

УДК 612.39
AGRIS S30

https://doi.org/10.33619/2414-2948/82/42

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДИЕТЫ, ИМИТИРУЮЩЕЙ ГОЛОДАНИЕ (FMD)

©Евсеев А. Б., ORCID: 0000-0001-9155-1518, SPIN-код: 7490-5556, канд. пед. наук,
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых, г. Владимир, Россия, andrej.yevsejev@rambler.ru

PECULIARITIES OF FASTING-MIMICKING DIET (FMD) MANAGEMENT

©Evseev A., ORCID: 0000-0001-9155-1518, SPIN-код: 7490-5556, Ph.D.,
Vladimir State University after Alexander Grigoryevich and Nikolay Grigoryevich Stoletovs,
Vladimir, Russia, andrej.yevsejev@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается специфика и результаты применения диеты, имитирующей голодание (FMD) как у здоровых людей, так и пациентов с различными заболеваниями, включая сахарный диабет 2-го типа (СД2). Подчеркивается особая роль FMD в снижении факторов риска развития хронических заболеваний; обосновывается безопасность и оправданность применения FMD в форме пятидневных циклов в течение четырех месяцев. В статье указывается на положительный эффект, который оказывает FMD на антропометрические показатели человека и биохимический статус.

Abstract. The article discusses the specifics and results of the fasting-mimicking diet (FMD) in both healthy people and patients with various diseases, including type 2 diabetes mellitus (T2DM). The special role of FMD in reducing risk factors for the development of chronic diseases is emphasized; the paper substantiates the safety and reasonability of the use of FMD in the form of five-day cycles for four months. The article points out the positive effect of FMD on human anthropometric parameters and biochemical status.

Ключевые слова: питание, диета, имитирующая голодание, факторы риска, сахарный диабет 2-го типа (СД2), продолжительность жизни.

Keywords: nutrition, fasting-mimicking diet (FMD), risk factors, adult-onset diabetes mellitus (T2DM), lifespan.

Введение

Диетическое питание является основой здорового образа жизни человека. Излишества в еде оказывают дополнительную, ненужную нагрузку на органы пищеварения и приводят к нарушениям в их работе. Это сказывается на общем состоянии организма, а также сокращает продолжительность жизни.

Диета, имитирующая голодание (англ. Fasting-Mimicking Diet), была разработана биологом и геронтологом итало-американского происхождения Вальтером Д. Лонго (Walter D. Longo) в Университете Южной Калифорнии. Она предполагает пятидневное лечебное голодание с ограничением калоража пищи за счет уменьшения содержания углеводов, умеренного сокращения белков и жиров. Протокол диеты предполагал ее применение раз в месяц с повтором через полгода. За счет снижения общей калорийности питания (до 50% от суточной нормы) с помощью этой диеты организм человека входит в состояние,

имитирующее лечебное голодание. Таким образом, предполагается, что организм перестраивается на частично эндогенное питание, происходит разгрузка от токсинов и шлаков (детоксикация), улучшение иммунного ответа, обновление клеточного состава.

Обратимся к результатам исследований, связанных с применением диеты, имитирующей голодание (FMD), в медицинской практике.

FMD и факторы риска развития заболеваний

Wei et al. исследовали воздействие FMD на факторы риска развития сахарного диабета (СД), рака и сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), а также влияние на продолжительность жизни человека. В исследовании участвовали 100 здоровых добровольцев из США. Они были разделены на две исследовательские подгруппы. Обе подгруппы следовали диете, имитирующей голодание (FMD). Диета имела низкое содержание калорий, сахара и белка, но с высоким содержанием ненасыщенных жиров. Ученые сравнили результаты добровольцев, которые в течение 3 месяцев придерживались обычного образа жизни и питания, с испытуемыми, которые следовали FMD в течение пяти дней подряд в месяц в течение трех месяцев. Три цикла FMD уменьшили массу тела, размер талии и общее количество жира в организме; снизили кровяное давление, а также уровень инсулиноподобного фактора роста-1 (ИФР-1). О серьезных побочных эффектах не сообщалось. По окончании эксперимента, участники контрольной подгруппы были переведены на программу FMD, в результате чего 71 доброволец завершил три цикла FMD. Апостериорный анализ результатов эксперимента в обеих подгруппах показал, что индекс массы тела (ИМТ), уровень артериального давления (АД), глюкозы натощак, ИФР-1, триглицеридов, общего холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), а также С-реактивного белка (СРБ) снизились значительно у участников с высокими рисками развития СД, рака и ССЗ, чем у лиц, не входящих в группу риска. У участников исследования с ИМТ >30 он снизился значительно к концу трех циклов FMD, чем у лиц с ИМТ <25 ($p = 0,011$ между группами) и ИМТ от 25 до 30 ($p = 0,0011$ между группами). Систолическое артериальное давление снижалось на $2,4 \pm 6,3$ мм рт. ст. у лиц с исходным систолическим АД ≤ 120 мм рт. ст., и на $6,7 \pm 6,9$ мм рт. ст. у участников с систолическим АД > 120 мм рт. ст. $1,5 \pm 5,1$ мм рт.ст. у лиц с диастолическим АД ≤ 80 мм рт.ст., и на $5,5 \pm 6,4$ мм рт.ст. у лиц с исходным уровнем выше 80 мм рт.ст. ($p = 0,01$ между группами). Уровень глюкозы натощак не изменился у участников с исходным уровнем ≤ 99 мг/дл, но снизился на $11,8 \pm 6,9$ мг/дл у лиц с исходным уровнем глюкозы натощак > 99 мг/дл ($p < 0,0001$ между группами); в частности, это снижение привело к тому, что уровень глюкозы у этих добровольцев был в пределах нормы. Уровни ИФР-1 у лиц с исходным уровнем выше 225 нг/мл снизились на $55,1 \pm 45,6$ нг/мл, что почти в четыре раза больше ($p < 0,001$ между группами), чем снижение на $14,1 \pm 39,9$ нг/мл, наблюдаемое у участников с концентрацией IGF-1 ниже 225 нг/мл. Уровни триглицеридов были снижены в большей степени у участников с исходным уровнем > 100 мг/дл ($p = 0,0035$ между группами). Общий холестерин был значительно снижен у участников с исходным уровнем общего холестерина > 199 мг/дл ($p = 0,015$ между группами). Уровень ЛПНП снижался на $14,9 \pm 21,7$ мг/дл у лиц с исходным уровнем общего холестерина > 199 мг/дл, но не снижался у лиц с нормальным диапазоном ($p = 0,013$ между группами). Не было снижения ($p = 0,094$ между группами) уровней ЛПВП у тех участников исследования, у которых исходный уровень ЛПВП был ниже или выше 50 мг/дл. СРБ не снижался у лиц с уровнем < 1 мг/л, но падал на $1,6 \pm 1,3$ мг/л и возвращался к нормальному уровню у большинства участников с исходным уровнем СРБ > 1 мг/л ($p = 0,0003$ между группами). Исходя из вышеприведенных результатов, был сделан вывод, что циклы

пятидневного применения FMD безопасны, оправданны и эффективны для снижения маркеров/факторов риска старения и возрастных заболеваний [1].

Caffa et al. доказали, что периодическое голодание или диета, имитирующая голодание FMD, усиливает активность эндокринных терапевтических средств тамоксифена и фулвестранта за счет снижения циркулирующих ИФР-1, инсулина и лептина, а также за счет ингибирования передачи сигналов АКТ-mTOR посредством усиления EGR1 и PTEN. Когда фулвестрант сочетается с палбоциклибом, добавление периодических циклов FMD способствует длительной регрессии опухоли и уменьшению приобретенной резистентности к лекарственному лечению. Кроме того, как голодание, так и FMD предотвращают вызванную тамоксифеном гиперплазию эндометрия. Ученые утверждают, что у пациенток с гормон-рецептор положительным раком молочной железы, получающих терапию эстрогенами, циклы диеты, имитирующей голодание, вызывают метаболические изменения, аналогичные тем, которые наблюдаются у мышей, включая снижение уровней инсулина, лептина и ИФР-1, при этом два последних остаются низкими в течение длительного периода времени. У мышей эти длительные эффекты связаны с долгосрочной противораковой активностью. Эти результаты подтверждают дальнейшие клинические исследования диеты, имитирующей голодание, в качестве адьюванта к терапии при гормон-рецептор положительном раке молочной железы [7].

Воздействие FMD на ИМТ, регенерацию тканей и систем, когнитивных функций и общую продолжительность жизни

Brandhorst et al. изучали влияние FMD на регенерацию тканей и систем, когнитивных функций и общую продолжительность жизни. Они провели пилотное клиническое испытание на здоровых взрослых людях. Компоненты и количество микро- и макроэлементов в FMD были выбраны на основе их способности снижать ИФР-1, повышать белок-1, связывающий инсулиноподобный фактор роста, снижать уровень глюкозы, увеличивать кетоновые тела и максимизировать питание. При разработке диеты учитывалась ее реализуемость (например, строгое соблюдение диетического протокола), и поэтому она была рассчитана на 5 дней в месяц и обеспечивала 34–54% нормального потребления калорий с составом 14% белков, 42–43% углеводов и 44–46% жиров. Добровольцы распределялись в две подгруппы: 19 человек входили в подгруппу FMD, которой они следовали в течение 5 дней каждый месяц в течение 3 месяцев (3 цикла), и 19 участников контрольной подгруппе. В контрольную подгруппу вошли 9 женщин (47,4%) и 10 мужчин (52,6%), средний возраст 35,4±5,5 года и 38,0±1,7 года соответственно. В подгруппе FMD участвовали 7 женщин (36,8%) и 12 мужчин (63,8%). Возрастной диапазон составлял от 19,8 до 67,6 лет для контрольной когорты и от 27,6 до 70 лет для когорты FMD. Участники эксперимента оценивались с помощью базового обследования. В подгруппе FMD последующие обследования проводились до возобновления нормального питания в конце 1-го цикла диеты и через 5-8 дней после 3-го цикла FMD. Среднее время между исходным уровнем и точками анализа/измерения FMD составило 75,2±2,7 дня, тогда как время между исходным уровнем и окончательным обследованием составило 74,5±6,0 дня в контрольной подгруппе. Участники исследования самостоятельно сообщали о побочных эффектах. Наибольшее количество побочных эффектов было запротоколировано после завершения 1-го цикла диеты по сравнению с 2-м и 3-м циклами. Однако средняя зарегистрированная тяжесть побочных эффектов была очень низкой и ниже «средней» (<1 по шкале от 1 до 5). 5% испытуемых были дисквалифицированы из-за несоблюдения диетического протокола. 14% включенных в исследование лиц выбыли из эксперимента по причинам, не связанным с диетой (например, из-за проблем с графиком работы и поездок).

У испытуемых, следовавших FMD, уровень глюкозы крови натощак был снижен на $11,3 \pm 2,3$ % ($p < 0,001$) и оставался на $5,9 \pm 2,1$ % ниже исходного уровня после возобновления нормального питания после третьего цикла FMD ($p < 0,05$). Кетоновые тела в сыворотке увеличились в 3,7 раза по окончании диеты ($p < 0,001$) и вернулись к исходному уровню после перехода к нормальному питанию. ИПФ-1 был снижен примерно на 24% по окончании диеты ($p < 0,001$) и оставался приблизительно на 15% ниже после возобновления нормального питания ($p < 0,01$). Белок-1, связывающий инсулиноподобный фактор роста, повышался в 1,5 раза по окончании FMD ($p < 0,01$) и возвращался к исходному уровню после перехода к привычному питанию.

Диета, имитирующая голодание, привела к снижению ИМТ на 3% ($3,1 \pm 0,3$ %; $p < 0,001$), который оставался ниже к концу исследования ($p < 0,01$). Процент жира на туловище, измеренный с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, показал тенденцию к снижению ($p = 0,1$) после трех циклов FMD и одной недели нормального питания, в то время как безжировая масса тела увеличивалась по завершении трех циклов, что указывает на то, что большая часть потери веса приходится на потерю жира. FMD не влияла на минеральную плотность костей таза.

Биохимический анализ крови не показал стойких метаболических изменений из-за диеты FMD, за исключением снижения билирубина и щелочной фосфатазы (ЩФ) после возвращения к обычному питанию. Мочевина, билирубин, креатинин, аланинтрансаминаза (АЛТ) и аспаргатаминотрансфераза (АСТ) изменились по окончании FMD и остались в пределах безопасного физиологического диапазона. Вместе с общими терминологическими критериями нежелательных явлений, о которых сообщали сами участники исследования, представленные результаты свидетельствуют о том, что периодическая FMD в целом безопасна и снижает уровень жира без потери мышечной массы тела.

Что касается снижения рисков ССЗ, ученые исследовали сывороточный уровень СРБ, который является маркером воспаления и фактором риска ССЗ. Исходно средний уровень СРБ у пациентов в подгруппе FMD составлял $1,45 \pm 0,4$ мг/л и $1,29 \pm 0,5$ мг/л в контрольной подгруппе, что свидетельствует о среднем умеренном риске ССЗ. Уровни СРБ снизились по результатам FMD. У 8 из 19 лиц в подгруппе FMD исходный уровень СРБ находился в диапазоне умеренного или высокого риска ССЗ ($> 1,0$ и 3 мг/л соответственно). У 7 из них уровни вернулись к нормальному диапазону ($< 1,0$ мг/л) после 3 циклов FMD. У 11 участников с исходным уровнем СРБ $< 1,0$ мг/л никаких изменений по завершении исследования не наблюдалось. Эти результаты показывают, что периодические циклы FMD способствуют противовоспалительному эффекту и снижают, по крайней мере, один фактор риска ССЗ.

Регенерацию тканей и систем изучали путем анализа $lin^- CD184^+ CD45^-$ MSPCs в периферической крови людей подгруппы, следовавшей диете FMD. Хотя это и не является значимым, процент MSPC в популяции моноклеарных клеток периферической крови имеет тенденцию ($p = 0,1$) к увеличению с $0,15 \pm 0,1$ на исходном уровне до $1,06 \pm 0,6$ в конце исследования с последующим возвратом к исходным значениям ($0,27 \pm 0,2$) [2].

Влияние FMD на антропометрические показатели человека

Mishra et al. утверждают, что пятидневная FMD, назначаемая каждые четыре недели в течение двух лет, уменьшают неблагоприятные изменения, вызванные потреблением высококалорийной пищи с высоким содержанием жиров. Исследование на мышах показало, что ежемесячные циклы FMD подавляют ожирение, уменьшая накопление висцерального и подкожного жира, при этом не вызывая потери мышечной массы тела. Циклы FMD повышают васкуляризацию и функцию сердца, а также устойчивость к кардиотоксинам;

предотвращают гипергликемию, гиперхолестеринемию и дислипидемию; снижают НТГ и восприимчивость тканей к инсулину [3].

Nardon et al. доказали безопасность применения FMD среди спортсменов. В исследовании участвовали 24 здоровых спортсмена-добровольца. Участников случайным образом распределили на группу, имитирующие голодание (FMD), и контрольную группу. По окончании трех циклов FMD было отмечено значительное снижение массы тела в конце первого пятидневного цикла в группе FMD (-2,6 кг, $p < 0,05$), по сравнению с контрольной группой (-0,1 кг). Нервно-мышечные параметры для производства силы, объем мышц и крутящий момент в MVC не изменились и не различались между группами [4].

Sadeghian et al. сравнивали влияние FMD и непрерывного ограничения энергии (CER) на антропометрические показатели, состав тела, метаболизм глюкозы и уровни лептина, нейропептида Y (NPY) и общего грелина в сыворотке крови. Было проведено рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) с участием 60 женщин с ожирением в возрасте 18–55 лет. Участницы эксперимента следовали пятидневной диете FMD (с низким содержанием энергии, сахаров и белков, но с высоким содержанием ненасыщенных жиров), либо CER (средний ежедневный дефицит энергии 500 ккал) в течение 2 месяцев. Антропометрические и биохимические факторы измерялись в начале и в конце исследования. Уровни лептина, общего грелина и NPY в сыворотке крови определяли с помощью набора ELISA. Регистрировались также физическая активность и рацион питания.

По результатам эксперимента не было выявлено существенной разницы в потере веса между двумя группами: среднее изменение веса для CER составило -2,29 (стандартное отклонение [SD], 1,95) кг по сравнению с -1,13 (2,27) кг для группы, придерживавшейся FMD ($p = 0,06$). В группе CER наблюдалось большее снижение скорости базального обмена веществ (BMR) ($p = 0,045$). Благоприятное влияние на жировую и мышечную массу наблюдалось только в группе FMD. Хотя резистентность к инсулину была снижена в группе FMD по сравнению с группой CER, после корректировки результаты не были значимыми. После учета потенциальных искажающих факторов после CER наблюдалось значительное увеличение уровней общего грелина в сыворотке крови ($p = 0,048$) и NPY ($p = 0,041$); однако результаты для циркулирующего лептина не были статистически значимыми ($p = 0,48$).

Ученые сделали вывод о несущественной разнице в потере веса после FMD и CER. Тем не менее, FMD была более эффективна в снижении резистентности к инсулину и регулировании лептина и грелина, а также в сохранении мышечной массы и BMR [5].

FMD и СД2

В рамках РКИ Fang et al. исследовали воздействие FMD на уровень глюкозы крови у пациентов с СД2. В эксперименте участвовали 100 пациентов с СД2, прошедших предварительное медицинское обследование. У всех пациентов был подтвержден СД2, ожирение, артериальная гипертензия и высокий уровень липидов в крови. Они были случайным образом распределены по двум группам: 50 пациентов попали в группу с низкокалорийным питанием и следовали FMD, остальные 50 человек вошли в контрольную группу. Через четыре месяца показатели эффективности, такие как глюкоза крови натощак, постпрандиальная глюкоза в венозной крови через два часа после приема пищи, HbA1c; антропометрические показатели, включающие ИМТ, окружность талии; биохимические: липиды крови (триглицериды, общий холестерин и ЛПНП) и уровни АД, были ниже, чем в контрольной группе, а уровни липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) ($2,28 \pm 0,50$ в экспериментальной группе и $1,42 \pm 0,27$ ммоль/л в контрольной группе), были выше, чем в

контрольной группе. В обеих группах уровень глюкозы в крови натощак ($5,25 \pm 0,23$ ммоль/л в экспериментальной группе и $6,27 \pm 0,37$ ммоль/л в контрольной группе), уровень глюкозы в венозной крови через 2 часа после приема пищи ($7,02 \pm 2,27$ ммоль/л в экспериментальной группе и $8,33 \pm 0,89$ ммоль/л в контрольной группе), HbA1c ($6,47 \pm 0,51\%$ и $7,50 \pm 0,50\%$, соответственно), систолическое АД ($141,10 \pm 6,67$ и $149,08 \pm 5,50$ мм рт. ст. соответственно), диастолическое АД ($80,50 \pm 5,97$ и $85,20 \pm 6,12$ мм рт. ст. соответственно), общий холестерин ($3,63 \pm 0,97$ и $5,60 \pm 0,94$ ммоль/л соответственно), ЛПНП ($1,97 \pm 0,49$ и $3,38 \pm 0,62$ ммоль/л соответственно), триглицериды ($2,05 \pm 0,54$ и $3,51 \pm 0,47$ ммоль/л соответственно) имели относительно стабильную тенденцию к снижению, но в экспериментальной группе снижение было более значительным.

По итогам эксперимента, ИМТ экспериментальной и контрольной групп был $25,04 \pm 1,00$ и $28,99 \pm 0,99$ кг/м² соответственно, а окружность талии составила $90,82 \pm 4,26$ и $98,38 \pm 4,27$ см соответственно, показывая достоверные статистические межгрупповые различия ($p < 0,05$). Ученые постулируют, что патогенез гиперлипидемии, СД2 и метаболического синдрома модулируется воспалительными клетками. Кратковременное ограничение калорий может снизить метаболизм и воспалительную активность моноцитов, тем самым значительно уменьшая количество связанных с воспалением моноцитов в крови и тканях и тем самым улучшая метаболические параметры [10].

Таким образом, исследование показало, что FMD может безопасно и эффективно снижать вес и улучшать метаболический статус у пациентов с СД2.

Заключение

Проанализировав вышеизложенное, можно сделать вывод, что циклическое применение FMD эффективно, безопасно и оправданно в целях снижения маркеров/факторов риска развития хронических заболеваний, старения и возрастных заболеваний. Однако следует отметить, что необходимы более масштабные исследования у пациентов с диагностированными заболеваниями или отобранных на основе факторов риска, чтобы подтвердить влияние FMD на профилактику и лечение заболеваний. Потребуется более крупное рандомизированное исследование, чтобы определить, действительно ли FMD увеличивает количество определенных популяций стволовых клеток у людей. Изучение влияния диетотерапии на пациентов с СД2 является долгосрочной целью, которой необходимо придерживаться в будущих исследованиях.

Список литературы:

1. Wei M., Brandhorst S., Shelehchi M., Mirzaei H., Cheng C. W., Budniak J., Longo V. D. Fasting-mimicking diet and markers/risk factors for aging, diabetes, cancer, and cardiovascular disease. *Sci Transl Med.* 2017; 9: eaai8700.
2. Brandhorst S., Choi I. Y., Wei M., Cheng C. W., Sedrakyan S., Navarrete G., Longo V. D. A periodic diet that mimics fasting promotes multi-system regeneration, enhanced cognitive performance, and healthspan // *Cell metabolism.* 2015. V. 22. №1. P. 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.05.012>
3. Mishra A., Mirzaei H., Guidi N., Vinciguerra M., Mouton A., Linardic M., Longo V. D. Fasting-mimicking diet prevents high-fat diet effect on cardiometabolic risk and lifespan // *Nature metabolism.* 2021. V. 3. №10. P. 1342-1356. <https://doi.org/10.1038/s42255-021-00469-6>
4. Nardon M., Venturelli M., Ruzzante F., Longo V. D., Bertuccio M. Fasting-Mimicking-Diet does not reduce skeletal muscle function in healthy young adults: a randomized control trial //

European Journal of Applied Physiology. 2022. V. 122. №3. P. 651-661.
<https://doi.org/10.1007/s00421-021-04867-2>

5. Sadeghian M., Hosseini S. A., Zare Javid A., Ahmadi Angali K., Mashkournia A. Effect of fasting-mimicking diet or continuous energy restriction on weight loss, body composition, and appetite-regulating hormones among metabolically healthy women with obesity: a randomized controlled, parallel trial // *Obesity Surgery*. 2021. V. 31. №5. P. 2030-2039.
<https://doi.org/10.1007/s11695-020-05202-y>

6. Tang F., Lin X. Effects of fasting-mimicking diet and specific meal replacement foods on blood glucose control in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial // *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2020. V. 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6615295>

7. Caffa I., Spagnolo V., Vernieri C., Valdemarin F., Becherini P., Wei M., Nencioni A. Fasting-mimicking diet and hormone therapy induce breast cancer regression // *Nature*. 2020. V. 583. №7817. P. 620-624. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2502-7>

8. Cheng C. W., Villani V., Buono R., Wei M., Kumar S., Yilmaz O. H., Longo V. D. Fasting-mimicking diet promotes Ngn3-driven β -cell regeneration to reverse diabetes // *Cell*. 2017. V. 168. №5. P. 775-788. e12. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.01.040>

9. Sutton E. F., Beyl R., Early K. S., Cefalu W. T., Ravussin E., & Peterson C. M. Early time-restricted feeding improves insulin sensitivity, blood pressure, and oxidative stress even without weight loss in men with prediabetes // *Cell metabolism*. – 2018. – T. 27. – №. 6. – C. 1212-1221. e3. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.010>

10. Jordan S., Tung N., Casanova-Acebes M., Chang C., Cantoni C., Zhang D., Merad M. Dietary intake regulates the circulating inflammatory monocyte pool // *Cell*. 2019. V. 178. №5. P. 1102-1114. e17. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.07.050>

References:

1. Wei, M., Brandhorst, S., Shelehchi, M., Mirzaei, H., Cheng, C. W., Budniak, J., ... & Longo, V. D. Fasting-mimicking diet and markers/risk factors for aging, diabetes, cancer, and cardiovascular disease. *Sci Transl Med*. 2017; 9: eaai8700.

2. Brandhorst, S., Choi, I. Y., Wei, M., Cheng, C. W., Sedrakyan, S., Navarrete, G., ... & Longo, V. D. (2015). A periodic diet that mimics fasting promotes multi-system regeneration, enhanced cognitive performance, and healthspan. *Cell metabolism*, 22(1), 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.05.012>

3. Mishra, A., Mirzaei, H., Guidi, N., Vinciguerra, M., Mouton, A., Linaudic, M., ... & Longo, V. D. (2021). Fasting-mimicking diet prevents high-fat diet effect on cardiometabolic risk and lifespan. *Nature metabolism*, 3(10), 1342-1356. <https://doi.org/10.1038/s42255-021-00469-6>

4. Nardon, M., Venturelli, M., Ruzzante, F., Longo, V. D., & Bertuccio, M. (2022). Fasting-Mimicking-Diet does not reduce skeletal muscle function in healthy young adults: a randomized control trial. *European Journal of Applied Physiology*, 122(3), 651-661. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04867-2>

5. Sadeghian, M., Hosseini, S. A., Zare Javid, A., Ahmadi Angali, K., & Mashkournia, A. (2021). Effect of fasting-mimicking diet or continuous energy restriction on weight loss, body composition, and appetite-regulating hormones among metabolically healthy women with obesity: a randomized controlled, parallel trial. *Obesity Surgery*, 31(5), 2030-2039. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05202-y>

6. Tang, F., & Lin, X. (2020). Effects of fasting-mimicking diet and specific meal replacement foods on blood glucose control in patients with type 2 diabetes: a randomized

controlled trial. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6615295>

7. Caffa, I., Spagnolo, V., Vernieri, C., Valdemarin, F., Becherini, P., Wei, M., ... & Nencioni, A. (2020). Fasting-mimicking diet and hormone therapy induce breast cancer regression. *Nature*, 583(7817), 620-624. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2502-7>

8. Cheng, C. W., Villani, V., Buono, R., Wei, M., Kumar, S., Yilmaz, O. H., ... & Longo, V. D. (2017). Fasting-mimicking diet promotes Ngn3-driven β -cell regeneration to reverse diabetes. *Cell*, 168(5), 775-788. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.01.040>

9. Sutton, E. F., Beyl, R., Early, K. S., Cefalu, W. T., Ravussin, E., & Peterson, C. M. (2018). Early time-restricted feeding improves insulin sensitivity, blood pressure, and oxidative stress even without weight loss in men with prediabetes. *Cell metabolism*, 27(6), 1212-1221. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.010>

10. Jordan, S., Tung, N., Casanova-Acebes, M., Chang, C., Cantoni, C., Zhang, D., ... & Merad, M. (2019). Dietary intake regulates the circulating inflammatory monocyte pool. *Cell*, 178(5), 1102-1114. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.07.050>

Работа поступила
в редакцию 17.06.2022 г.

Принята к публикации
21.06.2022 г.

Ссылка для цитирования:

Евсеев А. Б. Особенности применения диеты, имитирующей голодание (FMD) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №9. С. 381-388. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/82/42>

Cite as (APA):

Evseev, A. (2022). Peculiarities of Fasting-Mimicking Diet (FMD) Management. *Bulletin of Science and Practice*, 8(9), 381-388. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/82/42>