

Модуль 4. Иммунная система

Одним из наиболее важных факторов для футбольной команды является обеспечение того, чтобы члены команды оставались здоровыми. Профилактика травм и болезней является ключом к успеху. Однако, особенно на самом высоком уровне, где за неделю проводится два, а иногда и три матча с большим количеством поездок нахождением в переполненных пространствах и так далее, это может быть непросто. К сожалению, большие физические нагрузки и ограниченное восстановление наносят ущерб иммунной системе, и поэтому могут возникать инфекции верхних дыхательных путей, как правило, в зимние периоды (в европейский сезон), когда график тренировок и соревнований перегружен.

Важно убедиться, что иммунная система готова бороться с потенциально вредными (патогенными) микроорганизмами, такими как бактерии, вирусы и грибки. Хотя на иммунодепрессию вызванную высокими физическими нагрузками, влияют многие факторы (например, физические, экологические и психологические стрессы), все же питание играет решающую роль. Недостаточное питание может приводить к нарушению функционирования иммунной системы. При наличии адекватных стратегий в области питания можно оптимизировать процесс восстановления, и в настоящем разделе мы рассмотрим доказательства того, что меры, применяемые в области питания, могут помочь предотвратить иммунодепрессию. Сначала мы изучим иммунную систему и воздействие физической нагрузки на иммунную систему.

4.1 Упражнение и иммунная система

4.1.1 Иммунная система

Иммунная система участвует в восстановлении тканей после травмы и в защите организма от потенциально опасных (патогенных) микроорганизмов, таких как бактерии, вирусы и грибки. В некоторых случаях иммунная система может стать функционально подавленной (состояние известное как иммунодепрессия), что может привести к повышенной восприимчивости к инфекциям. Несколько форм стресса, в том числе тяжелый график тренировок и соревнований, могут привести к иммунодепрессии у спортсменов, что ставит их в зону более высокого риска оппортунистических инфекций, особенно инфекций верхних дыхательных путей (ОРВИ), (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 365).

Дефицит питательных веществ может ухудшить иммунную функцию и увеличить риск заражения. Также очевидно, что «даже безвредные, с медицинской точки зрения, инфекции могут существенно ухудшить спортивные результаты» (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 365).

Проще говоря, иммунная система распознает, атакует и уничтожает то, что является чужеродным организму. В действительности, функции этой гомеостатической системы гораздо более сложны, включая точную координацию многих типов клеток и молекулярных посредников (месенджеров). Тем не менее, как и любая другая гомеостатическая система, иммунная система состоит из избыточных механизмов, обеспечивающих осуществление основных процессов.

Иммунная система выполняет две масштабные функции: врожденный (естественный или неспецифический) иммунитет и адаптивный (приобретенный или специфический) иммунитет, которые работают синергически. Попытка инфекционного агента проникнуть в организм немедленно активирует врожденную иммунную систему. Эта так называемая первая линия защиты, состоящая из трех общих механизмов, преследующих общую цель - ограничение проникновения микроорганизмов в организм:

- Физические или структурные барьеры (кожные, эпителиальные и слизистые).

- Химические барьеры (рН жидких сред организма и растворимые факторы).
- Фагоцитарные клетки (такие как, нейтрофилы и макрофаги или моноциты).

Сбой врожденной системы и проникшая в организм инфекция активизируют адаптивную иммунную систему, которая способствует восстановлению после инфекции. Адаптивный иммунитет в значительной степени помогает Т-лимфоцитам и В-лимфоцитам приобрести рецепторы, которые могут распознавать чужеродные молекулы (так называемые антигены), что приводит к появлению специфичности и "памяти", и позволяет иммунной системе вырабатывать усиленный ответ, когда хозяин будет повторно инфицирован тем же патогеном.

Компоненты иммунной системы состоят как из клеток, так и из растворимых элементов. Белые кровяные тельца (лейкоциты) имеют различные функции, несмотря на их общее происхождение от стволовых клеток костного мозга. Лейкоциты состоят из гранулоцитов (от 60% до 70%), моноцитов (от 10% до 15%) и лимфоцитов (от 20% до 25%). Различные подмножества лимфоцитов могут быть идентифицированы с помощью различных белков (кластеров дифференцировки или обозначений кластеров [CD]), которые экспрессируются на клеточной поверхности определенного типа клеток. Например, все Т-лимфоциты экспрессируют белок CD3 на клеточную мембрану. В-лимфоциты не экспрессируют CD3, но экспрессируют CD19, CD20 и CD22. Определенное подмножество Т-лимфоцитов называемых хелперными Т-клетками, специфически экспрессируют белок CD4, в то время как цитотоксические Т-клетки экспрессируют CD8. Т-клетки распознают короткие пептидные последовательности антигенов только в том случае, если они удерживаются на поверхности клетки и образуют комплекс с молекулой главного комплекса гистосовместимости (МНС). Способность иммунной системы отличать что-то свое от чужеродного во многом зависит от МНС, группы белковых маркеров, которые присутствуют на поверхности каждой клетки и немного отличается у каждого человека. (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 366).

4.1.2 Влияние физических нагрузок на иммунную функцию

"Спортсмены, проходящие тяжелую программу спортивной подготовки, особенно спортсмены в видах спорта на выносливость, по-видимому, более подвержены инфекциям, чем население в целом. Например, у спортсменов чаще встречаются боли в горле и симптомы похожие на кашель". (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 653). В настоящее время многие спортсмены, участвующие в профессиональном спорте и спорте высших достижений, "подвергаются повышенным тренировочным нагрузкам и имеют все более насыщенный календарь соревнований" (Soligard и соавт., 2016, стр. 1030). Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что ненадлежащее регулирование нагрузки является существенным фактором риска как для острых случаев заболевания, так и для синдрома перетренированности.

Международный олимпийский комитет (МОК) недавно создал экспертную группу для рассмотрения научных данных о взаимосвязи нагрузки (включая быстрые изменения в тренировочной и соревновательной нагрузке, перегруженность календаря соревнований, психологическую нагрузку и нагрузки, связанные с поездками) и последствий для здоровья спортсмена. (Soligard и соавт., 2016, стр. 1030).

Они пришли к выводу о том, что имеются данные, свидетельствующие, что изменения во внешней тренировочной нагрузке (увеличение объема и интенсивности тренировочной нагрузки) и внутренней тренировочной нагрузки (физиологическая и психологическая реакция на внешнюю нагрузку в каждом отдельном случае) связаны с повышенным риском заболеваемости и, что участие в соревнованиях (единоразовое или серия соревнований) также связано с повышенным риском заболеваемости. Вместе с тем они также признали, что пока невозможно количественно оценить величину возрастания тренировочной нагрузки, которая связана с повышенным риском того или иного заболевания в том или ином виде спорта. Кроме того, факторы, обуславливающие повышенный риск заболевания в результате интенсивной тренировочной и соревновательной деятельности, по всей видимости, носят многофакторный характер и нуждаются в дальнейшем изучении в рамках будущих исследований. (Швелленс и др., 2016 год)

Тем не менее "некоторые убедительные доказательства говорят о том, что эта повышенная восприимчивость к инфекциям возникает из-за снижения функции иммунной системы" (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 653). (Подробные обзоры смотрите в следующих работах: Gleeson, февраль 2016; Gleeson и Walsh, 2012; Gleeson и Williams, 2013; Walsh и соавт., 2011).

Основной компонент иммунной системы состоит из белых кровяных телец, или лейкоцитов.

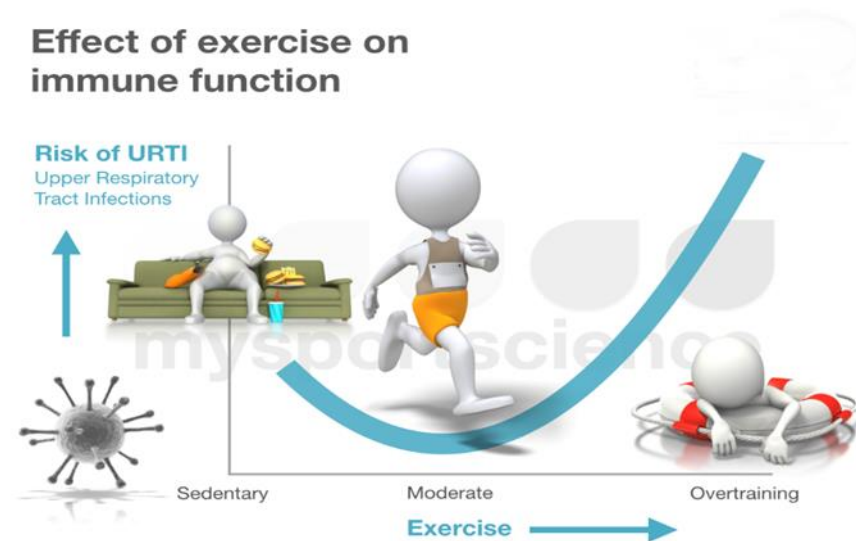
Количество циркулирующих лейкоцитов и их функциональные возможности могут быть снижены при выполнении повторных, интенсивных и длительных физических упражнений... Причиной может быть повышенный уровень гормонов стресса (например, эпинефрина и кортизола) и противовоспалительных цитокинов (например, IL-6 (интерлейкин 6) и IL-10 (интерлейкин 10) во время физических упражнений, а также вступление в циркуляцию менее зрелых лейкоцитов из костного мозга. (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 653).

Повышенная выработка свободных радикалов во время физических упражнений является еще одним потенциальным ингибитором некоторых функций иммунных клеток. "Снижение концентрации глутамина в крови, также было отмечено как возможная причина иммунодепрессии, и связано оно с тяжелыми тренировочными и соревновательными нагрузками, хотя доказательства этого является менее убедительными". (Calder & Yaqoob, 2013, стр. 653). Воспаление, вызванное повреждением мышц, может быть еще одним фактором появления иммунодепрессии.

Взаимосвязь между физической нагрузкой и восприимчивостью к инфекции была смоделирована в виде J-кривой (Nieman, 1994)... Эта модель предполагает, что, в то время как умеренная физическая активность может повысить иммунную функцию выше уровня сидячего образа жизни ..., то чрезмерно длительные, высокоинтенсивные физические нагрузки могут вызвать пагубное воздействие на иммунную функцию. Хотя в литературе приводятся убедительные доказательства в поддержку последнего факта, имеется относительно мало данных, позволяющих предположить какую-либо клинически значимую разницу в иммунной функции между сидящим и умеренно активным образом жизни людей. (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 653).

Таким образом, участок J-образной кривой, представляющий эту часть взаимодействия, возможно, необходимо сглаживать, как показано на рисунке 1.

Рисунок 1: Модель J-образной кривой подразумевает, что риск инфекции верхних дыхательных путей (ОРВИ) снижается при умеренной физической активности, но постепенно повышается при более тяжелых тренировочных нагрузках



Источник: Jeukendrup, 26 сентября 2016 г., <https://goo.gl/o1XtLy>

Effect of exercise on immune function	Влияние физических нагрузок на иммунитет
Risk of URTI	Риск ОРВИ
Upper Respiratory Tract Infections	Инфекции Верхних Дыхательных Путей
Sedentary	Малоподвижный образ жизни
Moderate	Умеренная физическая нагрузка
Overtraining	Перетренированность
Exercise	Физическая нагрузка (упражнения)

(С.Е.) Matthews и соавт. (2002) сообщили, что регулярное выполнение упражнений умеренной нагрузки около 2-х часов в день было связано с 29%-ным снижением риска ОРВИ по сравнению с малоподвижным образом жизни. Аналогичным образом, в исследовании, в котором приняли участие более 1000 человек, Ниман и др. (Nieman, Henson, Austin и Sha, 2011) отметили, что выполнение умеренных физических нагрузок в

течении 5 или более дней в неделю было связано с более низким риском развития ОРВИ на 30% ниже, чем выполнение нагрузок в течении 1 дня в неделю или менее. Этот вывод подчеркивает, что польза от регулярных и умеренных физических нагрузок в повышении сопротивляемости организма к инфекциям довольно мала. «Хотя есть, конечно, существенные преимущества для сердечно-сосудистой системы и метаболического здоровья при более активном образе жизни». (Jeukendrup & Gleeson, 2018, стр. 381).

Перегруженный график соревнований в сочетании с большим количеством поездок, пресс-конференций и мероприятий, связанных с прессой, больших скоплений людей и т.д., повышают восприимчивость организма спортсмена к инфекциям, что требуют тщательного контроля и управления. Факторы, повышающие вероятность заболевания, будут рассмотрены ниже.

4.1.3 Причины заболеваний у спортсменов

Наиболее распространенными заболеваниями среди спортсменов (и населения в целом) являются вирусные инфекции верхних дыхательных путей (т.е. все возможные варианты все возможные варианты простуды и гриппа), которые более распространены в зимние месяцы. Взрослые, как правило, переносят от двух до четырех эпизодов болезни респираторными заболеваниями в год. У спортсменов могут также развиваться аналогичные симптомы, например, боль в горле, насморк, сухой кашель, которые могут быть вызваны либо аллергией, либо воспалением, затрагивающим слизистую оболочку верхних дыхательных путей, и возникающим из-за вдыхания холодного, сухого или загрязненного воздуха... Сами по себе эти симптомы, как правило, тривиальные, и независимо от того, является ли причиной инфекционное или аллергическое воспаление, они могут привести к тому, что спортсмен будет вынужден прервать тренировочный процесс, либо снизить уровень работоспособности на тренировках или даже пропустит важное соревнование. (Gleeson, 2015, стр. 1).

"Длительные и напряженные тренировочные нагрузки (обычно превышающие 90 минут и имеющие непрерывный характер, а не прерывистый) которые довольно типичны в футболе, как было показано, приводят к переходной депрессии функций белых кровяных клеток (лейкоцитов) (Gleeson, 2015, стр. 2), что, следовательно, может нарушить защитную функцию от инфекционных патогенов, включая как вирусы, так и бактерии. Было высказано предположение, "что такие изменения приводят к

появлению так называемого "открытого окна" или снижению защиты организма" (Gleeson, 2015, стр. 2), в течение которого патогенные микроорганизмы "могут закрепиться, увеличивая риск развития инфекции" (Walsh и соавт., 2011, как указано в Gleeson, 2015, стр. 2). Другие факторы, включая «психологический стресс, недостаток сна и недостаточное питание (в частности, дефицит белка и основных микроэлементов), также могут угнетать иммунитет» (Walsh и соавт., 2011, как указано в Gleeson, 2015, стр. 2) и приводить к повышенному риску заражения.

Существуют также некоторые ситуации, такие как близость к большим скоплениям людей, установление тесных контактов с людьми, страдающими инфекционными заболеваниями, и подверженность воздействию неблагоприятных гигиенических условий, в которых спортсмен может подвергаться повышенному воздействию инфекционных агентов. Таким образом, степень воздействия патогенов в среде спортсмена и состояние иммунной системы спортсмена являются двумя важными факторами риска заражения инфекцией. Для снижения этих факторов риска могут использоваться различные стратегии, в том числе поведенческие и питательные. Конечно, во многих профессиональных видах спорта, которые привлекают большое количество зрителей, нахождение спортсменов в больших толпах неизбежно. Полеты воздушным транспортом в зарубежные страны могут также повысить риск обнаружения инфекций. Недавно было показано, что международные поездки были связаны со значительно более сильными симптомами респираторных заболеваний (ОРВИ) у профессиональных игроков регби, путешествующих по нескольким часовым поясам (Fowler, Duffield, и Lu 2016; Schweltnus и соавт., 2012). Международные поездки были независимым фактором риска для состояния здоровья в другом проведенном исследовании среди элитных лыжников из разных стран (Svendsen и др. [Svendsen, Taylor, Tonnessen, Bahr, и Gleeson] 2016).

В ходе динамических упражнений воздействие на легкие переносимыми по воздуху бактериями и вирусами возрастает из-за более высокой скорости и глубины дыхания. Однако ОРВИ могут также возникать из-за аллергии и воспаления дыхательных путей в результате дыхания холодным, сухим или загрязненным воздухом; ОРВИ, которые возникают в результате этого, неотличимы по симптоматике от ОРВИ, возникающими в результате респираторной инфекции. Таким образом, причина увеличения числа случаев симптомов респираторных заболеваний среди спортсменов, скорее всего, носит многофакторный характер. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Острые заболевания могут приводить к снижению эффективности выполняемых упражнений, прерыванию тренировок и даже к отмене важного соревнования. Острое инфекционное заболевание может влиять на ряд органов и систем органов организма спортсмена, тем самым снижая эффективность выполняемых упражнений за счет нескольких механизмов, включая: нарушение двигательной координации, снижение мышечной силы и мощности, снижение аэробной способности; и изменения в метаболических функциях. Кроме того, наличие лихорадки снижает способность организма регулировать температуру тела и увеличивает потери жидкости из-за потоотделения, тем самым снижая выносливость. Было также документально подтверждено, что снижение эффективности выполняемых упражнений после полного выздоровления от респираторного заболевания может длиться от 2 до 4 дней, а данные одного исследования показывают, что бегуны, которые начинают забег на выносливость с системными симптомами острого заболевания, имеют в 2-3 раза меньше шансов завершить забег. Также сообщалось, что в 33% случаев инфекция (чаще всего дыхательных путей) была причиной того, что элитные спортсмены Великобритании из 30 различных олимпийских видов спорта, пропускают тренировки. Возможно, более важно то, что острое инфекционное заболевание может также увеличить риск серьезных медицинских осложнений и даже внезапной смерти во время напряженных физических нагрузок. (Gleeson, 19 августа 2016, <https://goo.gl/BGyJik>).

Другими распространенными заболеваниями среди спортсменов являются заболевания кожи, пищеварительного тракта и мочеполовой системы. Ушные инфекции более распространены в водных видах спорта. В контактных видах спорта могут возникать повреждения целостности кожи... повышающие риск трансдермальных инфекций. В некоторых ситуациях может возникнуть проблема пищевой гигиены, что повышает риск желудочно-кишечных инфекций.

Виды заболеваний, которые довольно распространены среди спортсменов, но не являются инфекционными, включают обезвоживание и тепловые поражения. Повышение проницаемости кишечника может привести к проникновению бактериальных эндотоксинов кишечника в систему циркуляции, особенно во время длительных физических нагрузок в условиях жары, что также может повысить риск заболеваний, связанных с тепловыми воздействиями. К другим формам неинфекционных заболеваний относятся аллергии, которые связаны с дыхательным трактом, кожей или пищеварительной системой и вызваны

гиперчувствительностью иммунной системы к некоторым молекулам (часто белкам), которые вдыхаются (например, пыльца), вступают в контакт с кожей (например, латекс) или употребляются в качестве пищи (например, пшеничный глютен). Все это связано с ненадлежащей активацией иммунной системы против соединения, которое обычно хорошо переносится большинством людей. Воспаление, вызванное этой гиперчувствительностью, является основной причиной симптомов аллергического заболевания. Похожие симптомы могут возникнуть при непереносимости некоторых продуктов питания, хотя это не включает непосредственно активацию иммунной системы [как поясняется ниже]. (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 377).

4.1.4 Питание для минимизации иммунодепрессии у спортсменов

Плохое питание может способствовать нарушению иммунитета у спортсменов. Некоторые спортсмены принимают диеты с очень высоким содержанием углеводов за счет снижения белка и жиров. Избегая продуктов с высоким содержанием животных жиров, спортсмены сокращают потребление жирорастворимых витаминов и основных жирных кислот (ЖК). (Jeukendrup и Gleeson, 2018)

С другой стороны, экстремальные низкоуглеводные диеты увеличивают стрессовую реакцию организма на физические нагрузки, что также может увеличить риск возникновения иммунодепрессии.

Сообщения средств массовой информации пропагандируют предполагаемые преимущества некоторых витаминов и минералов, но большинство спортсменов не понимают, что питательные микроэлементы полезны только в случае коррекции дефицита, и что чрезмерное потребление отдельных микроэлементов может быть токсичным или может ограничить усвоение других важных микроэлементов. Недостаточность или избыток различных компонентов питания оказывают существенное воздействие на иммунную функцию и могут усиливать иммунодепрессию, связанную с тяжелыми тренировочными нагрузками. (Jeukendrup и Gleeson, 2018 год)

Как питание влияет на иммунную функцию?

Наличие питательных веществ потенциально влияет почти на все аспекты иммунной системы, поскольку многие питательные вещества участвуют в

энергетическом метаболизме и синтезе белков. Большинство иммунных реакций включают репликацию клеток и производство белков со специфическими функциями (например, цитокины, антитела и острые фазовые белки). К функциям иммунной системы, которые могут быть нарушены, относят производство гуморальных и секреторных антител, реализацию клеточно-опосредованного иммунитета, бактерицидную способность фагоцитов, комплементарное образование и Т-лимфоцитный пролиферативный ответ на митогены.

Говорят, что дефицит питания оказывает прямое воздействие на иммунодепрессию, когда питательный фактор имеет первичную активность в лимфоидной системе, и косвенное воздействие, когда первичная активность затрагивает весь клеточный материал или систему органов, которая функционирует в качестве иммунного регулятора. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Например, наличие углеводов непосредственно влияет на ряд функций лейкоцитов, но также косвенно влияет на лимфоидную систему через ее влияние на циркулирующие уровни катехоламинов, адренокортикотропного гормона (АКТГ) и кортизола. Изменения уровня концентрации этих гормонов стресса в плазме крови, вероятно, в основном отвечают за наблюдаемые изменения в иммунной функции после острого приступа иммунодепрессии, возникающей в результате физических нагрузок.

Воздействие дефицита питательных веществ на иммунную систему зависит от продолжительности этого дефицита, а также от состояния и качества питания спортсмена в целом. Кроме того, одним из факторов является серьезный уровень дефицита, хотя даже незначительный дефицит одного питательного вещества может вызвать иммунную реакцию. Поскольку наличие одного питательного вещества может усиливать или ослаблять усвояемость и действие другого, а дефицит разных питательных веществ часто возникает одновременно, то важное значение имеет также взаимодействие питательных веществ между собой и с иммунной функцией в целом. Спортсмены, которые активно тренируются, и питаются с целью удовлетворить свои потребности в энергии, за счет более высокого потребления макроэлементов (углеводов, белков и жиров) и микроэлементов (витаминов и минералов), чем люди, ведущие сидячий образ жизни. Таким образом, они могут употребить чрезмерное количество некоторых питательных веществ. Чрезмерное употребление специфических питательных веществ (например, омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, железа и цинка) может иметь пагубное последствие для иммунной функции.

Спортсменам, как правило, рекомендуется придерживаться хорошо сбалансированной диеты состоящей из различных продуктов питания в достаточном количестве, чтобы

покрыть свои энергетические расходы. Но многие спортсмены изменяют свое питание. Они могут использовать диеты с высоким содержанием белка, углеводов или жиров, диеты с довольно низким количеством энергии например, во время поста, или диеты, содержащие мегадозы витаминов и минералов. Такие диетические крайности могут на самом деле поставить под угрозу иммунную функцию организма спортсмена. Например, диеты, содержащие чрезмерное количество углеводов, являются популярными у многих спортсменов, так как позволяют поддерживать запасы гликогена на высоком уровне, и как правило, такие диеты содержат малое количество мясных продуктов и, таким образом, имеют низкий уровень содержания белка (хотя это важное питательное вещество для иммунной функции) и витамина B12 (необходимого для синтеза ДНК). Многие спортсмены избегают молочных продуктов, чтобы свести к минимуму потребление насыщенных жиров, но тем самым они убирают из своего рациона основные источники витамина D, витаминов группы B и кальция, которые играют важную роль в поддержании иммунной функции. "Если потребление жиров вызывает озабоченность у спортсменов, то им следует выбирать обезжиренные молочные продукты, которые обеспечивают тот же (или более высокий) уровень кальция, витамина D и витамина B12, как и молочные продукты с естественным полноценным содержанием жиров" (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 396). Следует отметить, что только молоко (независимо от содержания жиров) может быть обогащено витамином D.

4.2 Макроэлементы и иммунная функция

4.2.1 Макроэлементы

Углеводы

Важность доступности адекватного количества углеводов для поддержания работоспособности во время тяжелого тренировочного графика и успешной демонстрации спортивных результатов на соревнованиях, не вызывает сомнений. В периоды тяжелой спортивной подготовки спортсмены должны потреблять достаточное количество углеводов. В футболе это 5-8 г/кг массы тела/день углеводов. Эти рекомендации в основном направлены на восстановление запасов внутримышечного и печеночного гликогена, чтобы обеспечить достаточную доступность углеводов для сокращения скелетных мышц во время выполнения упражнений на следующий тренировочный день или тренировку". (Gleeson, 2006b, стр. 165).

Глюкоза также является важным источником энергии ... для клеток иммунной системы, включая лимфоциты, нейтрофилы и макрофаги... Фагоциты утилизируют глюкозу со скоростью в 10 раз больше, чем они утилизируют глутамин, когда оба эти субстраты присутствуют в культурной среде при нормальных физиологических концентрациях... Важность глюкозы для правильного функционирования лимфоцитов и макрофагов также подчеркивается в исследовании, показывающем, что «стимулированная митогеном» пролиферация этих клеток в лабораторных условиях зависит от концентрации глюкозы над физиологическим диапазоном. (Gleeson, 2006b, стр. 165).

Клетки иммунной системы имеют чрезвычайно высокую скорость обмена веществ, и этот вывод подчеркивает важность адекватного питания, с целью обеспечить эти клетки энергетическими субстратами для поддержания иммунной функции.

Поскольку повышенный уровень гормонов стресса, вызванный физической нагрузкой, кажется, вызывает множество нарушений иммунной функции, то ожидается, что стратегии в области питания, которые могут эффективно снижать реакцию гормонов стресса в ответ на физическую нагрузку, будут ограничивать степень иммунодепрессии, вызываемой физическими нагрузками. Объем запасов гликогена в мышцах и печени во время начала тренировки, влияет на гормональную и иммунную реакцию организма в ответ на физическую нагрузку.

Количество гликогена, запасяющегося в организме, ограничено (обычно менее 500 г) и зависит от недавней физической активности и количества углеводов в рационе питания. (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 662).

Когда люди подвергаются длительным физическим нагрузкам в течение нескольких дней, на фоне диеты с очень низким содержанием углеводов (обычно 50 г углеводов в день), то "величина гормонов стресса (например, адреналина и кортизола) и цитокинов (например, интерлейкина-6 (ИЛ-6), антагониста рецепторов интерлейкина-1 и 10 (ИЛ-1 и ИЛ-10) реакция значительно выше, чем при нормальном или высоком содержании углеводов в рационе" (Gleeson, Blannin, Walsh, Bishop, и Clark, 1998, цитируется в Gleeson, Nieman и Pedersen, 2004, стр. 119). "Кроме того, концентрация глутамина в плазме снижается больше, чем при нормальном и высоком содержании углеводов в рационе" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Предполагается, что спортсмены с дефицитом углеводов подвергают себя риску иммунодепрессивного воздействия кортизола и риску снижения доступности глутамина, включая подавление производства антител, пролиферации лимфоцитов и цитотоксическую активность NK-клеток (естественные клетки-киллеры). В исследовании Митчелла и др. (1998 год) было отмечено, что выполнение физической нагрузки (в течение 1 часа при интенсивности 75% МПК) в состоянии, характеризующемся истощением гликогена (в результате предшествующих физических нагрузок и 2-х дней низкоуглеводной диеты) приводит к большему снижению количества циркулирующих лимфоцитов через 2 часа после тренировки по сравнению с теми же упражнением, выполняемыми на фоне 2-х дневной диеты с высоким содержанием углеводов.

Потребление углеводов во время длительной физической нагрузки приводит к следующим изменениям: уменьшает повышение уровня адреналина, кортизола и цитокинов плазмы (Nehlsen-Cannarella и соавт., 1997); уменьшает транспорт большинства субпопуляций лейкоцитов и лимфоцитов, включая увеличение соотношения нейтрофилы/лимфоциты; предотвращает вызванное физической нагрузкой снижение функции нейтрофилов; и снижает степень уменьшения стимулированной митогеном пролиферации Т-лимфоцитов, (в расчете на каждую клетку), после длительной физической нагрузки. Было показано, что потребление 30-60г углеводов в час в течение 2,5 часа высокоинтенсивной езды на велосипеде предотвращало как уменьшение количества так и процентов интерферон-гамма (IFN γ) положительных Т-лимфоцитов, так и подавление производства IFN- γ стимулированными Т-лимфоцитами, наблюдаемое в контрольном исследовании плацебо. Выработка IFN- γ

критически важна для противовирусной защиты, и было высказано предположение, что подавление производства IFN-γ может быть важным механизмом, ведущим к повышению риска заражения после физических нагрузок.

Дополнительное преимущество потребления углеводов в напитках во время тренировок может заключаться в том, что оно помогает поддерживать скорость выделения слюны во время тренировок. Слюна содержит несколько белков с антимикробными свойствами, в том числе иммуноглобулин А (IgA), лизоцим и β-амилазу. В периоды интенсивных тренировок спортсмены имеют более низкий уровень IgA в слюне, и это может способствовать росту заболеваемости ОРВИ. Секреция слюны находится под контролем нервной системы (НС). Стимуляция симпатической нервной системы, которая происходит во время физической нагрузки, вызывает сужение кровеносных сосудов слюнных желез и приводит к снижению секреции слюны. Регулярное потребление жидкости во время тренировок предотвращает этот эффект, и исследование (Bishop, Blannin, Armstrong, Rickman, и Gleeson, 2000) подтверждено, что регулярное употребление углеводосодержащих напитков помогает поддерживать скорость выделения слюны и следовательно, уровень секреции IgA слюной во время длительных упражнений. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Важно отметить, что изменения этих показателей иммунной функции не обязательно означает ослабление иммунной функции или увеличение числа инфекций.

В настоящее время отсутствуют доказательства того, что какое-либо положительное воздействие углеводного питания на иммунную реакцию при физических нагрузках приводит к сокращению заболеваемости ОРВИ после длительных физических нагрузок. Хотя в исследовании 98 бегунов марафонцев [Nieman и др., 2002] была отмечена тенденция к положительному воздействию потребления углеводов на риск возникновения ОРВИ после забега, однако этот вывод не достиг статистической значимости. Для изучения этой возможности необходимы более масштабные исследования. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Жиры

Потребление жиров, как правило, составляет 20-35% от общей энергии рациона питания, но на самом деле это не рекомендация. Однако тип пищевого жира, очень

важен.

Две группы полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) имеют важное значение для организма: группа омега-6 (n-6), полученная из линолевой кислоты, и группа омега-3 (n-3), полученная из линоленовой кислоты. Адекватное потребление этих ЖК для взрослых мужчин и женщин составляет 17 - 12 г/день, соответственно, для n-6 ЖК и 1,6 - 1,1 г/день, соответственно, для n-3 ЖК. Эти ЖК не могут быть синтезированы в организме и, следовательно, должны быть получены из продуктов рациона питания. Диеты, богатые любым из этих ПНЖК, улучшают состояние пациентов, страдающих заболеваниями, характеризующимися чрезмерно активной иммунной системой, например, такими как ревматоидный артрит, и есть также доказательства того, что добавки с рыбьим жиром, содержащие n-3 ЖК, могут помочь свести к минимуму симптомы респираторных заболеваний у лиц, которые восприимчивы к вызываемой физическими упражнениями бронхоконстрикции (Mickleborough, Head, и Lindley, 2011). Таким образом, эти ПНЖК обладают иммуномодулирующими функциями.

Хотя ЖК используются лимфоцитами в качестве топлива, их окисление, по-видимому, не имеет решающего значения для функции лимфоцитов, потому что ингибирование окисления ЖК не влияет на способность лимфоцитов к пролиферации в ответ на митогены. ЖК оказывают либо прямое воздействие (путем изменения текучести клеточной мембраны) или косвенное (в качестве предшественников сигнальных молекул клеток, называемых эйкозаноидами) на иммунную функцию, как правило, приводя к сокращению производства IL-2 и подавлению митоген-индуцированной пролиферации лимфоцитов. Но добавки с витамином E или витамином C, как представляется, обеспечивают частичную защиту от некоторых из этих иммунодепрессивных эффектов.

Относительно мало известно о потенциальном вкладе ЖК в регуляцию модификации иммунной функции, вызванной физическими нагрузками. Хотя никаких исследований на спортсменах не проводилось, чрезмерное потребление ПНЖК, возможно, может еще больше усилить подавление выработки IL-2 и пролиферацию лимфоцитов, вызванные физической нагрузкой. Высокое потребление арахидоновой кислоты по сравнению с потреблением ЖК группы n-3 может также оказывать нежелательное влияние на воспаление и иммунную функцию во время и после тренировки. Изменение распределения незаменимых ЖК с помощью изменения диеты или пищевых добавок уже применяется в лечении

хронических воспалительных заболеваний. Необходимы дополнительные исследования о влиянии изменения потребления незаменимых ЖК на иммунную функцию после физических упражнений и в периоды тяжелых физических нагрузок. Исследование, в котором изучались эффекты тренировок на выносливость в течение 7 недель на фоне диеты богатой углеводами (65% пищевой энергии) или богатой жирами (62% пищевой энергии), привело к выводу, что диета во время тренировки может влиять на естественный иммунитет, потому что активность НК-клеток увеличивалась при диете богатой углеводами по сравнению с диетой богатой жирами (Pedersen, Helge, Richter, Rohde, и Kiens, 2000). Результаты этого исследования показывают, что богатая жирами диета наносит ущерб иммунной функции по сравнению с диетой богатой углеводами, но не уточняют, является ли этот эффект результатом отсутствия в диете углеводов или избытка определенного жирового компонента в диете. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Белки и аминокислоты

"Недостаточное потребление белка ухудшает иммунитет хозяина, оказывая особенно пагубное воздействие на Т-клеточную систему, что приводит к увеличению числа оппортунистических инфекций... Некоторое нарушение механизмов защиты организма наблюдается даже при умеренном дефиците белка". (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 656).

Чрезмерное потребление белка в рационе питания может также отрицательно сказываться на иммунной функции. Диета, богатая белком (24% белка, 72% жиров и 3% углеводов), потребляемая в течение 4 дней, вызвала снижение уровня глутамин в мышцах и плазме на 25% (D. E. Matthews и Campbell, 1992). Это снижение было обусловлено увеличением потребления глутамин почками для восстановления нормального кислотно-щелочного баланса, поскольку высокий уровень потребления белка в сочетании с низким уровнем потребления углеводов вызывает хронический метаболический ацидоз. Кроме того, снижение концентрации глутамин в плазме крови после длительных напряженных физических нагрузок становится более значительным при потреблении низкоуглеводного рациона питания по сравнению с обычным рационом. Впрочем, употребление углеводов во время тренировок не предотвращает снижение глутамин в плазме крови после тренировки. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Прием белка стимулирует синтез белка, и это может быть особенно важно в период после тренировок для содействия восстановлению мышц и адаптации к тренировкам.

Было также показано, что послетренировочный прием белка весом около 20 г (или 0,3 г/кг массы тела) может помочь восстановить некоторые аспекты иммунной функции в период восстановления (Witard, Jackman, Kies, Jeukendrup, и Tipton, 2011) и сократить частоту респираторных инфекций среди переутомляющихся спортсменов, подчеркивая важность поощрения спортсменов к разработке стратегий питания, основное внимание которых сосредоточено на послетренировочном периоде в рамках их общих планов питания.

4.2.2 Витамины

Витамины являются основными органическими молекулами, которые не могут быть синтезированы в организме и поэтому должны быть получены из пищи... Для нормального функционирования иммунной системы необходимо несколько витаминов: жирорастворимые витамины А и Е и водорастворимые витамины В12 и С... Другие витамины (например, В6 и фолиевая кислота) также играют важную роль в иммунной функции, но дефицит этих витаминов в рационе человека крайне редок. (Gleeson, 2006b, стр. 184).

"В литературе нет никаких указаний на то, что потребление витаминов среди спортсменов в целом является недостаточным" (Gleeson, 2006b, стр. 184), за исключением витамина D. Спортсмены, как правило, потребляют большинство микроэлементов в количествах выше среднего, и, как и в случае с пищевыми белками, увеличение рациона питания может удовлетворить любые увеличенные потребности, кроме витамина D, который в основном образуется путем эндогенного синтеза, требующего воздействия солнечного света на кожу, при этом лишь небольшая часть ежедневных потребностей поступает из источников питания. Считается, что потребность в большинстве витаминов у спортсменов не возрастает по сравнению с населением в целом. "Например, потеря витаминов с потом во время тренировок незначительна, а на метаболизм витаминов физические нагрузки как правило не влияют."

Антиоксидантные витамины

Витамины с антиоксидантными свойствами, в том числе витамины С, Е и бета-каротин (провитамин А), могут потребоваться в повышенных количествах спортсменам для инактивации продуктов перекисного окисления липидов, вызванного физическими нагрузками. Образование свободных радикалов кислорода, которое сопровождается резким ростом окислительного метаболизма во время тренировок... потенциально может ингибировать иммунные реакции. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Реактивные формы кислорода [РФК] подавляют двигательную и бактерицидную активность нейтрофилов, уменьшают пролиферацию Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов и ингибируют активность НК-клеток. Длительные тренировки на выносливость, по всей видимости, связаны с адаптивной активизацией системы антиоксидантной защиты...

Витамин С (аскорбиновая кислота) содержится в высоких концентрациях в лейкоцитах и участвует в различных противoinфекционных функциях, включая стимулирование пролиферации Т-лимфоцитов, предотвращение вызванного кортикостероидами подавления активности нейтрофилов, выработку интерферона, и ингибирование репликации вируса. (Gleeson и соавт., 2004, стр. 117-118).

Исследования показывают, что ежедневный прием больших доз витамина С снижал частоту появления симптомов ОРВИ у спортсменов после того, как они участвовали в экстремальных физических нагрузках (ультрамарафон). Результаты одного из этих исследований также свидетельствуют о том, что добавление дополнительных антиоксидантов (витамина Е и бета-каротина) в рацион питания не дает каких-либо дополнительных положительных результатов.

Дозы витамина С, использовавшиеся в этих исследованиях (от 600 до 1000 мг/сутки), были очень высокими.

В более недавнем двойном слепом рандомизированном плацебо-контролируемом исследовании, прием 1500 мг/сутки витамина С в течение 7 дней до ультрамарафона и потребление витамина С в углеводном напитке во время забега (испытуемые в группе плацебо потребляли один и тот же углеводный напиток только без добавления витамина С) не повлиял на показатели окислительного стресса, цитокином или иммунной функции во время и после ультрамарафона. (Nieman и соавт., 2002, как цитируется в Gleeson, Bishop, и Walsh, 2013, стр. 227).

В последнем мета-анализе Кокрейна исследовались доказательства того, что ежедневные дозы витамина С более чем 200 мг были более эффективны, чем прием плацебо в качестве профилактики или лечения обычной простуды (Douglas и др., 2007). Двадцать девять сравнительных испытаний с участием 11077 испытуемых внесли свой вклад в проведение этого мета-анализа для выяснения относительного риска (ОР) развития простуды при профилактическом приеме витамина С. Суммарный ОР составил 0,96 (95% ДИ от 0,92 до 1,00). В подгруппе из шести исследований, в которых участвовали физически активные испытуемые (в

общей сложности 642 марафонцев, лыжников и солдат подвергались физическим нагрузкам в субарктических условиях) сообщалось о суммарном ОР 0,50 (95% ДИ от 0,38 до 0,66). Тридцать сравнений, в которых исследовалось 9676 эпизодов респираторных заболеваний внесли вклад в мета-анализ исследуя продолжительность простуды во время приема добавок витамина С или плацебо. Наблюдалось постоянное преимущество приема витамина С, которое представляет собой сокращение продолжительности простуды на 8% (95% ДИ от 3% до 13%) для взрослых участников и 13,5% (95% ДИ от 5% до 21%) для детей-участников. Пятнадцать сравнительных исследований, в которых участвовало 7045 эпизодов респираторных заболеваний, внесли свой вклад в мета-анализ тяжести эпизодов заболеваемости, имевших место в ходе профилактических мероприятий, и полученные результаты свидетельствуют о пользе витамина С в тех случаях, когда в качестве меры при тяжелом заболевании использовались дни, проведенные дома и вне работы или школы. В ограниченном числе испытаний были исследованы длительность и степень простудного заболевания во время терапии витамином С, которая была начата после появления симптомов простуды, и не было обнаружено никаких существенных отличий от плацебо. Авторы пришли к выводу, что неспособность добавок витамина С снизить заболеваемость простудой среди обычного населения, свидетельствует о том, что обычная профилактика в больших дозах в целом не оправдана, но люди, подвергшиеся кратковременным физическим нагрузкам или холодным условиям, вполне могут получить определенную пользу. (Gleeson и соавт., 2013, стр. 228-229).

"Таким образом, хотя в литературе отмечаются некоторые несоответствия в отношении антиоксидантных добавок и иммунных реакций на физические нагрузки, имеются определенные основания полагать, что такие добавки могут оказать благотворное воздействие на уменьшение иммунодепрессии, вызванной физическими нагрузками." (Gleeson, 2006а, стр. 125). Но даже если высокие дозировки антиоксидантных добавок дают некоторый защитный эффект от риска заражения, "спортсменам необходимо учитывать риски, которые могут включать притупление некоторых из адаптаций к тренировкам" (Gleeson и соавт., 2013, стр. 229).

Для витамина А, бета-каротина и витамина Е возможно существует меньше доказательств, но потенциальные негативные последствия все еще присутствуют.

Поскольку имеется мало свидетельств того, что чрезмерная добавка антиоксидантных витаминов (возможно за исключением витамина С) дает какие-либо преимущества для иммунитета, то эту практику рекомендовать не следует. "Действительно, чрезмерное

употребление добавок может уменьшить естественную антиоксидантную систему защиты организма и может ослабить некоторые адаптации к тренировкам на выносливость, такие как митохондриальный биогенез" (Gomez-Cabrera, Ristow, и Vina, 2012; Merry и Ristow, 2016; Ristow и соавт., 2009; цитируется в Jeunkendrup и Gleeson, 2018, стр. 396). Таким образом, пожалуй, самым разумным вариантом является обеспечение того, чтобы рацион содержал большое количество свежих фруктов и овощей.

Витамин B12 и фолиевая кислота

Дефицит витамина B12 и фолиевой кислоты оказывает глубокое воздействие на иммунную функцию. Оба этих витамина необходимы для синтеза нуклеиновых кислот и, следовательно, для нормального производства красных и белых кровяных клеток в костном мозге. Витамин B12 может быть усвоен из кишечника только в присутствии внутреннего фактора гликопротеина. Отсутствие этого фактора или дефицит витамина B12 вызывает злокачественную анемию, которая оказывает пагубное воздействие на иммунную функцию. Так, например, у людей с первичной злокачественной анемией сообщалось о нарушении пролиферативных реакций лимфоцитов на митогены и незначительном снижении фагоцитарной и бактерицидной способности нейтрофилов. Единственными природными источниками витамина B12 являются продукты животного происхождения. Таким образом, спортсмены-вегетарианцы и спортсмены, которые избегают молочных продуктов, чтобы свести к минимуму потребление насыщенных жиров, подвергаются высокому риску дефицита этого витамина. Если потребление жиров вызывает беспокойство, то спортсменам следует выбрать обезжиренные молочные продукты, или с низким содержанием жиров, которые обеспечивают тот же (или более высокий) уровень витамина B12, что и молочные продукты с обычным содержанием жиров (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Витамин D

В то время как большинство спортсменов, потребляющих разнообразную пищу, достаточную для удовлетворения их энергетических потребностей, должны удовлетворять свои потребности в питательных микроэлементах, одним из исключений может быть неспособность достичь достаточного статуса витамина D (He и соавт., 2013). В последние годы было установлено, что витамин D важен не только для гомеостаза кальция и здоровья костей, но и для оптимального функционирования скелетных мышц и иммунной функции, а также для некоторых других последствий для здоровья.

"Витамин D, на самом деле, не витамин, а секостероидный гормон [который в основном] вырабатывается в коже из 7-дегидрохолестерола после воздействия солнечного

ультрафиолетового излучения класса В" (Gleeson и соавт., 2013, стр. 229). Две формы витамина D можно получить из пищевых источников: витамин D3 (холекальциферол) и витамин D2 (эргокальциферол). Эндогенно синтезированный витамин D3 и полученные из диеты формы D2 и D3 должны быть сначала гидроксированы в печени в 25-гидрокси витамин D (25(OH)D), в качестве основной форма хранения (Jeukendrup и Gleeson, 2018). При втором гидроксировании 25(OH)D преобразуется в биологически активную форму, 1,25-дигидроксивитамин D (1,25(OH)2D), с помощью 1- α -гидроксилазы в почках или некоторых клетках в почечных компартментах, включая несколько клеток иммунной системы, включая Т-клетки, В-клетки, макрофаги и дендритные клетки.

Статус витамина D определяется путем измерения концентрации в сыворотке крови основной циркулирующей формы прогормона, 25-гидроксивитамина D (25(OH)D), который образуется в печени. Дефицит витамина D (сывороточный 25(OH)D 40 нмоль/л) не является чем-то необычным и достигает эпидемического уровня среди взрослых с ограниченным воздействием солнечного света (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 668).

"Недавнее исследование, проведенное на университетских спортсменах сообщило о более высоком уровне секреции кателицидина в плазме и секреторного иммуноглобулина (SIgA) в слюне у тех, у кого уровень 25(OH)D в плазме превышал 120 нмоль / л по сравнению с теми, кто имел более низкий статус витамина D" (He и соавт., 2013).

Кроме того, низкий уровень витамина D (25(OH)D 30 нмоль/л) был связан со значительно более низким уровнем производства провоспалительных цитокинов *in vitro* (IL-6, IFN- γ и TNF- α) по всей культуре крови, чем у спортсменов с высоким уровнем витамина D (25(OH)D >90 нмоль/л). (Jeukendrup и Gleeson, 2018, 398).

"Более высокая выработка провоспалительных цитокинов в ответ на воздействие антигена с улучшением статуса витамина D может рассматриваться как благотворное средство для защиты организма от патогенных микроорганизмов" (He и соавт., 2013), и действительно, в исследовании He и соавт. (2013), те спортсмены, которые имели относительно высокий уровень витамина D имели меньше случаев заболеваний верхних дыхательных путей (ОРВИ) в течение 4 зимних месяцев, чем спортсмены с недостаточным уровнем витамина D. Кроме того, у тех, кто пережил по крайней мере один эпизод ОРВИ, как тяжесть, так и длительность симптомов были отрицательным образом связаны со статусом витамина D.

В большинстве случаев основным источником витамина D (~80-90%) является воздействие солнечного света на кожу, поэтому на долю витамина D, получаемого с пищей, как правило, приходится небольшая часть (~10-20%). "Основные источники витамина D обнаружены в пище животного происхождения, такие как яичный желток,

рыбий жир и лосось (в основном витамин D3), а витамин D2 присутствует в некоторых растениях и грибах" (Jeukendrup и Gleeson, 2018). Кроме того, некоторые сухие завтраки, молочные продукты и маргарины могут дополнительно обогащаться витамином D. Диета и пищевые добавки становятся очень важным источником витамина D в северных широтах зимой, потому что ограниченное воздействие солнечного света и слабая сила солнечного света в это время года, как известно, является недостаточным для стимулирования производства эндогенного витамина D. Адекватное воздействие солнечного света на кожу для предотвращения дефицита витамина D составляет около 15 минут в середине дня несколько раз в неделю.

"Сообщалось, что недостаточность витамина D распространена у спортсменов в Соединенном Королевстве, особенно при тренировках в зимние месяцы (Close и соавт., 2013; He и соавт., 2013; Morton и соавт. 2012)" (Jeukendrup и Gleeson, 2018). Исследование, в котором оценивался статус витамина D у профессиональных спортсменов из Великобритании (широта 53° N), сообщило, что 62% спортсменов (38/61), включая «профессиональных регбистов, футболистов и жокеев имели неадекватную концентрацию общего 25(OH)D в сыворотке крови (< 50 нмоль/л) в зимние месяцы (Close и соавт., 2013)" (Jeukendrup и Gleeson, 2018). В исследовании элитных футболистов английской Премьер-лиги у 65% (13/20) игроков в декабре общая концентрация 25(OH)D концентрации в сыворотке крови была <50 нмоль/л (Morton и др., 2012)

Таким образом, подавляющее большинство доказательств указывают на преимущества предотвращения дефицита витамина D для поддержания иммунитета и предотвращения респираторной инфекции у спортсменов и военнослужащих (см. обзор He и соавт., 2016 "Недавняя работа, проведенная на спортсменах, показывает благотворное влияние оптимизации статуса витамина D на врожденный и иммунитет слизистых оболочек" Хотя Медицинский Институт описывает достаточный уровень витамина D (для здоровья костей) как циркулирующий уровень 25(OH)D > 50 нмоль/л, и последние данные предварительно подтверждают, что оптимальный циркулирующий уровень 25(OH)D должен быть равен 75 нмоль/л для профилактики инфекций верхних дыхательных путей (He и соавт., 2016).

В зимний период трудно добиться этого за счет одних только пищевых источников витамина D, однако очень высокие дозы пероральных добавок витамина D (например, ≥ 250 мкг или 10000 ME в день), по-видимому, не представляются необходимыми для достижения этого предлагаемого оптимального статуса витамина D для поддержания иммунного здоровья; кроме того, потребление очень больших доз пероральных добавок с витамином D повышает риск токсичности. Практические рекомендации заключаются, во-первых, в том, чтобы обеспечить адекватное, но безопасное воздействие солнечного света летом..На широтах 30-60 °N достаточность витамина D

(уровень циркулирующего 25(OH)D > 50 нмоль/л) может быть достигнута у большинства людей, проведя всего 15 минут на летнем солнце между 10 и 3 часами, в большинстве дней каждую неделю в футболке и шортах. Во-вторых, ежедневные добавки в размере 50-100 мкг или 2000-4000 МЕ витамина D3 могут помочь сохранить статус витамина D в зимние месяцы.

Витаминные добавки и мегадозы

"В целом, добавки с отдельными витаминами или потребление больших доз простых антиоксидантных смесей не рекомендуется" (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 290). «Спортсмены должны получать комплексы антиоксидантных соединений из повышенного потребления фруктов и овощей» (Gleeson, 2006b, стр. 258).

Потребление больших доз отдельных витаминов может принести больше вреда, чем пользы. Поскольку большинство витаминов функционируют в основном как коферменты в организме, после насыщения систем ферментов, витамины в свободной форме могут оказывать токсическое воздействие. Например, 300 мг витамина E (в виде α -токоферол ацетат), выдаваемого ежедневно 18 мужчинам в течение 3 недель, вызывало значительное снижение бактерицидной активности лейкоцитов периферической крови и митоген-индуцированной пролиферации лимфоцитов. (Gleeson и Jeukendrup, 2018)

Потребление "мегадоз витамина A может ослабить воспалительный ответ и формирование комплиментов, а также вызвать другие патологические эффекты, в том числе вызвать... аномалии плода при употреблении беременными женщинами" (Gleeson, 2006b, стр. 186) и снижение минеральной плотности костной ткани. "Витамин D3 в дозах до 100 мкг или 4000 МЕ/сутки, как известно, является безопасным, но токсичность становится риском (например, гиперкальциемия, камни в почках) при ежедневных дозах более 250 мкг или 10000 МЕ/сутки" (Gleeson и Jeukendrup, 2018).

4.2.3 Минералы

Минералы классифицируются как макроминералы или микроминералы (микроэлементы), исходя из степени его присутствия в организме. Особое значение здесь имеют микроэлементы, каждый из которых составляет менее 0,01% от общей массы тела, из которых 14 считаются необходимыми для поддержания здоровья. (Nieman и Pedersen, 2000, стр. 150).

Из этих 14 "несколько... как известно, оказывают модулирующее воздействие на иммунную функцию" (Nieman и Pedersen, 2000, стр. 150), включая цинк, железо, селен и медь. Однако, за исключением цинка и железа, дефицит отдельных микроэлементов встречается редко. Действительно, согласно сообщениям, дефицит железа является наиболее распространенным в мире дефицитом питательных веществ, и в полевых исследованиях постоянно прослеживается связь между дефицитом железа и ростом заболеваемости инфекционными болезнями. Кроме того, физическая нагрузка оказывают заметное влияние на метаболизм цинка и железа. (Bishop, Blannin, Walsh, Robson, и Gleeson, сентябрь 1999, стр. 169).

Роль цинка... иммунной функции уделяется все больше внимания в последние годы. Цинк имеет важное значение для развития иммунной системы, и более 100 металлоэнзимов были определены как цинк-зависимые, в том числе те, которые участвуют в транскрипции (ДНК) и синтезе белков. Например, цинк является кофактором фермента терминальной дезоксирибонуклеотидилтрансферазы, который необходим незрелым Т-клеткам для их репликации и функционирования. Последствия дефицита цинка для иммунной функции включают лимфоидную атрофию, снижение кожных реакций замедленной гиперчувствительности, снижение выработки IL-2, ухудшение пролиферативных реакций лимфоцитов, стимулированных митогенами, и снижение NKCA. Кроме того, наличие цинка влияет на выработку свободных радикалов супероксидов стимулированными макрофагами, хотя в лабораторных условиях этот эффект, по-видимому, зависит от фактической молекулярной формы цинка.

Спортсмены вегетарианцы подвержены риску дефицита цинка, потому что мясо и морепродукты - самые богатые источники цинка... Несмотря на то, что орехи, бобовые и цельные зерновые являются хорошим источником цинка, высокое содержание клетчатки в этих пищевых продуктах может снизить абсорбцию цинка. Дефицит цинка также может быть проблемой для спортсменов в виде спорта, где низкая масса тела, как полагают, дает преимущество в работоспособности.

Очень низкоэнергетические диеты или диеты по типу голодания могут привести к значительным потерям цинка.... Поскольку цинк выводится из организма в основном с потом и мочей и эти потери увеличиваются при физических нагрузках, возможно, что плотный график тренировок может вызвать дефицит цинка у спортсменов. Несомненно, что у хорошо тренированных женщины более высокий уровень экскреции цинка с мочой

по сравнению с не тренированными людьми. (Bishop и др., сентябрь 1999 года, стр. 169-170).

А у хорошо тренированных игроков-мужчин высоко интенсивные нагрузки увеличивают ежедневную экскрецию цинка с мочой на 34% по сравнению с показателями в состоянии покоя (Bishop и соавт., сентябрь, 1999).

У спортсменов мужского и женского пола концентрация цинка в плазме крови ниже, чем у нетренированных людей. Исследований, касающихся взаимосвязи между иммунной функцией, физической нагрузкой и уровнем цинка у спортсменов, отсутствуют. Тем не менее, исследование бегунов-мужчин показало, что 6 дней приема добавки с цинком (25 мг цинка и 1,5 мг меди, дважды в день) ингибировали связанное с физической нагрузкой увеличение образования супероксидных свободных радикалов активированными нейтрофилами... и преувеличивал вызванное физической нагрузкой подавление пролиферации Т-лимфоцитов в ответ на митогены. Такие эффекты могут временно сделать спортсменов предрасположенными к оппортунистической инфекции. Мегадозы цинка оказывают дополнительное пагубное воздействие на иммунную функцию. Введение цинка (150 мг два раза в день) 11 здоровым мужчинам в течение 6-недельного периода было связано с пониженной пролиферативной реакцией Т-лимфоцитов на стимуляцию митогеном и нарушением фагоцитарной активности нейтрофилов... . Поэтому мегадозы цинка не рекомендуются. Спортсменам рекомендуется уделять особого внимания продуктам питания, богатым цинком (например, птице, мясу, рыбе и молочным продуктам). Вегетарианцам рекомендуется принимать от 10 до 20 мг добавки цинка ежедневно [рекомендуемая суточная доза составляет 10 мг и 12 мг для женщин и мужчин, соответственно], но с учетом... результатов [только что обсуждавшихся], добавки в нижней части этого диапазона могут быть более полезны для спортсменов-вегетарианцев.

Эффективность добавок цинка в качестве средства лечения обычной простуды исследовалась по меньшей мере в 11 исследованиях... опубликованных с 1984 года. Сделанные выводы были неоднозначными, и в последних обзорах этой темы был сделан вывод о том, что, прежде чем можно будет рекомендовать использование добавок цинка для лечения обычной простуды, необходимо провести дополнительные исследования (Macknin, 1999 год; Marshall, 2000). (Gleeson, 2006b, стр. 194-195).

Хотя лишь ограниченное количество данных свидетельствуют о том, что принятие добавки цинка снижает заболеваемость ОРВИ (Mcelroy, и Miller, 2002; Veverka и соавт., 2009), в исследованиях, которые сообщили о положительном влиянии цинка на лечение обычной простуды (например, уменьшение длительности симптомов, тяжести, или и того и другого) цинковые леденцы с высоким содержанием ионного цинка (> 75 мг/сутки) должны быть приняты в течение 24 часов с момента возникновения симптомов, чтобы иметь какое-либо преимущество (Nemila, 2011). Потенциальные проблемы при приеме добавок цинка включают тошноту, реакции плохого вкуса, снижение холестерина ЛПВП, снижение некоторых функций иммунных клеток (например, окислительный всплеск нейтрофилов) и нарушение всасывания меди (Gleeson, 2000). (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Железо

"Железодефицит широко распространен во всем мире, и, по некоторым оценкам, 25% населения мира страдает от железодефицитной недостаточности" (Bishop и соавт., , сентябрь 1999, стр. 170). Участники соревнований на выносливость рискуют столкнуться с потенциальным дефицитом железа из-за увеличения потерь железа с потом, мочой и калом. Однако показатели истощения запасов железа среди спортсменов "не превышают аналогичных показателей для населения в целом. Тем не менее, физические нагрузки могут способствовать истощению железа; реакция организма в острой фазы на стресс (включая физические нагрузки) включает в себя снижение уровня циркулирующего свободного железа" (Gleeson, 2006b, стр. 195).

Повышение ИЛ-1, вызванное стрессом, вызывает высвобождение гранулоцитами железосодержащего белка лактоферрина в кровотоке. Затем считается, что лактоферрин связывает (хелатирует) железо с трансферрином и образует комплексы лактоферрин-железо, что приводит к понижению концентрации железа в плазме, которая не зависит от изменений объема плазмы. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Как представляется, сама иммунная система особенно чувствительна к наличию железа. Железодефицит не оказывает полностью вредного или усиливающего воздействия на иммунную функцию. С одной стороны, свободное железо необходимо для бактериального роста: удаление железа с помощью хелатирующих агентов, таких как лактоферрин, уменьшает размножение бактерий, особенно в присутствии конкретного антигена. (Gleeson, 2006b, стр. 195).

"Исследование показало, что мыши с дефицитом железа имеют более низкую смертность после заражения сальмонеллой по сравнению с мышами с избытком железа" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Таким образом, дефицит железа может... защитить человека от инфекции, в то время как прием добавки может предрасполагать человека к инфекционному заболеванию, особенно потому, что железо катализирует образование гидроксильных свободных радикалов, и высокое потребление железа может препятствовать абсорбции цинка в желудочно-кишечном тракте. С другой стороны, дефицит железа подавляет различные аспекты иммунной функции, включая производство макрофагами ИЛ-1, пролиферативный ответ лимфоцитов на митогены, НККА [фагоцитарную активность нейтрофилов] и замедленную кожную гиперчувствительность [индекс клеточно-опосредованной иммунной функции]...

Был предложен ряд причин дефицита железа у спортсменов, специализирующихся в виде спорта на выносливость, и подверженных тяжелым тренировкам: физические упражнения могут вызвать снижение всасывания железа в желудочно-кишечном тракте, и железо может теряться с потом, который содержит 0,3 мг/л ... Это может способствовать потере до 1,0 мг железа в день у спортсменов, которые много тренируются. Потому что только около 10% железа, поступающего с пищей усваивается, «такие потери» увеличивают пищевые потребности примерно на 10 мг/сутки, что примерно в два раза превышает нормальную суточную потребность в железе (рекомендуемая суточная норма потребления (RDA) составляет 15 мг для женщин и 10 мг для мужчин). (Gleeson, 2006b, стр. 195-196).

Кроме того, некоторые повреждения красных кровяных телец (гемолиз) могут возникать у бегунов и игроков из-за ударов ногами, а у пловцов из-за трения тела при передвижении в воде. Впоследствии будет происходить потеря гемоглобина с мочой, хотя считается, что эта потеря является незначительным истощением запасов железа. Некоторые спортсмены также подвержены желудочно-кишечному кровотечению во время тренировок, что может увеличить потери железа с калом.

Биодоступность железа ниже при вегетарианском питании из-за отсутствия гемового железа, которое намного легче усваивается. Единое мнение заключается в том, что все спортсмены должны знать о продуктах, богатых гемовым железом, таких как постное красное мясо, птица и рыба, и включать их в ежедневный рацион питания. Потребности в железе у спортсменов, специализирующихся в видах спорта на выносливость, могут

вдвое превышать RDA, хотя эти требования могут быть удовлетворены с помощью диеты без необходимости в искусственных добавках. Спортсмены-вегетарианцы должны убедиться, что в растительной пище содержится достаточное количество железа (например, зеленые листовые овощи, бобовые, цельнозерновой хлеб и макаронные изделия, а также продукты, обогащенные железом) (Jeukendrup и Gleeson, 2018). Некоторые сухие завтраки, батончики и хлеб обогащены железом и являются хорошим источником, хотя обычно в количествах меньше, чем RDA. "Принимать мегадозы железа не рекомендуется, и обычные пероральные добавки железа не следует принимать без консультации с врачом" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Селен

Дефицит селена может влиять на все компоненты иммунной системы. Селен является кофактором глутатионпероксидазы и редуктазы и, таким образом, влияет на подавление активных форм кислорода (АФК). Таким образом, потребность в селене может возрасти у спортсменов, подверженных регулярным интенсивным тренировочным нагрузкам. Но к любым добавкам селена следует относиться с осторожностью. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

"Добавки селена с дозами до RDA выглядят нетоксичными, но безопасность больших доз не подтверждена. Потребление 25 мг (приблизительно в 40 раз превышающее RDA) было связано с рвотой, болью в животе, потерей волос и усталостью" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Медь

Последствия дефицита меди для иммунной функции включают в себя нарушение образования антител, воспалительную реакцию, фагоцитоз нейтрофилов, NKCA, и реакции стимуляции лимфоцитов. Результаты изменений уровня меди в результате выполнения физических упражнений и тренировок являются противоречивыми и, возможно, отражают неадекватность методов, используемых для измерения уровня меди. (Nieman и Pedersen, 2000, стр. 147).

При физических упражнениях

Возможно некоторое перераспределение меди между отделами организма..., и спортсмены, как сообщается, теряют медь с потом, после тренировок. Хотя дефицит меди редко встречается у людей, но спортсмены, принимающие добавки с цинком, могут нарушить желудочно-кишечное всасывание меди из-за схожих физико-химических свойств этих двух минералов. (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Магний

Магний является важным кофактором для многих ферментов, участвующих в биосинтетических процессах и энергетическом метаболизме, и необходим для нормальной нервно-мышечной координации. Общее содержание магния в организме составляет около 25 г. RDA для магния составляет 350 мг/сутки для мужчин и 280 мг/сутки для женщин; таким образом, магний классифицируется как макроэлемент, а не как микроэлемент. Большинство исследований диетических привычек спортсменов предполагают, что потребление магния превышает RDA. Однако данные, используемые для определения RDA в отношении питательных микроэлементов, часто не включают спортсменов, или уровни активности испытуемых не учитываются. Таким образом, хотя RDA могут применяться к малоподвижному населению, они могут и не быть точным средством оценки потребностей спортсменов в питании.

Несколько исследований сообщают о низкой концентрации магния в сыворотке крови у спортсменов, а длительные напряженные физические нагрузки связаны с увеличением потерь магния с мочой и потом. Как и в случае с цинком и железом, физическая нагрузка одной тренировки вряд ли вызовет значительные потери магния, но состояние умеренного дефицита магния может возникнуть в период тяжелых тренировок, особенно в теплой погодных условиях, где потери пота высоки.

Дефицит магния как у людей, так и у животных связан с нервно-мышечными нарушениями, включая мышечную слабость, судороги и структурные повреждения мышечных волокон и органелл. Структурное повреждение может быть вызвано повреждением гомеостаза кальция, который является вторичным по отношению к изменению целостности мембраны саркоплазматического ретикулума, вызванному свободными радикалами кислорода. Недостаток магния также может быть связан с истощением селена и снижением активности глутатионпероксидазы, что повышает восприимчивость к повреждению свободными радикалами. Следовательно, дефицит магния может усиливать вызванное физическими нагрузками повреждение мышц и стрессовые реакции, но прямых доказательств этого эффекта нет. (Nieman и Pedersen, 2000, стр. 146-147).

Марганец

Марганец является кофактором фермента супероксиддисмутазы, который помогает в защите от свободных радикалов. RDA для марганца составляет от 2,0 до 5,0 мг/сутки. Источниками являются продукты из цельного зерна, сушеный горох и бобы, листовые овощи и бананы. Влияние физических нагрузок на уровень марганца в настоящее время неизвестно, однако тренировка связана с повышением уровня антиоксидантных ферментов, что свидетельствует об увеличении потребностей в марганце в периоды повышенных физических нагрузок. Как и в случае с другими микроэлементами, потери марганца с мочой и потом у спортсменов выше, чем у людей, ведущих малоактивный образ жизни. (Nieman и Pedersen, 2000, стр. 148).

Кобальт

Кобальт как компонент витамина B12 способствует развитию красных и белых кровяных клеток в костном мозге. Дефицит связан с пернициозной анемией, пониженным количеством лейкоцитов в крови, нарушением пролиферации лимфоцитов и ослаблением бактерицидной способности нейтрофилов. Основными источниками питания кобальта являются мясо, печень и молоко. Поэтому спортсмены, которые избегают продуктов питания животного происхождения, подвергаются риску дефицита кобальта и витамина B12. (Gleeson, 2006b, стр. 198).

Фтор

Хотя фтор не требуется непосредственно для нормального иммунного функционирования, он необходим для нормального формирования здоровых костей и зубов, и защиты от кариеса (разрушения зубов бактериями ротовой полости). Учитывая относительно высокий уровень потребления сахаросодержащих продуктов и спортивных напитков спортсменами, хорошая гигиена полости рта имеет важное значение для поддержания здоровья зубов. Частое употребление безалкогольных напитков и углеводов, особенно сахара, снижает pH полости рта, что приводит к последующей полной деминерализации зубов. Сахар метаболизируется до органических кислоты бактериями, содержащимися в зубном налете на зубах и деснах. Поэтому все спортсмены должны поддерживать достаточный контроль зубного налета. RDA для фтора составляет от 1,5 до 4,0 мг/сутки, и этот микроэлемент обнаружен в молоке, яичном желтке, морепродуктах и питьевой воде. Некоторые зубные пасты и ополаскиватели для полости рта содержат фтор (в виде

фторида натрия), а в некоторых странах, включая Соединенные Штаты, фторид добавляется в питьевую воду. (Gleeson, 2006b, стр. 198).

4.2.4 Диетические иммуностимуляторы

Некоторые добавки могут усиливать иммунную функцию и уменьшать риск инфицирования у людей с ослабленным иммунитетом, включая спортсменов, участвующих в тяжелых тренировках и соревнованиях. Кроме аминокислот (например, глутамина), витаминов (например, витамина С) и минералов (например, цинка), уже упомянутых в этой главе, на рынке представлено множество пищевых добавок, которые, как утверждается, повышают иммунитет. Они включают в себя бета-глюканы, коровье молоко, пробиотики и травы, такие как эхинацея, калоба, женьшень и куркумин. Заявления на многие из этих добавок часто основываются на выборочных доказательствах эффективности у животных, в лабораторных экспериментах, у детей, пожилых людей или у клинических пациентов в тяжелом катаболическом состоянии. Прямых доказательств их эффективности для предотвращения иммунной депрессии, вызванной физическими нагрузками, или улучшения состояния иммунной системы у спортсменов обычно не имеется. Вместе с тем в последние годы была проведена оценка воздействия некоторых из этих добавок на иммунную функцию или заболеваемость инфекцией среди физически активных групп населения. (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 402).

Таблица 1 содержит краткую информацию о некоторых наиболее часто используемых добавках и рейтинг их эффективности в повышении иммунитета и / или снижения риска заболеваемости у спортсменов.

Таблица 1: Пищевые добавки (перечисленные в алфавитном порядке), которые, как утверждается, повышают иммунитет и снижают заболеваемость ОРВИ у спортсменов: предлагаемые механизмы действия и краткое изложение доказательств эффективности.

Пищевые Добавки	Что из себя представляют добавки, и каковы последствия их применения?	Доказательства
β-глюканы (бета-глюканы)	Полисахариды, полученные из клеточных стенок дрожжей, грибов и овса, которые стимулируют врожденный иммунитет. Эффективен у мышей, привитых вирусом гриппа, но неоднозначные результаты исследований на людях для иммунной модуляции и заболеваемости ОРВИ.	●●○○○
Коровье молозиво	Первое молоко коровы, содержащее антитела, факторы роста и цитокины. Утверждается, что оно повышает иммунитет слизистых оболочек и повышает устойчивость к инфекциям. Есть несколько исследований среди спортсменов, которые указывают на некоторые эффекты усиления иммунной системы, снижения заболеваемости и продолжительности ОРВИ.	●●●○○
Углеводы	Поддерживает уровень глюкозы в крови во время тренировок, снижает уровень гормонов стресса и противовоспалительных цитокиновых реакций и, таким образом, противодействует иммунной дисфункции. Прием углеводов (30-60 г/ч) уменьшает гормоны стресса и некоторые (но не все) иммунные нарушения во время физических нагрузок, но лишь весьма ограниченные доказательства того, что это изменяет риск заражения у спортсменов.	●●●○○
Эхинацея	Травяной экстракт, популярный среди спортсменов. Утверждается, что повышает иммунитет через стимулирующее воздействие на макрофаги, и есть некоторые <i>in vitro</i> доказательства этого. Ранние исследования на людях показали возможные положительные эффекты, но более поздние, более масштабные и лучше контролируемые исследования не указывают никакого влияния эхинацеи на частоту заболеваемости инфекцией или на тяжесть симптомов простуды.	●○○○○
Глутамин	Несущественная аминокислота, которая является предшественником в синтезе нуклеиновых кислот и важна для быстрого	●○○○○

	<p>деления клеток. Также является важным источником энергии для иммунных клеток. Концентрация глутамина в плазме падает во время длительных физических нагрузок. Добавки до и после тренировки не влияют на иммунные нарушения, несмотря на поддержание уровня глутамина в плазме крови.</p>	
Калоба	<p>Фитотерапия, которая, как было показано, повышает некоторые аспекты иммунитета <i>in vitro</i> через стимулирующее воздействие на макрофаги.</p> <p>Данные, полученные в результате исследований на людях, свидетельствуют о снижении степени тяжести и продолжительности симптомов синусита и обычной простуды, но при использовании в качестве лечения, а не в качестве профилактического средства.</p>	●○○○○
N-3 Полиненасыщенные жирные кислоты	<p>Оказывают противовоспалительные эффекты после тренировки. Никаких доказательств во время тренировок у людей.</p>	○○○○○
Пробиотики	<p>Пробиотики являются живыми микроорганизмами, которые при пероральном приеме в течение нескольких недель, может увеличить количество полезных бактерий в кишечнике. Это было связано с рядом потенциальных преимуществ для здоровья кишечника, а также с модуляцией иммунной функции. Исследования на людях показывают улучшение некоторых аспектов приобретенного иммунитета и снижение частоты заболеваемости ОРВИ и желудочно-кишечных проблем.</p>	●●●○○
Кверцетин	<p>Растительный флавоноид; в лабораторных исследованиях показаны сильные противовоспалительные, антиоксидантные и антипатогенные эффекты. Данные, полученные на животных указывают на увеличение митохондриального биогенеза и показателей выносливости. Исследования на людях свидетельствуют о некотором сокращении заболеваемости ОРВИ в течение коротких периодов интенсивных тренировок и умеренной стимуляции митохондриального</p>	●●●○○

	биогенеза и выносливости у нетренированных испытуемых.	
Кверцетин с галлат эпигаллокатехином (EGCG)	Смесь флавоноидов способствует противовоспалительным и антиоксидантным эффектам, а также улучшению иммунных функций, выше, чем один только кверцетин. Исследования на людях показали сильный противовоспалительный эффект, с умеренным антиоксидантным эффектом и улучшением врожденного иммунитета, но нет никаких данных о частоте заболеваемости ОРВИ.	●●●○○
Витамин С	Существенно важный водорастворимый антиоксидантный витамин, который подавляет активные формы кислорода и усиливает иммунитет. Уменьшает реакции интерлейкина-6 и кортизола в ответ на физические нагрузки у людей. Относительно небольшое воздействие на кортизол по сравнению с углеводами; показатели иммунитета не отличаются от плацебо. Некоторые доказательства эффективности в снижении частотности ОРВИ после ультрамарафонов.	●●○○○
Витамин D3	Жирорастворимый витамин, который в основном вырабатывается под воздействием солнечного света в коже. Индуцирует выработку антимикробных белков, повышает цитолитическую активность естественных клеток-киллеров, увеличивает выработку активных форм кислорода в фагоцитарных клетках, увеличивает секрецию интерлейкина-1b макрофагами и повышает экспрессию CD14, рецептора липополисахарида. Низкий уровень витамина D связан с низким уровнем секреции иммуноглобулина А в слюне, низким уровнем выработки цитокинов мононуклеарными клетками, стимулированными антигенами, и повышенным риском респираторных инфекций с более длительными симптомами заболевания. Пероральные добавки витамина D3, в дозе около 4000 МЕ в сутки, могут снизить заболеваемость ОРВИ.	●●●○○
Витамин Е	Незаменимый жирорастворимый антиоксидантный витамин, который подавляет активные формы кислорода, вызванные	●○○○○

	<p>физической нагрузкой и усиливает иммунитет. Убедительные доказательства некоторых иммуностимулирующих эффектов у слабых пожилых людей. Нет никаких доказательств аналогичной пользы для молодых здоровых людей или спортсменов.</p>	
Цинк	<p>Дефицит цинка приводит к нарушению иммунитета, а дефицит цинка часто встречается у спортсменов. Важный минерал, который, как утверждается, снижает частоту и продолжительность простуды. Нет данных, свидетельствующих о сокращении числа случаев инфицирования при приеме добавок цинка у взрослых людей. Некоторые (но не все) исследования на людях свидетельствуют о снижении длительности симптомов простуды, если в течение 24 часов после появления симптомов принимать таблетки с глюконатом цинка. Вряд ли это принесет реальную пользу спортсменам, если только у них нет дефицита цинка.</p>	●○○○○

Источник: Gleeson, 2016b, стр. 16

(<https://dspace.lboro.ac.uk/dspacejspu/bitstream/2134/20675/1/ICB%E2%80%9393%20ACCEPTED%20MS%20E2%80%93GLESON%12-2015.pdf>). Научные доказательства обозначают с помощью●●●●●, что означает “очень веские доказательства”, а ○○○○○, что означает “ограничивается отсутствием доказательств”.

Эхинацея и другие лекарственные растения

Считается, что некоторые растительные препараты оказывают иммуностимулирующее действие, а среди спортсменов широко распространено потребление продуктов, содержащих эхинацею пурпурную. В двойном слепом, плацебо-контролируемом исследовании, у 42 триатлонистов до и после спринтерского триатлона был исследован эффект ежедневного перорального предварительного применения в течение 28 дней выжатого сока Эхинацеи пурпурной (Berg и др., 1998). Подгруппа спортсменов также применяла магний как эталоном для добавок питательных микроэлементов, важных для оптимального функционирования мышц. В течение 28-дневного периода тренировок ни один из спортсменов в группе с эхинацеей не заболел, по сравнению с 3 испытуемыми в группе с магнием и 4 испытуемыми в плацебо-группе. Предварительный курс приема добавок с эхинацеей, по-видимому, сократил высвобождение растворимого рецептора IL-2 до и после забега и увеличил рост IL-6, вызванный физической нагрузкой.

Многочисленные эксперименты показали, что экстракт Эхинацеи пурпурной оказывает значительное иммуномодулирующее действие в лабораторных условиях. Эти эффекты включают активацию макрофагов, нейтрофилов и естественных клеток-киллеров, и есть несколько сообщений об изменениях в количестве и активности лейкоцитов 2-х подтипов: Т-клеток и В-клеток. Однако данные о положительном воздействии на активность лейкоцитов, полученные в лабораторных условиях *in vitro* не означают, что это воздействие будет также наблюдаться и в условиях *in vivo*. Несколько десятков экспериментов на людях, включая ряд слепых рандомизированных исследований, сообщают о скромной пользе для здоровья, особенно те, которые исследовали воздействие экстракта Эхинацеи пурпурной при лечении острого ОРВИ. Вместе с тем большинство этих испытаний было ограничено как по объему, так и по методологическому качеству. В рандомизированном, двойном слепом, плацебо-контролируемом исследовании, прием неочищенной эхинацеи при первых симптомах ОРВИ у 148 студентов колледжа не дало каких-либо ощутимых преимуществ или вреда по сравнению с группой плацебо (Barrett и др., 2002).

В мета-анализе исследований эхинацеи (Linde, Barrett, Wolkart, Bauer, и Melchart, 2006), который включал в себя 22 хорошо контролируемых исследования, три из них были направлены на изучение профилактики простуды и 19 испытаний на исследование лечения простуды. Использовались различные препараты эхинацеи. Ни одно из трех сопоставлений в профилактических испытаниях не показало никаких преимуществ эхинацеи по сравнению с плацебо. В ходе испытаний, в ходе которых изучалась эффективность эхинацеи в сравнении с плацебо при лечении простуды, в девяти сопоставлениях было отмечено значительное положительное воздействие, в одном случае наблюдалась тенденция, а в шести - никаких различий. Основные выводы авторов заключались в том, что имеются определенные доказательства того, что препараты, основанные на надземных частях эхинацеи, могут быть эффективными для раннего лечения простуды у взрослых, однако результаты не были полностью согласованными. В относительно небольшом числе крупномасштабных хорошо контролируемых рандомизированных исследований не было продемонстрировано никаких положительных эффектов приема эхинацеи. Таким образом, по-прежнему довольно неясно, имеет ли эхинацея какое-либо реальное значение для профилактики или лечения ОРВИ среди населения в целом, и лишь очень

немногие исследования, с небольшим числом испытуемых попытались изучить ее эффективность для снижения ОРВИ среди спортсменов. (Jeukendrup и Gleeson, 2018)

Активные ингредиенты экстрактов эхинацеи, как полагают, включают алкаамиды, циккориевую кислоту и полисахариды.

Утверждается, что другие растения также имеют различные противовирусные, антибактериальные, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства. В качестве примера можно привести экстракты ягод бузины (Черная бузина, которая содержит флавоноиды, антоцианы, гликозиды, калиновую кислоту, витамины А и С), калоба (общее название экстракта корней Пеларгонии сидоидной, который содержит флаван-3-олы, производные 7-гидроксикумарина, белки и сахараиды), женьшень (*Panax quinquefolium* Американский женьшень, который содержит в основном поли-фуранозил-пиранозилсахараиды), астрагал (Астрагал перепончатый, содержащий полисахариды, флавоноиды, многочисленные следы минералов и аминокислот) и листья оливкового дерева (Олива европейская, которая содержит фенольные соединения, такие как олеуропеин и его производное эленоловую кислоту). Большая часть доказательной базы для этих растительных препаратов основана на результатах лабораторных исследований, которые демонстрируют эффекты стимулирующие иммунные клетки или прямое противовирусное действие (предотвращение проникновения вируса в клетки-хозяина или репликации вируса). Большинство препаратов, таких как эхинацея и другие, которые классифицируются как 'растительные препараты, используются для уменьшения тяжести и продолжительности симптомов простуды, а не для профилактики инфекций. (Jeukendrup и Gleeson, 2018)

Являются ли эти препараты более эффективными по сравнению с противовирусными препаратами или отпускаемыми без рецепта препаратами от простуды, содержащими местный анестетик, противовоспалительные средства, противоотечные средства и стимуляторы (например, эфедрин, кофеин) для лечения симптомов ОРВИ, таких как боль в горле, загроможденность носа и кашель, остается спорным. (Calder и Yaqoob, 2013)

Куркумин

Куркумин (диарилгептаноид) - оранжево-жёлтый компонент куркумы, который обычно встречается в порошках карри и соусах.

"Традиционно куркумин известен своими противовоспалительными свойствами, и несколько исследований показали, что куркумин является мощным иммуномодулирующим веществом, которое может модулировать активацию Т-клеток, В-клеток, клеток-киллеров, нейтрофилов, макрофагов и дендритных клеток" (Jagetia, и Aggarwal, 2007, как цитируется в Jeukendrup и Gleeson, 2018)

"Куркумин также может подавлять экспрессию различных провоспалительных цитокинов, включая TNF, IL-1 и IL-2... скорее всего, посредством инактивации транскрипционного фактора NF-κB. Интересно, однако, что куркумин в малых дозах может также усилить реакцию антител" (Jagetia, и Aggarwal, 2007).

Полифенолы

"Царство растений использует десятки тысяч вторичных метаболитов (обычно называемых фитотурентами), включая терпены, алкалоиды и фенолы для обороны" (Jeukendrup и Gleeson, 2018), с целью привлечения и защиты. Фенольные соединения или полифенолы делятся на четыре основных класса: "флавоноиды (~50% всех полифенолов), фенольные кислоты, лигнаны и стильбены" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Флавоноиды подразделяются на шесть простых (флаван-3-олы, флаваноны, флавоны, изофлавоны, флавонолы, антоцианы) и две комплексные подгруппы (конденсированные и производные танины). В пищевых продуктах флавоноиды, лигнаны и стильбены обычно встречаются в виде гликозидов, а фенольные кислоты в виде сложных эфиров с различными полиолами, и структурные различия влияют на их абсорбцию и биодоступность. Недавний систематический обзор и мета-анализ показали, что добавки флавоноидов (диапазон от 0,2 до 1,2 г/сутки в 14 отобранных исследованиях) уменьшили частоту тяжелых случаев ОРВИ на 33% по сравнению с контрольной группой или плацебо (Somerville, Braakhuis, и Hopkins, 2016). Одному флавоноиду, в частности, кверцетину, в последние годы уделялось большое внимание в связи с его возможными влияниями на эффективность выполнения упражнений, тренировочную адаптацию и иммунную функцию. (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 404).

Кверцетин "содержится в различных фруктах и овощах... при этом богатейшими пищевыми источниками кверцетина являются яблоки, голубика, брокколи, кудрявая капуста, острый перец, лук и чай" (Calder и Yaqoob, 2013)

Общее суточное потребление флавонола (с кверцетином, составляющим около 75%) колеблется от 13 до 64 мг в зависимости от исследуемой выборки и обследуемой популяции.

Человек может поглощать значительное количество кверцетина из пищи или добавок, и его выведение происходит довольно медленно, с периодом полураспада от 11 до 28 часов. Исследования на животных показывают, что 7-дневный прием кверцетина улучшает выживаемость после прививки вируса гриппа. (Davis, Murphy, McClellan, Carmichael, и Gangemi, 2008, как цитируется в Gleeson, 2013).

В настоящее время проведено несколько испытаний на людях, и двойное слепое плацебо-контролируемое исследование с участием 40 велосипедистов показало, что прием 1000 мг/сутки кверцетина в течение 3 недель значительно повысил уровень кверцетина в плазме крови и снижал частоту заболеваемости ОРВИ в течение 2-недельного периода после трех последовательных дней изнурительных тренировочных нагрузок (Nieman и др., 2007). В этом исследовании удивительно высокая доля (45%) испытуемых в группе плацебо сообщила о симптомах ОРВИ в течение 2-недельного периода после тренировок, однако маркеры иммунной дисфункции, воспаления и окислительного стресса не отличались от группы, принимающей кверцетин, что позволяет предположить, что кверцетин оказывает прямое противовирусное действие, по крайней мере в контексте дизайна исследования. Растет поддержка совместного приема кверцетина с другими флавоноидами и пищевыми компонентами для улучшения и продления биодоступности кверцетина и его биоактивных эффектов. К ним относится флавоноид эпигаллокатехин 3-галлат (EGCG) из чая, изокверцетин, который является гликозилированной формой кверцетина в луке и других продуктах питания, n-3 ПНЖК, таких как эйкозапентаеновая кислота (EPA) и докозагексаеновая кислота (DHA), витамин С и фолат.

Другие естественные полифенольные соединения присутствуют в таких продуктах питания, как зеленые листовые овощи, лук, яблоки, груши, цитрусовые и красный виноград, а также некоторые растительные напитки, такие как цитрусовые соки, зеленый чай, красное вино и пиво. Широкомасштабное исследование, проведенное среди физически активных людей, показало, что высокий уровень потребления фруктов связан с меньшим числом случаев респираторных заболеваний (Nieman и др., 2011). (Calder и Yaqoob, 2013)

Бета-глюканы

Бета-глюканы (β -глюканы) присутствуют не только в качестве основных структурных компонентов клеточных стенок дрожжей, грибов и некоторых бактерий, но и присутствуют в рационе как часть клеточки стенки эндосперма в злаках, таких как ячмень и овес. β -глюканы являются углеводами, состоящими из связанных молекул глюкозы и различающиеся по макромолекулярной структуре в зависимости от источника. β -глюканы бактерий являются неразветвленные 1,3 β -связанные остатки гликопиранозила. β -глюканы клеточной стенки дрожжей и грибов состоят из 1,3 β -связанных остатков гликопиранозила с небольшим количеством 1,6 β -связанных ответвлений, в то время как клеточные стенки овса и ячменя содержат неразветвленные β -глюканы с 1,3 и 1,4 β -связанными остатками гликопиранозила. Специфические характеристики различных β -глюканов могут влиять на их иммуномодулирующие эффекты... Это означает, что добавление β -глюканов в рацион может быть использовано для модуляции иммунной функции и таким образом может улучшить устойчивость организма человека к вторжению патогенов ... Таким образом, возможно удастся модулировать иммунную функцию за счет увеличения потребления вместе с пищей дополнительного количества β -глюканов, например, путем разработки функциональных продуктов питания. (Calder и Yaqoob, 2013, стр. 652)

В ходе одного испытания у людей не было обнаружено никакого воздействия 3-недельного приема добавки овса с β -глюканом на иммунную реакцию после физических нагрузок или частоту инфекций в течение 2-недельного периода после 3-х последовательных дней физических нагрузок [Nieman и соавт., 2008]. Однако позднее, другое исследование на людях сообщило о сокращении на 37% количества дней заболевания ОРВИ после выполнения марафона с употреблением добавки β -глюкина из дрожжей по сравнению с плацебо, что авторы обосновывают это увеличением иммуноглобулина А (IgA) в слюне после физических нагрузок [McFarlin, Carpenter, Davidson, и McFarlin, 2013]. (Gleeson, February, 2016)

В настоящее время, однако, нет достаточных доказательств, чтобы рекомендовать добавки β -глюкана для улучшения иммунной функции.

Пробиотики

Пробиотики - это пищевые добавки, содержащие живые микроорганизмы, которые при употреблении в достаточном количестве приносят пользу здоровью хозяина. В настоящее время имеется достаточно доказательств того, что регулярное потребление пробиотиков может изменять популяцию кишечных бактерий (микробиоту) и влиять на иммунную функцию..., хотя следует отметить, что такие эффекты специфичны для конкретных штамма. (Gleeson и соавт., 2013, стр. 234).

Пробиотики выживают при прохождении через кислотные условия желудка в кишечник, где они могут модифицировать кишечную микробиоту таким образом, что количество полезных бактерий увеличивается, а количество видов, считающихся вредными, уменьшается. Эти эффекты были связаны с целым рядом потенциальных преимуществ для здоровья и функционирования пищеварительной системы, а также с модуляцией иммунной функции.

Пробиотики имеют много механизмов действия. Благодаря своему росту и метаболизму они помогают сдерживать рост и уменьшать любые вредные воздействия других бактерий, антигенов, токсинов и канцерогенов в кишечнике, но, кроме того, пробиотики, как известно, взаимодействуют с лимфоидной тканью, связанной с кишечником, что приводит к положительным последствиям для врожденной и даже приобретенной иммунной системы. Это возможно потому, что кишечник как самая большая поверхность тела играет важную роль в иммунитете, так как каждый день ему приходится иметь дело с тремя различными иммунными проблемами. Во-первых, он должен дифференцировать и переносить большую производную микробиоту, иначе возникнет воспаление, и, во-вторых, он должен также переносить пищевые антигены. С другой стороны, кишечник должен быть способен при необходимости организовать защиту от любых потенциальных патогенов. Это объясняет, почему 85% лимфатических узлов организма расположены в кишечнике и почему пробиотики, как функциональные продукты, предназначенные для кишечника, могут влиять на здоровье всего организма, включая части тела, удаленные от кишечника. Хотя на сегодняшний день опубликовано мало исследований эффективности использования пробиотиков для спортсменов, интерес начинает расти, главным образом в изучении их потенциала в плане содействия поддержанию общего здоровья, усиления иммунной функции или снижения заболеваемости ОРВИ, а также тяжести или продолжительности симптомов (Gleeson и Walsh, 2012). (Gleeson и соавт., 2013, стр. 234-235).

В двойном слепом плацебо-контролируемом перекрестном исследовании, в котором 20 здоровых элитных бегунов на длинные дистанции получали пробиотик Лактобациллы (*Lactobacillus fermentum* (L.) или плацебо ежедневно в течение 28 дней, с 28-дневным периодом выведения между начальным и вторым приемом, спортсмены страдали от меньшего количества дней респираторных заболеваний и меньшей тяжести симптомов респираторных заболеваний при ежедневном приеме пробиотиков (Cox, Pyne, Saunders, и Fricker, 2010). Пробиотическое лечение вызвало в два раза больше изменений в выработке интерферона-гамма (IFN- γ) в культуре цельной крови по сравнению с плацебо, что может быть одним из механизмов, лежащих в основе положительных клинических результатов.

В несколько более масштабном, рандомизированном, двойном слепом интервенционном исследовании, 141 марафонец получали пробиотик Лактобацилла рамнозус (*L. rhamnosus* GG (LGG) или плацебо ежедневно в течение 3-месячного периода тренировок, а затем участвовали в марафонском забеге с 2-недельным наблюдением симптомов заболевания (Kekkonen и соавт., 2007).

Хотя не было никаких различий в количестве респираторных инфекций или эпизодов желудочно-кишечных (ЖК) симптомов, продолжительность ЖК-симптомов в группе с применением пробиотика LGG была короче, чем в группе плацебо в течение тренировочного периода (2,9 против 4,3 дня) и в течение 2 недель после марафона (1,0 против 2,3 дня). (Calder и Yaqoob, 2013).

Рандомизированное, плацебо-контролируемое исследование с участием 64 университетских спортсменов сообщило о более низкой частоте эпизодов ОРВИ в течение 4-месячного зимнего периода тренировок у испытуемых, получающих дважды в день добавку с пробиотиком Лактобактерии казеи (*L. casei*) по сравнению с плацебо, и в этом исследовании также сообщалось о лучшем поддержании IgA в слюне в группе с приемом пробиотика (Gleeson, Bishop, Oliveira, и Tauler, 2011). Хотя в большинстве исследований, проведенных до настоящего времени, изучались пробиотические эффекты у людей, ведущих активный образ жизни или спортсменов, специализирующихся в видах спорта на выносливость, недавнее проведенное исследование на элитных игроках в регби свидетельствует о том, что пробиотики оказывают благотворное влияние на снижение частоты заболеваемости ОРВИ, но не тяжести, и что его результаты можно распространить на спортсменов командных игр (Хейвуд и др., 2014).

По имеющимся данным, нельзя быть уверенным в пользе для здоровья при регулярном приеме пробиотиков спортсменами, но сейчас существует достаточное понимание механизма действия некоторых пробиотических штаммов, и достаточно доказательств,

полученных в испытаниях со спортсменами, чтобы показать, что это многообещающая область исследований с преимущественно позитивными показаниями в настоящее время. Мета-анализ с использованием данных, полученных из исследований как на спортсменах, так и не на спортсменах, в которых участвовал 3451 человек, показал, что прием пробиотиков, вероятно, будет способствовать сокращению заболеваемости ОРВИ (Hao, Lu, Dong, Huang, и Wu, 2011).

Исследования, которые до настоящего времени показали снижение заболеваемости ОРВИ у спортсменов, в основном ограничивались такими видами пробиотиков как Лактобациллы и Бифидобактерии и использовали суточные дозы ~ 10¹⁰ живых бактерий. "Учитывая, что некоторые пробиотики, по-видимому, дают некоторую пользу..., не имеют доказательств вреда и достаточно дешевые, то нет причин, почему спортсмены не должны принимать пробиотики, особенно если они осуществляют поездки за границу или подвержены заболеваниям" (Gleeson и соавт., 2013, стр. 236).

Таблица 2: Сокращение количества дней симптоматического синдрома ОРВИ и уменьшение степени тяжести симптомов при ежедневном приеме пробиотических добавок у мужчин бегунов

Table 2 Differences in the number, duration and intensity of symptoms of common upper respiratory tract infection (URTI) and lower respiratory illnesses (LRI) in highly trained distance runners between probiotic and placebo treatments

Illness (URTI and LRI)	<i>L fermentum</i>	Placebo	p Value
Episodes (n)	4	9	0.24
Subjects reporting (n)	3	7	0.27
Symptom days (days)	30	72	<0.001
Mean episode severity (scored on a 1–3 scale)	1.0	1.7	0.06

Severity was rated on a 1–3 Likert scale where 1 = mild, 2 = moderate and 3 = severe symptoms.

Источник: Сох и др., 2010, стр. 224.

Table 2 Differences in the number, duration and intensity of symptoms of common upper respiratory tract infection (URTI) and lower respiratory illnesses (LRI) in highly trained distance runners between probiotic and placebo treatments	Таблица 2 Различия в количестве, продолжительности и интенсивности симптомов заболеваний верхних дыхательных путей (ЗВДП) и заболеваний нижних дыхательных путей (ЗНДП) у хорошо тренированных бегунов на длинные дистанции между приемом добавок с пробиотиками и плацебо
Illness (URTI and LRI)	Заболевания (ЗВДП и ЗНДП)
L fermentum	Лактобациллы ферментум
Placebo	Плацебо
p Value	p Значение
Episodes (n)	Эпизоды (кол-во)
Subjects reporting (n)	Испытуемые, фигурирующие в отчёте (кол-во)
Symptom days (days)	Дни с симптомами (кол-во дней)
Mean episode severity (scored on a 1-3 scale)	Средняя тяжести болезни (оценка по шкале от 1 до 3)
Severity was rated on a 1-3 Likert scale where 1 = mild, 2 = moderate and 3 = severe symptoms.	Тяжесть болезни была оценена по шкале Лайкерта от 1 до 3, где 1 = легкие, 2 = умеренные и 3 = тяжелые симптомы.

Молозиво

Коровье-молозиво является первым сбором густой кремово-желтой жидкости, производимой молочной железой лактирующей коровы вскоре после рождения ее теленка (обычно в течение первых 36 часов). Молозиво содержит антитела, факторы роста, ферменты, ганглиозиды (кислотные гликофинголипиды), витамины и минералы и коммерчески доступно как в жидкой, так и в порошкообразной форме. Было сделано много заявлений в отношении пользы молозива, начиная от повышения работоспособности и заканчивая профилактикой инфекций, но хорошо контролируемые исследования на спортсменах редки... Некоторые исследования показывают, что несколько недель добавки с коровьим молозивом могут повысить уровень антител в крови и слюне. В исследовании 35 бегунов на длинные дистанции среднего возраста,

которые употребляли добавку либо коровьего молозива или плацебо в течение 12 недель, средний уровень IgA в слюне увеличился на 79% в группе молозива после 12-недельного вмешательства, но остался без изменений в группе плацебо (Crooks и соавт. «Crooks, Wall, Cross, и Rutherford-Markwick», 2006). Хотя этот результат был статистически значимым, к его физиологической интерпретации следует относиться с осторожностью из-за небольшого количества испытуемых в этом исследовании и большой изменчивости уровня IgA в слюне. Дэвисон и Димет (2010) сообщили, что 4 недели ежедневного приема добавки коровьего молозива предотвратили вызываемое физическими упражнениями падение уровня лизоцима в слюне и ускорили восстановление функции нейтрофилов после 2-х часовой езды на велосипеде у здоровых мужчин по сравнению с группой плацебо. (Jeukendrup и Gleeson, 2018)

В ряде исследований также сообщалось о том, что ежедневное пероральное употребление добавки с коровьим молозивом сокращает общее число дней, в течение которых регистрируется ОРВИ, число случаев ОРВИ, общее число дней, в течение которых ОРВИ регистрируется самостоятельно, и продолжительность случаев ОРВИ у взрослых, подверженным физическим нагрузкам. (Crooks и соавт., 2006; Jones и соавт., 2014). "Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения и расширения этих наблюдений воздействия коровьего молозива на иммунную реакцию и на физическую работоспособность и для установления того, может ли молозиво снизить частоту возникновения ОРВИ среди спортсменов" (Calder и Yaqoob, 2013).

4.2.5 Применение науки для снижения заболеваемости и инфекций

Как интенсивные физические нагрузки, так и плохое питание по отдельности оказывают влияние на иммунную функцию; это влияние, как представляется, усиливается, когда стресс от физических нагрузок и плохого питания действуют синергически. Тренировки повышают потребность организма в большинстве питательных веществ, и во многих случаях эти возросшие потребности компенсируются увеличением потребления продуктов питания. Но некоторые спортсмены придерживаются несбалансированного режима питания, и многие исследования показывают, что незначительное количество спортсменов придерживаются сбалансированных моделей для оптимального спортивного питания.

Несмотря на обилие исследований, посвященных изучению влияния питания на иммунную функцию и воздействия питания на физические показатели и уровень работоспособности, относительно немногие из них

исследовали взаимосвязи между питанием, работоспособностью и иммунной функцией одновременно. Поэтому некоторые выводы, сделанные в этой главе, по-прежнему носят умозрительный характер и основываются на обобщениях между людьми ведущими сидячий образ жизни и физически активным населением. Однако плохое питание некоторых спортсменов, вероятно, предрасполагает их к иммунодепрессии. Хотя противодействовать воздействию всех факторов, которые способствуют образованию у них иммунодепрессии, вызванной физическими нагрузками, невозможно, можно свести к минимуму многие из этих последствий. Спортсмены могут помочь себе, придерживаясь сбалансированного питания, которое включает в себя адекватное количество углеводов, белков и микроэлементов.

Употребление углеводных напитков во время тренировок и соревнований рекомендуется, поскольку эта практика, как представляется, смягчает некоторые иммуносупрессивные эффекты, вызванные продолжительными физическими нагрузками. Прием отдельных аминокислот, эхинацеи, витамина Е и цинка вряд ли принесет значительную клиническую пользу в плане профилактики таких распространенных инфекций, как ОРВИ. Следует подчеркнуть опасность избыточного потребления витаминов и минералов, поскольку многие питательные микроэлементы, вводимые в количествах, превышающих определенный порог, уменьшают иммунную реакцию и могут также представлять опасность для здоровья.

Текущие рекомендации для поддержки иммунитета с помощью питания у спортсменов (Vermont и соавт., 2017; Глисон, «февраль» 2016) включают в себя:

- Общее ежедневное потребление энергии должно соответствовать энергетическим потребностям с содержанием углеводов >50%
- Употребляйте 30-60г углеводов в час во время напряженных высокоинтенсивных тренировок
- Потребляйте достаточное количество белка (1,2-1,6 г/кг массы тела/сутки), которое должно включать прием в пищу 0,3 г/кг массы тела/сутки после тренировки
- Потребляйте достаточное количество питательных микроэлементов (это может быть обеспечено за счет ежедневного приема мультивитаминных/минеральных пищевых добавок, в количествах

соответствующих рекомендуемой суточной норме потребления (RDA)

- Принимайте ежедневно пероральную добавку витамина D3 в размере 25 мкг или 1000 МЕ в начале осени и до начала весны
- Принимайте ежедневно пробиотические добавки, содержащие по крайней мере 10¹⁰ живых бактерий
- Включите в свой обычный рацион питания различные фрукты и овощи (по крайней мере 5 дней в неделю); это может быть дополнено растительными полифенольными добавками или напитками (например, зеленым чаем, безалкогольным пивом) или концентрированными фруктовыми/овощными экстрактами
- Рассмотрите вопрос о принятии ежедневной дозы коровьего молозива в размере 10-20 г.
- Рассмотрите возможность принятия добавок цинка в дни, предшествующие важным соревнованиям, на случай, если симптомы простуды начнутся в это важное время. (Jeukendrup и Gleeson, 2018)

Такой подход, вероятно, принесет большую пользу тем людям, которые особенно подвержены болезням.

Важно помнить, что питание является лишь одним из факторов, связанных с риском заболевания и "есть несколько других стратегий, которые могут свести к минимуму риск развития депрессии иммунной функции или уменьшить степень воздействия патогенных микроорганизмов и тем самым ограничить риск заболевания" (Jeukendrup и Gleeson, 2018):

"К числу других факторов, которые могут снизить риск инфицирования среди спортсменов, относятся снижение других жизненных стрессов, поддержание надлежащей гигиены полости рта и кожи, обеспечение надлежащего отдыха, а также увеличение времени между высокоинтенсивным тренировочным периодом и соревнованиями в максимально возможной степени" (Schwellnus и соавт., 2016, цитируется в Calder и Yaqoob, 2013). Рекомендуются следующие виды практики.

Рисунок 2: 17 способов снижения риска заболевания среди спортсменов

17 formas de reducir el riesgo de enfermedad en los deportistas

- 1 Toser o estornudar tapando con el codo y no con las manos
- 2 Minimizar el contacto con personas infectadas, niños pequeños, animales y objetos contagiosos
- 3 Evitar estrechar la mano
- 4 Lavarse las manos de manera regular y eficaz con agua y jabón
- 5 Siempre limpiarse las manos y la nariz después de estornudar y toser
- 6 Evitar áreas concurridas
- 7 Usar toallas de papel descartable y limitar el contacto de la mano con la boca o la nariz
- 8 Mantener distancia con respecto a personas que están tosiendo, estornudando o tienen secreción nasal
- 9 Usar calzado abierto en las duchas públicas
- 10 Practicar sexo seguro
- 11 Adoptar estrategias que faciliten el sueño de buena calidad
- 12 Llevar repelente de insectos, espuma o crema antimicrobiana, o gel para lavado de manos a base de alcohol
- 13 Evitar tomar alcohol en exceso
- 14 Lavar y pelar las frutas antes de comerlas
- 15 Elegir bebidas de botellas selladas
- 16 No compartir botellas personales, vasos, cubiertos, toallas, etc. con otras personas
- 17 Evitar los vegetales crudos y la carne poco cocida al estar en el extranjero

by Professor Mike Gleeson

Источник: Jeukendrup 2016. <https://bit.ly/2y3xc1x>

17 ways to reduce the risk of illness in athletes	17 способов уменьшить риск болезни у спортсменов
1. Cough or sneeze on to the elbow and not on the hands	Кашлять или чихать на локоть, а не на руки

2. Minimize contact with infected people, young children, animals and contagious objects	Минимизировать контакт с инфицированными людьми, маленькими детьми, животными и зараженными предметами
3. Avoid shaking hands	Избегать рукопожатия
4. Wash hands regularly and effectively with soap and water	Регулярно и тщательно мыть руки с мылом и водой
5. Always clean the hands and nose after sneezing or coughing	Всегда мыть руки и нос после чихания или кашля
6. Avoid crowded areas	Избегать людных мест
7. Use disposable paper towels and limit hand to mouth/nose contact	Использовать одноразовые бумажные полотенца и ограничить контакт рук со ртом/носом
8. Keep at distance to people who are coughing, sneezing or have a "runny nose"	Держаться на расстоянии от людей, которые кашляют, чихают или имеют "насморк"
9. Wear open footwear when using public showers	Носить открытую обувь при использовании общественных душевых
10. Practice safe sex	Заниматься безопасным сексом
11. Adopt strategies that facilitate good quality sleep	Принимать стратегии, которые бы способствовали хорошему качеству сна
12. Carry insect repellent, antimicrobial foam/cream or alcohol-based handwashing gel	Носить репелленты, антимикробную пенку-крем или гель для мытья рук на основе спирта
13. Avoid excessive drinking of alcohol	Избегать чрезмерного употребления алкоголя
14. Wash and peel fruit before eating	Мыть и чистить фрукты перед их потреблением
15. Choose beverages from sealed bottles,	Выбирать напитки из запечатанных бутылок
16. Not to share drinking bottles, cups, cutlery, towels etc. with other people	Не делиться питьевыми бутылками, чашками, столовыми приборами, полотенцами и т.д. с другими людьми

17. Avoid raw vegetables and undercooked meat when abroad

Избегать употребление сырых овощей и недоваренного мяса находясь за границей

References

- Aranow, C.** (2011). Vitamin D and the immune system. *J Investig Med*, 59(6), 881-886. doi:10.2310/JIM.0b013e31821b8755
- Barrett, B. P., Brown, R. L., Locken, K., Maberry, R., Bobula, J. A., & D'Alessio, D.** (2002). Treatment of the common cold with unrefined echinacea. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med*, 137(12), 939-946.
- Bermon, S., Castell, L. M., Calder, P. C., Bishop, N. C., Blomstrand, E., Mooren, F. C., . . . Nagatomi, R.** (2017). Consensus Statement Immunonutrition and Exercise. *Exerc Immunol Rev*, 23, 8-50.
- Bishop, N. C., Blannin, A. K., Armstrong, E., Rickman, M., & Gleeson, M.** (2000). Carbohydrate and fluid intake affect the saliva flow rate and IgA response to cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 32(12), 2046-2051.
- Bishop, N. C., Blannin, A. K., Walsh, N. P., Robson, P. J., & Gleeson, M.** (1999, September). Nutritional Aspects of Immunosuppression in Athletes. *Sports Med*, 28(3), 151-176. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Neil_Walsh/publication/12760156_Nutritional_Aspects_of_Immunosuppression_in_Athletes/links/551316510cf23203199b2ecd/Nutritional-Aspects-of-Immunosuppression-in-Athletes.pdf
- Calder, P. C., & Yaqoob, P. (Eds.).** (2013). *Diet, Immunity and Inflammation*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Cox, A. J., Pyne, D. B., Saunders, P. U., & Fricker, P. A.** (2010). Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes. *Br J Sports Med*, 44(4), 222-226. doi:10.1136/bjism.2007.044628
- Crooks, C. V., Wall, C. R., Cross, M. L., & Rutherford-Markwick, K. J.** (2006). The effect of bovine colostrum supplementation on salivary IgA in distance runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(1), 47-64.
- Davis, J. M., Murphy, E. A., McClellan, J. L., Carmichael, M. D., & Gangemi, J. D.** (2008). Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 295(2), R505-509. doi:10.1152/ajpregu.90319.2008

Davison, G., & Diment, B. C. (2010). Bovine colostrum supplementation attenuates the decrease of salivary lysozyme and enhances the recovery of neutrophil function after prolonged exercise. *Br J Nutr*, *103*(10), 1425-1432. doi:10.1017/S0007114509993503

Gleeson, M. (2006a). Can Nutrition Limit Exercise-Induced Immunodepression? *Nutrition Reviews*, *64*(3), 119-131. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/7c63/09f2979211b3fabe917830980b569530a4b9.pdf>

Gleeson, M. (Ed.). (2006b). *Immune Function in Sport and Exercise*. Amsterdam, NL: Elsevier.

Gleeson, M. (2015). Effects of exercise on immune function. *Sports Science Exchange*, *28*(151), 1-6. Retrieved from https://secure.footprint.net/gatorade/prd/gssiweb/sf_libraries/sse-docs/gleeson_sse_151_9-28-15-final.pdf?sfvrsn=2

Gleeson, M. (2016, February). Immunological aspects of sport nutrition. *Immunol Cell Biol*, *94*(2), 117-123. doi:10.1038/icb.2015.109

Gleeson, M. (2016, August 19). How common are illnesses amongst athletes? Retrieved from <http://www.mysportscience.com/single-post/2016/08/19/How-common-are-illnesses-amongst-athletes>

Gleeson, M., Bishop, N. C., Oliveira, M., & Tauler, P. (2011). Daily probiotic's (*Lactobacillus casei* Shirota) reduction of infection incidence in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *21*(1), 55-64.

Gleeson, M., Bishop, N. C., & Walsh, N. (Eds.). (2013). *Exercise immunology*. New York, US: Routledge.

Gleeson, M., Blannin, A. K., Walsh, N. P., Bishop, N. C., & Clark, A. M. (1998). Effect of low- and high-carbohydrate diets on the plasma glutamine and circulating leukocyte responses to exercise. *Int J Sport Nutr*, *8*(1), 49-59.

Gleeson, M., Nieman, D. C., & Pedersen, B. K. (2004, January). Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci*, *22*(1), 115-125.

Gleeson, M., & Walsh, N. P. (British Association of Sport & Exercise Sciences). (2012). The BASES expert statement on exercise, immunity, and infection. *J Sports Sci*, *30*(3), 321-324. doi:10.1080/02640414.2011.627371

Gleeson, M., & Williams, C. (2013). Intense exercise training and immune function. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, *76*, 39-50. doi:10.1159/000350254

Gomez-Cabrera, M. C., Ristow, M., & Vina, J. (2012). Antioxidant supplements in exercise: worse than useless? *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 302(4), E476-477; author reply E478-479. doi:10.1152/ajpendo.00567.2011

Hao, Q., Lu, Z., Dong, B. R., Huang, C. Q., & Wu, T. (2011). Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*(9), CD006895. doi:10.1002/14651858.CD006895.pub2

Haywood, B. A., Black, K. E., Baker, D., McGarvey, J., Healey, P., & Brown, R. C. (2014). Probiotic supplementation reduces the duration and incidence of infections but not severity in elite rugby union players. *J Sci Med Sport*, 17(4), 356-360. doi:10.1016/j.jsams.2013.08.004

He, C. S., Handzlik, M., Fraser, W. D., Muhamad, A., Preston, H., Richardson, A., & Gleeson, M. (2013). Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport athletes. *Exerc Immunol Rev*, 19, 86-101

He et al, (2016). Is there an optimal vitamin D status for immunity in athletes and military personnel? *Exercise Immunology Review*, 22,pp. 42-64.

Jagetia, G. C., & Aggarwal, B. B. (2007). "Spicing up" of the immune system by curcumin. *J Clin Immunol*, 27(1), 19-35. doi:10.1007/s10875-006-9066-7

Jeukendrup, A. E., & Gleeson, M. (2018). *Sport Nutrition: an introduction to energy production and performance* (3rd ed.). Champaign IL: Human Kinetics.

Jeukendrup, A. (2016, September 26). Effect of exercise on immune function [Image]. Retrieved from <http://www.mysportscience.com/single-post/2016/09/25/Strategies-to-reduce-illness-risk-in-athletes-Part-1-Behavioural-lifestyle-and-medical-strategies>)

Jones, A. W., Cameron, S. J., Thatcher, R., Beecroft, M. S., Mur, L. A., & Davison, G. (2014). Effects of bovine colostrum supplementation on upper respiratory illness in active males. *Brain Behav Immun*, 39, 194-203. doi:10.1016/j.bbi.2013.10.032

Kekkonen, R. A., Vasankari, T. J., Vuorimaa, T., Haahtela, T., Julkunen, I., &

Korpela, R. (2007). The effect of probiotics on respiratory infections and gastrointestinal symptoms during training in marathon runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 17(4), 352-363.

Linde, K., Barrett, B., Wolkart, K., Bauer, R., & Melchart, D. (2006). Echinacea for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev*(1), CD000530. doi:10.1002/14651858.CD000530.pub2

Matthews, C. E., Ockene, I. S., Freedson, P. S., Rosal, M. C., Merriam, P. A., & Hebert, J. R. (2002). Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *Med Sci Sports Exerc*, 34(8), 1242-1248.

Matthews, D. E., & Campbell, R. G. (1992). The effect of dietary protein intake on glutamine and glutamate nitrogen metabolism in humans. *Am J Clin Nutr*, 55(5), 963-970. doi:10.1093/ajcn/55.5.963

McFarlin, B. K., Carpenter, K. C., Davidson, T., & McFarlin, M. A. (2013). Baker's yeast beta glucan supplementation increases salivary IgA and decreases cold/flu symptomatic days after intense exercise. *J Diet Suppl*, 10(3), 171-183. doi:10.3109/19390211.2013.820248

Merry, T. L., & Ristow, M. (2016). Do antioxidant supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training? *J Physiol*, 594(18), 5135-5147. doi:10.1113/JP270654

Mickleborough, T. D., Head, S. K., & Lindley, M. R. (2011). Exercise-induced asthma: nutritional management. *Curr Sports Med Rep*, 10(4), 197-202. doi:10.1249/JSR.0b013e318223cdb5

Mitchell, J. B., Pizza, F. X., Paquet, A., Davis, B. J., Forrest, M. B., & Braun, W. A. (1998). Influence of carbohydrate status on immune responses before and after endurance exercise. *J Appl Physiol* (1985), 84(6), 1917-1925. doi:10.1152/jappl.1998.84.6.1917

Nehlsen-Cannarella, S. L., Fagoaga, O. R., Nieman, D. C., Henson, D. A., Butterworth, D. E., Schmitt, R. L., . . . & Davis, J. M. (1997). Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running. *J Appl Physiol* (1985), 82(5), 1662-1667. doi:10.1152/jappl.1997.82.5.1662

Nieman, D. C. (1994). Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc*, 26(2), 128-139.

Nieman, D. C., Henson, D. A., Austin, M. D., & Sha, W. (2011). Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *Br J Sports Med*, 45(12), 987-992. doi:10.1136/bjism.2010.077875

Nieman, D. C., Henson, D. A., Fagoaga, O. R., Utter, A. C., Vinci, D. M., Davis, J. M., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (2002). Change in salivary IgA following a competitive marathon race. *Int J Sports Med*, 23(1), 69-75. doi:10.1055/s-2002-19375

Nieman, D. C., Henson, D. A., Gross, S. J., Jenkins, D. P., Davis, J. M., Murphy, E. A., . . . Mayer, E. P. (2007). Quercetin reduces illness but not immune perturbations after intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(9), 1561-1569. doi:10.1249/mss.0b013e318076b566

Nieman, D. C., Henson, D. A., McMahon, M., Wrieden, J. L., Davis, J. M., Murphy, E. A., . . . Dumke, C. L. (2008). Beta-glucan, immune function, and upper respiratory tract infections in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, *40*(8), 1463-1471. doi:10.1249/MSS.0b013e31817057c2

Nieman, D. C., & Pedersen, B. K. (2000). *Nutrition and Exercise Immunology*. Florida, US: CRC Press.

Pedersen, B. K., Helge, J. W., Richter, E. A., Rohde, T., & Kiens, B. (2000). Training and natural immunity: effects of diets rich in fat or carbohydrate. *Eur J Appl Physiol*, *82*(1-2), 98-102. doi:10.1007/s004210050657

Ristow, M., Zarse, K., Oberbach, A., Klötting, N., Birringer, M., Kiehnopf, M., . . . & Bluher, M. (2009). Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*, *106*(21), 8665-8670. doi:10.1073/pnas.0903485106

Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., . . . Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br J Sports Med*, *50*(17), 1043-1052. doi:10.1136/bjsports-2016-096572

Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., . . . Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*, *50*, 1030-1041. doi:10.1136/bjsports-2016-096581

Somerville, V. S., Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G. (2016). Effect of Flavonoids on Upper Respiratory Tract Infections and Immune Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr*, *7*(3), 488-497. doi:10.3945/an.115.010538

Svendsen, I. S., Taylor, I. M., Tonnessen, E., Bahr, R., & Gleeson, M. (2016). Training-related and competition-related risk factors for respiratory tract and gastrointestinal infections in elite cross-country skiers. *Br J Sports Med*, *50*(13), 809-815. doi:10.1136/bjsports-2015-095398

Walsh, N. P., Gleeson, M., Shephard, R. J., Gleeson, M., Woods, J. A., Bishop, N. C., . . . Simon, P. (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev*, *17*, 6-63.

Witard, O. C., Jackman, S. R., Kies, A. K., Jeukendrup, A. E., & Tipton, K. D. (2011). Effect of increased dietary protein on tolerance to intensified training. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(4), 598-607. doi:10.1249/MSS.0b013e3181f684c9