

Модуль 4. Иммунная система

Блок 4.1 Упражнение и иммунная система

Одним из наиболее важных факторов для команды в футболе является обеспечение того, чтобы команда оставалась здоровой. Профилактика травм и болезней является ключом к успеху. Тем не менее, особенно на самом высоком уровне, где два, а иногда и три матча играют за одну неделю, с большим количеством путешествий, переполненных пространств и так далее, это может быть непросто. К сожалению, физические упражнения и ограниченное выздоровление нанесут ущерб иммунной системе, и поэтому инфекции верхних дыхательных путей, как правило, возникают в зимние периоды (в европейский сезон), когда плотно закреплен график.

Важно убедиться, что иммунная система готова бороться с потенциально вредными (патогенными) микроорганизмами, такими как бактерии, вирусы и грибы. Хотя многие факторы влияют на вызываемую физическими упражнениями иммунную депрессию (например, физические, экологические и психологические стрессы), 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 в области питания могут помочь предотвратить иммунодепрессию. Сначала мы изучим иммунную систему и воздействие упражнений на иммунную систему.

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 депрессивной (известный как иммунодепрессия), что может привести к повышенной восприимчивости к инфекции. Несколько форм стресса, в том числе тяжелый график тренировок и соревнований, могут привести к иммунодепрессии у спортсменов, что ставит их в более высокий риск оппортунистических инфекций, особенно инфекций верхних дыхательных путей (УРТИ). (Джекендруп и Глисон, 2018, стр. 365).

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



Проще говоря, иммунная система распознает, атакует и уничтожает вещи, которые чужды телу. В действительности, функции этой гомеостатической системы гораздо более сложны, включая точную координацию многих типов клеток и молекулярных посыльных. Тем не менее, как и любая другая гомеостатическая система, иммунная система состоит из избыточных механизмов, обеспечивающих осуществление основных процессов. Иммунная система имеет две широкие функции: врожденный (естественный или неспецифический) иммунитет и адаптивный (приобретенный или специфический) иммунитет, которые работают синергически. Попытка инфекционного агента проникнуть в тело немедленно активирует врожденную систему. Эта так называемая первая линия обороны состоит из трех общих механизмов, преследующих общую цель ограничения проникновения микроорганизмов в организм:

- Физические или структурные барьеры (кожные, эпителиальные и слизистые).
- Химические барьеры (рН жидкостей организма и растворимые факторы).
- фагоцитные клетки (например, нейтрофилы и макрофаги или моноциты).

Отказ врожденной системы и полученная инфекция активизируют адаптивную систему, которая способствует восстановлению после инфекции. Адаптивный иммунитет в значительной степени помогает Т-лимфоцитам и В-лимфоцитам приобретение рецепторов, которые признают иностранные молекулы (так называемые антигены), порождая специфичность и "память", которые позволяют иммунной системе монтировать расширенный ответ, когда хозяин повторно инфицирован тем же патогеном.

Компоненты иммунной системы состоят как из клеточных, так и 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 последних могут быть идентифицированы с помощью конкретных белков (кластеров дифференциации или кластерных проекторов, которые выражаются на поверхности клетки определенного типа клеток. Например, все Т-лимфоциты выражают белок CD3 на поверхности клетки. В-лимфоциты не выражают CD3, но выражают CD19, CD20 и CD22. Определенное подмножество Т-лимфоцитов называется помощник Т-клеток конкретно выразить CD4 белка, в то время как цитотоксические Т-клетки выразить CD8. Т-клетки распознают короткие пептидные последовательности из антигенов только в том случае, если они проводятся на поверхности клетки и комплексированы с крупной молекулой комплекса гистосовместимости (МНС). Способность иммунной системы отличать себя от себя во многом зависит от МНС, группы белковых маркеров, которая присутствует на



поверхности каждой клетки и немного отличается в каждом человеке. (Джекендруп и Глисон, 2018, стр. 366).

4.1.2 Влияние физических упражнений на иммунную функцию

"Спортсмены, участвующие в программах тяжелой подготовки, в частности в мероприятиях по подготовке к выносливости, как представляется, более подвержены инфекции, чем население в целом. Например, у спортсменов чаще встречаются боли в горле и симптомы флуаза". (Calder & Yaqoob, 2013, p. 653). В настоящее время многие спортсмены, участвующие в элитных видах спорта, "подвергаются повышенной тренировочной нагрузке и все более насыщенным календарям соревнований" (Soligard et al., 2016, p. 1030). Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что ненадлежащее регулирование нагрузки является существенным фактором риска как для острых случаев заболевания, так и для синдрома избыточной нагрузки.

Международный олимпийский комитет (МОК) недавно создал экспертную группу для рассмотрения научных данных о взаимосвязи нагрузки (включая быстрые изменения в тренировочной и спортивной нагрузке, перегруженности календаря соревнований, психологической нагрузки и путешествий) и результатов в отношении здоровья в спорте. (Soligard et al., 2016, стр. 1030).

Они пришли к выводу о том, что имеются данные, свидетельствующие об изменении внешней нагрузки (увеличение объема и интенсивности тренировок) и внутренней тренировочной нагрузки (физиологическая и психологическая реакция на внешнюю нагрузку в каждом отдельном случае) связаны с повышенным риском заболевания и с тем, что участие в соревнованиях (единоразовое или множественное) связано с повышенным риском заболевания. Вместе с тем они также признали, что пока не представляется возможным определить в количественном выражении величину увеличения учебной нагрузки, которое связано с повышенным риском того или иного конкретного заболевания в том или ином виде спорта. Кроме того, факторы, обуславливающие повышенный риск заболевания в результате интенсивной подготовки и конкуренции, 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 предполагают, что эта повышенная восприимчивость к инфекции возникает из-за депрессии функции иммунной системы" (Calder & Yaqoob, 2013, p. 653). (Подробные обзоры см.: Gleeson, февраль 2016; Gleeson & Walsh, 2012; Gleeson & Williams, 2013; Walsh et al., 2011).

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



Циркулирующие числа и функциональные возможности лейкоцитов могут быть уменьшены повторными приступами интенсивных, длительных упражнений... Причиной может быть повышенный уровень гормонов стресса (например, эпинефрина и кортизола) и противовоспалительных цитокинов (например, IL-6 и IL-10) во время физических упражнений и вступления в циркуляцию менее зрелых лейкоцитов из костного мозга. (Колдер и Якуб, 2013, стр. 653).

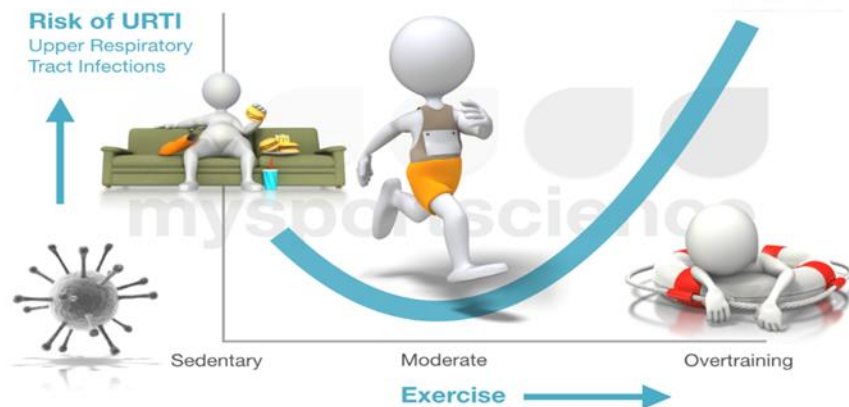
Увеличение свободного радикального производства во время физических упражнений является еще одним потенциальным ингибитором нескольких функций иммунных клеток. "Капли в крови концентрации глутамин были также предложены в качестве возможной причины иммунодепрессии, связанные с тяжелой подготовки, хотя доказательства этого является менее убедительным". (Колдер и Якуб, 2013, стр. 653). Воспаление, вызванное повреждением мышц может быть еще одним фактором.

Взаимосвязь между физическими упражнениями и восприимчивостью к инфекции была смоделирована в виде J-кривой (Nieman, 1994)... Эта модель предполагает, что, в то время как участие в умеренной активности может повысить иммунную функцию выше сидячего уровня ..., чрезмерное количество длительных, высокоинтенсивных упражнений может вызвать пагубное воздействие на иммунную функцию. Хотя в литературе приводятся убедительные доказательства в поддержку последнего момента, имеется относительно мало данных, позволяющих предположить какую-либо клинически значимую разницу в иммунной функции между сидящими и умеренно активными людьми. (Calder & Yaqoob, 2013, p. 653).

Таким образом, часть кривой J, представляющая эту часть соотношения, возможно, должна быть сглажена, как показано на рисунке 1.

Рисунок 1: Модель J-кривой подразумевает, что риск инфекции верхних дыхательных путей (УРТИ) снижается умеренной активностью, но постепенно повышается из-за более тяжелых тренировочных нагрузок

Effect of exercise on immune function



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

(К.Е.) Matthews et al. (2002) сообщили, что регулярное выполнение около 2 часов умеренных упражнений в день было связано с 29%-ным снижением риска УРТИ по сравнению с малоподвижным образом жизни. Аналогичным образом, в исследовании более 1000 участников, Ниман и др. «Ниман, Хенсон, Остин и Ша» (2011) отметили, что делать умеренные физические упражнения на 5 или более дней в неделю было связано с 30% ниже риск УРТИ, чем делать 1 день или меньше дней упражнений в неделю. Этот вывод подчеркивает, что польза от регулярных, умеренных физических упражнений в улучшении устойчивости к инфекции довольно мала, «хотя есть, конечно, существенные преимущества для сердечно-сосудистой и метаболической здоровья с более активным образом жизни». (Джекендруп и Глисон, 2018, стр. 381).

Перегруженные графики соревнований в сочетании с большим количеством поездок, пресс-мероприятий, больших скоплений людей и т.д. повышают восприимчивость к инфекции и требуют тщательного управления. Факторы, повышающие вероятность заболевания, рассматриваются ниже.

4.1.3 Причины заболеваний у игроков

Наиболее распространенными заболеваниями среди спортсменов (и населения в целом) являются вирусные инфекции верхних дыхательных путей (т.е. общий простуд и грипп), которые более распространены в зимние месяцы. Взрослые, как правило, переживают от двух до четырех эпизодов респираторных заболеваний в год. У спортсменов могут также развиться аналогичные симптомы (например, боль в горле [насморк,

сухой кашель]), вызванная аллергией или воспалением [затрагивающим слизистую оболочку верхнего дыхательного тракта], вызванным вдыханием холодного, сухого или загрязненного воздуха... [Сами по себе] Эти симптомы, как правило, тривиальные, но независимо от того, является ли причиной инфекционное или аллергическое воспаление, они могут привести к тому, что спортсмен будет прерывать тренировку, работать недостаточно или даже пропустить важное соревнование. (Глисон, 2015, стр. 1).

"Длительные приступы напряженных упражнений (обычно свыше 90 минут и непрерывного, а не прерывистого характера; как довольно типичная тренировка в футболе, как было показано, приводит к переходной депрессии функций белых кровяных клеток (лейкоцитов) " (Gleeson, 2015, р. 2), что, следовательно, может нарушить защиту от инфекционных патогенов, включая как вирусы, так и бактерии. Было высказано предположение, "что такие изменения создают "открытое окно" снижение защиты хозяина" (Gleeson, 2015, стр. 2), в течение которого патогенные микроорганизмы "могут закрепиться, увеличивая риск развития инфекции" (Walsh et al., 2011, как указано в Gleeson, 2015, р. 2). Другие факторы, включая «психологический стресс, недостаток сна и недостаточное питание (в частности, дефицит белка и основных микроэлементов), также могут угнетать иммунитет» (Walsh et al., 2011, как увчено в Gleeson, 2015, р. 2) и приводят 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 инфицирования. 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, участие конкурентов в больших толпах неизбежно. Полеты воздушным транспортом в зарубежные страны могут также повысить риск обнаружения инфекций. Недавно было показано, что международные путешествия были связаны со значительно более сильными симптомами респираторных заболеваний (URS) у профессиональных игроков регби, путешествующих по нескольким часовым поясам (Фаулер, Даффилд и Лу



2016; Schweltnus et al., 2012). Международные путешествия были независимым фактором риска для здоровья в другом перспективном исследовании среди элитных лыжников из разных стран (Свендсен и др. [Свендсен, Тейлор, Тонессен, Бахр, и. Глисон] 2016).

В ходе динамических упражнений воздействие на легкие переносимых по воздуху бактерий и вирусов возрастает из-за более высокой скорости и глубины дыхания. Однако ПВЦР могут также возникать из-за аллергии и воспаления дыхательных путей в результате дыхания холодным, сухим или загрязненным воздухом; ПВЦР, которые возникают в результате этого, неотличимы от ПВЦР, являющихся результатом респираторной инфекции. Таким образом, причина увеличения числа случаев симптомов респираторных заболеваний среди спортсменов, скорее всего, носит многофакторный характер. (Юкендруп и Глисон, 2018 год)

Острые заболевания могут приводить к снижению эффективности упражнений, прерыванию тренировок и даже к отсутствию важного соревнования. Острое инфекционное заболевание может влиять на ряд органов организма, вызывая снижение эффективности упражнений с помощью ряда механизмов, включая: нарушение двигательной координации, снижение мышечной прочности 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 потливости, тем самым снижая выносливость. Было также документально подтверждено, что снижение эффективности упражнений после полного выздоровления от респираторной болезни может длиться от 2 до 4 дней, а данные одного исследования показывают, что бегуны, которые начинают гонку на выносливость с системными симптомами острого заболевания, являются 2-3 раза меньше шансов завершить гонку. Также сообщалось, что в 33% случаев инфекция (чаще всего дыхательные пути) 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 упражнений. (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 ссадины 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 заболевания. Повышение проницаемости кишечника может привести к проникновению бактериальных эндотоксинов кишечника в циркуляцию, особенно во время длительных физических упражнений в условиях жары, и это может повысить риск тепловых заболеваний. 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 едят (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 заболевания. Похожие симптомы могут возникнуть с нетерпимостью к некоторым продуктам питания, хотя это не включает непосредственно активацию иммунной системы [, как поясняется ниже]. (Jeukendrup & Gleeson, 2018, p. 377).

4.1.4 Питание для минимизации иммунодепрессии у игроков

Плохое питание может способствовать нарушению иммунитета у спортсменов. Некоторые атлеты принимают диеты с очень высоким содержанием углеводов за счет белка и жира. Избегая продуктов с высоким содержанием жира у животных, спортсмены сокращают потребление растворимых в жире витаминов и основных ФАС. (Юкендруп и Глисон, 2018)

С другой стороны, экстремальные низкоуглеводные диеты увеличат стрессовую реакцию на физические упражнения, что также может увеличить иммуносупрессию.

Анекдотические и медийные сообщения пропагандируют предполагаемые преимущества некоторых витаминов и минералов. Но большинство спортсменов не понимают, что питательные микроэлементы полезны только при коррекции дефицита и что чрезмерное потребление отдельных микроэлементов может быть токсичным или может ограничить абсорбцию других важных микроэлементов. Недостаточность или избыток различных компонентов питания оказывают существенное воздействие на иммунную функцию и могут усиливать иммунодепрессию, связанную с тяжелыми



тренировочными нагрузками. (Юкендруп и Глисон, 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 с специфическими функциями (например, цитокины, антитела и острые фазовые белки). Функции иммунной системы, которые могут быть нарушены, включают производство гуморальных и секреторных антител, клеточно-опосредованный иммунитет, бактерицидную способность фагоцитов, комплементарное образование и Т-лимфоцитный пролиферативный ответ на митогены.

Говорят, что дефицит питания оказывает прямое воздействие, 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. (Джекендруп и Глисон, 2018).

Например, наличие углеводов непосредственно влияет на ряд функций лейкоцитов, но также косвенно влияет на лимфоидную систему через ее влияние на циркулирующие уровни катехоламинов, адренокортикотрофического гормона (АКТГ) и кортизола. Изменения в уровнях плазмы этих гормонов стресса, вероятно, в основном отвечает за наблюдаемые изменения в иммунной функции после острого приступа физических упражнений.

Воздействие дефицита питательных веществ на иммунную систему зависит от продолжительности дефицита, а также от состояния питания спортсмена в целом. Кроме того, одним из факторов является серьезный характер дефицита, хотя даже незначительный дефицит одного питательного вещества может изменить иммунную реакцию. Поскольку наличие одного питательного вещества может усиливать или ослаблять действие другого, а дефицит питательных веществ часто возникает вместе, важное значение имеет также взаимодействие питательных и питательных веществ с иммунной функцией. Спортсмены, которые упорно тренируются, едят, чтобы удовлетворить свои потребности в энергии, потребляя больше макроэлементов (углеводов, белков и жиров) и микроэлементов (витаминов и минералов), чем их сидячие коллеги. Таким образом, они могут ingest чрезмерное количество некоторых питательных веществ. Чрезмерное количество специфических питательных веществ (например, омега-3 полиненасыщенных ФА, железа и цинка) может иметь пагубные



последствия для иммунной функции.

Спортсмены, как правило, рекомендуется есть хорошо сбалансированную диету, состоящую из различных продуктов питания в достаточном количестве, чтобы покрыть свои расходы на энергию. Но многие спортсмены меняют свое питание. Они могут использовать диеты с высоким содержанием белка или углеводов или жиров, очень низкой энергии диеты, поста, или мегадоз витаминов и минералов. Такие диетические крайности могут на самом деле поставить под угрозу иммунную функцию. Например, диеты, которые чрезмерно высоки в углеводах, благоприятствования многих спортсменов держать гликогена магазинов высокой, как правило, с низким содержанием мясных продуктов и, таким образом, с низким содержанием белка (важное питательное вещество для иммунной функции) и витамин B12 (необходимо для синтеза ДНК). Многие спортсмены избегают молочных продуктов, чтобы свести к минимуму потребление насыщенных жиров, но тем самым они опускают из своего рациона основные источники витамина D, витаминов группы B и кальция, которые играют роль различной важности в поддержании иммунной функции. "Если потребление жира вызывает озабоченность, то спортсмены должны выбрать обезжиренные или обезжиренные молочные продукты, которые обеспечивают тот же (или более высокий) уровень кальция, витамина D и витамина B12, как полножирные молочные продукты делать" (Jeukendrup и Gleeson, 2018, стр. 396). Только молоко (независимо от содержания жира) может быть обогащено витамином D.



Блок 4.2 Макроэлементы и иммунная функция

4.2. 1 Микроэлементы

Углеводов

Важность адекватной доступности углеводов для поддержания тяжелых графиков тренировок и успешных спортивных результатов не вызывает сомнений. В периоды тяжелой подготовки спортсмены должны потреблять достаточно углеводов. В футболе: 5-8 г/кг bw/day углеводов. Эти рекомендации в основном направлены на восстановление мышц и печени гликогена магазинов для обеспечения достаточной доступности углеводов для сокращения скелетных мышц для обучения на смену дней ". (Глисон, 2006b, стр. 165).

Глюкоза также является важным топливом ... для клеток иммунной системы, включая лимфоциты, нейтрофилов и макрофагов... Фагоциты используют глюкозу со скоростью в 10 раз больше, чем они используют глутамин, когда эти субстраты присутствуют в среде культуры при нормальных физиологических концентрациях... Важность глюкозы для правильного функционирования лимфоцитов и макрофагов также подчеркивается в исследовании, показывающем, что «митоген-стимулированный» пролиферацию этих клеток *in vitro* зависит от концентрации глюкозы над физиологическим диапазоном. (Глисон, 2006b, стр. 165).

Клетки иммунной системы имеют чрезвычайно высокие скорости обмена веществ, и этот вывод подчеркивает важность адекватного питания для обеспечения топливом для поддержания иммунокомпетентности.

Поскольку повышенный уровень гормонов стресса, кажется, вызывает многие аспекты нарушения иммунных функций, вызванных физическими упражнениями,

Ожидается, что стратегии в области питания, которые эффективно снижают реакцию гормонов стресса на упражнения, будут ограничивать степень вызываемой физическими упражнениями иммунной дисфункции. Размер запасов гликогена в мышцах и печени при начале физических упражнений влияет на гормональную и иммунную реакцию на упражнения. Количество гликогена, хранящегося в организме, ограничено (обычно менее 500 г) и зависит от недавней физической активности и количества углеводов в рационе питания. (Calder & Yaqoob, 2013, p. 662).

Когда люди проводят длительные физические упражнения в течение нескольких дней на диете с очень низким содержанием углеводов



(обычно 50 г углеводов в день), "величина реакции гормона стресса (например, адреналина и кортизола) и цитокина (например, ИЛ-6, антагониста рецепторов интерлейкина-1 (ИЛ-1 ра) и ИЛ-10) значительно выше, чем при нормальном или высоком углеводном рационе" (Gleeson, Blannin, Walsh, Bishop, & Clark, 1998, цитируется в Gleeson, Nieman & Pedersen, 2004, p. 119). "Кроме того, снижение концентрации глутамина в плазме больше, чем при нормальном и с высоким содержанием углеводов рационе" (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Предполагается, что спортсмены с дефицитом углеводов подвергают себя риску иммуносупрессивного воздействия кортизола и снижения доступности глутамина, включая подавление производства антител, распространение лимфоцитов и цитотоксическую активность НК-клеток. В исследовании Митчелла и др. (1998 год) было отмечено, что упражнения (в течение 1 часа при 75% Vo₂max) в состоянии, характеризующемся истощением гликогена (в результате предшествующих упражнений и в течение 2 дней на диете с низким содержанием углеводов) Это привело к большему снижению числа лимфоцитов при 2-часовом посмертном упражнении по сравнению с тем же упражнением, которое проводится через 2 дня при диете с высоким содержанием углеводов.

Потребление углеводов во время длительных упражнений уменьшает рост адреналина, кортизола и цитокинов плазмы (Nehlsen-Cannarella et al., 1997); снижает оборот большинства подмножеств лейкоцитов и лимфоцитов, включая рост нейтрофила: лимфоцитное соотношение; предотвращает вызываемое физическими упражнениями падение в функции нейтрофила; и уменьшает степень сокращения пролиферации Т-лимфоцитов, стимулированных митогенами (на основе каждой клетки), после длительных упражнений. Было показано, что потребление 30-60 г углеводов в час в течение 2,5 часов напряженной цикличности предотвратило как уменьшение количества и процентной доли интерферон-гамма (ИФН-γ) положительных лимфоцитов Т, так и подавление производства ИФН-γ из стимулированных Т-лимфоцитов. Лимфоциты, замеченные в контрольном испытании плацебо. Производство ИФН-γ критически важно для противовирусной защиты, и было высказано предположение, что подавление производства ИФН-γ может быть важным механизмом, ведущим к повышению риска инфекции после длительных тренировок.

Дополнительное преимущество потребления углеводов в напитках во время тренировок может заключаться в том, что оно помогает



поддерживать скорость течения слюны во время тренировок. Слюна содержит несколько белков с антимикробными свойствами, в том числе иммуноглобулин А (Iga), лизим и β -амилаза. В периоды интенсивной подготовки спортсмены имеют более низкий уровень Ига в слюне, и это может способствовать росту заболеваемости УРТИ. Секреция слюны под нейронным контролем. Стимуляция симпатической нервной системы, которая происходит во время упражнений, вызывает сосудистое созревание кровеносных сосудов до слюнных желез и приводит к снижению секреции слюны. Регулярное поступление жидкости во время тренировок предотвращает этот эффект, и исследование (Бишоп, Блэннин, Армстронг, Рикман и Глисон, 2000) подтвердило, что регулярное потребление углеводосодержащих напитков помогает поддерживать скорость слюны и Следовательно, скорость секреции слюны во время длительных упражнений. (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Важно отметить, что изменения этих показателей иммунной функции необязательно означают ослабление иммунной функции или увеличение числа инфекций.

Данные, свидетельствующие о том, что любое положительное воздействие углеводов на иммунную реакцию на физические упражнения приводит к сокращению заболеваемости УРТИ после длительных физических упражнений, в настоящее время отсутствуют. Хотя в исследовании 98 марафонских бегунов [Ниман и др., 2002] была отмечена тенденция к положительному воздействию потребления углеводов на послерасовую УРТИ, этот вывод не достиг статистической значимости. Для изучения этой возможности необходимы более масштабные исследования. (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Жиры

Потребление жиров, как правило, составляет 20-35% энергии питания, но на самом деле это не рекомендация. Тип пищевого жира, однако, важен.

Две группы полиненасыщенных ФА (ПУФА) имеют важное значение для организма: омега-6 (n-6) серии, полученные из линолевой кислоты, и омега-3 (n-3) серии, полученные из линоленовой кислоты. Адекватное потребление этих ФА для взрослых мужчин и женщин составляет 17 и 12 г/день, соответственно, для N-6 FAs и 1,6 и 1,1 г/день, соответственно, для N-3 FAs. Эти FAs не могут быть синтезированы в организме и, следовательно, должны быть получены из рациона. Диеты, богатые любым из этих пуфов, улучшают состояние пациентов, страдающих заболеваниями, характеризующимися чрезмерной иммунной системой, такими как ревматоидный артрит, и есть также свидетельства, что рыбий жир3 Добавки ФА могут помочь свести к минимуму симптомы



респираторных заболеваний у лиц, которые восприимчивы к вызываемой физическими упражнениями бронховидности (Миклборо, Хед, и Линдли, 2011). Таким образом, эти пуфы имеют иммуномодулирующие функции.

Хотя FAs используются в качестве топлива лимфоцитов, их окисление, как представляется, не имеет решающее значение для функции лимфоцитов, потому что ингибирование окисления ФА не влияет на способность лимфоцитов размножаться в ответ на митогены. FAs оказывают либо прямое воздействие (путем изменения текучести клеточной мембраны) или косвенные эффекты (как предшественники клеточной сигнализации молекул, называемых эйкозаноидами) на иммунную функцию, как правило, приводит к сокращению производства IL-2 и подавлены митоген-индуцированной лимфоцитов распространения. Но добавки с витамином E или витамином C, как представляется, обеспечивают частичную защиту от некоторых из этих иммуносупрессивных эффектов.

Относительно мало известно о потенциальном вкладе ФА в регулирование индуцированной физическими упражнениями модификации иммунной функции. Хотя никакое изучение не было сделано в спортсменах, чрезмерное потребление PUFA смогло по возможности более далее потенцировать тренировк-индуцированное подавление продукции IL-2 и пролиферации лимфоцитов. Высокое потребление арахидоновой кислоты по отношению к приему ФА группы N-3 может также оказывать нежелательное влияние на воспаление и иммунную функцию во время и после физических упражнений. Изменение основных распределения FA через диетические изменения или пищевые добавки уже применяется в лечении хронических воспалительных заболеваний. Необходимы дополнительные исследования о влиянии изменения основных FA потребление на иммунную функцию после физических упражнений и в периоды тяжелой подготовки. Исследование, которое исследовало влияние тренировки на выносливость в течение 7 недель на богатых углеводами (65% диетической энергии) или богатых жирами (62% диетической энергии) диеты пришли к выводу, что диета во время тренировки может повлиять на естественный иммунитет, потому что активность клеток НК увеличилась на богатую углеводами диету по сравнению с богатой жирами диеты (Педерсен, Хельге, Рихтер, Роде, Киенс, 2000). Результаты этого исследования показывают, что богатая жирами диета наносит ущерб иммунной функции по сравнению с богатой углеводами диеты, но не уточняют, является ли этот эффект результатом отсутствия диетических



углеводов или избыток конкретного диетического жирового компонента. (Джекендруп и Глисон, 2018).

Белок и аминокислоты

"Недостаточное потребление белка ухудшает иммунитет хозяина, что особенно пагубно сказывается на Т-клеточной системе, что приводит к увеличению числа оппортунистических инфекций... Некоторое нарушение механизмов хост-защиты наблюдается даже при умеренном дефиците белка". (Calder & Yaqoob, 2013, p. 656).

Чрезмерное потребление белка в рационе питания может также отрицательно сказываться на иммунной функции. Диета, богатая белком (24% белка, 72% жира и 3% углеводов), потребляемая в течение 4 дней, вызвала 25% понижение уровня глутамин в мышцах и плазме (D. E. Matthews & Campbell, 1992). Это снижение было обусловлено увеличением потребления глутамин в почках для восстановления нормального баланса кислотных оснований, поскольку высокий уровень потребления белка в сочетании с низким уровнем потребления углеводов вызывает хронический метаболический ацидоз. Кроме того, снижение концентрации глутамин в плазме после длительных напряженных упражнений становится более значительным при потреблении низкоуглеводородного рациона по сравнению с обычным рационом питания. Впрочем, употребление углеводов во время упражнений не препятствует падению в плазменном глутамин. (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Проглатывание 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 (0,3 г/кг мт) может помочь восстановить некоторые аспекты иммунной функции в период восстановления (Витард, Джекман, Кис, Джукендруп, и Типтон, 2011) и сократить число случаев респираторных инфекций среди чрезмерно больных спортсменов, подчеркивая важность поощрения спортсменов к разработке стратегий питания, в рамках которых основное внимание уделяется послетренировочному периоду 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, B6 и фолиевая кислота) также играют важную роль в иммунной функции, но дефицит этих витаминов в организме человека крайне редок. (Глисон, 2006 b, p. 184).

"В литературе нет никаких указаний на то, что потребление витаминов среди спортсменов в целом является недостаточным" (Глисон, 2006b, p. 184), за исключением витамина D. Спортсмены, как правило, потребляют больше, чем в среднем, количества большинства микроэлементов, и, как и в случае с пищевыми белками, увеличение рациона питания может удовлетворить любое увеличение потребностей, кроме витамина D, который в основном получен из 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 через пот во время тренировок незначительна, а метаболизм витаминов в основном не затрагивается физическими упражнениями"

Антиоксидантные витамины

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

Реактивные виды кислорода [ROS] подавляют локомоторную и бактерицидную активность нейтрофилов, уменьшают распространение Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов и ингибируют активность НК-клеток. Длительные тренировки на выносливость, похоже, связаны с адаптивной активизацией антиоксидантной системы защиты...

Витамин С (аскорбиновая кислота) обнаружен в высоких концентрациях лейкоцитов и связан с различными антиинфицирующими функциями, включая поощрение распространения Т-лимфоцитов, предотвращение подавления активности нейтрофилов кортикостероидными препаратами, производство интерферона, и ингибирование репликации вируса. (Gleeson et al., 2004, pp. 117-118).

Исследования показывают, что ежедневное введение больших доз витамина С снижает заболеваемость симптомами URTI у спортсменов после того, как они участвовали в экстремальных упражнениях (сверхмарафонские гонки). Результаты одного из этих исследований также свидетельствуют о том, что добавление дополнительных



антиоксидантов (витамина Е и б-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 рандомизированном исследовании с двойным слепым плацебо, прием 1500 мг/день витамина С за 7 дней до ультрамарафона и потребление витамина С в углеводном напитке во время гонки (субъекты в группе плацебо потребляли один и тот же углеводный напиток без добавки витамина С) не повлиял на окислительный стресс, цитокин или иммунную функцию во время и после гонки. (Nieman et al., 2002, как цитируется в Gleeson, Bishop, & Walsh, 2013, p. 227).

Последний мета-анализ Кокрейна исследовал доказательства того, что ежедневные дозы витамина С более чем 200 мг эффективны, чем плацебо в профилактике или лечении обычной простуды (Дуглас и др., 2007). Двадцать девять экспериментальных сопоставлений с участием 11077 участников исследования способствовали проведению этого мета-анализа относительного риска (RR) развития холода при приеме профилактического витамина С. Объединение RR составило 0,96 (95% CI 0,92 до 1,00). Подгруппа из шести исследований, в них участвовали физически активные испытуемые (в общей сложности 642 марафонцев, лыжников и солдат на субарктических упражнениях) сообщила о совокупности RR 0,50 (95% ДИ от 0,38 до 0,66). Тридцать сравнений, которые участвуют 9676 респираторных эпизодов способствовали мета-анализ на продолжительность простуды во время витамина С или плацебо добавок. Последовательное преимущество витамина С наблюдалось, что представляет собой сокращение продолжительности простуды на 8% (95% КИ от 3% до 13%) для взрослых участников и 13,5% (95% CI от 5% до 21%) для детей-участников. Пятнадцать тестовых сопоставлений, в которых участвовало 7045 респираторных эпизодов, способствовали мета-анализ серьезности эпизодов, имевших место в ходе профилактических мероприятий, и полученные результаты свидетельствуют о пользе витамина С в тех случаях, когда в качестве меры строгости использовались дни, проведенные дома и вне работы или школы. В ограниченном числе испытаний были исследованы длительность и степень холодного заболевания во время терапии витамином С, который был начат после появления симптомов простуды, и не было обнаружено никаких существенных различий между плацебо. Авторы пришли к выводу о том, что тот факт, что добавки витамина С не позволили снизить заболеваемость простудой среди обычного



населения, свидетельствует о том, что обычные мега-Профилактика дозы в целом не оправдана, но лица, подвергшиеся кратковременным физическим упражнениям или холоду, вполне могут получить определенную выгоду. (Gleeson et al., 2013, p. 228-229).

"Таким образом, хотя в литературе отмечаются некоторые несоответствия в отношении антиоксидантных добавок и иммунных реакций на физические упражнения, имеются определенные основания полагать, что такие добавки могут оказать благотворное воздействие на уменьшение вызываемого физическими упражнениями иммунодепрессии." (Глисон, 2006 год, стр. 125). Но даже если высокодозированные антиоксидантные добавки дают некоторый защитный эффект риска инфекции, "спортсменам нужно учитывать риски, которые могут включать затупление некоторых из адаптаций к тренировкам" (Gleeson et al., 2013, p. 229).

Для витамина А, β-каротина и витамина Е может быть меньше доказательств, но потенциальные негативные последствия все еще присутствуют.

Поскольку имеется мало свидетельств того, что чрезмерная добавка антиоксидантных витаминов (за возможным исключением витамина С) дает какие-либо иммунные преимущества, эту практику рекомендовать не следует. "Действительно, чрезмерное дополнение может уменьшить естественную систему защиты организма от антиоксидантов и может ослабить некоторые тренировочные адаптации на выносливость, такие как биогенез митохондрий" (Gomez-Cabrera, Ristow, & Vina, 2012; Merry & Ristow, 2016; Ristow et al., 2009; цитируется в Jeunkendrup & Gleeson, 2018, p. 396). Таким образом, пожалуй, самым разумным вариантом является обеспечение того, чтобы рацион содержал большое количество свежих фруктов и овощей.

Витамин В12 и фолиевая кислота

Дефицит витамина В12 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 В12 может быть усвоен из кишечника только в присутствии внутреннего фактора гликопротеина. Отсутствие этого фактора или дефицит витамина В12 вызывает губительную анемию, которая оказывает пагубное воздействие на иммунную функцию. Так, например, у людей с первичной вредной анемией сообщалось о снижении пролиферативной реакции митогенов на лимфоциты и незначительном снижении фагоцитарной и бактерицидной способности нейтрофилов. Единственные природные источники витамина В12 имеют животное происхождение. Таким образом, вегетарианские спортсмены и спортсмены, которые избегают молочных продуктов, чтобы свести к минимуму потребление насыщенных жиров, подвергаются высокому риску дефицита этого витамина. Если потребление жира является проблемой, то



спортсмены должны выбрать не содержащие жира молочные продукты, которые обеспечивают тот же (или более) уровень В12, что и полностью жирные молочные продукты (Jeukendrup & 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 et al., 2013). В последние годы было установлено, что витамин D важен не только для гомеостаза кальция и здоровья костей, но и для оптимального функционирования скелетной мышцы и иммунной функции, а также для некоторых других последствий для здоровья.

"Витамин D, на самом деле, не витамин, а секостероидный гормон [который в основном] производится в коже от 7-дегидридоэстера после воздействия солнечного ультрафиолетового излучения" (Gleeson et al., 2013, p. 229). Две формы витамина D могут быть получены из источников питания: витамин D3 (холекальциферол) и витамин D2 (эргокальциферол). Эндогенно синтезированный витамин D3 и производные от диеты D2 и D3 должны быть сначала гидроксилатированы в печени в 25-гидроксивитамин D (25(OH)D), основной вид хранения (Jeukendrup & Gleeson, 2018). Во второй гидроксильации 25(OH)D преобразуется в биологически активную форму, 1,25-дигидроксивитамин D (1, 25(OH)2D), на 1- α -гидроксилазу в почках или некоторых клетках в неренальных отделениях, включая несколько клеток иммунной системы, включая Т-клетки, В-клетки, макрофаги

Статус витамина D определяется путем измерения концентрации сыворотки основной циркулирующей формы прокормона, 25-гидроксивитамина D (25(OH)D), который образуется в печени. Дефицит витамина D (сыворотка 25(OH)D 40 нмоль/л) не является чем-то необычным и достигает эпидемического уровня среди взрослых с ограниченным солнечным освещением (Calder & Yaqoob, 2013, p. 668).

"Недавнее исследование, проведенное в университете спортсмены сообщили более высокий уровень плазменного кателицидина и слюнных секреторных иммуноглобулинов (SIgA) секреции у тех, кто плазмы 25(OH)D больше, чем 120 нмоль / л по сравнению с теми, кто имел более низкий статус витамина D" (He et al., 2013).

Кроме того, низкий уровень витамина D (25(OH)D 30 нмоль/л) был связан со значительно более низким уровнем производства противоангиогенных цитокинов (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 & Gleeson, 2018, 398).



"Более высокое производство цитокинов в ответ на вызов антигена с улучшенным витамином D может рассматриваться как благотворное средство для защиты от патогенных микроорганизмов" (He et al., 2013), и действительно, в He et al. (2013) исследования, те спортсмены с относительно высоким уровнем витамина D имели меньше случаев заболевания верхних дыхательных путей (URI) в течение 4 зимних месяцев, чем с недостаточным уровнем витамина D. Кроме того, у тех, кто пережил по крайней мере один эпизод URI, Как тяжесть, так и длительность симптомов были отрицательным образом связаны с витамином D.

В большинстве случаев основным источником витамина D (~80-90%) является воздействие солнечного света на кожу, поэтому на витамин D, 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 & Gleeson, 2018). Кроме того, некоторые хлопья на завтрак, молочные продукты и маргарины могут обогащаться витамином D. Диета и 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.

"Vitamin D недостаточность, как сообщается, распространены у спортсменов в Соединенном Королевстве, особенно при подготовке в зимние месяцы (Close et al., 2013; Он и др., 2013; Мортон и др. 2012)" (Jeukendrup и Gleeson, 2018). Исследование, которое оценивало состояние витамина D британских профессиональных спортсменов (широта 53°N), сообщило, что 62% спортсменов (38/61), включая «профессиональных регбистов, футболисты и жокеи имели неадекватную концентрацию сыворотки 25 (ОН)D (< 50 нмоль/л) в зимние месяцы (Close et al., 2013)" (Jeukendrup и Gleeson, 2018). В исследовании элитных футболистов в английской Премьер-лиге, 65% (13/20) игроков представили сыворотки всего 25 (ОН)D концентрации <50 нмоль / л в декабре (Мортон и др., 2012)

Таким образом, неопровержимые доказательства указывают на преимущества избежания дефицита витамина D для поддержания иммунитета и предотвращения респираторной инфекции у спортсменов и военнослужащих (см. обзор He et al., 2016 "Недавняя работа у спортсменов показывает благотворное влияние оптимизации статуса витамина D на врожденный и слизистый иммунитет" Хотя Институт медицины описывает достаточность витамина D (для здоровья костей) как циркулирующий уровень > последние данные предварительно подтверждают оптимальный циркулирующий уровень 25 (ОН)D 75 нмоль/л для профилактики инфекций верхних дыхательных путей (He et al., 2016).



В зимний период трудно добиться этого за счет одних только источников витамина D с пищей, однако очень высокие дозы пероральных добавок витамина D (например, 250 мкг или 10000 IU в день) не представляются необходимыми для достижения этого предлагаемого оптимального статуса витамина D для 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 (25(OH)D уровень > 50 нмг/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 IU 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 сложные смеси антиоксидантных соединений от повышенного потребления фруктов и овощей» (Gleeson, 2006b, p. 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 (как α -токоферол ацетат), выдаваемого ежедневно 18 мужчинам в течение 3 недель, вызывали значительную депрессию в бактерицидной активности лейкоцитов периферической крови и вызываемого митогенами распространения лимфоцитов. (Gleeson & Jeukendrup, 2018)

Потребление "мегадоз витамина A может ослабить воспалительный ответ и формирование добавок, а также вызвать другие патологические эффекты, в том числе вызвать... аномалии плода при потреблении беременными женщинами" (Gleeson, 2006b, p. 186) и уменьшить плотность костных минералов. "Витамин D3 в дозах до 100 мкг или 4000 IU/ день, как известно, является безопасным, но токсичность становится риском (например, гиперкальциемия, камни в почках) при ежедневных дозах более 250 мкг или 10000 IU/ день" (Gleeson & Jeukendrup, 2018).



4.2.3 Минералов

Минеральное сырье классифицируется как макро- или микроминеральное сырье (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 & Pedersen, 2000, p. 150).

Из этих 14 "несколько... как известно, оказывают модуляторное воздействие на иммунную функцию" (Nieman & Pedersen, 2000, p. 150), включая цинк, железо, селен и медь. Однако, за исключением цинка и железа, отдельные дефекты встречаются 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, упражнения оказывают заметное влияние на метаболизм цинка и железа. (Bishop, Blannin, Walsh, Robson, & Gleeson, сентябрь 1999, p. 169).

Цинк

Роль цинка... иммунной функции получил все большее внимание в последние годы. Цинк имеет важное значение для развития иммунной системы, и более 100 металлоконструкцимов были определены как цинк-зависимых, в том числе тех, кто участвует в транскрипции (ДНК) и синтез белков. Например, цинк является кофактором фермента терминальной дезоксирибонуклеотидной трансферазы, которая требуется незрелым Т-клеткам для их репликации и функционирования. Последствия дефицита цинка для иммунной функции включают атрофию лимфоидов, снижение респираторных кожных реакций, снижение производства IL-2, ухудшение пролиферативных реакций лимфоцитов, стимулированных митогенами, и снижение NKCA. Кроме того, наличие цинка влияет на свободное производство супероксидов стимулированными макрофагами, хотя в лаборатории этот эффект, по-видимому, зависит от фактической молекулярной формы цинка.

Вегетарианские спортсмены 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, высокий уровень волокон в этих пищевых продуктах может снизить абсорбцию цинка. Дефицит цинка также может быть



проблемой для спортсменов в спорте, где низкая масса тела, как полагают, дает преимущество в производительности.

Очень низкоэнергетические или голодные диеты могут вызвать значительные потери цинка.... Поскольку цинк теряется в организме в основном в поте и моче и эти потери увеличиваются в результате физических упражнений, возможно, что плотный график тренировок может вызвать дефицит цинка у спортсменов. Несомненно, что женщины с высокой квалификацией имеют значительно более высокий уровень экскреции цинка в моче по сравнению с лицами, не прошедшими специальную подготовку. (Бишоп и др., сентябрь 1999 года, стр. 169-170).

В хорошо обученных мужских играх острый приступ интенсивных упражнений увеличивает ежедневную экскрецию цинка в моче на 34% по сравнению со значениями отдыха (Bishop et al., сентябрь, 1999).

У спортсменов мужского и женского пола концентрация цинка в плазме ниже, чем у неподготовленных людей. Исследования, касающиеся связи между иммунной функцией, физическими упражнениями и цинковым состоянием у спортсменов, отсутствуют. Тем не менее, исследование самцов бегунов показало, что 6 дней добавки цинка (25 мг цинка и 1,5 мг меди, дважды в день) ингибировали связанное с упражнениями увеличение супероксидного свободного-радикального образования активированными нейтрофилами... и преувеличивали упражнения - индуцированное подавление распространения 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 митогенов и нарушением фагоцитной активности нейтрофилов... . Поэтому мегадозы цинка не рекомендуются. Спортсменов следует поощрять к уделению особого внимания продуктам питания, богатым цинком (например, птица, мясо, рыба и молочные продукты). Вегетарианцам рекомендуется принимать от 10 до 20 мг добавки цинка ежедневно [RDA составляет 10 мг и 12 мг для женщин и мужчин, соответственно], но с учетом... результатов [только что обсужденных], добавки в нижней части этого диапазона могут быть более пригодны для вегетарианских спортсменов.

Эффективность добавок цинка как средства лечения обычной простуды исследовалась по меньшей мере в 11 исследованиях... опубликованных с 1984 года. Сделанные выводы носят двусмысленный характер, 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 (Макнин, 1999 год; Маршалл, 2000 год). (Gleeson, 2006b, pp. 194-195).

Хотя лишь ограниченные данные свидетельствуют о том, что принятие добавок цинка снижает заболеваемость УРТИ (Mcelroy, & Miller, 2002; Veverka et al., 2009), в исследованиях, которые сообщили о положительном влиянии цинка на лечение обычной простуды (например, уменьшение длительности симптомов, серьезности, или и того и другого) цинковые леденцы с высоким содержанием ионного цинка (> 75 мг/сутки) должны были быть приняты в течение 24 часов с момента возникновения симптомов, чтобы иметь какое-либо преимущество (Гемила, 2011). Потенциальные проблемы с добавками цинка включают тошноту, реакции плохого вкуса, снижение холестерина HDL, снижение некоторых функций иммунных клеток (например, окислительный всплеск нейтрофила) и помехи при поглощении меди (Gleeson, 2000). (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Железо

"Железодефицит широко распространен во всем мире, и, по некоторым оценкам, 25% населения мира страдает от железодефицитной недостаточности" (Bishop et al., , сентябрь 1999, р. 170). Конкуренты выносливости рискуют столкнуться с дефицитом железа из-за увеличения потерь железа в поте, моче и фекалиях. Однако показатель истощения запасов железа среди спортсменов "не превышает аналогичный показатель для населения в целом. Тем не менее, упражнения могут способствовать истощению железа; реакция носителя острой фазы на стресс (включая упражнения) включает в себя понижение уровня циркулирующего свободного железа" (Gleeson, 2006b, р. 195).

Повышение ИЛ-1, вызванное стрессом, вызывает высвобождение гранулоцита железосодержащего белка лактоферрина в циркуляции. Затем считается, что лактоферрин связывает (хелатирует) железо с трансферрином и образует комплексы лактоферрина-железа, что приводит к понижению концентрации железа в плазме, которая не зависит от изменений объема плазмы. (Jeukendrup & 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 антитела. (Gleeson, 2006b, р. 195).



"Исследование показало, что железodefицитные мыши имеют более низкую смертность после заражения сальмонеллой по сравнению с железосодержащими мышами" (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Таким образом, дефицит железа может... защитить человека от инфекции, в то время как добавки могут предрешать инфекционное заболевание, особенно потому, что железо катализирует образование гидроксильных свободных радикалов, и высокое потребление железа может препятствовать абсорбции цинка желудочно-кишечного тракта. С другой стороны, дефицит железа подавляет различные аспекты иммунной функции, включая производство макрофага ИЛ-1, пролиферативное реагирование на митогены лимфоцитов, НККА [фагоцитная активность нейтрофилов] и замедленную кожную гиперчувствительность [индекс опосредованной клетки иммунной функции]...

Был предложен ряд причин дефицита железа в выносливости спортсменов, участвующих в тяжелых тренировках были предложены: физические упражнения могут вызвать сокращение желудочно-кишечного железа поглощения, и железо теряется в поте, 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% диетического железа поглощается, «такие потери» увеличивают диетические потребности примерно на 10 мг/день, что примерно в два раза превышает норму суточной потребности в железе (RDA составляет 15 мг для женщин и 10 мг для мужчин). (Gleeson, 2006b, pp. 195-196).

Кроме того, некоторые повреждения красных кровяных телец (гемолиз) могут возникать у бегунов и игроков из-за удара ногами, а у пловцов из-за трения тела при движении через воду. Впоследствии будет происходить потеря гемоглобина в моче, хотя считается, что эта потеря является незначительным стоком на железных складах. Некоторые спортсмены также подвержены желудочно-кишечному кровотечению во время тренировок, что может увеличить фекальные потери железа.

Биодоступность железа ниже в вегетарианских диетах из-за отсутствия гемового железа, которое легче усваивается. Единое мнение заключается в том, что все спортсмены должны знать о продуктах, богатых черным железом, таких как постное красное мясо, птица и рыба, и включать их в ежедневное питание. Железные требования к выносливости спортсменов могут вдвое превышать RDA, хотя эти требования могут быть удовлетворены с помощью диеты без необходимости в



искусственных добавках. Вегетарианские спортсмены должны убедиться, что выбор растительной пищи является железом плотным (например, зеленые листовые овощи, бобовые, цельнозерновой хлеб и макаронные изделия, и железо укрепленные продукты) (Jeukendrup и Gleeson, 2018). Некоторые хлопья для завтрака, бары и хлеб укреплены железом и обеспечивают хороший источник, хотя обычно в количествах меньше, чем RDA. "Мегадозы железа не рекомендуются, и обычные устные добавки железа не следует принимать без медицинской консультации" (Jeukendrup и Gleeson, 2018).

Селен

Дефицит селена может влиять на все компоненты иммунной системы. Селен является кофактором пероксидазы и редуктазы глутатиона и, таким образом, влияет на тушение ROS. Таким образом, потребность в селене может возрасти у спортсменов, участвующих в регулярных программах интенсивной подготовки. Но к любым добавкам селена следует относиться с осторожностью. (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

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

Медь

Воздействие дефицита меди на иммунную функцию включает в себя нарушение формирования антител, воспалительный ответ, фагоцитоз нейтрофилов, NKCA, и реакции стимуляции лимфоцитов. Результаты изменений состояния меди в результате физических упражнений и тренировок являются противоречивыми и, возможно, отражают неадекватность методов, используемых для измерения состояния меди. (Nieman & Pedersen, 2000, p. 147).

С физическими упражнениями

Возможно некоторое перераспределение меди между отсеками тела..., и спортсмены, как сообщается, теряют медь в поту, собранном после тренировок. Хотя медная недостаточность редко встречается у людей, спортсмены, принимающие цинковые добавки, могут повредить желудочно-кишечной абсорбции меди из-за схожих физико-химических свойств этих двух минералов. (Jeukendrup & 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/день-1 для женщин; таким образом, магний классифицируется как макромонтайл, 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 субъектов не сообщаются. Таким образом, хотя RDA могут применяться к оседлому 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 упражнения связаны с увеличением потерь магния в моче и поте. Как и в случае с цинком и железом, один приступ физических упражнений вряд ли вызовет значительные потери магния, но состояние легкого дефицита магния может быть вызвано в период тяжелой подготовки, особенно в теплой среде, где потери пота высоки.

Дефицит магния как у людей, так и у животных связан с нейромышечными аномалиями, включая мышечную слабость, судороги и структурные повреждения мышечных волокон и органелл. Структурное повреждение может быть вызвано повреждением гомеостаза кальция вторичным по отношению к кислородно-свободно-радикальному изменению целостности мембраны саркоплазмической сетчатки. Отсутствие магния может также быть связано с истощением селена и снижением активности пероксидазы глутатиона, что повышает восприимчивость к повреждениям со стороны свободных радикалов. Таким образом, дефицит магния может привести к повреждению мышц и реакциям стресса, вызванным физическими упражнениями, но прямых доказательств этого эффекта нет. (Nieman & Pedersen, 2000, pp. 146-147).



Марганец

Марганец является соорганизатором фермента супероксида дисмутазы, который помогает в защите от свободных радикалов. РДА для марганца составляет от 2,0 до 5,0 мг/день. Источниками являются продукты из цельного зерна, сушеный горох и бобы, листовые овощи и бананы. Воздействие упражнений на состояние марганца в настоящее время неизвестно, однако тренировка связана с повышением уровня антиоксидантных ферментов, что свидетельствует об увеличении потребностей в марганце в периоды повышенной подготовки. Как и в случае с другими микроэлементами, потери марганца в моче и поте у спортсменов выше, чем у спортсменов. (Nieman & Pedersen, 2000, p. 148).

Кобальт

Кобальт как компонент витамина B12 способствует развитию красных и белых кровяных клеток в костном мозге. Недостатки связаны с вредной анемией, пониженным количеством лейкоцитов в крови, ослабленным распространением лимфоцитов и ослабленным бактерицидным потенциалом нейтрофилов. Основными источниками питания кобальта являются мясо, печень и молоко. Поэтому спортсмены, которые избегают животных продуктов питания, подвергаются риску дефицита кобальта и витамина B12. (Gleeson, 2006b, p. 198).

Фтор

Хотя фтор не требуется непосредственно для нормального иммунного функционирования, он необходим для нормального формирования здоровых костей и зубов, и он защищает от кариеса (гниения зубов бактериями ротовой полости). Учитывая относительно высокий уровень потребления сахарных продуктов и спортивных напитков спортсменами, хорошая гигиена полости рта имеет важное значение для поддержания здоровья зубов. Частые употребления безалкогольных напитков и углеводов, особенно сахара, подавляют пероральный pH с последующей чистой деминерализацией зубов. Сахар метаболизируется в органические кислоты бактериями на зубах и деснах. Поэтому все спортсмены должны поддерживать хороший контроль над памятными досками. RDA для фтора составляет от 1,5 до 4,0 мг/день, и этот микроэлемент обнаружен в молоке, яичном желтке, морепродуктах и питьевой воде. Некоторые зубные пасты и полости рта содержат фтор (в качестве фторида натрия), а в некоторых странах, включая Соединенные Штаты, фторид добавляется в питьевую воду. (Gleeson, 2006b, p. 198).



4.2.4 Диетические иммуностимуляторы

Некоторые добавки могут усиливать иммунную функцию и уменьшать риск инфицирования у людей с иммунитетом, включая спортсменов, участвующих в тяжелой тренировке и соревнованиях. Кроме аминокислот (например, глутамина), витаминов (например, витамина С) и минералов (например, цинка), уже упомянутых в этой главе, которые, как утверждается, повышают иммунитет. Они включают в себя β -glucans, говядину, пробиотики и травы, такие как эхинацея, калоба, гинсенг и куркумин. Претензии на многие из этих добавок часто основываются на выборочных доказательствах эффективности у животных, в лабораторных экспериментах, у детей, пожилых или клинических пациентов в тяжелом катаболическом состоянии. Прямых доказательств их эффективности для предотвращения иммунной депрессии, вызванной физическими упражнениями, 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 & Gleeson, 2018, p. 402).

Таблица 1 содержит резюме некоторых из наиболее часто используемых добавок и рейтинг их эффективности в повышении иммунитета и / или снижения риска заражения у спортсменов.

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

Дополнение	Что это, каковы последствия?	Доказательства
β -глюканы	Полисахариды, полученные из клеточных стенок дрожжей, грибов и овса, которые стимулируют врожденный иммунитет. Эффективен у мышей, привитых вирусом гриппа, но смешанные результаты человеческих исследований для иммунной модуляции и заболеваемости URS.	●●○○○
Бычье молозиво	Первое молоко коровы, содержащее антитела, факторы роста и цитокины. Утверждает, что повышает слизистый иммунитет и повышает устойчивость к инфекции. Несколько исследований среди спортсменов, которые указывают на некоторые эффекты усиления иммунной системы и снижение заболеваемости и продолжительности URS.	●●●○○



Углеводов	Поддерживает глюкозу в крови во время тренировок, снижает гормон стресса и противовоспалительные цитокиновые реакции и, таким образом, борется с иммунной дисфункцией. Прием углеводов (30-60 г/ч) уменьшает гормон стресса и некоторые (но не все) иммунные возмущения во время физических упражнений, но лишь весьма ограниченные доказательства того, что это изменяет риск инфекции у спортсменов.	●●●○○
Эхинацея	Травяной экстракт, популярный среди спортсменов. Утверждается, что повышает иммунитет через стимулирующее воздействие на макрофаги, и есть некоторые доказательства этого. Ранние исследования на людях показали возможные положительные эффекты, но более поздние, более масштабные и лучше контролируемые исследования не указывают на влияние эхинацеи на заболеваемость инфекцией или на серьезность симптомов простуды.	●○○○○
Глутамин	Неотредактированная аминокислота, которая является прекурсором в синтезе нуклеиновых кислот и важна для быстрого деления клеток. Также является важным топливом для иммунных клеток. Концентрация глутамина в плазме падает во время длительных упражнений. Добавки до и после упражнений не влияют на иммунные возмущения, несмотря на сохранение глутамина плазмы.	●○○○○
Калоба	Травяная медицина, которая, как было показано, повышает некоторые аспекты иммунитета in vitro через стимулирующее воздействие на макрофаги. Данные, полученные в результате исследований на людях, свидетельствуют о снижении степени тяжести и продолжительности симптомов синусита и обычной простуды, но используются в качестве лечения, а не в качестве профилактического средства.	●○○○○
N-3 Полиненасыщенные жирные кислоты	Противовоспалительные эффекты после упражнения. Никаких доказательств при упражнениях на людях.	○○○○○
Пробиотики	Пробиотики являются живыми микроорганизмами, которые при введении устно в течение нескольких недель, может увеличить	●●●○○



	<p>количество полезных бактерий в кишечнике. Это было связано с рядом потенциальных преимуществ для здоровья кишечника, а также модуляции иммунной функции. Человеческие исследования показывают улучшение некоторых аспектов приобретенного иммунитета и снижение заболеваемости УРС и желудочно-кишечных проблем.</p>	
Кверцетин	<p>Флавоноид растений; в лабораторных исследованиях показаны сильные противовоспалительные, антиоксидантные и антипатогенные эффекты. Данные о животных указывают на увеличение биогенеза митохондрий и выносливости. Исследования на людях свидетельствуют о некотором сокращении заболеваемости урс в течение коротких периодов интенсивной подготовки и легкой стимуляции митохондриального биогенеза и выносливости в неподготовленных предметах.</p>	●●●○○
Кверцетин с эпигаллокатехин галлатом	<p>Флавоноидная смесь способствует противовоспалительным и антиоксидантным эффектам, а также улучшению иммунных функций, выше, чем у одного только кверцетина. Исследования на людях показали сильный противовоспалительный эффект, со скромным антиоксидантным эффектом и улучшением врожденного иммунитета, но никаких данных о заболеваемости URS.</p>	●●●○○
Витамин С	<p>Существенно важный водорастворимый антиоксидантный витамин, который подавляет реактивные виды кислорода и усиливает иммунитет. Уменьшает интерлейкин-6 и реакцию кортизола на упражнения у людей. Относительно небольшое воздействие на кортизол по сравнению с углеводами; иммунные меры не отличаются от плацебо. Некоторые доказательства эффективности в снижении частотности URS после ультрамарафонов.</p>	●●○○○
Витамин D3	<p>Растворимый в жире витамин, который в основном вырабатывается под воздействием солнечного света в коже. Индуцирует производство антимикробных белков, повышает естественную цитолитическую активность клеток-убийц, увеличивает образование химически</p>	●●●●○



	<p>активных видов кислорода в фагоцитных клетках, увеличивает секрецию макрофага интерлейкина-1 и поднимает экспрессию CD14, рецептор липополисахарида. Низкий статус витамина D связан с низким уровнем секреции иммуноглобулина слюны А, низким уровнем производства цитокинов, стимулированных антигенами мононуклеарных клеток, и повышенным риском респираторной инфекции с более длительными симптомами заболевания. Пероральные добавки витамина D3, составляющие около 4000 IU день-1, могут снизить заболеваемость URS.</p>	
Витамин E	<p>Существенно растворимый в жире антиоксидантный витамин, который подавляет реактивные виды кислорода и усиливает иммунитет. Убедительные доказательства некоторых эффектов иммунодефицита у слабых пожилых людей. Нет никаких свидетельств 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 частотность и продолжительность простуды. Нет данных, свидетельствующих о сокращении числа случаев инфицирования населения добавками цинка у взрослых людей. Некоторые (но не все) исследования на людях свидетельствуют о снижении длительности симптомов простуды, если в течение 24 часов после начала холодного симптома вводятся ложенги глюконата цинка. Вряд ли это принесет реальную пользу спортсменам, если у них нет цинка.</p>	●○○○○

Источник: Gleeson, 2016b, p. 16
<https://dspace.lboro.ac.uk/dspacejpu/bitstream/2134/20675/1/ICB%E2%80%9320ACCEPTED%20MS%20%E2%80%93GLESON%12-2015.pdf>. Научные доказательства означают очень веские доказательства, а их значение ограничивается отсутствием доказательств.

Эхинацея и другие травы

Считается, что некоторые травяные препараты оказывают иммуностимулирующее действие, а среди спортсменов широко распространено потребление продуктов, содержащих эхинацею и пурпурную. В исследовании с двойным ослеплением, контролируемым



плацебо, эффект ежедневного орального предварительного перевооружения в течение 28 дней с прессованным соком *Echinacea purpurea* исследовался в 42 триатлонах до и после спринта триатлона (Берг и др., 1998). Подгруппа спортсменов также лечилась магнием как эталоном для добавки питательных микроэлементов, важных для оптимального функционирования мышц. В течение 28-дневного периода подготовки ни один из спортсменов в эхинацеа-группе не заболел, по сравнению с 3 субъектами в магниевой группе и 4 предметами в плацебо-группе. Предварительное перевооружение с эхинацеа, по-видимому, сократило высвобождение растворимого рецептора IL-2 до и после гонки и увеличило увеличение упражнений в IL-6.

Многочисленные эксперименты показали, что экстракт *Echinacea purpurea* оказывает значительное иммуномодулирующее воздействие *in vitro*. Эти эффекты включают активацию макрофагов, нейтрофилов и естественных клеток-убийц, и есть несколько сообщений об изменениях в количестве и активности лейкоцитов Т-клеток и В-клеток. Однако данные о положительном воздействии на активность лейкоцитов в лабораторных условиях не означают, что это воздействие будет также наблюдаться и *in vivo*. Несколько десятков экспериментов на людях, включая ряд слепых рандомизированных испытаний, показывают скромные выгоды для здоровья, особенно те, которые исследовали воздействие экстрактов *Echinacea purpurea* при лечении острого URTI. Вместе с тем большинство этих испытаний было ограничено как по объему, так и по методологическому качеству. В рандомизированном, двойном слепом, плацебо-контролируемом исследовании, введение нерезинированной эхинацеа в начале симптомов URTI в 148 студентах колледжа не дало каких-либо ощутимых преимуществ или вреда по сравнению с плацебо (Барретт и др., 2002).

В мета-анализе испытаний на эхинацеа (Linde, Barrett, Wolkart, Bauer, & Melchart, 2006), который включал в себя 22 хорошо контролируемых испытания, три испытания были направлены на профилактику простуды и 19 испытаний на лечение простуды. Использовались различные препараты эхинацеа. Ни одно из трех сопоставлений в профилактических испытаниях не показало никаких преимуществ эхинацеа по сравнению с плацебо. В ходе испытаний, в ходе которых изучалась эффективность эхинацеа 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 аэрозольных компонентах эхинацея, могут быть эффективными для раннего лечения простуды у взрослых, однако результаты не были полностью последовательными. В относительно небольшом числе крупномасштабных хорошо контролируемых рандомизированных испытаний не было продемонстрировано никаких положительных эффектов эхинацея. Таким образом, по-прежнему довольно неясно, имеет ли эхинацея какое-либо реальное значение для профилактики или лечения УРТИ среди населения в целом, и лишь очень немногие испытания, при этом небольшое число субъектов попытались изучить его эффективность для сокращения ВРС среди спортсменов. (Jeukendrup & Gleeson, 2018)

Активные ингредиенты экстрактов эхинацеи, как полагают, включают алкамиды, цикориевую кислоту и полисахариды.

Другие травы также имеют различные противовирусные, антибактериальные, иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства. В качестве примера можно привести экстракты ягод бузины (*Sambucus nigra*, которая содержит флавоноиды, антоцианины, гликозиды, виберную кислоту и витамины А и С), калоба (общее название для экстракта корней *Pelargonium sidoides*, который содержит flavan-3-ols, 7-гидроксикумариновые производные, белки и сахараиды), ginseng (*Panax quinquefolium*, который содержит в основном полифураносилпиранозные-сахариды), astragalus (Мембранный астрагалус, содержащий полисахариды, флавоноиды, многочисленные следы минералов и аминокислот) и листья оливкового дерева (*Olea europaea*, которая содержит фенольные соединения, такие как олеуропейн и его производные эленойная кислота). Большая часть доказательной базы для этих травяных препаратов основана на результатах лабораторных исследований, демонстрирующих действие стимуляторов иммунных клеток или прямое противовирусное действие (предотвращение проникновения вируса в клетки-хозяина или вирусной репликации). Большинство препаратов, таких как эхинацея и другие, которые классифицируются как 'травяные препараты, используются для уменьшения тяжести и продолжительности симптомов простуды, а не для профилактики инфекций. (Jeukendrup & Gleeson, 2018)

Являются ли эти препараты более эффективными по сравнению с противовирусными препаратами или не связанными с ними холодными препаратами, содержащими местную анестезию, противовоспалительные средства, обезвоживающие средства и



стимуляторы (например, эфедрин, кофеин) для лечения симптомов УРТИ, таких как язва в горле, Назальная перегруженность и кашель спорны. (Calder & Yaqoob, 2013)

Куркумин

Curcumin (diferuloylmethane) - оранжевый жёлтый компонент куркумы, который обычно встречается в порошках карри и соусах.

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

"Curcumin также может подавлять экспрессию различных прогибилирующих 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, & Aggarwal, 2007).

Полифенолы

"Растительное царство использует десятки тысяч вторичных метаболитов (обычно называемых фитотурентами), включая терпены, алкалоиды и фенолы для обороны" (Jeukendrup & Gleeson, 2018), аттракционы и защиты. Фенольные соединения или полифенолы делятся на четыре основных класса: "флавоноиды (~50% всех полифенолов), фенольные кислоты, лигнаны и стилбены" (Jeukendrup & Gleeson, 2018).

Флавоноиды подразделяются на шесть простых (флавано-3-олы, флаваноны, флавоны, изофлавоны, антоцианины) и две комплексные (конденсированные и производные танины) подгруппы. В пищевых продуктах флавоноиды, лигнаны и стилбены обычно встречаются как гликозиды, а фенольные кислоты как эфиры с различными полиолами, и структурные вариации влияют на их абсорбцию и биодоступность. Недавний систематический обзор и мета-анализ показали, что добавки флавоноидов (диапазон от 0,2 до 1,2 г/день в 14 выбранных исследованиях) уменьшили частоту острых URS эпизодов на 33% по сравнению с контролем или плацебо-лечением (Somerville, Braakhuis, & Hopkins, 2016). В частности, одному флавоноиду, кверцетину, в последние годы уделялось большое внимание в связи с его возможными последствиями для эффективности упражнений, учебной адаптации и иммунной функции. (Jeukendrup & Gleeson, 2018, p. 404).

Quercetin "встречается в разновидности фруктов и овощей... [с] богатейшими источниками продуктов кверцетина яблоки, голубика, брокколи, курчавая капуста, горячий перец, лук и чай" (Calder & Yaqoob, 2013)



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

Человеческий субъект может поглощать значительное количество кверцетина из пищи или добавок, и ликвидация происходит довольно медленно, с периодом полураспада от 11 до 28 часов. Исследования на животных показывают, что 7-дневный кверцетин улучшает выживание от прививки вируса гриппа. (Дэвис, Мерфи, Макклелан, Кармайкл, и Ганджеми, 2008, как цитируется в Глиссоне, 2013).

В настоящее время проведено несколько испытаний на людях, и исследование с использованием плацебо с двойной слепотой, контролируемое 40 велосипедистами показало, что 1000 мг/сутки кверцетина в течение 3 недель значительно повысили уровень плазменного кверцетина и снизили заболеваемость УРТИ во время 2-х-недельный период после трех последовательных дней истощающих упражнений (Ниман и др., 2007). В этом исследовании удивительно высокая доля (45%) субъектов в группе плацебо сообщила симптомы УРТИ в течение 2-недельного периода после тренировки, но маркеры иммунной дисфункции, воспаления и окислительного стресса не отличались от группы, обработанной кверцетином, предполагая, что запрос оказывает прямое антивирусное воздействие, по крайней мере в контексте разработки исследования. Существует растущая поддержка для синтеза кверцетина с другими флавоноидами и пищевыми компонентами для улучшения и расширения биодоступности кверцетина и его биоактивных эффектов. К ним относятся флавоноидный эпигаллокатехин 3-галлатный (EGCG) из чая, изокверцетин, который является гликозилированной формой кверцетина в луке и других продуктах питания, n-3 PUFA, таких как эйкосапентаеновая кислота (EPA) и docosahexaenoic 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 активных физических лиц, показало, что высокий уровень потребления фруктов связан с меньшим числом случаев респираторных заболеваний (Nieman и др., 2011 год). (Calder & Yaqoob, 2013)

β-глюканы



β -глюканы не только присутствуют в качестве основных структурных компонентов клеточных стенок дрожжей, грибов и некоторых бактерий, но и присутствуют в рационе как часть стенки эндоспермовых клеток в зерновых, таких как ячмень и овсяные хлопья. β -глюканы являются углеводами, состоящими из связанных молекул глюкозы и различаются по макромолекулярной структуре в зависимости от источника. β -глюканы от бактерий являются небранными 1,3 β связанных гликопиранозил остатков. Клеточная стенка β -глюкан дрожжей и грибов состоит из 1,3 β связанных гликопиранозидовых остатков с небольшим количеством 1,6 β связанных ветвей, в то время как овсяные и ячменные клеточные стенки содержат небранные β -глюканы с 1,3 и 1,4 β -связанных гликопиранозил остатков. Специфические характеристики различных β могут влиять на их иммунные модулирующие эффекты... Это означает, что добавление β -глюканов в рацион может быть использован для модуляции иммунной функции и таким образом может улучшить устойчивость к вторжению патогенов в организме человека ... Таким образом, можно было бы модулировать иммунную функцию за счет увеличения диетического β -глюкана, например, путем разработки функциональных продуктов питания. (Calder & Yaqoob, 2013, p. 652)

В ходе одного испытания у людей не было обнаружено никакого воздействия 3-недельной добавки овса β -глюкана на иммунную реакцию на физические упражнения или инфекционную заболеваемость в течение 2-недельного периода после 3-х последовательных дней упражнений [Nieman et al., 2008]. Однако позднее, другое исследование на людях сообщило о сокращении на 37% количества дней URS после марафона с дрожжами β -глюкиновая добавка против плацебо, что авторы приписывают увеличению после упражнений в соляных Ига [Макфарлин, Карпентер, Дэвидсон, и Макфарлин, 2013]. (Gleeson, February, 2016)

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

Пробиотики

Пробиотики - пищевые добавки, которые содержат живые микроорганизмы, которые при введении в достаточном количестве приносят пользу здоровью хозяина. В настоящее время имеется достаточно доказательств того, что регулярное потребление пробиотиков может изменять популяцию кишечных бактерий (микробиоты) и влиять на иммунную функцию..., хотя следует отметить, что такие эффекты зависят от конкретного штамма. (Gleeson et al., 2013, p. 234).



Пробиотики выживают при переходе через кислотное состояние желудка в кишечник, где они могут модифицировать кишечную микробиоту таким образом, что количество полезных бактерий и, как правило, количество видов, считающихся вредными, уменьшается. Эти последствия связаны с целым рядом потенциальных выгод для здоровья и функционирования пищеварительной системы, а также с модуляцией иммунной функции.

Пробиотики имеют много механизмов действия. Своим ростом и метаболизмом они помогают сдерживать рост и уменьшать любые вредные последствия других бактерий, антигенов, токсинов и канцерогенов в кишечнике, но, кроме того, пробиотики, как известно, взаимодействуют с кишечной лимфоидной тканью, 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 произойдет воспаление, и, во-вторых, он должен также терпеть пищевые антигены. С другой стороны, кишечник должен быть в состоянии установить защиту от любых потенциальных патогенов, когда это необходимо. Это объясняет, почему 85% лимфатических узлов тела расположены в кишечнике и почему пробиотики, как функциональная пища, предназначенная для кишечника, могут влиять на здоровье всего тела, включая части тела, удаленные от кишечника. Хотя на сегодняшний день опубликовано мало исследований эффективности использования пробиотических путей в спортсменах, интерес начинает расти, главным образом в изучении их потенциала в плане содействия поддержанию общего здоровья, усилению иммунной функции или снижению заболеваемости УРТИ и серьезности или продолжительности симптомов (Gleeson & Walsh, 2012). (Gleeson et al., 2013, pp. 234-235).

В двойном слепом плацебо-контролируемом поперечном испытании, в котором 20 здоровых элитных бегунов получили пробиотический *Lactobacillus* (L.) фермент или плацебо ежедневно в течение 28 дней, с 28-дневным периодом увлажнения между начальной и второй терапией, спортсмены страдали от меньшего количества дней респираторных заболеваний и меньшей тяжести симптомов респираторных заболеваний при приеме ежедневного пробиотика (Кокс, Пайн, Сондерс и Фрикер, 2010). Пробиотическое лечение вызвало в два раза больше изменений в производстве ИФН-Х цельной крови по сравнению с плацебо, что может быть одним из механизмов, лежащих в основе положительных клинических результатов.



В несколько более крупном масштабе, рандомизированное, двойное слепое исследование интервенции, 141 марафонские бегуны получили *L. rhamnosus* GG (LGG) или плацебо ежедневно в течение 3-месячного учебного периода, а затем участвовали в марафонской гонке с 2-недельным сопровождением симптомов заболевания (Kekkonen et al., 2007).

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

Рандомизированное, контролируемое плацебо исследование в 64 спортсменах университета сообщило о более низкой частоте серий URTI в течение 4-месячного зимнего учебного периода в предметах, получающих дважды в день *L. casei* дополнение по сравнению с плацебо, и это исследование также сообщило о лучшем поддержании соляных Ига в пробиотической группе (Gleeson, Bishop, Oliveira, & Tauler, 2011). Хотя в большинстве исследований, проведенных до настоящего времени, изучались пробиотические эффекты у активных спортсменов или спортсменов-выносливых спортсменов, недавно проведенное исследование на элитных игроках в регби свидетельствует о том, что благотворное влияние пробиотики на снижение заболеваемости URTI, но не жесткость, может распространяться на игроков командных игр (Хейвуд и др., 2014).

По имеющимся данным, нельзя быть уверенным в пользе для здоровья при регулярном проглатывании пробиотической палочки для спортсменов, но сейчас существует достаточное понимание механизма воздействия некоторых пробиотических штаммов, и достаточно доказательств из испытаний со спортсменами и спортсменами, чтобы показать, что это многообещающая область исследований с в основном позитивными признаками в настоящее время. Мета-анализ с использованием данных как спортивных, так и неатлантических исследований, в которых участвовал 3451 человек, показал, что сокращение заболеваемости УРТИ, вероятно, будет способствовать (Хао, Лу, Донг, Хуанг и У, 2011 год).

Исследования, которые до настоящего времени показали снижение заболеваемости URS у спортсменов, в основном ограничивались видами лактобациллус и бифидобактерий и использовали ежедневные дозы 10¹⁰ живых бактерий. "Учитывая, что некоторые пробиотики, по-видимому, дают некоторую пользу..., без доказательств вреда и дешевых, нет причин, почему спортсмены не должны принимать пробиотики, особенно если путешествовать за границу или подвержены заболеваниям" (Gleeson et al., 2013, p. 236).



Таблица 2: Сокращение числа дней симптоматического синдрома URS и уменьшение степени тяжести СИМПТОМОВ пробиотическая добавка 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: Кокс и др., 2010, стр. 224.

Молозиво

Говядина-колострам является первой коллекцией толстой кремо-желтой жидкости, производимой молочной железой молочной коровы вскоре после рождения ее голени (обычно в течение первых 36 часов). Colostrum содержит антитела, факторы роста, ферменты, ганглиозиды (кислотные гликозинголипиды), витамины и минералы и коммерчески доступен как в жидкой, так и в порошковой форме. Многие медицинские требования были сделаны в отношении колострама, начиная от повышения производительности и заканчивая профилактикой инфекций, но хорошо контролируемые исследования в спортсменах редки... Некоторые исследования показывают, что несколько недель добавки говядины в колострум могут повысить уровень антител в циркуляции и слюне. В исследовании 35 бегунов среднего возраста расстояния, которые потребляли дополнение либо бычьего молозива или плацебо в течение 12 недель, средний уровень слюнного IgA увеличился на 79% в группе молозива после 12-недельного вмешательства, без изменений в группе плацебо (Crooks et al. «Крукс, Стена, Крест, ю Rutherford-Markwick», 2006).



Хотя этот результат был статистически значимым, его физиологическая интерпретация должна рассматриваться с осторожностью из-за небольших чисел в этом исследовании и большой изменчивости в слюнных уровнях IgA. Дэвисон и Димет (2010) сообщили, что 4 недели ежедневной добавки говяжьего колоострума предотвратили вызываемые физическими упражнениями падения в слюнном лизоциме и ускорили восстановление функции нейтрофила после 2-х часового напряженного цикла у здоровых мужчин по сравнению с плацебо. (Чукендруп и Глисон, 2018)

В ряде исследований также сообщалось о том, что ежедневное пероральное дополнение говядины колоостромом сокращает общее число дней, в течение которых регистрируется ПВР, число случаев ПВХ, общее число дней, в течение которых ПВХ регистрируется самостоятельно, и продолжительность случаев ПВХ, о которых сообщается самостоятельно, в взрослых, участвующих в тренировках. (Crooks et al., 2006; Jones et al., 2014). "Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения и расширения этих наблюдений воздействия на иммунную реакцию на физические упражнения и для установления того, может ли бычий колоостром снизить заболеваемость уретом среди спортсменов" (Calder & Yaqoob, 2013).

4.2.5 Применение науки для снижения заболеваемости и инфекций

Как интенсивное упражнение, так и питание оказывают отдельное влияние на иммунную функцию; это влияние, как представляется, сильнее, когда стресс от физических упражнений и плохое питание 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 немногие спортсмены придерживаются лучших моделей питания для оптимального спортивного питания.

Несмотря на обилие исследований, посвященных изучению воздействия питания на иммунную функцию и воздействия питания на физические показатели, относительно немногие из них исследовали взаимосвязи между питанием, производительностью и иммунной функцией одновременно. Поэтому некоторые выводы, сделанные в этой главе, по-прежнему носят умозрительный характер и основываются на обобщениях между оседлым и атлетическим населением. Однако плохое питание некоторых спортсменов, вероятно, предрасполагает их к иммунодепрессии. Хотя противодействие воздействию всех факторов, которые способствуют образованию иммунодепрессии, вызванной



физическими упражнениями, невозможно, можно свести к минимуму многие из этих последствий. Спортсмены могут помочь себе, поедая сбалансированное питание, которое включает в себя адекватные углеводы, протеин и питательные микроэлементы.

Употребление углеводов во время тренировок и соревнований рекомендуется, поскольку эта практика, как представляется, смягчает некоторые иммуносупрессивные эффекты продолжительной тренировки. Прием отдельных аминокислот, эхинацеи, витамина E и цинка вряд ли принесет значительную клиническую пользу в плане профилактики таких распространенных инфекций, как УРТИ. 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 по поддержке иммуно-питания у спортсменов (Vermon et al., 2017; Глисон, «февраль» 2016) включают в себя:

- Общее ежедневное потребление энергии должно соответствовать энергетическим потребностям с >50% из углеводов
- Ингест 30-60 г углеводов в час во время напряженных тренировок
- прием достаточного количества белка (1,2-1,6 г/кг мт/сут), что должно включать прием в пищу 0,3 г/кг мт/сут/сут после учебных занятий
- Поглощение достаточного количества питательных микроэлементов (это может быть обеспечено за счет ежедневного приема мультивитаминов/минеральных таблеток, соответствующих RDAs)
- Принимать суточную пероральную дозу витамина D3 в размере 25 мкг или 1000 IU в начале осени до начала весны
- Принимать ежедневные пробиотические добавки, содержащие по крайней мере 10¹⁰ живых бактерий
- включить различные фрукты и овощи в состав нормального рациона питания (по крайней мере 5 дней в неделю); это может быть дополнено растительными полифенольными добавками или напитками (например, зеленый чай, безалкогольное пиво) или концентрированными фруктовыми/овощными экстрактами



- Рассмотреть вопрос о принятии ежедневной дозы в размере 10-20 г. говяжьего порошка
- Рассмотреть возможность принятия добавок цинка в дни, предшествующие важной конкуренции, на случай, если симптомы простуды начнутся в это важное время. (Jeukendrup & 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 заражения 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 заражения" (Jeukendrup и Gleeson, 2018):

"К числу других факторов, которые могут снизить риск инфицирования среди спортсменов, относятся снижение других жизненных нагрузок, поддержание надлежащей гигиены полости рта и кожи, обеспечение надлежащего отдыха, а также проведение длительных учебных занятий и соревнований в максимально возможной степени" (Schwellnus et al., 2016, цитируется в Calder & Yaqoob, 2013). Рекомендуются следующие виды практики.



Рисунок 2: 17 способов снижения риска заболевания среди спортсменов

17 ways to reduce the risk of illness in athletes



- 1 Cough or sneeze on to the elbow and not on the hands
- 2 Minimise contact with infected people, young children, animals and contagious objects
- 3 Avoid shaking hands
- 4 Wash hands regularly and effectively with soap and water
- 5 Always clean the hands and nose after sneezing or coughing
- 6 Avoid crowded areas
- 7 Use disposable paper towels and limit hand to mouth/nose contact
- 8 Keep at distance to people who are coughing, sneezing or have a 'runny nose'
- 9 Wear open footwear when using public showers
- 10 Practice safe sex
- 11 Adopt strategies that facilitate good quality sleep
- 12 Carry insect repellent, anti-microbial foam/cream or alcohol-based handwashing gel
- 13 Avoid excessive drinking of alcohol
- 14 Wash and peel fruit before eating
- 15 Choose beverages from sealed bottles,
- 16 Not to share drinking bottles, cups, cutlery, towels etc. with other people
- 17 Avoid raw vegetables and undercooked meat when abroad

by Professor Mike Gleeson



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



Ссылки

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/bjsm.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., Kiehntopf, 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

