, жирные кислоты могут накапливаться и сохраняться в их мышцах и в других тканях. Такое накопление липидов и его метаболитов в мышцах могут помешать регулированию метаболических реакций (специфическому инсулин-сигнальному каскаду)

и вызывать резистентность к инсулину. Поэтому важно понять факторы, которые регулируют жировой обмен, а также пути повышения и снижения окисления жиров у больных и спортсменов [2].

Цель работы. Выявить современные требования к тренировке физической подготовленности и улучшения здоровья с использованием направленного использования жиров в качестве энергетического субстрата.

Окисление жира во время физических упражнений. Жиры хранятся в основном в жировой ткани (подкожно), но у нас есть небольшие запасы в самой мышце (внутримышечные триглицериды). В начале упражнения, стимулирование нейронов (бета-адренорецепторов) увеличит липолиз (расщепление жиров до жирных кислот и глицерина) в жировой ткани и мышцах. Катехоламины, такие как адреналин и норадреналин, могут при повышенных концентрациях способствовать стимуляции липолиза. Жирные кислоты должны быть доставлены из жировых клеток в мышцы, и сначала переносятся через мембраны мышц, а затем через мембрану митохондрий для окисления. Триглицериды, хранящиеся в мышцах проходят аналогичные липолиз и теперь эти жирные кислоты могут также транспортированы в митохондрии.

Таким образом, во время упражнений, смесь жирных кислот, полученных из адипоцитов и внутримышечных запасов, начинает активно использоваться. Существуют доказательства, что тренировка способности хранить больше внутримышечного жира и использовать его в большей степени как источник энергии во время упражнений, что позволяет повысить эффективность физической подготовленности и здоровья [3].

Окисление жиров регулируется на различных этапах этого процесса. Липолиз зависит от многих факторов, но в основном регулируется гормонами (стимулируется катехоламинами и ингибируется инсулином). Транспорт жирных кислот, также зависит от кровоснабжения жировой и мышечной ткани, а также усвоение жирных кислот в мышцах и в митохондриях. Тормозя мобилизацию жирных кислот или перенос этих жирных кислот, мы можем уменьшить жировой обмен. Тем не менее, существуют также способы, которыми мы можем естественно стимулировать эти шаги и способствовать жировому обмену [3].

Факторы, влияющие на окисление жиров. Тренировка на выносливость – один из самых важных факторов, который определяет скорость окисления жиров во время физических упражнений и предопределяется интенсивностью воздействия. Хотя некоторые исследования описывают отношения между интенсивностью упражнения и окислением жиров, только недавно эта связь стала изучаться в широком диапазоне интенсивностей [4].

В абсолютном выражении, окисление углеводов растет пропорционально интенсивности упражнений, тогда как скорость окисления жиров сначала увеличивается, и уменьшается снова при более высоких интенсивностях нагрузки. Таким образом, хотя часто утверждается, что у любого индивидуума осуществляется окисление жиров при малой интенсивности, это не всегда верно.

В ряде недавних исследований, была определена интенсивность упражнения, при которых наблюдается максимальное окисление жиров, что авторами предопределяется как максимальный уровень окисления жиров – «FatMax». В

группе подготовленных людей было установлено, что физические упражнения умеренной интенсивности – 62–63 % от максимального потребления кислорода (МПК) или 70–75 % – максимальной частоты сердечных сокращений ($ЧСС_{max}$) квалифицировалась как оптимальная интенсивность для окисления жиров, в то время как интенсивность около 50 % МПК характерна для менее тренированных людей [4].

Тем не менее, межиндивидуальные различия очень велики. Тренированный человек может иметь свое максимальное окисление жиров на уровнях от 70 % МПК до 45 % МПК, и единственный способ, чтобы действительно выяснить точную интенсивность, является выполнение испытания в лаборатории для определения максимальной скорости окисления жиров. Однако, в действительности, точная интенсивность, при которой наблюдаются пики окисления жира не так важно знать, потому что в пределах ± 5 –10 % от этой интенсивности (или 10–15 уд./мин), окисление жиров будет так же высоко, и только тогда, когда интенсивность составляет ± 20 %, резко снижается скорость окисления вплоть до полной блокады.

Таким образом, упражнения на данной интенсивности (FatMax) или в «зоне окисления жиров» могут иметь значение: для программ снижения веса, применения физических упражнений для оздоровления и особенно тренировки на выносливость.

Тем не менее, в данной области было проведено очень мало исследований. В последнее время проводятся новые исследования этой интенсивности воздействий в различных программах тренировки на выносливость и силу. Например, интересны исследования лиц с ожирением. По сравнению с интервальными тренировками, их окисление жиров (и чувствительность к инсулину) подверглось улучшению через четыре недели применения непрерывных упражнений (три раза в неделю) с интенсивностью соответствующей их индивидуальному FatMax [5].

Интересно изучение отношения «сжигания жира» и аэробной зоны. Нижний и верхний предел зоны «сжигания жира» визуально оценивали по изучению каждой и фиксировали в отдельной графе.

Максимальное окисление жиров (МОЖ) было определено в тот момент в ходе испытаний, при которых метаболизм жира на своем пике определял затраченные калории в минуту.

Нижняя граница аэробной зоны оценивается как 50 % от резерва максимальной ЧСС, тогда как верхний предел был установлен на уровне анаэробного порога. Хотя нижний и верхний пределы зоны «сжигания жира» (67,6–87,1 % максимальной ЧСС) были значительно ниже, чем при определении аэробной зоны (58,9–76,2 %). Значительное перекрытие 2 зон будет означать, что тренировка для окисления жиров и тренировка для аэробной подготовленности (фитнеса) не являются взаимоисключающими и могут быть выполнены с помощью той же программы обучения.

Кроме того, было установлено, что предложенная тренировочная программа может одновременно отвечать требованиям Американского колледжа спортивной медицины для аэробной подготовленности и контроля веса. Макси-

мальное окисление жиров произошло в зоне 54,2 % от максимального потребления кислорода (VO_{2max}). Тем не менее, большая изменчивость в ответ между людьми исключает прогнозирование зоны «сжигания жира» в соотношении с аэробным порогом, что указывает на необходимость для измерений в лаборатории. Если лабораторные исследования не представляется возможным провести, а субъект может быть уверенным – МОЖ находится между 60 % и 80 % от максимальной ЧСС [6].

Другим важным фактором является диета. Диета с высоким содержанием углеводов будет подавлять окисление жиров и диета с низким содержанием углеводов может привести к высокой скорости окисления жиров. Попадание углеводов за час до тренировки поднимут инсулин и впоследствии подавляют окисление жиров до 35 % [6].

Этот эффект инсулина на окисление жиров может длиться до тех пор, пока не пройдет шесть–восемь часов после еды, а это означает, что высокие условия окисления жира может быть достигнут после ночного голодания.

Спортсмены в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости часто используют упражнения без завтрака, как способ увеличения окислительной способности жира в мышцах. В последнее время исследование было проведено в Университете Левена в Бельгии, в котором ученые изучали влияние программы шести недель тренировки на выносливость, осуществляемую в течение трех дней в неделю, каждую сессию продолжительностью в один–два часа [8].

Участников, прошедших тренировку натощак или после приема углеводов. Когда тренировка была проведена натощак, исследователи наблюдали снижение мышечного использования гликогена, в то время как деятельность различных белков, участвующих в метаболизме жиров было увеличено. Тем не менее, окисление жира во время физических упражнений была одинаковой в обеих группах. Не исключено, однако, что есть небольшие, но существенные изменения в метаболизме жиров после тренировки на фоне голода, но, в данном исследовании, изменения в окисление жиров, возможно, маскируется тем, что эти пациенты получали углеводы во время экспериментальных испытаний.

Следует также отметить, что тренировка после ночного голодания может снизить толерантность к физической нагрузке и поэтому может быть только подходит для тренировок низкой и средней интенсивностью. Эффективность такой тренировки для снижения веса, также не известно.

Длительность упражнения. Уже давно установлено, что окисление становится все более важным, когда продолжительность упражнения прогрессирует. Во время ультра-упражнений на выносливость, окисление жиров может достигать пика 1 гр/мин, хотя окисление жиров может быть уменьшена, если попадают в организм углеводы до и во время упражнений. С точки зрения потери веса, продолжительность упражнений может быть одним из ключевых факторов, так как оно само по себе также является наиболее эффективным способом повышения расхода энергии.

Характер упражнения по модальности также оказывает влияние на окисление жиров. Окисления жиров, как было показано выше, для данного поглоще-

ния кислорода во время ходьбы и бега, по сравнению с ездой на велосипеде [8]. Причина этого неизвестна, но было высказано предположение, что это связано с большей мощностью воздействия на мышечное волокно в езде на велосипеде по сравнению с, что в работу.

Гендерные различия. Хотя некоторые исследования в литературе не обнаружили гендерные различия в обмене веществ, большинство исследований в настоящее время указывают на более высокий уровень окисления жиров у женщин. В исследовании, которое сравнивало 150 мужчин и 150 женщин в широком диапазоне интенсивности упражнений, было показано, что женщины имеют более высокий уровень окисления жиров во всем диапазоне интенсивностей, и что их окисление жиров достиг максимального уровня чуть выше интенсивности мужчин [9]. Различия, однако, невелики и не могут иметь решающее физиологическое значение.

В настоящее время имеется много дополнений питания на рынке, которые утверждают увеличить окисление жиров. Эти добавки включают: кофеин, карнитин, гидроксцитриновые кислоты (HCA), хром, конъюгированной линолевой кислоты (CLA), гуараны, некоторые цитрусовые, Азиатский женьшень, кайенский перец, глюкоманнан, экстракты зеленого чая, подорожника и пирувата. За редкими исключениями, нет никаких признаков того, что эти добавки, которые продаются как сжигатели жира, фактически увеличить окисление жиров во время физических упражнений.

Одним из немногих исключений, однако, может быть экстракты зеленого чая. Недавно было обнаружено, что экстракт зеленого чая увеличивает окисление жира во время физических упражнений примерно на 20 % [5].

Механизмы этого явления не до конца понятны, но вполне вероятно, что активный ингредиент зеленого чая, называется эпигаллокатехин галлат (EGCG – мощные полифенолы, обладающие антиоксидантными свойствами) ингибирует фермент катехол О-метилтрансферазы (КОМТ), который отвечает за разрушение норадреналина. Это, в свою очередь, может привести к повышению концентрации норадреналина и стимуляцией липолиза, что дает возможность доставлять больше жирных кислот для окисления.

Условия окружающей среды также могут влиять на тип используемого топлива. Известно, что физические упражнения в горячей среде увеличивают использование гликогена и снижают окисление жиров, а что-то подобное можно наблюдать на большой высоте. Аналогичным образом, когда становится крайне холодно, и особенно, когда появляется дрожь, углеводный обмен, как представляется, стимулируется за счет жирового обмена [2].

Тренировочные упражнения. В настоящее время имеется только один проверенный способ увеличения окисление жиров во время физических упражнений, который заключается в проведении регулярной физической активности. Упражнение на выносливость активируют ферменты путей окисления жиров, увеличивают митохондриальную массу, увеличивают приток крови и т. д., все эффекты которые позволяют создать более высокий уровень окисления жиров.

Анализ исследований показал, что всего за четыре недели регулярных упражнений (три раза в неделю по 30–60 мин) можно повысить степень окисления

жиров и вызвать благоприятные ферментативные изменения [2]. Однако, слишком мало информации, чтобы делать какие-либо выводы о точной оптимальной программе тренировок для достижения этих эффектов.

В одном исследовании исследовались максимальные скорости окисления жиров у 300 испытуемых с разным уровнем физической подготовленности. В этом исследовании были сравнены индивидуумы, имеющие ожирение и ведущие сидячий образ жизни, а также профессиональные велосипедисты [9]. VO_{2max} колебалась от 20,9 до 82,4 мл/кг/мин.

Интересно, что хотя не было корреляции между максимальным окислением жиров и максимального потребления кислорода, на индивидуальном уровне, подготовленность не может быть использована для прогнозирования окисления жиров. Что это означает, что имеются некоторые тучные люди, которые имеют аналогичную скорость окисления жира характерную для профессиональных велосипедистов. Большие межиндивидуальные различия связаны с такими факторами, как диета и пол, но по-прежнему в значительной степени являются необъясненным феноменом.

Воздействие программ потери веса от физических упражнений.

Сжигание жира часто связано с потерей веса, уменьшение жировых отложений и увеличение мышечной массы. Тем не менее, следует отметить, что такие изменения в массе тела и состав тела может быть достигнуто только с отрицательным балансом энергии: необходимо есть пищу с меньшим содержанием калорий, чем необходимо расходовать вне зависимости от видов топлива которое будет использоваться. Оптимальный тип упражнений, интенсивность и продолжительность для потери веса, все еще неясны. Текущие рекомендации в основном направлены на увеличение энергозатрат и увеличения объема упражнений. Поиск оптимальной интенсивности окисления жира может помочь в потере веса (потеря жира) и поддержания веса, но доказательств этого в настоящее время отсутствуют [2].

Важно также понимать, что количество жира окисленного во время физических упражнений это лишь малая часть потребленных источников топлива. Скорость окисления жира в среднем составляет 0,5 г в мин при оптимальной интенсивности упражнений. Поэтому, чтобы окислить 1 кг жировой массы, потребуется более 33 часов упражнений. Ходьба или бег на уровне 50–65 % от МПК очевидно является оптимальной интенсивностью упражнений для окисления жиров. Продолжительность упражнений, тем не менее, играет ключевую роль, с возрастающей важностью окисление жиров при более длинных воздействиях. Таким образом, главная цель использования физических упражнений – увеличить расход энергии и уменьшить жировые отложения. В сочетании с программами оптимальных диет, однако может возникнуть необходимость противодействия снижению окисления жиров, которая часто наблюдается после быстрой потери веса [10].

Заключение. Большая скорость окисления жира во время физических упражнений, как правило, отражает хорошее состояние подготовленности (особенно в упражнениях на выносливость), в то время как низкие уровни окисления жира могут быть связаны с ожирением и резистентностью к инсулину. В

среднем, пики окисления жир находятся при умеренной интенсивности 50–65 % МПК, в зависимости от подготовленности и статуса исследуемых лиц, возрастает с увеличением длительности упражнения, но подавляется потреблением углеводов. Подавляющее большинство пищевых добавок не имеют желаемого эффекта. В настоящее время имеется только один очень эффективный способ увеличения окисления жиров – через применение тренировочных упражнений, хотя до сих пор неясно, какой же тренировочный режим является лучшим, чтобы получить наиболее эффективные изменения. Наконец, важно отметить, что существует очень большая межиндивидуальная вариация в окислении жиров, и это лишь отчасти объясняется факторами, упомянутыми выше. Это означает, что имеется несколько факторов, которые могут повлиять на окисление жиров, но они не могут предсказать скорость окисления жира у человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаров, А. В. Оздоровление через факторы увеличения окисления жиров / А. В. Шаров, Е. С. Сидорук, Ф. К. Гоголюк // Здоровый образ жизни – основа профессионального и творческого долголетия : материалы междунар. науч.-метод. конф., Минск, 2011 г. / ред.кол. : И. И. Лосева [и др.]. – Минск : А. Н. Вараксин, 2011. – С. 85–87.
2. Fat Burning: using body fat instead of carbohydrates as fuel <http://mikestriathlon.com> Дата доступа: 21.03.2012.
3. Holloszy, J. O. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. / J. O. Holloszy, E. F. Coyle // J. Appl. Physiol. – 1984. – V.56. – No.4. – P.831–838.
4. Achten J., Maximal fat oxidation during exercise in trained men. Abstract. / J. Achten, A.E. Jeukendrup // Int. J. Sports Med. – 2003. – V.24. – P. 603–608.
5. Jeukendrup A. E. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. / G. A.Wallis, A. E. Jeukendrup // Int. J. Sports Med. – 2005. – V.26. Suppl.1. – P. 28–37.
6. Carey, D. G. Quantifying differences in the «fat burning» zone and the aerobic zone: implications for training. / D. G. Carey // J. Strength Cond. Res. – 2009. – V.23(7). – P. 2090–2095.
7. De Bock, K. Effect of training in the fasted state on metabolic responses during exercise with carbohydrate intake / K. De Bock, W. Derave, B. O. Eijnde, M. K. Hesselink, et al. // J. Appl. Physiol. – 2008. – V.104. – P. 1045–1055.
8. Wilson, G. J. Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on exercise performance and body composition across varying levels of age, sex, and training experience: A review / G. J. Wilson, J. M. Wilson, A. H. Manninen <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/5/1/1> Дата доступа: 21.03.2012.
9. Jeukendrup, A. E. Fat supplementation, health, and endurance performance. / A. E. Jeukendrup, S. Aldred // Nutrition – 2004. – V.20. – P. 678–688.
10. Astrup, A. Dietary composition, substrate balances and body fat in subjects with a predisposition to obesity. / A. Astrup // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. – 1993. – V.17. – Suppl. №3. – P. S32–36; discussion P. S41–32.