Министерство образования и науки Российской Федерации

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

(государственный университет)

ФАКУЛЬТЕТ РАДИОТЕХНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

**Реферат по курсу БЖД на тему:**

**«Влияние марафонского бега на здоровье»**

Подготовили:

Малышев Алексей, 311 гр.

Паринов Евгений, 312 гр.

Сноркин Александр, 311 гр.

г. Москва

2017

**ВВЕДЕНИЕ**

Сразу после поступления в МФТИ новоиспечённый физтех может услышать от опытных старшекурсников фразу следующего содержания: «Поступил? Что же, это была самая лёгкая часть обучения на Физтехе». В совокупности с различными страшилками, услышанными во время вступительной кампании, о студентах, сходящих с ума или даже сводящих счёты с жизнью, у вчерашнего школьника может сложиться о ближайших четырёх годах (а может быть даже и шести) не то что негативное представление, но достаточно настороженное.

В самом деле, значительный уровень нагрузки, превосходящий школьный на порядок; удалённость от дома и родителей (и от «маминых обедов» в том числе), а также новая, непривычная обстановка и незнакомые люди – всё это оказывает серьёзное давление как на физическое, так и на психоэмоциональное состояние студента.

Известно утверждение о том, что лучший отдых – это смена вида деятельности. В связи с этим на Физтехе существует большое количество кружков и спортивных секций, в которых студенты могут найти себе товарищей по интересам, а также отвлечься от всего, связанного с учёбой. Более того, при поступлении на ФРТК, студентами которого являются авторы данного реферата, замдекана на собеседовании спрашивает каждого юношу-абитуриента: «Сколько раз подтягиваешься?». Его мотивация вполне ясна: если молодой человек способен подтянуться значительное количество раз (скажем, 10), то он должен быть на короткой ноге с занятиями спортом, а значит меньше вероятность, что после начала обучения у него начнутся проблемы (а значит и у замдекана тоже их не будет).

Через всё вышеописанное прошли и авторы данного реферата. После знакомства на первом курсе мы сначала просто посещали тренажёрный зал, а также бегали по вечерам. Однако, чем больше мы привыкали к реалиям учёбы на Физтехе, тем больше нам хотелось определить границы возможного для себя. Из этого желания выросла заинтересованность марафонским бегом: сначала мы просто старались совершать забеги на всё более значительные дистанции, а после и вовсе приняли участие в Московском Марафоне.

При подготовке к марафону мы много времени уделили изучению того, как правильно организовать тренировочный процесс, а также тому, какие трудности и опасности могут встретиться во время самого забега. В результате, марафонская дистанция была нами преодолена, однако при этом не обошлось без кровотечения из носа и вынужденных периодов ходьбы пешком – уж очень было тяжело.

В связи с этим, для написания реферата по курсу БЖД, мы решили свести вместе и систематизировать полученные нами знания, чтобы переосмыслить полученный опыт, а также чтобы облегчить поиск информации другим физтехам, желающим испытать себя на прочность столь изнуряющим состязанием.

**НЕМНОГО О МАРАФОНЕ**

Марафонский бег берёт своё начало с легенды о Фидиппиде, который бежал от города Марафон до Афин, чтобы известить греков о победе в битве с персами, происходившей неподалёку от Марафона. Добежав до Афин, он успел крикнуть: “Радуйтесь, афиняне, мы победили!” и пал замертво. Эта легенда не подтверждается документальными источниками и споры о её правдивости идут до сих пор. Впрочем, именно благодаря ей в наши дни появился такой вид спорта.

При этом, обычные любители бега думают, что если «избалованные знаменитости» могут пробежать марафон, то и для них это не будет чем-то запредельным. Однако стоит отметить, что история о Фидиппиде стала историей именно о том, как он пробежал первый в истории марафон и сразу же после этого скончался. Действительно, несмотря на то что, что марафонский бег не является таким уж «разрушительным» для здоровья, он всё же является сильным физиологическим стрессом для организма, и именно поэтому марафонский бег не включали в женские олимпийские виды спорта до 1984 года.

Например, если бежать марафон в темпе 1 километр за 3 минуты 10 секунд (это довольно быстрый темп, которого придерживаются профессиональные спортсмены), то это потребует 15-кратного увеличения расхода энергии на протяжении более чем 2-х часов. Но даже для тех, кто придерживается умеренного темпа и пробегает марафон более чем за 4 часа, расход энергии увеличивается в 10 раз по сравнению с их обычной жизнедеятельностью. Такие серьёзные энергетические затраты требуют интенсивной работы кардиореспираторной, эндокринной и нервно-мышечной систем в течение длительного времени, что с необходимостью влечёт за собой существенный стресс для организма.

К счастью, в наши дни существует большое количество исследований физиологического влияния марафонского бега на организм. С результатами этих работ мы бы и хотели ознакомить тех, кто только собирается опробовать свои силы в данном испытании, а также помочь им узнать, какие трудности подстерегают на дистанции и насколько порой непредсказуемо человеческое тело.

**ЛИЧНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДЛЯ МАРАФОНЦЕВ**

Итак, насколько высока нагрузка на тело человека во время марафона и насколько серьёзными могут быть последствия? Ответы на данные вопросы мы распределили по трём категориям: внешние опасности (гипо- и гипертермия), внутренние опасности (гипонатриемия, истощение запасов гликогена и внезапная смерть), а также последствия для организма (урон опорно-двигательному аппарату и иммунной системе). Начнём рассмотрение со внешних опасностей:

**ВНЕШНИЕ ОПАСНОСТИ**

**ГИПЕРТЕРМИЯ**

Всем известно, что сердце отвечает за то, чтобы богатая кислородом кровь поступала во все участки тела. Однако, сердце также помогает управлять температурой тела, накачивая тёплую кровь в те места кожи, откуда уходит тепло из-за обильного испарения пота. Во время марафонской дистанции тепло активно уходит от тела, и работа по его восстановлению может превышать ежедневую в 10 раз. При этом высокая влажность и обезвоживание могут затруднить теплоотвод, т.к. высокий уровень влажности снижает испарение, а обезвоживание снижает способность отводить тепло от мышц к кожному покрову. При этом температура тела увеличивается, что приводит к повышенному риску возникновения сердечных заболеваний. Если температура тела достигнет 40 градусов по Цельсию, то могут начать проявляться мышечная слабость и дезориентация в пространстве, а при температуре в 41 градус может произойти потеря сознания. В таком случае, без хорошего теплоотвода, температура тела продолжит расти и может привести к различным проблемам с сердцем уже через 15-20 минут бега. Впрочем, ситуации, когда температура тела во время бега достигает 40 градусов, встречаются крайне редко.

Однако, проблемы теплоотвода могут возникнуть и на фоне полного внешнего благополучия. Например, на Чикагском марафоне в 2001 году 22-летний парень потерял сознание, не добежав до финиша 300 метров, при этом он бежал чуть более трёх часов. Несмотря на то, что ему сразу оказали медицинскую помощь, позднее он скончался с температурой тела около 41 градуса, в то время как во время падения температура его тела была в норме (Невала 2001).

Согласно Шевронту и Хеймсу (2001), повышение температуры тела (гипертермия) во время преодоления марафонской дистанции может быть вызвано влиянием климата, обезвоживания, повышения скорости обмена веществ в следствие быстрого темпа бега или же всеми перечисленных факторов в совокупности. Также бегун может одеться не по погоде тепло, и тем самым затруднить теплоотвод. При этом несмотря на то, что спортсмен не может управлять климатом, у него есть большое количество способов предотвращения гипертермии.

Т.к. обезвоживание снижает количество крови, с помощью которой можно отводить тепло, то один из способов предотвратить гипертермию – пить как можно больше воды, т. к. она выйдет с потом. Средний объём потоотделений спортсменов составляет 1.2 литра в час. Однако, большинство бегунов либо не могут пить слишком много воды во время дистанции, либо осознанно этого не делают. Как правило, спортсмены пьют около 200 миллилитров в час, и крайне редко более литра в час. Поэтому очень часто за одну марафонскую дистанцию человек теряет от 2 до 10 процентов веса из-за потоотделения. Исследования показали, что обезвоживания всего лишь в 3 процента веса тела уже достаточно, чтобы понизить выносливость (Шевронт и Хеймс 2001). Однако, обезвоживание – не единственный фактор, повышающий температуру тела.

Другие исследования выявили, что высокий уровень потребления энергии (т. е. высокий обмен веществ) во время бега может иметь большее влияние. Во время марафонского забега Cape Peninsula в 1987 году были измерены уровень дегидратации и скорость метаболизма у 30 спортсменов (Noakes 1991). Затем полученные цифры сравнили со средней температурой тела спустя 2-5 минут после финиша. Результаты показали, что уровень метаболизма на последних 5 километрах дистанции коррелирует с температурой тела значительно выше чем уровень дегидратации. К концу марафона, когда темп бега и напряжение увеличиваются, тело расходует энергию менее эффективно, в следствии чего выделяется больше тепла, что в конечном итоге и повышает температуру тела. Шевронт и Хеймс (2001) собрали данные с 12 работ, изучающих дегидратацию бегунов. Их результаты так же показывают, что скорость бега коррелирует с температурой тела значительно выше чем дегидратация.

**ГИПОТЕРМИЯ**

Иногда гипотермия (а не гипертермия) является основной экзогенной проблемой для участников марафона. В 1982 – 1987 годах марафоны в Глазго проходили при температурах 4.1 – 15.3℃ (Ridley et al. 1990). В 1983 году 11,5% бегунов, участвовавших в Bostonfest Marathon, обратились за медицинской помощью, причем самым распространенным диагнозом оказалась гипотермия (Jones et al., 1985). Очевидно, что риск переохлаждения повышается в холодную, ветреную или влажную погоду; однако, Американский Колледж Спортивной Медицины (1996) приводит другие факторы, способствующие понижению температуры тела. Например, если бежать вторую половину марафона медленнее, чем первую, вполне возможно, что тепла для поддержания температуры тела не будет хватать. Кроме того, пот может пропитать одежду, и из-за этого будет отводиться дополнительное тепло от тела. Также переохлаждение может возникнуть и после гонки, когда тепло тела отдаётся более холодному воздуху.

Лучшая защита от гипотермии – одеваться в несколько слоев, причём наружный слой должен защищать от ветра и воды. При повышении температуры воздуха часть одежды следует снять, чтобы избежать гипертермии; любую промокшую одежду следует заменить. Гипотермия встречается реже, чем гипертермия, но количество случаев переохлаждения может увеличиться вместе с ростом популярности марафонов по пересечённой местности. Гипотермия может вызвать опасные для жизни нарушения ритма сердца, поэтому к переохлаждению стоит относиться не менее серьёзно, чем к гипертермии.

**ВНУТРЕННИЕ ОПАСНОСТИ**

**ВНЕЗАПНАЯ СМЕРТЬ**

Самую обширную теорию марафонского бега разработал доктор Том Басьер (1977), который предположил, что стресс, испытываемый при беге способствует выстраиванию иммунитета к развитию жировых отложений в коронарной артерии. Другими словами, регулярный марафонский бег предотвращает развитие ишемической болезни сердца. Басьер сравнивал бегунов с воинами племени масаи и индейцами племени тараумара, которые ведут активный образ жизни, здоровое питание и имеют широкополосную коронарную артерию.

Проанализировав причины смерти тех, кто бегал марафон за последние 10 лет, Басьер заявил, что среди них не было больных ишемической болезнью сердца. Но некоторые бегуны умирают прямо во время забега, и это навело Басьера на мысль, что ключевую роль здесь играют другие факторы, такие как неатеросклеротические болезни сердца (миокардит, коронарный спазм), врождённые аномалии, гипертермия или недостаточная подготовка. Но кроме того, Басьер признавал, что низкожировая диета и воздержание от курения играют важную роль в развитии иммунитета к болезням сердца. В заключение, он отметил, что в течение следующих 10 лет станет известно, создаёт ли марафон абсолютную защиту от ишемической болезни сердца или нет.

На той же самой конференции заявление Басьера было опровергнуто 4-мя задокументированными случаями смерти бегунов от ишемической болезни сердца.

Ноакс (1987) поспособствовал оппозиции и дополнил заявление до 36 задокументированных случаев (вплоть до 1984 года) внезапной смерти из-за сердечного приступа. Результаты ангиографии, аутопсии или электрокардиограммы были доступны для 27 бегунов, 25 из которых в той или иной степени имели ишемическую болезнь сердца. Внезапная смерть случилась в 22 случаях из 36, 19 из которых произошли либо сразу по окончании марафонского забега (или длительного забега при подготовке), либо в последующие 24 часа. Из вышесказанного можно заключить, что сам по себе марафонский бег не гарантирует отсутствия ишемической болезни сердца.

Однако, наиболее серьёзным опровержением Басьеровской теории стал другой несчастный случай. Джим Фикс страдал от лишнего веса, находился в постоянном стрессе и много курил. Его отец испытал сердечный приступ в 35 лет и умер 8 лет спустя. Реабилитация после травмы, полученной при игре в теннис, сподвигла Фикса к бегу и в итоге он пробежал не один марафон и написал книгу, ставшую бестселлером «The Complete Book of Running». Имея неблагоприятную историю семейных болезней сердца и любовь к бегу, Фикс легко согласился с теорией Басьера. Но, видимо, именно вера в эту теорию подвела его. Он игнорировал боли в груди во время бега, надеясь, что они пройдут, если он будет дальше тренироваться (Plymire 2002). Но, к несчастью, Джим Фикс умер от сердечного приступа в 1984 году, на Вермундском шоссе во время пробежки. Аутопсия обнаружила полную блокировку одной коронарной артерии и 80-процентную блокировку второй, а так же признаки сердечных приступов ранее.

Смерть Джима Фикса не только убедила всех в том, что марафонский бег не предотвращает ишемическую болезнь сердца, но и в том, что бег может привести к внезапной смерти.

Это было подтверждено Маруном (1996), который оценил риски от марафонского бега по данным с 1976 по 1994 с забега «Marine Corp» и с 1982 по 1994 с забега «Twin Cities». Всего в выборке были данные о более чем 215 тысячах бегунов, среди которых было 4 смерти: 3 мужчины и женщина. Один из мужчин стал ощущать боли в груди после 30 километров и умер спустя 15 минут после финиша. Трое других бегунов умерли во время дистанции. Все трое мужчин умерли от сердечного приступа, а женщина от аномального происхождения левой главной коронарной артерии в аорте, что послужило причиной недостаточного кровоснабжения сердца. Двое из мужчин имели сильную артериальную блокаду (более 50-ти процентов) в трёх артериях и третий – в двух артериях.

Робертс и Марун (2005) опубликовали обновлённый отчёт с данными до 2004 по двум тем же самым марафонам. Теперь в выборке было пять смертей и четыре случая, когда бегуна успешно реанимировали (8 мужчин и женщина), а риск внезапной смерти уменьшился до 1 на 220 000 финишировавших. Авторы отмечают, что сокращение риска связано скорее с возможностью внешней дефибриляции, благодаря чему среди новых смертей лишь одна из-за несмертельного сердечного приступа, а в предыдущей выборки таких случаев было 3. Другая работа обнаружила восемь случаев внезапной смерти среди 840 000 бегунов, т. е. примерно одну на 100 000 на протяжении 19 лет проведения Лондонского и Нью-Йоркского марафонов (Pedoe 2000).

Определение точных рисков внезапной смерти из анализа забегов требует рассмотрения влияния сердечных болезней, имеющихся ранее, качества оказываемой медицинской помощи на дистанции и сбора большего количества данных. Однако, стоит заметить, что эта оценка внезапной смерти во время марафонского бега многократно лучше оценок внезапных смертей во время бега трусцой (1 к 15 000, Thompson 1982) и общеразвивающих упражнений (1 к 18 000, Siscovick 1984).

Несколько работ принимают во внимание признаки сердечных заболеваний, появляющихся спустя несколько часов после окончания забега (Kratz 2002, Siegel 1997, Lucia 1999). Уровни протеина, которые обычно используются для определений повреждений сердца, в этих случаях были немного повышены, сигнализирую о лёгком стрессе для сердца, но ни в одном из этих случаев не было замечено последующих сердечных приступов. Однако, существуют документально подтверждённые случаи, когда у человека была остановка сердца несмотря на то, что отсутствовали признаки ишемической болезни сердца. Грин (1976) обнаружил серьёзные повреждения сердца, но не из-за ишемической болезни сердца, у 44-летнего бегуна, который рухнул после 35 километров и позже скончался. Ратлиф (2002) упоминает 22-летнего бегуна, у которого нормально функционировала коронарная артерия, но который упал от остановки сердца прямо у финишной черты. Спортсмен выжил, но из-за острой почечной недостаточности в следствии дегидратации и применения нестероидных противовоспалительных средств у него стала развиваться гангрена левой ноги и её пришлось ампутировать.

Помимо прочего, у бегунов была исследована способность сердца эффективно качать кровь. Например, Нейлан (2006) обнаружил слабое нарушение сердечной функции, которое продолжалось в течение месяца. Поэтому любой человек старше 45 лет, который собирается пробежать марафон, должен обследоваться у врача прежде чем начать тренировки.

**ГИПОНАТРИЕМИЯ**

При кажущемся серьёзном влиянии обезвоживания на организм, учёные заявляют о возможной переоценке серьёзности данного фактора. Основой для их скепсиса служит увеличение количества случаев интоксикации водой или гипонатриемии, выявленных у участников марафонов. Основной причиной гипонатриемии или низкого уровня натрия в крови является употребление слишком большого количества воды. Низкий уровень натрия вызывает отёк головного мозга, который может закончиться смертельным исходом. Davis et al (2001) выявили 26 случаев гипонатриемии у более чем 34000 участников марафона San Diego Rock 'n' Roll Marathon, проходившем в 1998 и 1999 годах. Они обнаружили, что гипонатриемия чаще встречалась у женщин, медленных бегунов (тех, кто пробегал дистанцию более чем за 4 часа) и у людей, принимавших нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). Точно так же, Hew et al. (2003) сообщили о 21 случае гипонатриемии в Houston Marathon 2000 года. Было выявлено примерно одинаковое количество случаев у мужчин и женщин, но, как и у Дэвиса, гипонатриемия чаще встречалась среди медленных бегунов и тех, кто принимал НПВП.

Женщины могут подвергаться большему риску, ведь им требуется меньше воды, чтобы понизить уровень натрия (из-за меньшей массы); кроме того, эстроген может дополнительно способствовать опухоли мозга. Более медленные атлеты подвергаются большему риску просто потому, что у них больше времени, чтобы пить воду во время марафона. Например, Hew et al. (2003) обнаружили, что бегуны, у которых развилась гипонатриемия, пили примерно вдвое больше, чем другие атлеты, и бежали на 1-2 часа дольше. Кроме того, НПВП могут усиливать действие антидиуретических гормонов, которые повышают удержание воды. Гипонатриемия может развиться и после марафона, когда гормональные изменения увеличивают поглощение воды в сочетании с потерей натрия через урину. Гипонатриемия встречается довольно редко, менее чем у 0.3% марафонских бегунов, но число случаев увеличилось с 1993 по 2000(Hew et al. 2003). Этому росту препятствовало распространение информации о вреде употребления слишком большого количества воды.

С другой стороны, не стоит пренебрегать жидкостями. Хотя исследования и показали, что повышение температуры тела больше связано со скоростью бега, а не с обезвоживанием, в этих исследованиях не рассматривалось влияние обезвоживания на фактические результаты. Употребление жидкости во время марафона обеспечивает достаточный приток крови к мышцам. Кроме того, спортивные напитки содержат электролиты, помогающие предотвратить гипонатриемию, а также сахара для дополнительной энергии.

Лучший совет для атлетов – пить умеренно до и во время марафона.

Общие рекомендации для участников марафона – выпить 0.6л жидкости за два-три часа до гонки и еще 0.2л за 30 минут до начала. Во время марафона бегуны должны выпивать около 250мл жидкости каждые 10-20 минут, а после не ограничивать себя в приёме жидкости.

**ИСТОЩЕНИЕ ЗАПАСОВ ГЛИКОГЕНА**

Приём пищи с большим содержанием углеводов стал одним из основных этапов подготовки к марафону. Углеводы обеспечивают мышцы энергией быстрее, чем жиры, и необходимы для оптимальной аэробной активности. Внутри организма углеводы находятся в виде гликогена (в мышцах и печени) и в виде глюкозы (в крови). Во время марафона мышцы получают энергию от гликогена внутри своих клеток и от глюкозы в крови. Поскольку количество глюкозы в крови уменьшается, печень начинает превращать свой гликоген в глюкозу и высвобождает ее в кровоток для поддержания постоянного уровня глюкозы. Во время длительных тренировок уровень гликогена понижается, и мышцы вынуждены работать за счёт энергии, получаемой из жира. Это изменение источника энергии не остаётся незамеченным. Участники марафона описывают это как “столкновение со стеной”. Также известно, что диета с высоким содержанием углеводов может увеличить количество гликогена, хранящегося в мышцах и печени. Поэтому, если истощение запасов гликогена приводит к снижению скорости бега, а диета с высоким содержанием углеводов может увеличить запасы гликогена, то увеличение количества углеводов в рационе питания должно предотвращать или хотя бы задерживать “попадание в стену”.

Хоули (1997) провёл обзор исследований углеводной загрузки и обнаружил, что диета с высоким содержанием углеводов улучшает результаты в спортивных состязаниях, длящихся более 90 минут. Тем не менее, ни в одном из исследований марафон не использовался в качестве показателя эффективности. Наиболее близкими оказались исследования, в которых изучалось влияние углеводной загрузки на результаты в 30-километровой гонке. Карлссон и Салтин (1971) обнаружили, что углеводная загрузка улучшает время в среднем на 8 минут (с 143.0 до 135.3 минут). В другом исследовании (Williams et al. 1992) шесть испытуемых увеличили потребление углеводов за неделю до гонки на 200 грамм. В результате, они улучшили своё время в среднем на 3.6 минуты (с 131.0 до 127.4 минут).

В других исследованиях изучалось, может ли загрузка углеводами увеличить выносливость. В целом, испытуемые смогли проработать на 10-66% дольше при нагрузке в 70-75% от максимальной (Brewer et al. 1988; Chryssanthopoulos et al. 2002; Galbo et al. 1967; Lamb et al. 1991).

С другой стороны, Шерман (1981) обнаружил, что трёхдневная диета с 70% содержанием углеводов повышает уровень гликогена в мышцах, но не улучшает время на дистанции 20.9км по сравнению с диетой, содержащей 50% углеводов. Кроме того, вторая часть исследования Ламба (1991) показала, что истощение у группы, употреблявшей пищу с высоким содержанием углеводов, наступало на 16 минут позже, чем у группы, не использовавшей углеводную загрузку. Но это разница не была статистически значима.

Углеводная загрузка эффективна для большинства бегунов, но у неё есть свои недостатки. Потребление слишком большого количества калорий во время углеводной загрузки может увеличить массу тела, что повысит количество энергии, необходимой для преодоления марафона. Кроме того, на каждый грамм хранящегося гликогена, организм хранит почти 3 грамма воды. Из-за этого атлет может испытывать тяжесть. Кроме того, если бегун не употребляет углеводы во время марафона, истощение гликогена в печени может длиться около двух часов, что приведёт к гипогликемии. Гипогликемия может снизить скорость бега из-за неадекватной нейронной стимуляции (Noakes 2003). Проблема в том, что в качестве источника энергии мозг предпочитает глюкозу. Гипогликемия нарушает работу мозга, одной из которых является стимуляция мышц. Таким образом, хотя гликоген и остаётся внутри мышц, гипогликемия снижает силу стимуляции мышц головным мозгом, что приводит к более слабым сокращениям мышц и уменьшению скорости бега. (Nybo 2003).

Некоторые эксперты считают, что потребление углеводов во время марафона не менее важно, а может даже и более, чем углеводная загрузка. (Ivy 1999). В самом деле, многие исследования показали, что приём углеводов во время тренировки помогает предотвратить гипогликемию и улучшает показатели. (Tsintzas and Williams 1998; Jacobs and Sherman 1999). Например, испытуемые провели две 30-километровые гонки. Перед первой гонкой они употребляли пищу с высоким содержанием углеводов и воду во время соревнования. Перед второй гонкой они не употребляла пищу, богатую углеводами, но пили спортивные напитки во время забега. Результаты были одинаковые вне зависимости от того, были ли получены углеводы до или во время гонки. (Chryssanthopoulos et al. 1994). В ещё одной работе этих же исследователей употребление углеводов перед соревнованием увеличило время работы до истощения примерно на 10%, но комбинирование углеводосодержащей еды перед соревнованием и спортивных напитков, богатых углеводами, во время соревнования, увеличило это время дополнительно на 10%. (Chryssanthopoulos et al. 2002). Было проведено исследование, участники которого пробежали 3 марафона. Во время соревнования они употребляли либо воду, либо спортивный напиток, содержащий 5.5% углеводов, либо спортивный напиток с содержанием 6.9% углеводов. Лучший результат показало употребление 5.5% напитка (190 минут), в сравнении с водой (193.9 минут) и 6.9% напитком (192.4%) (Tsintzas et al. 1995).

В совокупности эти исследования показывают, что углеводы оказываются очень важным источником энергии во время длительного бега. Но когда и сколько углеводов нужно употреблять? Айви (1999) предполагает, что загрузка углеводами до и потребление углеводов во время соревнования необходимо для тех, у кого потребление кислорода равно 60-70% от максимального. Для более быстрых бегунов потребление углеводов во время соревнования не выгодно, потому что поглощение глюкозы мышцами не может происходит достаточно быстро для того, чтобы быть полезным. Необходимо провести дополнительные исследования, чтобы определить, относятся ли эти выводы к марафонским бегунам, но нет никаких сомнений в том, что увеличение потребления углеводов до и/или во время марафона является крайне необходимым для оптимального результата.

Оригинальная версия углеводной загрузки начинается с трёхдневной низкоуглеводной диеты, а затем интенсивных упражнений для истощения запасов гликогена. После этого следует трёхдневная диета с высоким содержанием углеводов. В результате, уровень гликогена повышается до 220 миллимолей на килограмм (нормальное значение 100 миллимолей на килограмм). Sherman et al. (1981) обнаружили, что постепенное увеличение углеводов в рационе питания наряду с уменьшением интенсивности тренировок дают чуть меньшее значение гликогена (205 миллимолей на килограмм), но в таком случае стресс для спортсмена значительно уменьшается. С тех пор именно эта модифицированная версия углеводной загрузки рекомендуется спортсменам.

Потреблять углеводы во время марафона следует в размере 30-60 г (120-180 ккал) в час и за 30-40 минут до изнурения. Объем и сроки основываются на том, что глюкоза всасывается в кровь в размере от 1,0 до 1,2 грамма в минуту (Ivy 1999). Различные типы углеводов (например, глюкоза и фруктоза), по-видимому, одинаково эффективны для поддержания уровня глюкозы в крови (Noakes 1988). Таким образом, спортсмен может сам выбрать, какой источник углеводов ему подходит больше: спортивные напитки, энергетические гели, бананы, и т.д.

**ПОСЛЕДСТВИЯ МАРАФОНА**

**УРОН ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

Помимо и без того тревожного эффекта «упирания в стену», марафон – это огромный стресс для мышц и скелета.

Дело в том, что во время забега человек совершает от тридцати до пятидесяти тысяч шагов. Каждый раз, при приземлении ноги на землю, щиколотки, колени и тазобедренное сочленение испытывают нагрузку в три-четыре раза большую веса тела. Помимо этого, при совершении каждого шага, движение вперёд обеспечивается за счёт сокращений одних мышц и удлинений других. При этом, ввиду высокой интенсивности совершаемых действий, мышечной системе может быть нанесён существенный вред. Так, воспаление мышц может продолжаться порядка недели после марафона (Хикида и др, 1983), а восстановление мышечных волокон и того больше – от трёх до двенадцати недель (Вархол и др. 1985). Опросы показывают, что от 65 до 92 процентов людей, бежавших марафон, испытывали «зажатость или боль» в мышцах (Satterthwaite et al. 1996; Kretsch et al. 1984; Nicholl and Williams 1982).

К счастью, относительно редкими являются случаи оказания медицинской помощи участникам марафона из-за повреждений, полученных ими при беге. Опрос участников, добежавших до финишной прямой Мельбурнского марафона в 1980 году, показал, что только три процента из них сообщили о каких-либо серьёзных повреждениях. Самыми частыми в списке были проблемы с коленом, подколенным сухожилием, квадрицепсом бедра, а также обезвоживание, мозоли и судороги (Kretsch et al. 1984).

Аналогично, доля травмированных участников за двенадцать лет проведения «Марафона городов-побратимов» составила 2,1% (21,15 травмированных из 1000 участников). При этом среди пяти наиболее распространённых проблем были резкие ухудшения самочувствия (59,4%), мозоли (19,9%), растяжения (14,3%), судороги (6,1%) и потёртости кожи (1,9%) (Roberts 2000).

На Оклендском марафоне в 1993 году согласно докладам сотрудников медицинской службы доля травмированных участников была в три раза большей – она составила 6,2%. При этом самыми частыми были судороги, истощение, гематомы, мозоли и головокружения (Satterthwaite et al. 1996).

Одно из исследований утверждает, что обезвоживание и электролитный дисбаланс могут не иметь отношения к возникновению судорог при преодолении марафонской дистанции (Maughan 1986). В другом говорится, что усталость от забега на дистанцию большую, чем привычная для человека, а также бег со скоростью большей, чем привычная, могут иметь главенствующее значение при возникновении судорог (Schwellnus et al. 1997). Однако, прочие учёные считают, что электролитный дисбаланс и обезвоживание всё-таки может иметь роль при судорогах, особенно при жарких погодных условиях (Eichner 1998).

При этом, если мышечные травмы являются основной проблемой для марафонцев-любителей, то у профессионалов есть дополнительные поводы для беспокойства. Данные Копенгагенского марафона 1986 гласят, что среди профессиональных бегунов наиболее частой проблемой были желудочно-кишечные расстройства (26%). Далее следовали боли в спине или суставах (20%), судороги (16%), мозоли и потёртости кожи (по 16% каждые) (Holmich et al. 1988). При обсуждении причин возникновения расстройств ЖКТ среди профессиональных бегунов высказывалась гипотеза, что в их организме выделяется большее количество гормонов ЖКТ (O'Conner et al. 1995). Также расстройства ЖКТ пытались связать с повышенным потреблением нестероидных противовоспалительных препаратов (Smetanka et al. 1999).

К факторам, повышающим риск получения повреждения во время марафона, относятся занятия другими видами спорта, приём лекарственных препаратов, болезнь в течение двух недель до марафона, а также тренировочные забеги (Kretsch et al. 1984; Satterthwaite et al. 1999). Для бегунов, которые во время тренировок пробегают менее 60 километров в неделю, вероятность получения повреждения во время марафона несколько больше (Kretsch et al. 1984). Более интенсивные тренировки снижают риск получения травм колена, однако делают более вероятными травмы квадрицепса бедра и подколенного сухожилия (Satterthwaite et al. 1999).

При этом ввиду того, что для при подготовке к марафону спортсмены пробегают значительные расстояния, велика доля бегунов, которые получают травмы во время тренировок – от 29 до 43 процентов. Более того, доля спортсменов, травмированных во время подготовки, в десять раз больше, чем доля бегунов, травмированных во время самого марафона (Chorly et al. 2002; Holmich et al. 1988; Holmich et al. 1989; Kretsch et al. 1984). Вероятность получения повреждения во время тренировок снижается с увеличением тренировочного расстояния, пробегаемого в неделю; наиболее частыми являются повреждения стоп и колен, а также голеней и бёдер.

**УРОН ИММУННОЙ СИСТЕМЕ**

При всех вышеперечисленных опасностях марафона, микроскопические повреждения мышц могут вызывать не только болезненные ощущения. Так, в процессе их восстановления в повреждённых областях начинают обильно выделяться цитокины. В результате повышается приток к месту травмы белых кровяных телец из иммунной системы. В частности, согласно исследованиям, после изматывающих занятий спортом (в т.ч. марафонского бега) в крови наблюдается повышенный уровень нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов (Nieman 2000; Pedersen and Hoffman-Goetz 2000). Однако, показатели других маркеров иммунной функции после марафона оказываются даже пониженными: согласно исследованию (Nieman et al. 2002a) уровень иммуноглобулина A (lgA) у бегунов был низким в течение нескольких часов после марафона. При этом количество естественных киллеров может остаться пониженным на протяжении недели после забега (Berk et al. 1990).

Существуют весомые доказательства того, что гормон стресса кортизол, выделяющийся при продолжительных нагрузках, имеет частичное отношению к уменьшению количества естественных киллеров. Таким образом, при повреждениях мышц, полученных в результате марафона, некоторые имунные клетки заняты восстановлением мышечных тканей, а у других ослабляются их защитные функции. В результате, повышается вероятность заболевания ОРВИ (Nehlsen-Cannarella et al. 1997; Nieman 1997). Так, есть факты, говорящие о том, что риск заболевания ОРВИ среди спортсменов, участвующих в марафоне, выше, чем среди обычных людей. Согласно исследованию Peters and Bateman (1983), ОРВИ заболело

33% бегунов, достигших финишной прямой в 56-ти километровом «Марафоне двух океанов». В то же время, в повседневной жизни вероятность заболевания ОРВИ составляет 15,3%. Аналогично, Nieman et al. (1990) приводят цифру в 12,9% от числа финишировавших, заболевших ОРВИ в течение следующей недели после окончания забега, в то время как в контрольной группе людей, не участвовавших в марафоне, аналогичный показатель составил 2,2%. Однако, в своём исследовании Ekblom et al. (2006) сообщают, что среди бегунов Стокгольмского марафона в 2000 году вероятность заболевания ОРВИ за три недели до и через три недели после не отличалась от общепринятой.

Все вышеперечисленные факты послужили основой для развития гипотезы «открытого окна», которая предполагает, что участие в марафоне ослабляет иммунную систему на период от 3 до 72 часов, в результате чего повышается восприимчивость к ОРВИ (Pedersen and Toft 2000). Предположение о подобной связи побудило исследователей выяснить, насколько правильное питание может уменьшить негативное влияние марафона на иммунную систему. Например, соблюдение 6-ти процентного углеводной режима питания во время марафона понизило воспалительный ответ в мышцах, измеряемый сразу после забегов (Nehlsen-Cannarella et al. 1997; Nieman et al. 2001; Nieman et al. 2003). Глюкозный режим питания позволяет поддерживать необходимый уровень глюкозы в крови; при этом снижается выделение кортизола, который, как говорилось ранее, считается одной из причин ослабления иммунной системы. При этом соблюдение глюкозного режима питания в течение марафона никак не помогло предотвратить понижение уровня иммуноглобулина A (lgA), который является одним из первых уровней защиты организма от микроорганизмов, вызывающих ОРВИ (Nieman et al. 2002a).

Более того, свободные радикалы, которые являются побочными продуктами аэробного метаболизма, также могут влиять на развитие воспалительного ответа в мышцах. Существуют свидетельства того, что антиоксиданты (в т.ч. витамин C) уменьшают образование свободных радикалов, и таким образом могут служить одним из средств борьбы с ослаблением иммунной системы после марафона. Меньшее число ОРВИ было обнаружено среди марафонцев, которые употребляли 600 мг витамина C каждый день в течение трёх недель до забега (Peters et al. 1993). Однако, в данном исследовании никак не контролировалось употребление глюкозы, которая, как упоминалось ранее, снижает нагрузку на имунную систему после забега. В тех же исследованиях, где спортсмены придерживались глюкозного режима питания, потребление повышенных доз витамина C (от 500 до 1500 мг каждый день) в течение двух недель до начала забега, никак не повлияло на вероятность заболевания ОРВИ (Nieman et al. 2002b).

Глутамин – это аминокислота, за счёт которой происходит поставка энергии клеткам иммунной системы. Во время марафона уровень глутамина в крови падает, что может отразиться ослаблением иммунной системы. Исследование Castell and Newsholme 1997 показывает, что обеспечение организма глутамином после марафона снижает вероятность заболевания ОРВИ. Однако, чтобы подтвердить влияние глутамина на улучшение работы иммунной системы, необходимы дальнейшие исследования (Pedersen and Hoffman-Goetz 2000).

**РЕКОМЕНДАЦИИ**

Как обсуждалось выше, марафонские забеги временно подавляют работу иммунной системы, но настолько ли сильно их влияние, чтобы повысить риск развития ОРВИ? В то время, как есть исследования, подтверждающие эту точку зрения, необходимо показать, что нет каких-либо других факторов, ответственных за развитие заболеваний. Например, переохлаждение и пересыхание дыхательных путей, влияние микроорганизмов, характерных только местности проведения марафона, изменения в режиме питания, а также депривация сна и смена часовых поясов во время путешествия к месту старта, вполне могут сказываться на повышенной вероятности заболевания ОРВИ (Shephard and Shek 1999).

Независимо от истинных причин, вызывающих высокий риск заболевания ОРВИ, бегунам стоит придерживаться рекомендаций, сформулированных Nieman (2000):

* Постараться свести любые другие нагрузки к минимуму
* Соблюдать сбалансированный режим питания
* Соблюдать режим сна
* Стараться избегать контакта глаз и носа с руками
* Стараться избегать болеющих людей, а также крупных скоплений публики
* Стараться избегать перетренированности и резкой потери веса
* Употреблять богатые углеводами напитки до, во время и после марафона или тренировочных забегов,

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

*ОСТАВИТЬ ОТСЮДА + TODO*

Вряд ли найдётся другой вид спорта, настолько же популярный, насколько и потенциально опасный, как марафон. Согласно исследованиям, физиологические нагрузки во время забега намного превышают возможные физиологические преимущества. В лучшем случае, бегун потратит пару тысяч килокалорий, и после завершения восстановительного процесса его мышцы, кости и сердце станут более выносливыми. Оставшаяся часть пользы получается либо в процессе тренировок, либо скорее имеет психологическую или эмоциональную природу.

Впрочем, несмотря на то, что марафон является тяжёлым испытанием для тела (если даже не смертельным), трудно найти человека с большим чувством морального удовлетворения, чем тот, кто только что пересёк финишную черту марафонского забега и лично удостоверился в том, насколько велики возможности человеческого организма.