

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
имени А.М. Никифорова»

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач МЧС России
член-корреспондент РАН
Заслуженный врач РФ
д.м.н. профессор



С.С. Алексанин

**ОЦЕНКА И КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА
У СОТРУДНИКОВ ФПС ГПС И СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РОССИИ
С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

Методические рекомендации

Санкт-Петербург
2020

Оценка и коррекция нарушений минерального обмена у сотрудников ФПС ГПС и спасателей МЧС России с заболеваниями костно-мышечной системы: методические рекомендации / Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. СПб. : ООО «НПО ПБ АС», 2020. 29 с.

Авторы: Алексанин С.С., Санников М.В., Яковлева М.В., Неронова Е.Г., Власенко М.А., Фролова М.Ю., Ковязина Н.А., Алхутова Н.А., Макарова Н.В., Шевченко Т.И.

Нарушение минерального обмена является одной из составляющих патогенеза развития заболеваний костно-мышечной системы. В методических рекомендациях изложены современные аспекты анализа биоэлементного статуса, обоснована необходимость индивидуального подхода к его коррекции. Проведенные ранее исследования показали наличие нарушений биоэлементного статуса у пожарных и спасателей, а также высокий уровень распространенности болезней костно-мышечной системы. Мероприятия по адресной коррекции дисэлементозов при выявленной патологии и риске развития, будет способствовать сохранению здоровья и увеличению профессионального долголетия этих специалистов, что обуславливает актуальность выбранной темы.

Настоящие методические рекомендации подготовлены в рамках НИР «Оценка и коррекция нарушений минерального обмена у сотрудников ФПС ГПС и спасателей МЧС России с заболеваниями костно-мышечной системы». Основание: в рамках выполнения государственного задания ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова МЧС России от Департамента гражданской обороны и защиты населения МЧС России 2019 год. Приказ МЧС от 21.03.2016 № 138 «Об организации профилактической работы по защите жизни и здоровья личного состава МЧС России».

Методические рекомендации предназначены для медицинского персонала МЧС России, осуществляющего диспансерное динамическое наблюдение за состоянием здоровья военнослужащих спасательных воинских формирований, сотрудников федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы, федеральных государственных гражданских служащих, работников территориальных органов и организаций МЧС России. Они также могут быть использованы в системе послевузовского (аспирантура, ординатура) и дополнительного профессионального образования медицинского персонала МЧС России.

Рецензенты:

Калинина Н.М. – главный научный сотрудник отдела лабораторной диагностики ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, д.м.н. профессор.

Макаров П.П. – профессор кафедры общей и военной гигиены ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Лауреат премии правительства РФ, д.м.н. профессор.

СОДЕРЖАНИЕ

| | стр. |
|--|------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| 1 ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЧНОГО СОСТАВА ФПС ГПС МЧС РОССИИ ЗА 2016-2018 ГГ... | 6 |
| 2 БИОЭЛЕМЕНТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОСТНОЙ ТКАНИ..... | 7 |
| 2.1 Жизненно необходимые биоэлементы, влияющие на развитие заболеваний костно-мышечной системы..... | 7 |
| 2.2 Токсические биоэлементы, влияющие на развитие заболеваний костно-мышечной системы..... | 11 |
| 2.3 Обмен кальция и фосфора в организме..... | 13 |
| 2.4 Гормональная регуляция кальций-фосфорного обмена..... | 14 |
| 2.5 Маркеры костеобразования..... | 16 |
| 3 НАРУШЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА..... | 18 |
| 4 ПРОФИЛАКТИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ..... | 20 |
| 4.1 Диетотерапия | 20 |
| 4.2 Лечебная физкультура и методы физиотерапии..... | 22 |
| 4.3 Витаминопфилактика..... | 23 |
| 4.4 Лечебные мероприятия..... | 24 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 26 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 28 |

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

КМС – костно-мышечная система

ВКЖ- внеклеточной жидкости

АТФ - аденозинтрифосфата

ПТГ - паратгормон

ПЩЖ -паращитовидные железы

ВД – витамин Д

ВВЕДЕНИЕ

Ликвидация последствий аварий и выезды на тушение пожаров происходят в сложных условиях, которые создают угрозу для здоровья у сотрудников ФПС ГПС и спасателей МЧС России. По данным сотрудников Федерального государственного учреждения «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГУ ВНИИПО МЧС России), наряду с бронхитом и бронхиальной астмой (болезни органов дыхания), неврозом, психозом, неврастенией (нервно-психические болезни), язвенной болезнью и гастритом (болезни органов пищеварения), ишемической болезнью сердца и гипертонией (болезни системы кровообращения), к числу производственно-обусловленных заболеваний у пожарных следует отнести также артрит и остеохондроз (болезни костно-мышечной системы). В большинстве случаев речь идет о дегенеративно дистрофических заболеваниях позвоночника и остеоартрозах. Сами по себе болезни костно-мышечной системы у пожарных редко приводят к гибели, однако они могут серьезно нарушить работоспособность и привести к инвалидизации сотрудников МЧС.

Нарушение минерального обмена является одной из составляющих патогенеза развития заболеваний костно-мышечной системы. Проведенные ранее исследования показали наличие нарушений биоэлементного статуса у пожарных и спасателей, а также высокий уровень распространенности болезней костно-мышечной системы. Однако работ посвященных изучению взаимосвязи нарушений минерального обмена и течения данной соматической патологии у этой категории лиц практически не проводилось. Мероприятия по адресной коррекции дисэлементозов при выявленной патологии и риске развития, будет способствовать сохранению здоровья и увеличению профессионального долголетия этих специалистов, что обуславливает актуальность выбранной темы.

1. ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЧНОГО СОСТАВА ФПС ГПС МЧС РОССИИ ЗА 2016-2018 ГГ.

Анализируя данные ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М.Никифорова МЧС России, оценка заболеваемости в расчете на 100 сотрудников ФПС ГПС МЧС России за 2016-2018 гг. показала, что по временной утрате трудоспособности 3 место занимают заболевания костно-мышечной системы (M00-M99).

Оценивая направленность заболеваний костно-мышечной системы - 65 % патологии составил остеохондроз позвоночника, 12% пришлось на артрозы, более 12% обследованных имели поражения межпозвонковых дисков. Диагноз остеохондроз включал: поражение трех отделов позвоночника у 20 % обследованных пожарных, поясничный отдел позвоночника у 30% лиц, грудной отдел позвоночника и шейный отдел позвоночника у 15%, 9% пожарных - сочетание повреждения шейного и поясничного отдела, а также грудного и поясничного отдела позвоночника.

Среди всех заболеваний суставов 68% пришлось на поражение коленного сустава, 15% на поражение тазобедренного сустава.

При оценке развития патологии КМС в зависимости от возраста, отмечалось: в возрасте 18-25 лет 40% обследованных имели данную патологию, в возрасте после 30 лет - 55%.

При оценке зависимости стажа работы и количества пожарных с патологией КМС, выявлено увеличение количества лиц с патологией при сравнении групп до 10 лет стажа и более десяти.

Вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что прослеживается четкая связь возраста и стажа работы по специальности с наличием патологии КМС у обследованных пожарных.

2. БИОЭЛЕМЕНТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Важным источником успешного развития, работоспособности, жизнеспособности и обновления всех органов человеческого тела, в том числе и костно-мышечной системы, является постоянное поступление в организм незаменимых пищевых веществ, витаминов и химических элементов в необходимых количествах [3,4,5]. Недостаток химических элементов, а тем более комплексный дисэлементоз, сказывается на структуре костно-мышечной системы, а также на эффективности мер, направленных на профилактику заболеваний КМС [10].

Химические элементы, поступающие в организм с пищей, водой и с вдыхаемым воздухом можно разделить на жизненно необходимые и токсичные [7]. Из 81 элемента, находящегося в контакте и представленных в организме человека, выделяют 18 жизненно необходимых элементов: бор (В), кальций (Са), кобальт (Со), хром (Сг), медь (Сu), железо (Fe), йод (I), калий (К), магний (Mg), марганец (Mn), молибден (Mo), натрий (Na), фосфор (P), селен (Se), ванадий (V), цинк (Zn), кремний (Si), германий (Ge)). К общеизвестным токсическим веществам относятся: сурьма (Sb), серебро (Ag), алюминий (Al), мышьяк (As), бериллий (Be), кадмий (Cd), цезий (Cs), ртуть (Hg), литий (Li), никель (Ni), свинец (Pb), стронций (Sr), таллий (Tl), барий (Ba), олово (Sn), титан (Ti), рубидий (Rb).

Остановимся подробнее на роли химических элементов, особенно важных для костно-мышечной системы.

2.1. Жизненно необходимые биоэлементы, влияющие на развитие заболеваний костно-мышечной ткани

Кальций

В риске развития заболеваний костно-мышечной системы одним из важных факторов, является либо экзогенный дефицит кальция, либо эндогенное

нарушение его всасывания и избыточное выведение. Кальций это одним из важнейших химических элементов для человека. Основная роль кальция – структурный компонент скелета. Костная ткань на 65% состоит из солей кальция. Общее количество кальция в человеческом организме составляет 1000-1800 г, из них 98% депонируются в костной ткани. Кальций, находящийся в костной ткани находится в состоянии постоянного обмена с кальцием крови и является буферным депо для поддержания стабильного уровня его обмена. Поддержание его постоянной концентрации в плазме крови необходимо, так как кальций играет важную роль в механизмах нервно-мышечной проводимости, в гемостатических механизмах, в регуляции пролиферации и роста клеток, иммунном ответе, активации ферментов и запуске гормонов. При недостаточном поступлении кальция в организм человека, запускается механизм выведения кальция из костного депо, что приводит к нарушениям в костно-мышечной системе организма.

Экзогенный кальций плохо усваивается с пищей. Для лучшего усвоения необходимо учитывать антагонистические свойства других химических элементов, в частности, фосфора и магния, к кальцию. Повышенное употребление натрия с пищей, приводит к увеличению выведения кальция с мочой. Состояние желудочно-кишечного тракта также влияет на всасывание кальция [11, 12]. Повышенная кислотность предопределяет усвоение в кишечнике только одну треть поступившего кальция, при пониженной кислотности усвоение снижается до 10 процентов от поступившего с пищей. Для усвоения кальция организмом необходим витамин D. Употребление витамина D позволяет в 2-3 раза увеличить поступление в организм кальция.

Фосфор

Фосфор тесно участвует в обмене веществ организма с кальцием. Соотношение содержания в скелете кальция и фосфора постоянно и составляет в норме 2:1, что необходимо для их полноценного совместного действия [11, 12]. В процессах формирования костной ткани обмен фосфора и кальция идет параллельно. Регуляция обмена фосфора производится парашитовидной железой.

При регуляции экскреции почками фосфор и кальций являются антагонистами. При повышенном поступлении фосфора в организм, кальций начинает выводиться избыточно, что может приводить к его дефициту в костном депо и развитию заболеваний КМС [9, 10]. Соединения фосфора содержатся почти во всех продуктах питания, причем их содержание в рационе питания в 5-7 раз превышает потребность взрослого человека. Избыточное поступление фосфора, является одним из факторов запуска дефицита кальция. Однако, гиперпаратиреоз, нарушение функции почечных канальцев, сахарный диабет, лейкопения могут приводить к выраженному дефициту фосфора в организме человека.

Магний

Магний является структурной единицей минерального компонента костной ткани – гидроксиапатита, отвечает за рост и стабилизацию кристалла. Магний регулирует секрецию паратгормона (ПТГ), повышает чувствительность органов-мишеней к ПТГ и витамину D, стимулирует действие кальцитонина. В среднем в организме человека содержится 25 г. магния. По данным научной литературы, при полноценном питании, организм человека получает на 30 % меньше экзогенного магния, чем рекомендуется. Магний плохо всасывается в кишечнике и до 70 % его выводится с калом. Антагонистом магния является кальций, т.к. оба эти элемента имеют общую транспортную систему в кишечнике. Известно, что дефицит магния увеличивается с возрастом.

Дефицит магния объясним для людей опасных профессий, т.к. на фоне стрессовых ситуаций связанных с работой происходит истощение внутриклеточного пула Mg^{2+} и его выделение с мочой. Данный процесс запускает выделение адреналина и норадреналина, способствующих выведению магния из клеток.

Цинк, медь

Цинк и медь являются также важными участниками в формировании скелета. Данные химические элементы являются кофакторами ферментов, отвечающих за синтез и сшивку между собой цепей коллагена. Сочетанный

дефицит цинка и меди является одним из чаще встречаемых в мире, а соотношение Cu/Zn – одна из жизненно важных констант в организме человека.

Цинк отвечает за синтез коллагена, дифференцировку и активность остеобластов, активность щелочной фосфатазы. Цинк регулирует уровень инсулиноподобного фактора роста (ИФР-1). Скелет человека содержит 25 - 30 % от всего содержащегося в организме цинка. Нарушение обмена цинка в организме человека приводит к нарушению метаболизма белка и может приводить к сбою синтеза молекулы ДНК. Цинк является катализатором активности ферментов отвечающих за гидролиз фосфотаз: кишечной и костной. Уменьшение пула цинка в организме может привести к у накоплению железа, меди, кадмия, свинца в тканях. Избыток приведет к дефициту меди и железа.

Марганец

Марганец является структурным компонентом костной ткани, являясь кофактором ферментов, отвечающих за глюкозаминогликановый матрикс формирующийся в остеоцитах. Глюкозаминогликан - это сложный углевод, после формирования матрикса которого происходит кальцификация и кальций включается в процесс костеобразования. Марганец еще один кофактор костной щелочной фосфатазы и участник процессов оссификации. При развитии заболеваний костно-мышечной системы прием кальция запускает дефицит марганца, т.к. затрудняет его усвоение организмом. Железо и фосфаты так же являются антагонистами марганца.

Бор, селен

Селена и бор отвечают за прочность костной ткани, причем поступления в организм данных микроэлементов должно быть в необходимом количестве.

Бор регулирует обмен фосфора и кальция через синтез медиаторов – паратирина и холекальциферола, участвует в процессах обмена фосфора, кальция, калия, магния, меди, цинка и алюминия в организме. Бор снижает содержание оксалатов (солей щавелевой кислоты) в моче, образующих почечные

камни (совместно с кальцием). Снижение содержания бора в организме человека приводит к остеопорозу, за счет усугубления дефицита кальция, магния и фосфора. Данная остеопороз не может быть восполнена препаратами кальция, как при стандартном терапевтическом лечении.

Селен стимулирует обмен веществ, входит в состав основных антиоксидантных соединений, интенсивно защищает организм от вредных соединений, участвует в нормальном иммунном ответе.

Прием селена сокращает сроки срастания костей при переломах. Это действие объясняется тем, что активные центры ферментов, формирующих костную ткань, содержат селен.

Кобальт

Кобальт принимает участие в обмене ферментов, образовании тиреоидных гормонов, участвующих в обмене кальция.

2.2. Токсические биоэлементы, влияющие на развитие заболеваний костно-мышечной системы

Токсические химические элементы, при попадании в организм человека, действуют по принципу антагонизма или конкуренции с жизненно необходимыми элементами. В связи с чем, необходимо учитывать накопление токсических элементов для оценки состояния костной ткани и риска развития КМЗ. Избыточное поступление в организм токсических элементов, таких как свинец, алюминий, кадмий, стронций, приводит к снижению костной массы, повышению хрупкости костной ткани, появлению «хруста» в суставах, потере организмом кальция, риску развития патологии костно-мышечной системы.

Свинец

Основное токсическое действие этот металл оказывает на нервную и костную систему. Свинец может накапливаться в различных органах и тканях, в

первую очередь, в костях, где находится 80-90 % всего свинца, содержащегося в организме. Там он находится в виде неактивного, нерастворимого трехосновного фосфата. Избыток свинца в организме приводит к снижению содержания жизненно важных элементов (кальция, железа, цинка и селена) в органах и тканях. За счет вышеуказанных свойств, накопление свинца нарушает структуру и функции костной ткани.

Алюминий

Накопление алюминия в организме способствует развитию остеопороза и рахита у детей, что объясняется тем, что алюминий с фосфатами в пище образуют нерастворимые соединения, затрудняющие усвоение фосфатов в кишечнике. Алюминий откладывается в костях, что изменяет структуру костной ткани, вызывая переломы. Негативные свойства алюминия на организм человека связаны с его антагонизмом по отношению к кальцию и магнию, фосфору, цинку и меди, способностью накапливаться в почках, костной и нервной ткани а также влиять на функции паращитовидных желез. Избыточное поступление алюминия в организм не в последнюю очередь связано с широким применением алюминий содержащих лекарственных препаратов (алмагель и др.)

Кадмий

Кадмий один из опаснейших ядов. Присутствует в выбросах сталелитейной промышленности, дыме и др. Кадмий накапливается внутриклеточно, связываясь с цитоплазматическим и ядерным материалом [6]. Кроме того, данный биоэлемент ингибирует ряд ферментов: каталазу, алкогольдегидрогеназу, фосфатазу, сукцинатдегидрогеназу, оксидоредуктазу, а так же блокирует работу инсулина и витамин D₃. Обмен кадмия тесно связан с метаболизмом цинка [7, 8]. Он способен замещать цинк в некоторых ферментах, защищающих клетку от действия активных форм кислорода. Кадмий усиливает дефицит цинка, селена, меди, железа, кальция. При отравлении наблюдается генотоксический и

канцеротоксический эффект, увеличивается вероятность возникновения заболеваний костно-мышечной системы.

Стронций

Стронций по физико-химическим свойствам молекулы близок к кальцию. Основная масса стронция у человека присутствует в скелете, накапливаясь в коллагеновом минерализующемся матриксе, подобно кальцию.

2.3 Обмен кальция и фосфора в организме

Кальций в организме человека находится на 99 % в костной ткани, представлен в виде гидроксиапатита и общая масса данного соединения в организме варьируется в диапазоне от 1 до 2 килограммов. Оставшаяся часть кальция (1 %) находится во внеклеточной жидкости (ВКЖ). Это несвязанный с белком ультрафильтруемый кальций (60% от всего кальция ВКЖ), обладающий способностью проходить через клеточные мембраны. Несвязанный с белком кальций состоит на 50 процентов из ионизированного, а также комплексированного, связанного с анионами: сульфат, цитрат, фосфат, бикарбонат. Оставшийся кальций ВКЖ (40%) находится в соединении с белками, в основном, с альбумином.

Для обменных процессов в организме человека основной является концентрация ионизированного кальция. Между кальцием костной ткани и кальцием внеклеточной жидкости постоянно происходит регулируемый обмен.

Фосфор в организме человека присутствует в скелете на 80% от общей массы, на 10% - во внутренних органах. Небольшая часть фосфора присутствует в неорганической форме и используется для синтеза аденозинтрифосфата (АТФ).

Общий фосфор сыворотки крови состоит из органических соединений - фосфолипидов и неорганического фосфора. В лабораторных исследованиях определяют только неорганический фосфор сыворотки крови. Около 85% его

циркулирует в несвязанном состоянии: в виде HPO_4^{-2} или $\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$, причем соотношение этих ионов зависит от pH внеклеточной жидкости. Оставшиеся 10% фосфора сыворотки связаны с белком и 15% - находятся в комплексной связи с кальцием или магнием.

2.4 Гормональная регуляция кальций-фосфорного обмена

Паратгормон и кальцитриол ($1,25(\text{OH})_2$ витамин D) это гормоны, ответственные за обмен кальция и фосфора в организме человека.

Паратгормон (ПТГ)

Паратгормон это линейный полипептид, который состоит из 84 аминокислотных остатков. Молекулярная масса 9500 Да. Продукция паратгормона осуществляется главными клетками паращитовидных желез (ПЩЖ). Изменение концентрации Ca^{2+} в сыворотке крови является основным пусковым механизмом регуляции секреции ПТГ. Гиперфосфатемия также является индуктором увеличения секреции ПТГ. Паратгормон стимулирует резорбцию кальция из костной ткани, реабсорбцию кальция в почечных канальцах, гидроксилирование $25(\text{OH})\text{D}$ в $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ в почках, экскрецию фосфата почками. Зависимость между концентрацией Ca^{2+} во ВКЖ и секрецией ПТГ имеет обратную связь.

$1,25(\text{OH})_2$ витамин D

С биологической точки зрения, $1,25(\text{OH})_2$ витамин D, кальцитриол (КТ) или D-гормон является стероидным гормоном, синтезируется в организме. Данный гормон обладает высокоспецифичным рецептором витамина D (РВД). Поступление витамина D (ВД) в организм человека лишь на 5 % обеспечивается животной (витамин D_3) или растительной (D_2) пищей, остальные 90-95% образуются в коже под влиянием ультрафиолетового облучения. Основной пул ВД находится в печени, период обновления гормона 12-14 дней. Избыточное

количество витамина D сохраняется в жировой ткани. По мере необходимости, витамин D (в форме D_3 и D_2) совместно со связывающим белком переносится в печень, где происходит гидроксильная с образованием $25(OH)D$ или кальцитриола (КТ). Кальцитриол превращается в почечных канальцах в активную форму витамина D.

Благодаря D-гормону повышается всасывание кальция и фосфора в тонкой кишке. Небольшое усиливающее воздействие оказывает D-гормон на реабсорбцию кальция и фосфора в почках, секрецию паратгормона, минерализацию костей и резорбцию из них кальция.

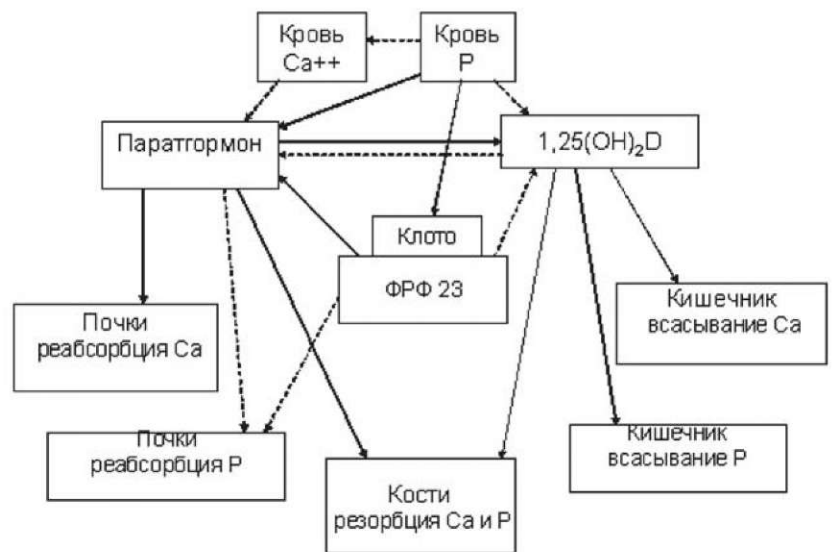


Рис. 1. Схема регуляции фосфорно-кальциевого баланса (показаны основные эффекты гормонов). Ca - кальций, P - фосфат, ФРФ 23 - фактор роста фибробластов 23, $1,25(OH)_2D$ - кальцитриол или D-гормон. Стрелки со сплошной линией - стимулирующий эффект, со штриховой - тормозящий.

ФРФ 23 - фактор роста фибробластов

ФРФ 23 - фактор роста фибробластов 23, это протеин, молекулярная масса 30 кДа, расщепление которого производится ферментом проконвертазного типа на 2 субъединицы: 18 кДа (амино-фрагмент) и 12 кДа (карбокси-фрагмент).

Для реализации эффектов ФРФ23 на органы необходим белок клото, представляющий собой P- глюкозидазу, которая присоединяется к рецептору ФРФ 23 и C-терминалу этого гормона, тем самым конвертируя канонические рецепторы ФРФ 23 в специфические. Белок клото - это трансмембранный протеин, который замедляет процесс старения и обеспечивает чувствительность

организма к инсулину. ФРФ23 увеличивает секрецию паратгормона, тормозит 1α -гидроксилазную активность почек, что уменьшает синтез кальцитриола и его уровня в сыворотке крови.

Кальцитонин

Кальцитонин – это пептидный гормон, состоящий из 32 аминокислот, производится С-клетками щитовидной железы. Гормон подавляет активность и появление остеокластов, снижая костную резорбцию, а также уменьшает реабсорбцию кальция и фосфора в почках и абсорбцию кальция в кишечнике - гипокальциемическое действие.

2.5 Маркеры костеобразования

Остаза

Костной фракцией щелочной фосфатазы является остаза. За синтез данного фермента отвечают остеобласты. В условиях ускоренного формирования кости происходит активация процессов дифференцировки остеобластов и повышение уровня концентрации остазы в крови. Концентрация остазы в крови имеет диагностическую значимость при заболеваниях костной ткани, так как, отображает состояние костного метаболизма. Увеличение активности остазы встречается при ряде заболеваний: болезни Педжета, рахите, остеопорозе, гиперпаратиреозе, злокачественных новообразованиях (остеогенная саркома) и метастазах в кости, миеломной болезни, лимфогранулематозе с поражением костей. При гипотиреозе, гипофосфатемии, напротив, происходит снижение активности фермента.

Остеокальцин

Наиболее информативным маркером формирования кости является остеокальцин. Он высвобождается остеобластами в процессе остеосинтеза и частично поступает в кровоток. Для определения его уровня используют

сыворотку или плазму крови, взятой натощак. При этом необходимо учитывать, что уровень остеокальцина в крови подвержен большим суточным колебаниям.

Уровень остеокальцина в крови хорошо коррелирует с данными инвазивных методов оценки состояния процесса формирования кости при различных метаболических поражениях скелета.

Уровень остеокальцина в крови:

повышен при остеомаляции, болезни Педжета, гипертиреозе, первичном гиперпаратиреозе, почечной остеодистрофии, хронической почечной недостаточности, активных процессах формирования кости (в том числе и опухолевых), активных процессах роста (подростковый возраст), метастазировании опухолей различного происхождения в костную ткань

понижен при: гипопаратиреозе, беременности, дефиците соматотропина, продолжительной терапии кортикостероидами

При заболеваниях костно-мышечной системы уровень остеокальцина может быть повышенным или нормальным, в зависимости от выраженности процессов остеосинтеза.

3. НАРУШЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА

При оценке биохимических показателей сыворотки крови: ионизированного кальция, фосфора, щелочной фосфатазы, паратгормона, витамина Д (25-ОН-(D2+D3)), остеокальцина, Са/креатинин мочи и пирилинк-Д/креатинин в моче, следует отметить общую негативную тенденцию по данным показателям у сотрудников ФПС ГПС МЧС России.

Дефицит ионизированного кальция отмечался у 17 % общей группы обследованных, недостаток щелочной фосфатазы у 11 %. Витамин Д (25-ОН-(D2+D3)) находился в дефицитном состоянии у 20 % пожарных. Дисбаланс остеокальцина выявлен у 10 % сотрудников МЧС, прошедших обследование. Нарушение коэффициента Са/креатинин мочи присутствовало у 40 % обследованных и показателя пирилинк- Д/креатинин в моче у 28%

Оценивая содержание химических элементов в организме у всех обследованных сотрудников ФПС ГПС МЧС России, было выявлен дефицит ряда жизненно необходимых элементов. Достоверные отличия в группах были выявлены по кобальту и йоду. При определении содержания йода в организме у сотрудников ФПС выраженная нехватка данного элемента наблюдалась у 40 % обследованных.

При определении содержания кобальта в организме у сотрудников ФПС выраженная нехватка данного элемента наблюдалась у 80 % обследованных.

При сравнении остальных показателей химических элементов достоверные отличия по сравнению с группой сравнения не выявлены. Однако, наиболее значимые показатели элементного статуса для риска развития заболеваний костно-мышечной системы, такие как, кальций, магний, медь, цинк, селен, йод и кобальт, у сотрудников ФПС ГПС МЧС России были снижены :

- дефицит кальция отмечался у 17% обследованных
- у 37% обследованных сотрудников ФПС ГПС МЧС наблюдалась выраженная нехватка магния
- дефицит цинка выявлен у 14 %
- дефицит меди у 11 % обследованных пожарных

- недостаток селена отмечался у 65 % сотрудников ФПС ГПС МЧС.

Медианы содержания токсичных биоэлементов в пробах волос сотрудников ФПС ГПС МЧС России находятся в пределах границ референтных интервалов. В тоже время, у ряда пожарных показатель концентрации токсичных элементов превышает допустимый уровень.

В пробах волос сотрудников ФПС ГПС МЧС России выявлено избыточное содержание токсичных элементов: никель (8%), кадмий (10%), алюминий (9%).

Профессиональная деятельность пожарных связана с накоплением в клетках токсических элементов, что приводит к недостатку жизненно-необходимых элементов и затрагивает фундаментальные биохимические механизмы, что в свою очередь влияет на развитие патологических процессов в организме.

4. ПРОФИЛАКТИКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В соответствии с выявленными изменениями в биоэлементном статусе обследуемых, мы предоставляем перечень основных профилактических мероприятий, направленных на предупреждение изменений в опорно-двигательном аппарате. Они включают в себя адекватные физические нагрузки под контролем врача ЛФК, методы физиотерапии, диетотерапию (определяющую поступление в организм необходимых микро- и макроэлементов), а также приём препаратов, воздействующих на метаболизм биоэлементов в организме.

4.1 Диетотерапия

Основным источником экзогенных биоэлементов является пища. И хотя важным свойством употребляемых продуктов является их энергетическая ценность (калорийность), необходимо также помнить о других компонентах пищи, таких, как витамины и микро- и макроэлементы. Необходимо понимать, что насыщение ими рациона является важной составляющей для нормального функционирования многих систем организма, в том числе и костно-суставного аппарата. В первую очередь это обусловлено тем, что внутри организма эти вещества практически не синтезируются.

Таблица 1

Потребности взрослого человека в употребляемых с пищей элементах

| Макро- и микроэлементы | Суточная потребность для взрослых | Среднее потребление для взрослых по РФ |
|------------------------|-----------------------------------|--|
| Кальций | 1 000,0 мг | 500,0-750,0 мг |
| Фосфор | 800,0 мг | 1200,0 мг |

| | | |
|----------|--|---|
| Магний | 400,0 мг | 300,0 мг |
| Калий | 2500,0 мг | 3100,0 мг |
| Натрий | 1 300,0—1 600,0 мг | 3 000,0—5 000,0 мг |
| Хлор | 5 000,0—7 000,0 мг | 2 000,0—2 500,0 мг |
| Железо | 10,0 мг (для мужчин) и 18,0 мг (для женщин) | 17,0 мг |
| Цинк | 12,0 мг | 7,5—17,0 мг |
| Йод | 150,0 мкг | 65,0—230,0 мкг (в зависимости от региона) |
| Медь | 1,0 мг | 0,9—2,3 мг |
| Марганец | 2,0 мг | 1,0—10 мг |
| Селен | 55,0 мкг (для женщин); 70,0 мкг (для мужчин) | 28,0—110,0 мкг |
| Хром | 50,0 мкг | 25,0—160,0 мкг |
| Молибден | 70,0 мкг | 44,0—500,0 мкг |
| Фтор | 4,0 мг | 0,5—6,0 мг |

Потребности взрослого человека в употребляемых с пищей элементах представлены в таблице ниже в соответствии с методическими рекомендациями Роспотребнадзора от 2009 года «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (МР 2.3.1.2432—08).

Содержание биоэлементов в различных продуктах различается. Так, йод в большей степени содержится в морепродуктах, морской капусте и йодированной соли, а медь - в какао-масле, авокадо, печени. В связи с выявленным у пациентов

дефицитом кальция, им рекомендовано добавлять в свой дневной рацион продукты, содержащие этот элемент, а именно молочные продукты, петрушку, кунжут, орехи, фасоль и другие бобовые и т.д. При этом важно, чтобы употребляемые в пищу блюда были достаточно снабжены качественным белком, который будет служить биохимическим субстратом для транспортировки биоэлементов, а также будет способствовать их адекватному усвоению.

По мнению Всемирной организации здравоохранения грамотно составленный рацион поможет в профилактике не только остеохондроза и прочих изменений со стороны опорно-двигательной системы, но и может предупредить развитие других неинфекционных заболеваний.

4.2 Лечебная физкультура и методы физиотерапии

Необходимо понимать, что неправильное назначение физических нагрузок способно усугубить уже существующие, даже самые минимальные, изменения в костной ткани пациента. Избыток физических нагрузок в молодом возрасте способен привести к более низкому набору пиковой костной массы. При занятиях спортом желательны умеренные силовые тренировки, способствующие укреплению мышечного корсета. Именно поэтому при определении спектра физической нагрузки рекомендуется профессиональная консультация врача ЛФК. Многокомпонентность патогенеза нарушений водно-минерального обмена требует комплексного подхода к профилактике этих заболеваний и их лечению. Именно поэтому при ведении пациентов с зафиксированными дефицитами определённых биоэлементов или склонностью к ним рекомендовано привлечение специалистов разных профилей - в том числе, и физиотерапевтического.

Среди методов физиотерапии высоко зарекомендовал себя метод ультрафиолетового излучения со стимуляцией метаболизма витамина D - превращение его неактивной формы в 1,25(OH)₂-D₃ и последующее участие в кальций-фосфорном обмене. Это может стать полезным инструментом для

профилактики гипокальциемии, особенно в случаях, когда всасывание кальция в кишечнике затруднено, в связи с нарушениями в желудочно-кишечном тракте.

Ещё одним распространённым методом физиотерапевтического воздействия является электрофорез. Несмотря на то, что на данный момент его эффективность оспаривается, на сегодняшний день во многих клиниках применяется электрофорез калия, магния, меди, селена и других биоэлементов. Подобная форма доставки этих ионов в кровоток позволяет увеличить их биологическую доступность для организма.

Также стоит отметить успешное практическое применение минеральных вод (бальнеотерапии), которая даже по современным рандомизированным исследованиям показала хорошие результаты по снижению болевого синдрома при поражении костно-суставного аппарата. Применение столовых минеральных вод внутрь также способствует обогащению рациона различными биоэлементами.

4.3 Витаминпрофилактика

Для назначения фармакотерапии врачу необходимо чётко понимать, с какими дефицитными состояниями он имеет дело в каждом конкретном случае, оценить степень их тяжести, а также иметь представление о биохимических процессах, которые могли вызвать подобный дефицит.

В соответствии с полученными результатами, врач должен определить, какую группу препаратов в данной ситуации лучше выбрать. В некоторых случаях для выявления этиологии того или иного дефицита микроэлемента могут потребоваться дополнительные методы лабораторных и инструментальных исследований.

В профилактических целях при изолированном дефиците определённого микроэлемента достаточно восполнить его при помощи монопрепарата, а при присоединении клинических проявлений гиповитаминоза, можно использовать комплексные препараты, так называемые поливитаминные препараты II поколения (сочетание микроэлементов и витаминов). При этом важно учитывать

конкурентно-ингибирующее действие разных элементов и витаминов друг на друга. Так, например, экспериментально доказано, что поливитаминные комплексы, содержащие металлы, могут затруднять всасывание витаминов В5, В6 и С за счёт воздействия на их химическую структуру. Однако возможен и положительный исход взаимодействия препаратов, содержащих биоэлементы, с витаминами - витамин В6 прекрасно усваивается при присутствии магния, а витамин Е и селен синергичны друг-другу.

Наиболее эффективными в практическом применении будут являться лекарственные формы, которые предполагают отделение макро- и микроэлементов от витаминов, а также разделение витаминов на жирорастворимые и водорастворимые. Но не стоит забывать, что даже между собой биоэлементы способны быть антагонистами и уменьшать терапевтический эффект друг-друга. Так, препараты железа, применяемые при анемических состояниях, снижают усвоение цинка и меди, а препараты кальция затрудняют поступление фосфора.

4.4 Лечебные мероприятия

С учётом полученных данных о высоком проценте поражений костно-суставного аппарата, а именно, остеохондроза позвоночника (76%), в особенности среди пожарных молодого возраста (младше 25 лет), необходимо проведение комплексных терапевтических мероприятий в каждом индивидуальном случае.

При заболеваниях позвоночника рекомендуется выработать грамотный двигательный и ортопедический режим. При сильно выраженных болях рекомендован охранный режим на 1-2 дня для снижения давления внутри позвоночного диска. В последствие, рекомендовано ношение специальных ортопедических корсетов и воротников. Также необходимо освоить бытовые двигательные навыки, такие, как правильная осанка, подъем тяжести с правильным сгибанием и разгибанием в позвоночника и т.д.). Лечение уже свершившегося остеохондроза также включает в себя работу с врачом ЛФК и

физиотерапевтическое воздействие на поражённую зону, но уже более “прицельно”.

Для улучшения эффекта от лечебных мероприятий рекомендуется параллельный приём препаратов-хондропротекторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Болезни костно-мышечной системы у пожарных относятся к числу производственно-обусловленных заболеваний.

В первую очередь в эту группу необходимо отнести дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника (дорсопатии, поражения межпозвонковых дисков) и артрозы / артриты. В структуре всех заболеваний у сотрудников МЧС заболевания КМС занимают 2 ранговое место, а по заболеваемости с временной утратой трудоспособности 3 место на протяжении многих лет. Проведенные исследования показывают, что распространенность заболеваний КМС значительно увеличивается как с возрастом, так и со стажем работы по специальности. Так даже в возрастной группе 18-25 лет 40% обследованных имели данную патологию, в возрасте более 30 лет почти 55%.

Нарушение минерального обмена является одной из составляющих патогенеза развития заболеваний КМС. Исследования минерального состава волос показывают, что дефицит кальция отмечался у 17% обследованных пожарных, у 37% обследованных сотрудников ФПС ГПС МЧС наблюдалась выраженная нехватка магния, у 14 % - дефицит цинка, у 11% - дефицит меди, а почти 65% обследованных лиц имеют недостаток селена. Активные центры ферментов, формирующих костную ткань, содержат селен.

Кроме того, у обследованных пожарных в крови выявлен дефицит ионизированного кальция - у 17 % от общей группы обследованных, недостаток щелочной фосфатазы - у 11.

При недостаточном поступлении кальция в организм человека, запускается механизм выведения кальция из костного депо, что приводит к нарушениям в костно-мышечной системе организма. Экзогенный кальций плохо усваивается с пищей. Для лучшего усвоения необходимо учитывать антагонистические свойства других химических элементов, в частности, фосфора и магния, к кальцию. Повышенное употребление натрия с пищей, приводит к увеличению выведения кальция с мочой. Кроме того, на всасывание кальция влияет состояние желудочно-кишечного тракта, так повышенная кислотность предопределяет

усвоение в кишечнике только одну третью поступившего кальция, а пониженная только 10 процентов от поступившего с пищей. Также для усвоения кальция организмом необходим витамин D, который снижен у 20 % обследованных лиц..

Сами по себе болезни костно-мышечной системы у пожарных редко приводят к гибели, однако они могут серьезно нарушить работоспособность и привести к инвалидизации сотрудников МЧС.

Основой профилактических мероприятий, направленных на предупреждение изменений в опорно-двигательном аппарате являются: адекватные физические нагрузки под контролем врача ЛФК, методы физиотерапии, диетотерапия (определяющую поступление в организм необходимых микро- и макроэлементов), а также приём препаратов, воздействующих на метаболизм биоэлементов в организме, прием хондропротекторов и витаминотерапия. Так употребление витамина D позволяет в 2-3 раза увеличить поступление в организм кальция.

Мероприятия по адресной коррекции дисэлементозов при выявленной патологии и риске развития, будет способствовать сохранению здоровья и увеличению профессионального долголетия специалистов МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боев В.М. Микроэлементы и доказательная медицина / В.М. Боев. – М. : Медицина, 2005. – 208 с.
2. Дружинина П.В. Заболевания опорно-двигательного аппарата. Остеопороз: рекомендации для врачей / П.В. Дружинина, А.Ф. Новиков. – М., 2008. – 48 с.
3. Ермоленко ВМ. Фосфорно-кальциевый обмен и почки. В: Тареева ИЕ, ред. Нефрология: Руководство для врачей. 2-е изд., перераб. и доп., Медицина, М., 2000; 62-75
4. Значение и роль микроэлементов в физиологии и патологии человека: Учеб. Пособие для студ. мед. ВУЗов / М.В. Федосенко, Р.Р. Шиляев, О.А. Громова [и др.] – Иваново: ГОУ ВПО Ивановская гос. мед. акад., 2004. – 123 с.
5. Кудрин А.В. Микроэлементы в иммунологии и онкологии / А.В. Кудрин, О.А. Громова. – М.: ГЭОТАР-Медия, 2007. – 544 с.
6. Микронутриенты в питании здорового и больного человека : справочное руководство по витаминам и минеральным веществам / В. А. Тутельян [и др.]. – М.: Колос, 2002. – 424 с.
7. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
8. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека / Л.Р. Ноздрюхина. – М.: Наука, 1987. – 184 с.
9. Оберлис Д. Биологическая роль макро-и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скальный. – СПб.: Наука, 2008. – 544 с.
10. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
11. Ребров В.Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В.Г. Ребров, О.А.

Громова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 960 с.

12. Хан Т. Метаболические болезни костей. Остеопения / Т. Хан // Consilium Medicum. – 2003. – Т. 5, № 9. – С. 8–13.