

# Иммунная система человека

Физкульт-привет, уважаемые соратники! В эту пятницу на повестке дня тема "Иммунная система человека". По прочтении вы узнаете, что она собой представляет, из чего состоит и как работает, а также какие эффекты оказывают на неё упражнения, и что лучше делать, дабы прокачать ее.



Итак, занимайте свои места в зрительном зале, мы начинаем.

## Иммунная система человека: что, к чему и почему?

Наверняка вы не раз слышали выражение про плохой и хороший иммунитет. Но что это может означать на практике? Существуют какие-то показатели? Сразу на этот вопрос мы, разумеется, не ответим, а вот в конце заметки вполне возможно :). Поэтому дочитываем все до конца! Также предлагаем вам ознакомиться с нашими предыдущими творениями по системам человека: [сердечно-сосудистая](#), [пищеварительная](#) и [эндокринная](#).

Итак, приступим к содержательному вещанию. Поехали!

### **Примечание:**

Для лучшего усвоения материала все дальнейшее повествование будет разбито на подглавы.

### **“Анатомия” иммунной системы**

Иммунная система (ИС) - совокупность структур и процессов в организме, которые защищают его от болезней или потенциально опасных инородных тел. При правильном функционировании ИС выявляет различные угрозы, в том числе вирусы, бактерии и паразиты, и отличает их от собственной здоровой ткани организма.

Иммунитет принято подразделять на врожденный и адаптивный. Врожденный иммунитет - это иммунная система, с которой вы родились. В основном он состоит из барьеров,

которые защищают от внешних угроз. Он передается по наследству и включает в себя следующие компоненты: кожа, желудочная кислота, ферменты, обнаруженные в слезах и кожном масле, слизь и кашлевой рефлекс. Есть также химические компоненты врожденного иммунитета, в том числе вещества, называемые интерфероном и интерлейкином-1. Врожденный иммунитет неспецифичен - он не защищает от каких-либо конкретных угроз.

Адаптивный (приобретенный) иммунитет нацелен на борьбу с конкретными угрозами для организма. Адаптивный иммунитет является более сложным, чем врожденный. При адаптивном иммунитете угроза должна обрабатываться и распознаваться организмом, а затем ИС создает антитела, специально предназначенные для этой угрозы. После того, как угроза нейтрализована, адаптивная иммунная система «запоминает» ее, что делает будущие реакции на тот же микроб более эффективными.

ИС состоит из различных органов, клеток и белков, которые работают сообща. К ее основным компонентам относятся:

- лимфатические узлы;
- селезенка;
- костный мозг;
- лимфоциты;
- лейкоциты;
- тимус.

Давайте разберем каждый компонент ИС отдельно и начнем с...

### **№1. Лимфатические узлы**

Маленькие бобовидные структуры в области шеи, подмышек, живота и паха, они производят и хранят клетки, которые борются с инфекцией и болезнями и являются частью лимфатической системы. Лимфатическая система состоит из костного мозга, селезенки, тимуса и лимфатических узлов. Лимфатические узлы также содержат лимфу - прозрачную жидкость, которая переносит эти клетки в разные части тела. Когда организм борется с инфекцией, лимфатические узлы могут увеличиваться и быть болезненными при нажатии. Каждый лимфатический узел содержит специализированные отсеки, где иммунные клетки собираются и могут столкнуться с антигенами.

### **№2. Селезенка**

Самый большой лимфатический орган в теле, который находится с левой стороны под ребрами над животом. Содержит лейкоциты, которые борются с инфекцией или болезнью. Селезенка также помогает контролировать количество крови в организме и удаляет старые или поврежденные клетки крови.

### **№3. Костный мозг**

Желтая ткань в центре костей производит белые кровяные клетки. Эта губчатая ткань содержит незрелые клетки, называемые стволовыми. Стволовые клетки, особенно эмбриональные, полученные из яиц, оплодотворенных вне организма, ценятся за их гибкость в способности превращаться в любую клетку человека.

### **№4. Лимфоциты**

Эти маленькие белые кровяные клетки играют большую роль в защите организма от болезней. Существует два типа лимфоцитов: В-клетки, которые вырабатывают антитела, атакующие бактерии и токсины, и Т-клетки, которые помогают уничтожать инфицированные или раковые клетки.

Т-клетки подразделяются на убийц и помощников. Первые представляют собой подгруппу Т-клеток, которые убивают клетки, инфицированные патогенами или поврежденные иным образом. Т-клетки-помощники помогают определить, какой иммунный ответ организм вырабатывает к конкретному патогену.

Лимфоциты могут путешествовать по всему телу с помощью кровеносных сосудов. Между кровеносными и лимфатическими сосудами происходит обмен клетками и жидкостями, что позволяет лимфатической системе контролировать организм на предмет проникновения микробов. Лимфатические сосуды несут лимфу, прозрачную жидкость, которая омывает ткани организма.

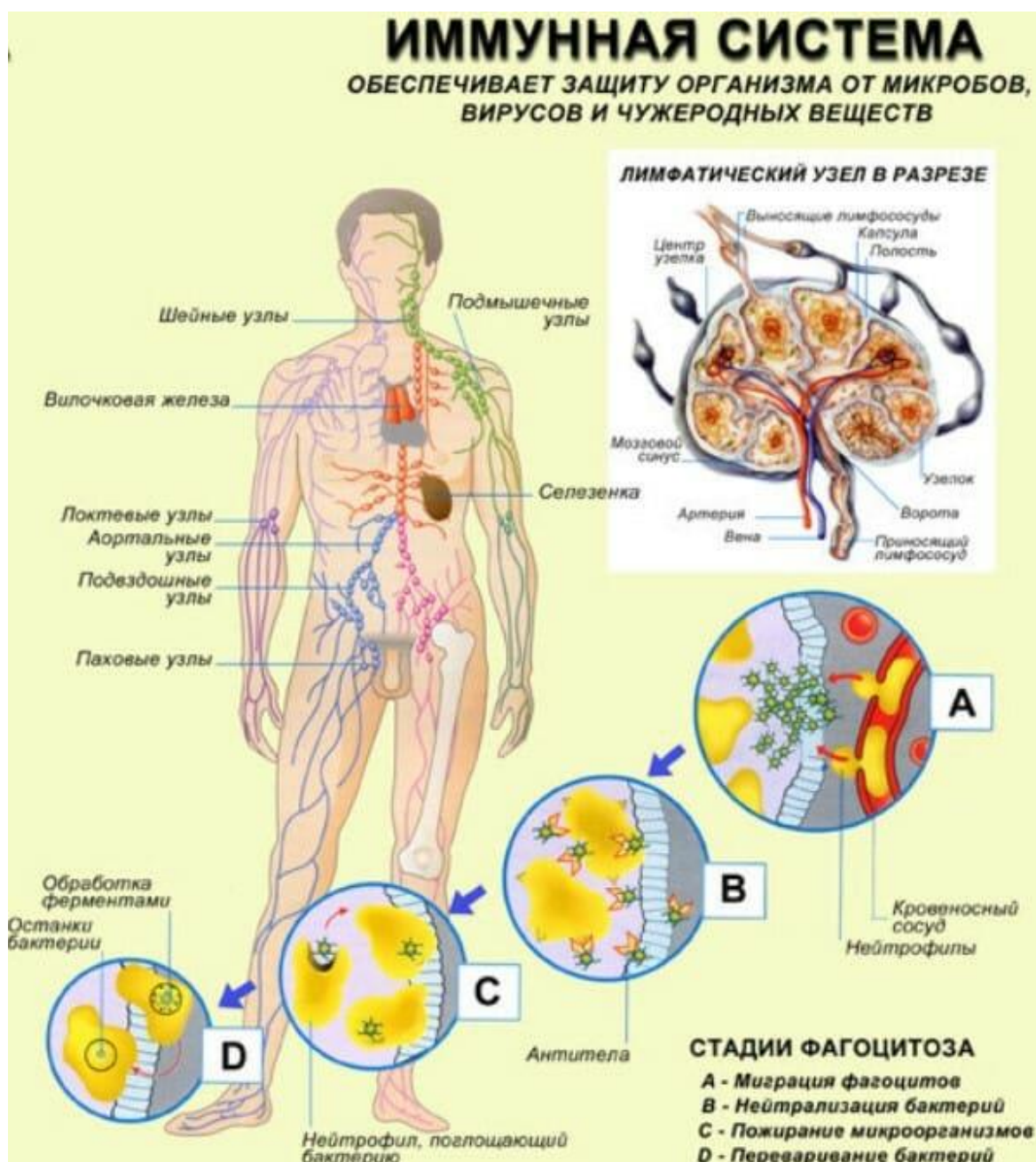
### **№5. Лейкоциты**

Лейкоциты идентифицируют и устраняют патогены и являются вторым звеном врожденной иммунной системы. Высокий уровень лейкоцитов в крови называется лейкоцитозом. Врожденные лейкоциты включают фагоциты (макрофаги, нейтрофилы и дендритные клетки), тучные клетки, эозинофилы и базофилы.

### **№6. Тимус**

В этом маленьком органе созревают Т-клетки. Тимус расположен под грудиной и имеет форму листа тимьяна. Он может запускать или поддерживать выработку антител, что может привести к мышечной слабости. Тимус растет до полового созревания, а затем начинает медленно сокращаться и с возрастом замещается жиром.

Все вместе указанные элементы образуют иммунную систему:



Как ни странно, но по анатомии это все :) (решили учесть опыт предыдущей самой большой заметки и сократить объем). Теперь давайте выясним...

## Как работает иммунная система человека

ИС - это глобальный сканер нашего организма, который постоянно ищет инородные, мертвые и дефектные клетки. Если иммунная система сталкивается с патогеном, например, бактерией, вирусом или паразитом, она вызывает так называемый иммунный ответ.

ИС должна уметь отличать себя от не себя. Это делается путем обнаружения белков, которые находятся на поверхности всех клеток. Она учится игнорировать свои собственные белки на ранней стадии. Антиген - это любое вещество, которое может вызвать иммунный ответ. Во многих случаях антиген представляет собой бактерию, грибок, вирус, токсин или инородное тело. Но это также может быть одна из наших

собственных клеток, которая неисправна или мертва. Первоначально ряд типов клеток работает вместе, чтобы распознать антиген как захватчик.

Как только В-лимфоциты обнаруживают антиген, они начинают выделять антитела. Антитела - особые белки, которые связываются со специфическими антигенами. Каждая В-клетка производит одно специфическое антитело. Например, одна клетка может создать антитело против бактерий, вызывающих пневмонию, а другая может распознать вирус простуды. Антитела являются частью большого семейства химических веществ, называемых иммуноглобулинами, которые играют следующие роли в иммунном ответе:

- иммуноглобулин G (IgG) - маркирует микробы, чтобы другие клетки могли распознавать их и бороться с ними;
- IgM – уничтожает бактерии;
- IgA - собирается в жидкости, такие как слезы и слюна, и защищает проходы в организм;
- IgE - защищает от паразитов;
- IgD - остается связанным с В-лимфоцитами, помогая им запустить иммунный ответ.

**Вывод:** антитела только фиксируются на антигене, идентифицируют и маркируют его, но не убивают. Убийство - это работа фагоцитов.

Кожа служит первоначальным барьером для вторжения микробов. Захватчики могут попасть через порезы или трещины на коже. Пищеварительные и дыхательные пути также могут быть пунктами входа для них. Если микробы действительно проникают через эти первоначальные барьеры, они все же должны пройти через стенки пищеварительного, дыхательного или мочеполового тракта, чтобы достичь нижележащих клеток. Проходы выстланы эпителиальными клетками, покрытыми слоем слизи, чтобы помочь заблокировать транспорт захватчиков в более глубокие слои клеток.

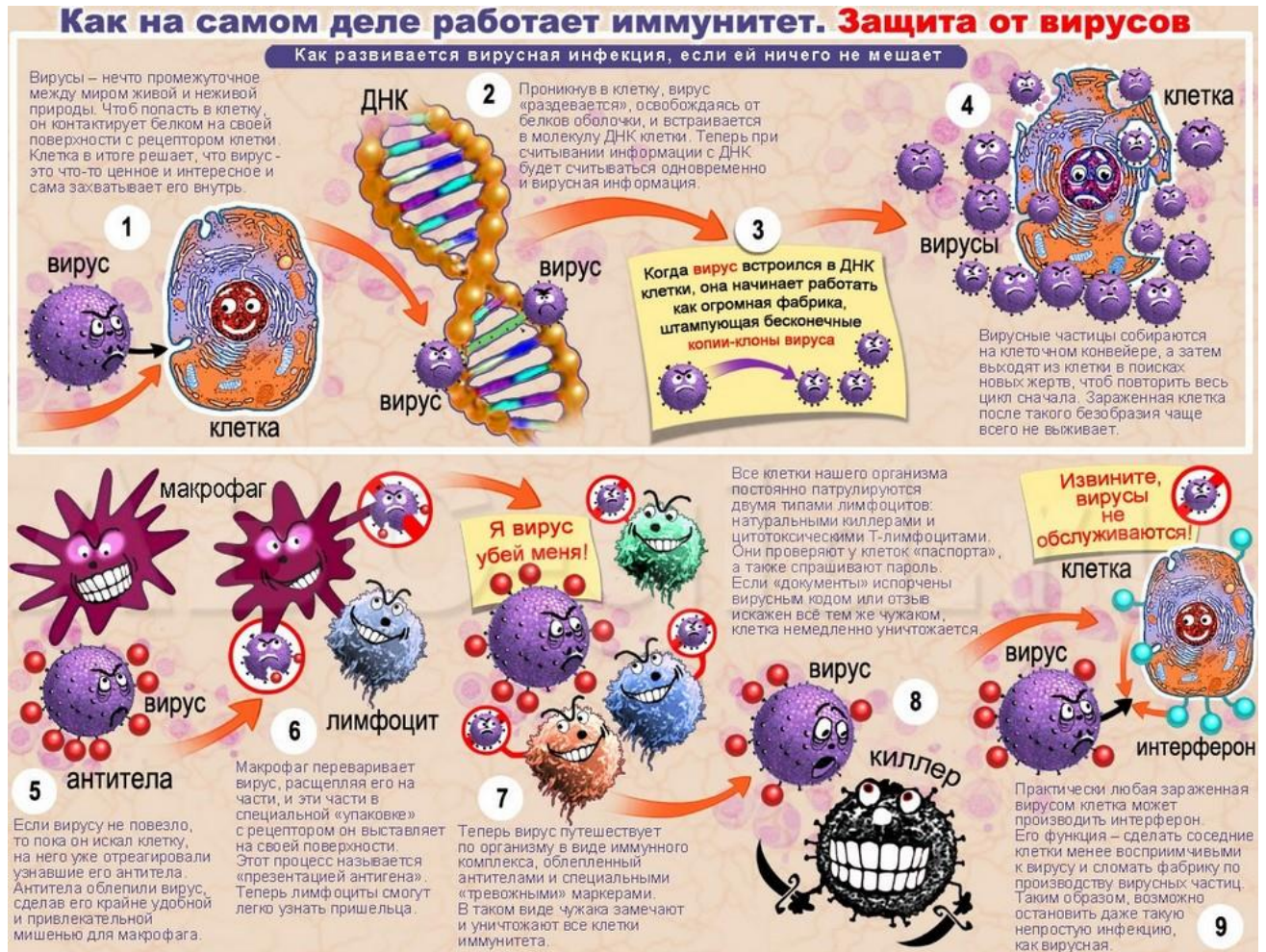
Поверхности слизистой оболочки секретируют IgA, с которым сталкиваются проникшие в организм микробы. Под эпителиальным слоем различные иммунные клетки, включая макрофаги, В-клетки и Т-клетки, ждут захватчиков, которые могут выйти за пределы барьеров на поверхности. Пройдя поверхность, захватчики должны выйти за пределы общей защиты врожденной иммунной системы. Если они преодолевают общую защиту, они сталкиваются с особым оружием адаптивной иммунной системы - с антителами и Т-клетками.

Антитела атакуют чужеродных захватчиков, которые циркулируют в жидкостях организма, но антитела не способны проникать в клетки. С другой стороны, Т-клетки имеют специализированные антитела-подобные рецепторы на своей поверхности, которые распознают фрагменты антигенов на инфицированных клетках. Т-клетки могут направлять и регулировать иммунные ответы или непосредственно атаковать инфицированные или раковые клетки.

Фагоциты - большие белые клетки, которые истребляют чужеродных захватчиков или инородные частицы. Моноциты - это тип фагоцитов, которые циркулируют в кровотоке. Когда моноциты мигрируют в ткани, они превращаются в макрофаги. Как макрофаги они способны избавить организм от старых клеток и "мусора". Макрофаги также производят химические сигналы, которые необходимы для иммунного ответа. Гранулоциты, тучные клетки, тромбоциты и дендритные клетки также играют важную роль в иммунном ответе.

Клетки ИС связываются друг с другом, выпуская и реагируя на химические посланники, известные как цитокины. Последние включают интерлейкины, интерфероны, факторы роста и представляют собой белки, которые секретируются иммунными клетками, чтобы воздействовать на другие клетки, вызывая иммунный ответ на чужеродных захватчиков.

Если оформить все сказанное в основные тезисы и представить в виде графики, то схема работы иммунитета будет выглядеть следующим образом:



### Примечание:

Иммунная система “прокачивается” с возрастом: чем БОльшему воздействию бактерий/вирусов подвергается организм, тем большее количество антител им вырабатывается. Физическая нагрузка оказывает положительное влияние на иммунитет, поэтому чтобы дети реже болели, их нужно приучать к спорту как можно раньше

С теорией закончили, переходим к практике и выясним...

### Как физическая активность влияет на иммунную систему

Физические упражнения могут играть роль как во врожденном, так и в адаптивном иммунном ответе:

- после длительной активной тренировки мы становимся более восприимчивыми к инфекции. Например, марафон (забег на дистанцию **42** километра) может временно подавить адаптивную иммунную систему на срок до **72** часов;
- одно короткое энергичное занятие не вызывает такого же подавляющего иммунитета эффекта. Кроме того, всего одна тренировка средней интенсивности может фактически повысить иммунитет у здоровых людей;
- постоянные тренировки с сопротивлением (силовые) стимулируют врожденный иммунитет. Умеренные физические нагрузки укрепляют адаптивную иммунную систему.

Многочисленные исследования говорят нам о том, что физическая нагрузка оказывает положительное влияние на иммунную систему, укрепляя ее. Однако следует учитывать объем нагрузки и интенсивность выполнения упражнений. Внезапное увеличение объема и/или интенсивности упражнений может создать для организма стресс, потенциально позволяя закрепиться новому вирусу или бактериям. Поэтому лучшими параметрами физической активности и силовой работы в зале, с точки зрения улучшения иммунного ответа, являются тренировки умеренной интенсивности **2-3** раза в неделю продолжительностью до **60** минут.

Если ваши параметры далеки от озвученных, то вы угнетаете свою иммунную систему, увеличивая высвобождение кортизола и адреналина, что может значительно снизить эффективность циркулирующих иммунных клеток. Поэтому иногда зал вместо силы, энергии и здоровья может все это забирать.

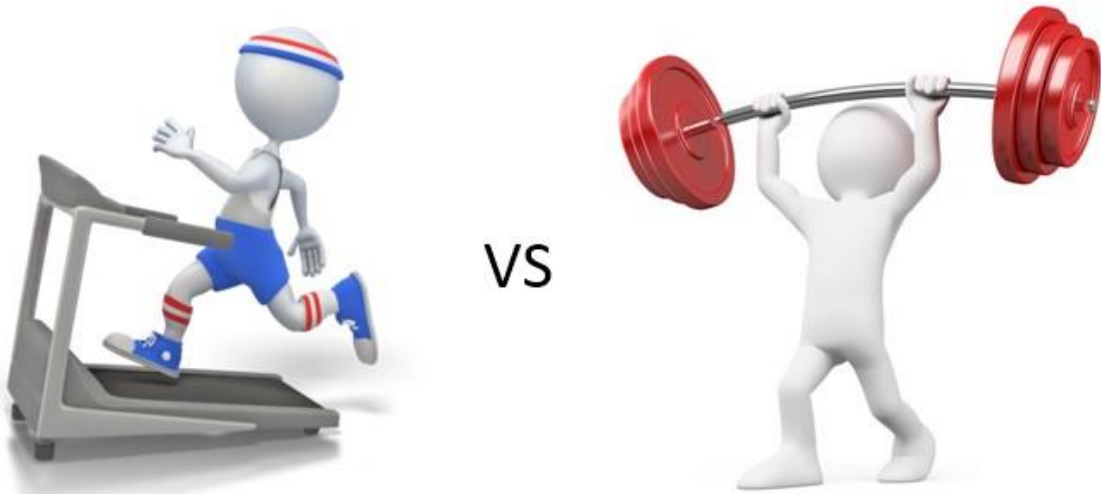
Также стоит понимать, что иммунная система - это также способность организма "чинить" возникшие повреждения мышц после тренировки, направлять определенные ресурсы к местам возникновения пробоя мышечной ткани.

Нейтрофилы - это фагоциты, которые играют важную роль в врожденном иммунном ответе, обычно это первый тип клеток, отправляющийся к месту заражения. Таким образом, они участвуют во многих воспалительных процессах, в том числе в мышечной ткани, вызванных упражнениями.

Интенсивная нагрузка способствует дегрануляции нейтрофилов, увеличивая концентрацию ферментов миелопероксидаза, которая действует как маркер миграции нейтрофилов в мышцы и дегрануляции их в сыворотке крови (данные исследования Veronica Salerno Pinto, Laboratory of Exercise Immunophysiology, Department of Microbiology, Immunology and Parasitology, Medical Sciences College, Испания **2012**). Высокоинтенсивная активность вызывает повышение в организме концентрации противовоспалительных цитокинов, чтобы уменьшить, предположительно, повреждение мышечной ткани в результате воспаления, хотя это может привести к увеличению восприимчивости к инфекциям.

**Вывод:** упражнения помогают укрепить вашу иммунную систему, но они должны даваться организму дозированно и умеренно. Слишком много нагрузки для ИС не есть хорошо.

**Какая нагрузка для иммунной системы лучше**



Исследования, опубликованные в журнале *Neuroendocrinology Letters* («Влияние физических упражнений на иммунную систему и гормоны стресса у спортсменок», США 2016) говорят нам о том, что у женщин, которые занимались аэробными упражнениями в течение **30 минут**, повысился уровень иммуноглобулинов по сравнению с теми, кто не занимался или занимался анаэробными упражнениями.

#### **Примечание:**

Среди различных типов иммуноглобулинов низкий уровень иммуноглобулина А (IgA) в слюне делает людей более восприимчивыми к простуде и гриппу.

**45-минутная** прогулка низкой интенсивности пять раз в неделю в течение **15 недель** привела к повышению уровня IgG, IgA и IgM в крови (Nehlsen-Cannarella, S.L. et al. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **23: 64-70, 1991**). В другом исследовании (Akama, T. et al. *International Journal of Sports Medicine*. **24: 36-42, 2003**) сообщалось, что **12-месячные** занятия греблей повысили уровень IgD в крови. Еще одно исследование говорит нам, что легкая тренировка и умеренные аэробные упражнения два раза в неделю в группе пожилых людей повысили их уровень иммуноглобулина А.

Подытоживая результаты указанных исследований, можно сделать следующий вывод. Для укрепления и поддержания своей ИС проводите:

- возраст **60+**: аэробные тренировки низкой интенсивности до **45 минут 2-3** раза в неделю – кардио в зале на тренажерах или ежедневная прогулка на **7-8 тысяч шагов** в день;
- возраст **40-60 лет**: две силовые тренировки в зале по **45 минут** и **1-2 кардио** до **60 минут**;
- возраст **18-40 лет**: три силовые тренировки до **45 минут** и **2-3 кардио** до **60 минут**.

Старайтесь придерживаться этих тактических тренировочных параметров, и ваша иммунная система будет стоять на страже вашего здоровья и долголетия. Собственно, вот и все по теме. Что нужно осветили, а что не нужно не осветили :). Подытожим.

#### **Послесловие**

Иммунная система человека – уже четвертая заметка из нашего нового системного цикла. Мы еще в самом начале нашего пути, придется терпеть эту нудятину еще несколько ~~лет~~ недель. Или не все так уж плохо? :)



