

## Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины

С.О. Ключников, Д.А. Кравчук, М.Г. Оганнисян

Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

## Osteoporosis in children and its relevance for pediatric sports medicine

S.O. Kljuchnikov, D.A. Kravchuk, M.G. Ogannisyan

Federal Scientific and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency

Лекция посвящена одной из актуальных проблем современной медицины – остеопорозу. Обсуждаются современные тенденции в представлениях об эпидемиологии, факторах риска, диагностических подходах, многократно подтвержденных в отечественных и зарубежных работах. Особое внимание обращено на неоднозначность и противоречивость информации об остеопорозе в детском и подростковом возрасте, а также на отсутствие убедительных исследований данного вопроса в детской спортивной медицине. Авторы проводят анализ общепринятых подходов к выявлению групп риска по развитию остеопороза у детей, детально обсуждают предрасполагающие факторы и сложные вопросы диагностики этого состояния. В публикации приведены результаты собственных наблюдений за наиболее сложной с клинической точки зрения группой детей и подростков, занимающихся спортом, в том числе спортом высших достижений. Отдельный раздел посвящен анализу применяемых фармакологических средств для профилактики и лечения остеопороза у детей и юных атлетов. Представленные данные приведены в соответствии с официальной информацией Всемирного антидопингового агентства (WADA, 2017).

**Ключевые слова:** дети, молодые атлеты, спортивная медицина, остеопороз,  $\beta$ -Crosslaps, C-телопептид коллагена I типа

**Для цитирования:** Ключников С.О., Кравчук Д.А., Оганнисян М.Г. Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины. Рос вестн перинатол и педиатр 2017; 62:(3): 112–120. DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-3-112-120

The article is dedicated to one of the urgent problems of modern medicine – osteoporosis. Modern trends in the national epidemiology, risk factors, and diagnostic approaches are discussed. Particular attention is paid to the ambiguity and inconsistency of information on osteoporosis in childhood and adolescence, as well as the lack of convincing studies of this issue in children's sports medicine. The authors conduct an analysis of the generally accepted approaches to the identification of risk groups for the development of osteoporosis in children, the predisposing factors and complex issues of diagnosing this condition are discussed in detail. The publication presents the results of our own observations of the most complex clinical cases in a group of children and adolescents involved in sports, including elite sports. A separate section is devoted to the analysis of pharmacological agents for the prevention and treatment of osteoporosis in children and young athletes. All presented data are in accordance with the legislation and rules of the World Anti-Doping Agency (WADA, 2017).

**Key words:** children, young athletes, sports medicine, osteoporosis,  $\beta$ -Crosslaps, C-telopeptide of type I collagen

**For citation:** Kljuchnikov S.O., Kravchuk D.A., Ogannisyan M.G. Osteoporosis and its actuality for child sports medicine. Ros Vestn Perinatol i PEDIATR 2017; 62:(3): 112–120 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2017-62-3-112-120

Наряду с традиционными представлениями о том, что актуальность проблемы остеопороза определяется в первую очередь высоким риском переломов в пожилом и старческом возрасте, сегодня в мировой литературе описаны значимые особенности проявлений этого заболевания и у спортсменов, причем даже у юниоров. В частности, подтверждением этого могут служить нередко выявляемые у спортсменов повышенная травматизация костей и суставов с исходом в хронические остеоартрозы, иммунные расстройства и частые инфекционные заболевания,

риск нарушения толерантности к глюкозе и/или развития сахарного диабета и некоторые другие клинически и социально значимые состояния [1, 2].

Научные исследования также свидетельствуют о том, что низкие пиковая костная масса, потребление кальция и обеспеченность организма витамином D, особенности питания (в том числе региональные) и чрезмерная физическая активность являются существенными факторами, обуславливающими и/или предрасполагающими к формированию остеопороза. Именно эти факторы нередко выявляются у профессиональных спортсменов, причем различного возраста и различного спортивного стажа [3–7].

На наш взгляд, особое значение имеет неоднозначное отношение педиатров к данной проблеме. Это можно проиллюстрировать итогами краткого опроса, проведенного нами на одном из крупнейших научных педиатрических форумов в октябре 2016 г. В частности, каждый второй из 180 опрошенных практикующих педиатров отметил, что большая физическая нагрузка способствует предупреждению

© Коллектив авторов, 2017

**Адрес для корреспонденции:** Ключников Сергей Олегович – д.м.н., проф., рук. научно-исследовательской лаборатории медицинских проблем в спорте высших достижений Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации ФМБА России clinika.dek@gmail.com

Кравчук Дарья Андреевна – врач-педиатр Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации ФМБА России  
Мкртыч Гагикович Оганнисян – к.б.н., аналитик Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации ФМБА России  
121059 Москва, Б. Дорогомиловская ул., д. 5

развития остеопороза. Не углубляясь в скрупулезный анализ такого ошибочного стереотипа, приведем некоторые факты, подтверждающие актуальность проблемы остеопороза для детско-юношеского спорта.

### Остеопороз у детей

Остеопороз у детей рассматривается как кальций-дефицитная болезнь [8]. При тяжелом остеопорозе костная масса снижается до 40–50% от возрастной нормы. Вследствие этого кость менее устойчива к механическим воздействиям, обуславливая легкость возникновения переломов даже при минимальной травматизации и нагрузке.

Классически остеопороз рассматривается как мультифакторное системное метаболическое заболевание костной системы, характеризующееся снижением костной массы в единице объема, нарушением микроархитектоники кости, приводящее в результате чрезмерной хрупкости костей к высокому риску переломов. По данным ВОЗ, остеопороз занимает четвертое место после сердечно-сосудистых заболеваний, онкопатологии и сахарного диабета. На современном этапе это заболевание получило название «тихой», или «безмолвной» эпидемии, так как, протекая бессимптомно, нередко диагностируется уже при наличии осложнений, т.е. переломов. Установлено, что переломы, связанные с остеопорозом, регистрируются чаще, чем инфаркт миокарда, инсульты и рак молочной железы, а практически каждый пятый пациент с остеопоротическим переломом шейки бедра или позвоночника в течение года умирает. У женщин число случаев смерти от перелома шейки бедра равно числу умерших от рака молочной железы и в 4 раза больше, чем смертей от рака эндометрия [9].

Медико-социальный ущерб от остеопороза, в том числе экономические затраты на диагностику, лечение и реабилитацию пациентов с остеопоротическими переломами, определяется как очень высокий. Так, ежегодные траты только на госпитализированных пациентов с переломами шейки бедра составляют 300 млн евро в Швеции, 600 млн евро во Франции. Серьезность проблемы остеопороза подтверждается данными Национального фонда остеопороза США (NOF), согласно которым остеопорозом страдают более 9,9 млн американцев, а у 43,1 млн отмечается снижение плотности костной ткани [10]. Опасность остеопороза заключается в том, что заболевание клинически может себя никак не проявлять, пока не осложнится переломом, который иногда возникает вследствие минимального воздействия или даже без какой-либо травмы.

Если раньше остеопороз рассматривался как болезнь исключительно пожилых людей, обусловленная возрастной потерей костной массы, то в настоящее время доказано, что истоки заболевания лежат в детском возрасте, в периоде интенсивного увеличения костной массы.

Индивидуальная программа роста состоит в достижении генетически запрограммированных не только линейных размеров, но и минеральной плотности костной ткани. Наряду с этим, существует множество эндогенных и экзогенных факторов, способных вызвать у детей отклонения от генетической программы развития, в том числе костной ткани, как до, так и после рождения. В этих условиях могут формироваться различные остеопатии.

Согласно классификации причин, способствующих развитию остеопений (остеопороза) у детей [11], помимо внутриутробных и характерных для детей раннего возраста существуют многочисленные факторы и у детей старшего возраста и подростков. В том числе:

- неправильное питание, дефицит белка, молочных продуктов;
- полигиповитаминозы;
- низкое содержание кальция в диете;
- болезни желудочно-кишечного тракта, почек, печени, ревматические, эндокринные и др.;
- курение, злоупотребление пивом, алкоголем.

Не следует забывать и о так называемых ятрогенных остеопениях, к развитию которых могут привести стероидные гормоны при системном применении, тиреоидные гормоны, антиконвульсанты (фенобарбитал и др.), гепарин (длительная терапия – 3 мес и более), химиотерапевтические препараты, антациды при длительном применении (особенно алюминийсодержащие лекарственные средства) и т.д. Перечисленные факторы оказывают негативное влияние на формирование максимума костного пика; содействуют различным функциональным изменениям, которые могут переходить в патологическую остеопению с остеопорозом, риском деформаций и костных переломов в молодом и пожилом возрасте.

Необходимо учитывать, что развитие остеопении или даже остеопороза у детей во многом предопределяется быстрыми темпами роста, высокой скоростью моделирования скелета и дефицитом в растущем организме фосфатов и кальция при несовершенстве путей их транспорта, метаболизма и утилизации [12, 13]. Кроме того, выделяются определенные возрастные критические периоды детства, характеризующиеся высокой степенью риска снижения минеральной плотности костной ткани и развитием переломов [14, 15]. Так, по данным С.В. Мальцева, из 1510 обследованных детей наибольшая частота остеопении и остеопороза наблюдалась у школьников подросткового возраста – у 56,2 и 6% соответственно [15].

У детей остеопороз чаще вторичный, как следствие самых различных по этиологии заболеваний. В результате снижения костной массы переломы костей как при первичном, так и при вторичном остеопорозе имеют типичную локализацию: тела позвонков, дистальный отдел лучевой кости, проксимальный отдел плечевой кости, шейка бе-

дра и область вертелов бедренной кости. В телах позвонков встречаются как истинные компрессионные переломы, так и «ползучая» деформация при образовании «рыбьих» позвонков вследствие микропереломов.

Среди клинических проявлений наиболее часто описываются боль, уменьшение роста, деформация позвоночника, судороги в конечностях. Однако следует учитывать, что если острая боль скорее свидетельствует о переломе, то тупая боль в костях или пояснице, выраженная утомляемость при длительном нахождении в одной позе могут оказаться симптомами остеопороза. Признаем, что у профессиональных спортсменов вопросы дифференцирования боли по ее характеру и этиологии могут быть предметом самостоятельной дискуссии, а с учетом специфики самого спорта «терпеть боль» – скорее стиль жизни. Поэтому рассматривать боль как клинический маркер остеопороза у профессиональных спортсменов по крайней мере не информативно.

Сомнительными представляются и жалобы на «судороги в ступнях и икрах». Трактовка данных признаков в легкой атлетике, многоборье или у спортсменов в игровых видах (хоккей, футбол и др.) чрезвычайно затруднена и продолжает привлекать внимание ученых. В качестве примера отметим в связи с этим продолжающиеся активные дискуссии ученых по наиболее популярным теориям происхождения «спортивных» судорог: электролитные нарушения и изменение контроля за нейромышечной регуляцией.

Уменьшение роста – данный феномен обусловлен снижением высоты тел позвонков, в результате позвоночник «проседает». Этот клинический признак, так же, как и боль, весьма сомнителен по своей информативности, тем более на ранних стадиях остеопороза у спортсменов юного возраста.

Описанные в литературе такие симптомы, как хрупкость ногтей и пародонтоз, в определенной мере означают лишь предрасположенность к остеопорозу и вряд ли могут быть использованы как объективные маркеры ранних клинических проявлений.

Таким образом, классические клинические маркеры не могут однозначно использоваться врачами при верификации диагноза «остеопороз» у профессиональных атлетов.

### Остеометрия у детей и подростков

Исходя из классических трактовок в практической медицине диагноз «остеопороз» у детей требует наличия в анамнезе клинически подтвержденных переломов длинных трубчатых костей верхних и нижних конечностей, компрессионных переломов тел позвонков, низких показателей костной массы или костной плотности. Определение минеральной плотности костной ткани должно рассматриваться как составная часть оценки костного здоровья при повышенном риске переломов. В настоящее

время выделяют четыре типа технологий для измерения минеральной плотности костной ткани:

- моноэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (SXA);
- биоэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DXA), включая периферическую DXA (pDXA);
- радиографическая абсорбциометрия (RA);
- количественная компьютерная томография (QCT), включая периферическую QCT.

Для определения минеральной плотности костной ткани позвоночника можно использовать и QCT, которая является единственным методом, представляющим результаты исследования в трехмерном измерении. Метод дает возможность дифференцированно оценивать минеральную плотность в трабекулярной и кортикальной костной ткани. В отличие от DXA, при QCT нет искажений показателя минеральной плотности костной ткани, связанных с тучностью пациента, а также вызванных сопутствующей патологией, например спондилоартритом и остеофитами, обызвествлением стенки аорты или наличием участков остеосклероза, развивающегося в результате дегенеративных заболеваний или переломов позвонков. Но большие дозы облучения при QCT, а также высокая стоимость обследования ограничивают широкое применение этой технологии в диагностике остеопороза, использование ее оправдано лишь в ситуациях, требующих дифференциальной диагностики.

В последние годы при диагностике остеопороза активно используются ультразвуковые исследования (УЗИ), которые в отличие от рентгеновской денситометрии позволяют оценивать такие характеристики костной ткани, как скорость распространения ультразвука в кости и широкополосное затухание ультразвуковой волны в определенном участке скелета. Параметры УЗИ отражают степень эластичности и прочности костной ткани и коррелируют с минеральной плотностью костной ткани позвоночника и шейки бедра. В настоящее время высказывается мнение о возможности применения ультразвуковой денситометрии для скринингового определения риска переломов. Однако научно-методические и практические аспекты применения этих приборов в диагностике остеопороза и оценке эффективности терапии продолжают дискутироваться [16].

Рентгенография традиционно довольно активно используется для диагностики остеопороза и его осложнений. Однако ее нельзя отнести к методам ранней диагностики, поскольку рентгенологические признаки остеопороза появляются, когда 20–30% костной массы уже потеряно. Наиболее сложно оценить выраженность остеопороза в позвоночнике, поскольку ни один из его рентгенологических признаков не является специфичным. Часто рентгенография позволяет выявить остеопороз лишь на поздней стадии, когда уже имеются остеопоротические

переломы. С учетом стремительно меняющейся морфофизиологии у подростков [17] целесообразность широкого использования данного метода вызывает большие сомнения.

Определение минеральной плотности костной ткани проводится всем детям при первичных заболеваниях костей или хронических заболеваниях, влияющих на минерализацию костной ткани. Рекомендуется исследование минеральной плотности костной ткани в поясничном отделе позвоночника и по показаниям по программе «все тело» до начала лечения препаратами, оказывающими влияние на минерализацию костной ткани, а также для мониторинга эффективности проводимой антирезорбтивной терапии. Минимальный срок для повторного определения минеральной плотности костной ткани при мониторинге эффективности терапии тяжелых форм остеопороза составляет 6 мес. В неосложненных случаях измерение минеральной плотности костной ткани целесообразно осуществлять не чаще одного раза в год.

В клинической практике «золотым стандартом» диагностики остеопороза считается остеоденситометрия [18]. Остеоденситометрия периферических отделов скелета (DXA) является наиболее предпочтительным методом оценки костной массы и минеральной плотности костной ткани у детей и подростков. В сложных и неясных случаях для наиболее точной диагностики у детей и подростков проводят измерения минеральной плотности костной ткани и минеральной костной массы в поясничном отделе позвоночника или исследование минеральной плотности костной ткани по программе «все тело». Сканирование всего тела может быть полезно при выявлении пациентов с хроническими заболеваниями или состояниями, которые связаны с недостаточным питанием (нервная анорексия, воспалительные заболевания кишечника) или с мышечным и скелетным дефицитом (идиопатический ювенильный остеопороз, несовершенный остеогенез).

Определение минеральной плотности костной ткани в проксимальном отделе бедренной кости — ненадежный метод оценки минерализации костной ткани у растущих детей вследствие значительной вариабельности скелетного развития. У детей с задержкой линейного роста и развития результаты исследований минеральной плотности костной ткани в поясничных позвонках и по программе «все тело» должны анализироваться с учетом абсолютного роста или ростового возраста или сравниваться с соответствующими педиатрическими базами данных, включающими специфические для возраста, пола и роста Z-критерии.

Согласно клиническим рекомендациям (2009 г.), термин «остеопороз» не должен появляться в педиатрических денситометрических заключениях без данных анамнеза о случаях переломов костей [19]. T-индекс опять же не должен использоваться для оценки

минеральной плотности костной ткани у детей и подростков. Заключение о «снижении костной массы по сравнению с возрастной нормой» может быть сделано только на основании Z-критерия менее  $-2,0$  SD. При Z-критерии более  $-2,0$  SD минеральной плотности костной ткани в заключении резюмируется: «показания в пределах возрастной нормы».

Несмотря на то, что системы DXA являются наиболее изученными и широко применяются в клинической практике, этот диагностический метод имеет определенные недостатки. В частности, диагностика остеопороза возможна только при значительной потере костной массы. Даже при выявлении низкой минеральной плотности костной ткани нельзя идентифицировать всех пациентов, у которых может произойти перелом. Если лечение назначать только пациентам (не юниорам), с диагнозом остеопороз, согласно классификации ВОЗ (T-критерий  $\leq 2,5$  стандартных отклонений), то многие из тех, у кого в последующем случится перелом, не будут выявлены, а следовательно, будет упущена возможность профилактики риска перелома [20]. Кроме того:

- данный метод не позволяет прогнозировать уровень потери костной массы;
- для прогноза переломов у детей значение результатов исследования минеральной плотности костной ткани в настоящее время точно не определено;
- оценка изменения плотности костной массы возможна только через 1,5–2 года после начала терапии, т.е. отсутствует возможность мониторинга эффективности применяемых у пациента лекарственных средств;
- высока стоимость аппаратов и самого исследования; так, оснащение данным прибором в РФ составляет 1,2 аппарата на 1 млн населения, при рекомендациях ВОЗ 11 аппаратов на 1 млн.

Важным аспектом является также то, что с помощью методов «костной денситометрии» можно судить об основных параметрах прочности костной ткани, однако эти методы не дают никакой информации о состоянии костного метаболизма. Уровень формирования и резорбции костной ткани может быть оценен несколькими способами: путем измерения ферментативной активности костных клеток (остеобластов и остеокластов) или определения продуктов деградации костного матрикса, которые высвобождаются в циркуляцию в процессе костного обмена.

Исходя из вышеизложенного, наряду с измерением минеральной плотности костной ткани, весьма актуальным представляется использование биохимических маркеров остеопороза [21, 22]. В частности, в проведенном на базе Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации ФМБА России исследовании с участием спортсменов высшей квалификации, в том числе до 18 лет, нами были не только проанализированы факторы риска развития остеопороза в этой профес-

сиональной группе, но и осуществлена диагностика данного заболевания на основе биохимических показателей, традиционно исследуемых при проведении обязательного для спортсменов углубленного медицинского обследования.

На рис. 1 представлены данные о содержании  $\beta$ -Crosslaps (С-телопептида – продукта деградации коллагена I типа и маркера костной резорбции) у спортсменов-юниоров различных возрастных групп. Как видно, уровень  $\beta$ -Crosslaps превышает норму во всех возрастных группах, особенно у 14–15-летних спортсменов. Также обращает на себя внимание тот факт, что если в возрасте 14–15 лет значения были выше у юношей, то после 15-летнего возраста – начинают преобладать у девушек. Возможно, повышение данного маркера связано со специфической активностью метаболических процессов в организме спортсмена в этом возрасте. Если рассматривать данный

параметр с учетом видов спорта, то наибольший уровень  $\beta$ -Crosslaps характерен для атлетов в игровых видах спорта и единоборствах (рис. 2).

Наряду с этим, целесообразно обратить внимание на то, что уровень общего кальция в крови находился в пределах нормальных референсных значений. Не отмечено каких-либо различий этого показателя в зависимости от видов спорта. Объяснением данного феномена может быть тот факт, что уровень кальция в крови является одной из наиболее стабильных констант гомеостаза организма человека. При формировании патофизиологических реакций, сопровождающихся повышенным потреблением и/или экскрецией кальция, включается мощнейший и многоступенчатый механизм поддержания оптимального его уровня в крови [23]. Это, безусловно, не позволяет в полной мере опираться на данный биохимический параметр при диагностике остеопороза у спортсменов.

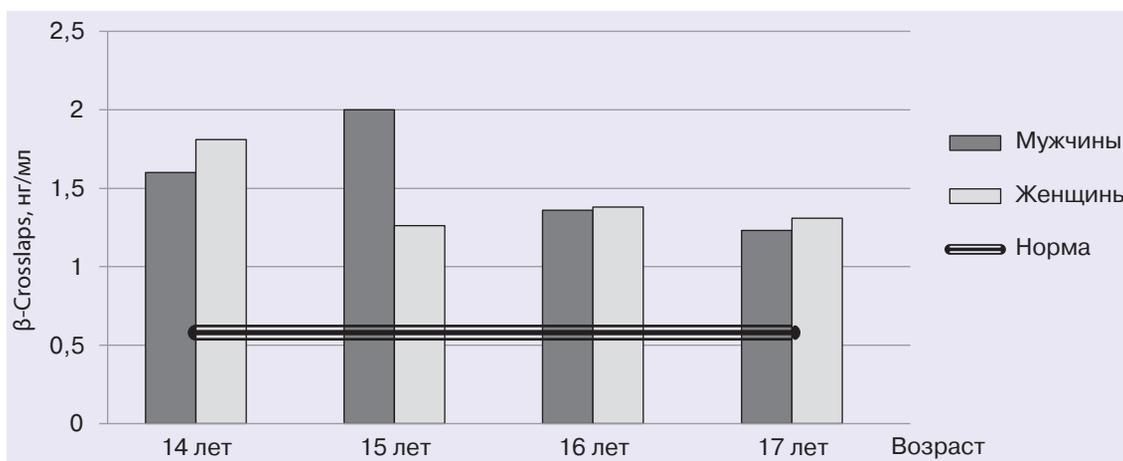


Рис. 1. Уровень  $\beta$ -Crosslaps (С-телопептида коллагена I типа) в крови юниоров – членов сборных команд России в зависимости от пола и возраста.

Fig. 1. Depending on age and gender levels of  $\beta$ -Crosslaps in blood of young athletes – members of national team of Russia

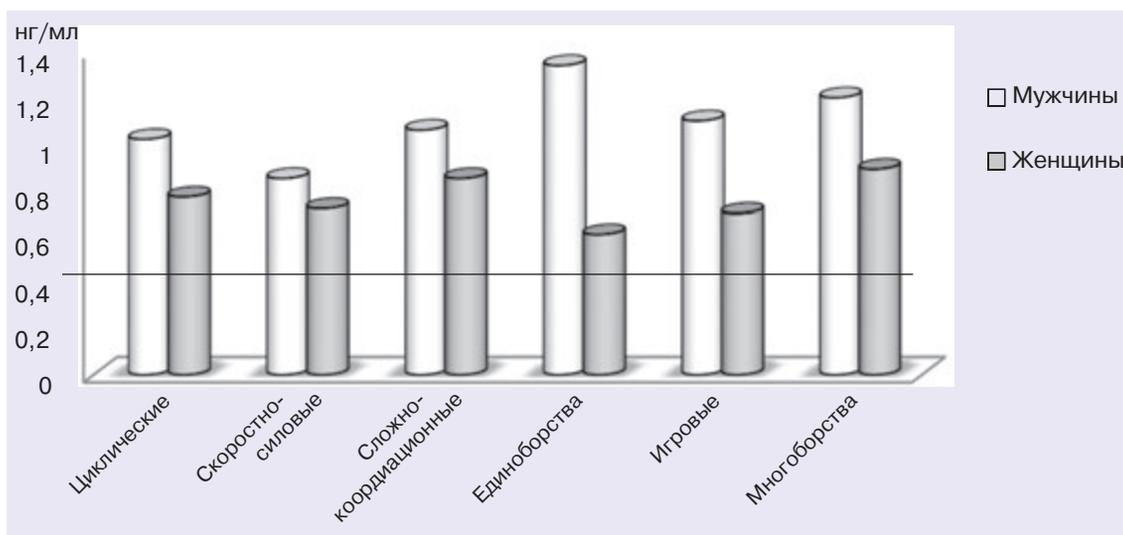


Рис. 2. Уровень  $\beta$ -Crosslaps (С-телопептида коллагена I типа) у спортсменов-юниоров в зависимости от вида спорта (0,6 нг/мл – верхняя граница нормальных значений).

Fig. 2.  $\beta$ -Crosslaps level in young athletes depending on sports (0,6 ng/ml – upper border of normal values)

Наиболее значимыми факторами риска развития остеопороза (особенно для юных спортсменов), кроме генетических, на наш взгляд, являются:

- низкая пиковая костная масса;
- женский пол, позднее начало менструаций, аменорея;
- низкое потребление кальция;
- чрезмерная физическая активность;
- дефицит витамина D.

Проблеме остеопороза именно в спорте высших достижений посвящено небольшое количество научных работ. Проведенный нами специальный анализ мировой литературы показал, что в базе данных PubMed/Medline в период с 2011 по 2015 г. по этой тематике были опубликованы только 33 научные статьи, причем пик публикационной активности приходится на 2015 г. Так, по материалам научной литературы, частота остеопороза (на основании денситометрии) варьирует от 4,1 до 13%, причем наибольший процент (46,5%) отмечается у профессиональных танцоров [24]. Отдельно нужно сказать о высоком риске остеопоротических переломов у спортсменок, страдающих, наряду со снижением плотности костной ткани, аменореей и анорексией, что определяется термином «женская спортивная триада» («Female Athlete Triad»).

Этот термин был предложен в 1993 г. Американской коллегией спортивных врачей. Сегодня хорошо

изучена связь между снижением массы тела и аменореей. Аменорея у спортсменок, по мнению ряда специалистов, возникает в результате дисфункции гипоталамуса [25, 26]. Прекращение нормальной импульсной секреции гонадотропных гормонов, лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов может быть следствием отрицательного энергетического баланса организма. Отсутствие импульсной секреции этих гормонов подавляет продукцию эстрадиола яичниками, что ведет к прекращению или отсутствию менструаций.

Установлено, что у спортсменок с аменореей плотность кости значительно ниже, чем у женщин с нормальным циклом, т.е. риск травм для них существенно выше. Степень снижения плотности кости у спортсменок, не имевших менструаций более 6 мес, приближается к таковой у женщин в постменопаузе. Такое разрежение кости может оказаться необратимым и иметь отдаленные последствия. При сопоставлении частоты «усталостных» переломов, случившихся в один и тот же промежуток времени при одинаковом общем пробеге у бегуний с аменореей и у бегуний с сохранным менструальным циклом, оказалось, что в отсутствие менструаций переломы возникали гораздо чаще [27].

Несмотря на то что спортивная триада описана у спортсменок, отдельные проявления данного состояния имеют место и у мужчин. В связи с этим

**Таблица. Препараты для лечения остеопороза, разрешенные и запрещенные к применению в спорте высших достижений**  
**Table. Medications for the treatment of osteoporosis, permitted and prohibited for use in elite sports**

| Группа препаратов | Препараты, запрещенные к применению WADA                | Препараты, разрешенные к применению WADA      | Примеры препаратов (МНН), разрешенных к применению WADA, возрастные ограничения  |
|-------------------|---|---|--|
| 1                 |   | Соли кальция                                  | Кальция глицерофосфат (с 2 лет)<br>Кальцеин (с 5 лет)<br>Кальцеин эдванс (с 5 лет)   |
|                   |   | Бифосфонаты                                   | Этидроновая кислота (с 3 лет)<br>Ибандроновая кислота (с 18 лет)   |
|                   |   | Кальцитонин                                   | Кальцитонин раствор для инъекций (с 18 лет)  |
|                   |   | Эстрогены                                     | Лактобактерии+эстриол+<br>+прогестерон (с 18 лет)  |
| 2                 | Анаболические стероиды, андрогены, соматотропный гормон | Селективные модуляторы эстрогенных рецепторов | Индолкарбинол (с 18 лет)   |
|                   |   | Препараты фтора                               | Натрия фторид (с 2 лет)  |
| 3                 |   | Паратиреоидный гормон                         | Паратиреоидный гормон (с 18 лет)   |
|                   |   | Препараты витамина D                          | Альфакальцидол (с 3 лет)<br>Кальцитриол (с 3 лет)<br>Колекальциферол, водный и масляный растворы (без ограничений по возрасту) |
|                   |   | Оссеин-гидроксиапатитные соединения           | Остеогенон (с 18 лет)  |
|                   |   | Стронция ренелат                              | Стронция ренелат (с 18 лет)  |

эксперты Международного олимпийского комитета предлагают ввести более широкое понимание состояния, связанного с проявлением относительного дефицита энергии в спорте (Relative Energy Deficiency in Sport – RED-S). RED-S синдром обусловлен нарушением физиологических функций и сопровождается метаболическими и иммунными отклонениями, остеопорозом, нарушением синтеза белков и изменением показателей сердечно-сосудистой системы. Данный дефицит энергии связан с нарушением баланса между поступающей в организм и расходуемой энергией при нормальной жизнедеятельности и физических нагрузках [28].

Наряду с достаточным поступлением витамина D, необходимо также учитывать адекватное обеспечение организма спортсмена кальцием. Как известно, низкое потребление кальция является фактором риска формирования остеопороза. Однако реальное поступление кальция у юниоров существенно ниже нормы, что требует соответствующей нутритивной поддержки. В частности, сотрудниками кафедры педиатрии РМАПО показано, что обеспеченность кальцием рациона питания современных подростков в 3 раза ниже необходимого суточного потребления: 418 мг против 1500 мг в сутки [29].

Значение дефицита витамина D убедительно доказано во взаимосвязи с повышенной травматизацией костей и суставов с исходом в хронические остеоартрозы; формированием иммунных нарушений и как следствие частыми инфекционными заболеваниями; хроническим стрессом; риском нарушения толерантности к глюкозе и/или развитием сахарного диабета и некоторыми другими клинически и социально значимыми состояниями [30–32].

Таким образом, на наш взгляд, в диагностике остеопороза у спортсменов сборных команд РФ актуальным является использование именно биохимических маркеров этого заболевания с учетом соответствующих факторов риска. Так как исследование ряда биохимических параметров входит в программу углубленного медицинского обследования, а анализ результатов не должен представлять сложностей для врача по спортивной медицине, то это может позволить, как минимум, своевременно выявить группы риска, верифицировать диагноз и назначить соответствующее лечение. Кроме того, в отличие от денситометрии, которая констатирует состояние минерализации костной ткани на момент исследования, биохимические маркеры позволяют судить о скорости и направленности процессов костного метаболизма.

### Медикаментозная коррекция при остеопорозе

Неоднозначным остаются вопросы не только диагностики, но и медикаментозной коррекции остеопороза у спортсменов высшей квалификации, тем более юниоров. В терапевтической практике

для лечения остеопороза используются три группы лекарственных препаратов [33]:

- препараты, замедляющие процессы разрушения кости (соли кальция, бифосфонаты, кальцитонин, эстрогены, селективные модуляторы эстрогенных рецепторов);
- препараты, усиливающие синтез костной ткани (препараты фтора, анаболические стероиды, андрогены, соматотропный гормон, паратиреоидный гормон);
- препараты, одновременно замедляющие процессы разрушения и усиливающие синтез костной ткани (препараты витамина D, оссеин-гидроксипапатитные соединения, стронция ренелат).

Однако в спортивной медицине важно учитывать, что далеко не все препараты указанных групп разрешены для использования у профессиональных спортсменов. В таблице представлен перечень медикаментозных средств, разрешенных и запрещенных для применения в спорте высших достижений [34].

К 1-й группе препаратов для лечения остеопороза у юниоров и разрешенных к применению WADA относятся соли кальция. Данная фармакологическая группа довольно широко представлена на отечественном рынке [35]: кальция глицерофосфат, кальция глюконат, кальцеин, кальцеин эдванс.

К препаратам фтора, зарегистрированным в государственном реестре лекарственных средств, относится натрия фторид. Регистрация комбинированной лекарственной формы натрия фторид + яблочная кислота (Ксеродент), разрешенного к применению с 12 лет, закончилась в 2016 г. Область применения – только стоматология.

В научной литературе описано применение кальцитонина у детей, причем преимущество отводится интраназальным формам выпуска. Однако описанная связь приема кальцитонина с увеличением риска онкологической патологии у взрослых ограничивает его применение у детей [36].

### Заключение

Таким образом, можно заключить, что остеопороз как патофизиологический процесс чрезвычайно актуален для спортсменов-профессионалов. Особую группу риска по развитию остеопоротических изменений представляют юниоры не только в силу неадекватного поступления кальция и витамина D, но и из-за значительных физических нагрузок, происходящих в период максимальных трансформаций в организме, присущих пубертатному периоду. Требуют принципиального пересмотра не только диагностические критерии, но и лечебно-профилактические мероприятия, учитывающие как специфику видов спорта, гендерные различия, так и возраст спортсменов.

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Мирошникова Ю.В., Самойлов А.В., Ключников С.О., Выходец И.Т., Бехтина Е.В. Медико-биологическое обеспечение в детско-юношеском спорте (концепция). Педиатрия им. Г.Н. Сперанского 2013; 1: 143–149. [Miroshnikova Yu.V., Samojlov A.V., Kljuchnikov S.O., Vyhodets I.T., Behtina E.V. Medical and biological support in Youth Sport (concept). *Pediatrija im. G.N. Speranskogo* 2013; 1: 143–149 (in Russ)]
2. Hilibrand M.J., Hammoud S., Bishop M., Woods D., Fredrick R.W., Dodson C.C. Common injuries and ailments of the female athlete; pathophysiology, treatment and prevention. *Phys Sportsmed* 2015; 43(4): 403–11. DOI: 10.1080/00913847.2015.1092856.
3. Демин В.Ф., Ключников С.О., Покидкина Г.Н. Значение неблагоприятных экологических факторов в формировании детской патологии. Педиатрия им. Г.Н. Сперанского 1995; 3: 98. [Demin V.F., Kljuchnikov S.O., Pokidkina G.N. The importance of unfavorable environmental factors in the formation of children's pathology. *Pediatrija im. G.N. Speranskogo* 1995; 3: 98 (in Russ)]
4. Ключников С.О., Самойлов А.С., Медведев С.В., Ключников М.С., Выхик А.В. Опыт использования медицинского программно-аппаратного комплекса Esteck system complex в спортивной медицине. Спортивная медицина: наука и практика 2015; 36: 81–94. [Kljuchnikov S.O., Samojlov A.S., Medvedev S.V., Kljuchnikov M.S., Vychik A.V. The use of medical hardware-software complex «esteck system complex» in sports medicine. *Sportivnaja medicina: nauka i praktika* 2015; 3: 81–94 (in Russ)]
5. Серeda А.П., Пирушкин В.П., Оганнисян М.Г. Десинхронизация (джетлаг, синдром смены часовых поясов). Современные и перспективные методы лечения. Спортивная медицина: наука и практика 2016; 3 (24): 13–21. [Sereda A.P., Pirushkin V.P., Ogannisyan M.G. Jet lag: current and potential therapies. *Sportivnaja meditsina: nauka i praktika* 2016; 3 (24): 13–21 (in Russ)]
6. Самойлов А.С., Серeda А.П., Ключников М.С., Разумец Е.И., Кочанова Д.А. Опыт применения методов восстановительной медицины в условиях проведения учебно-тренировочных сборов сборных команд России. Медицина экстремальных ситуаций: 2015; 4 (54): 98–106. [Samojlov A.S., Sereda A.P., Kljuchnikov M.S., Razumec E.I., Kochanova D.A. Experience of using rehabilitation medicine principles in training camps for national sports teams of Russia. *Medicina jekstremal'nyh situacij* 2015; 4 (54): 98–106 (in Russ)]
7. Ogan D., Pritchett K. Vitamin D and the Athlete: Risks, Recommendations, and Benefits. *Nutrients* 2013; 5(6): 1856–1868. DOI:10.3390/nu5061856
8. Актуальные проблемы остеопороза. Под ред. В.И. Струкова. Пенза: Ростра 2009; 342 [Actual problems of osteoporosis. V.I. Strukov (ed.). *Penza: Rostra* 2009; 342 (in Russ)]
9. Kanis J.A., Burlet N., Cooper C., Delmas P.D., Reginster J.Y., Borgstrom F. et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2008; 19(4): 399–428.
10. Cosman F., de Beur S.J., LeBoff M.S., Lewiecki E.M., Tanner B., Randall S. et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos Int* 2014; 25(10): 2359–2381. DOI: 10.1007/s00198-014-2794-2.
11. Струков В.И. Рахит и остеопороз. Пенза: Изд-во ПГУ 2004; 169. [Strukov V.I. Rickets and osteoporosis. *Penza: Izd-vo PGU* 2004; 169 (in Russ)]
12. Романюк Ф.П., Алферов В.П., Колмо Е.А., Чугунова О.В. Рахит. Пособие для врачей. СПб., 2009; 57. [Romanjuk F.P., Alferov V.P., Kolmo E.A., Chugunova O.V. Rickets. A guide for physicians. *SPb.*, 2009; 57 (in Russ)]
13. Каладзе Н.Н., Урсина Е.О. Факторы, влияющие на метаболизм костной ткани у детей, и факторы риска его нарушения при ДЦП (обзор литературы). Сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции: Актуальные проблемы медицины в России и за рубежом. № 2. Новосибирск 2015; 129–136. [Kaladze N.N., Ursina E.O. Factors affecting the metabolism of bone tissue in children and risk factors for its impairment in cerebral palsy (literature review). *Collection of scientific works on the results of the international scientific and practical conference: Actual problems of medicine in Russia and abroad. № 2. Novosibirsk* 2015; 129–136 (in Russ)]
14. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш. Современные аспекты остеопороза у детей. Практическая медицина 2015; 7(92): 15–21. [Mal'cev S.V., Mansurova G.Sh. Modern aspects of osteoporosis in children. *Prakticheskaja meditsina* 2015; 7(92): 15–21 (in Russ)]
15. Тыртова Д.А., Эрман М.В., Тыртова Л.В., Ивашикина Т.М. Остеопороз в детском и подростковом возрасте: состояние проблемы. Сообщение 1. Вестник Санкт-Петербургского университета 2009; 11(2): 164–177. [Tyrtova D.A., Jerman M.V., Tyrtova L.V., Ivashikina T.M. Osteoporosis in childhood and adolescence: the state of the problem. *Message 1. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta* 2009; 11(2): 164–177 (in Russ)]
16. Tomlinson D., Morgan S.L. Eating disorders and bone. *J Clin Densitom* 2013; 16(4): 432–438. DOI: 10.1016/j.jocd.2013.08.015.
17. Сонькин В.Д. Физиологические закономерности онтогенеза и их возможные приложения к теории физической тренировки. Физиология человека 2015; 5(41): 562–572. [Son'kin V.D. Physiological laws of ontogeny and their possible applications to the theory of sports training. *Fiziologija cheloveka* 2015; 5(41): 562–572 (in Russ)]
18. Hind K., Johnson M.I. Complex regional pain syndrome in a competitive athlete and regional osteoporosis assessed by dual-energy X-ray absorptiometry: a case report. *Journal of medical case reports* 2014; 8(1): 165. DOI:10.1186/1752-1947-8-165.
19. Остеопороз. Клинические рекомендации Российской ассоциации по остеопорозу. Под ред. О.М. Лесняк, Л.И. Беневоленской. М: ГЭОТАР-Медиа 2009; 269. [Osteoporosis. Clinical guidelines of the Russian Association on Osteoporosis. O.M. Lesnjak, L.I. Benevolenskaya. (eds). *Moscow: GEOTAR-Media* 2009; 269 (in Russ)]
20. Лесняк О.М. Современные подходы к диагностике и лечению остеопороза. Фарматека 2012; 2: 40–44. [Lesnjak O.M. Current approaches to diagnosis and treatment of osteoporosis. *Farmateka* 2012; 2: 40–44 (in Russ)]
21. Vasikaran S., Eastell R., Bruyère O., Foldes A.J., Garnero P., Griesmacher A. et al. Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk and monitoring of osteoporosis treatment: a need for international reference standards. *Osteoporosis International* 2011; 22(12): 391–420. DOI: 10.1007/s00198-010-1501-1.
22. Wheeler G., Elshahaly M., Tuck S.P., Datta H.K., van Laar J.M. The clinical utility of bone marker measurements in osteoporosis. *J Transl Med* 2013; 11: 201. DOI: 10.1186/1479-5876-11-201.
23. Гусейнов А.З., Киреев С.С. Основы инфузионной терапии. Парентеральное и энтеральное питание. СПб.-Тула: Изд-во ТулГУ 2014; 158 [Gusejnov A.Z., Kireev S.S. Basics of infusion therapy. Parenteral and enteral nutrition. *Spb.-Tula: Izd-vo TulGU* 2014; 158 (in Russ)]
24. Javed A., Tebben P.J., Fischer P.R., Lteif A.N. Female athlete triad and its components: Toward improved screening and management. *Mayo Clin Proc* 2013; 88(9): 996–1009. DOI: 10.1016/j.mayocp.2013.07.001.

25. Ackerman K.E., Misra M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad. *Phys Sportsmed* 2013; 39(1): 131–141. DOI: 10.1542/peds.2016-0922
26. Thiemann P., Legenbauer T., Vocks S., Platen P., Auyeung B., Herpertz S. Eating Disorders and Their Putative Risk Factors Among Female German Professional Athletes. *Eur Eat Disord Rev* 2015; 23(4): 269–276. DOI: 10.1002/erv.2360.
27. De Souza M.J., Nattiv A., Joy E., Misra M., Williams N.I., Mallinson R.J., Gibbs J.C. et al. Female Athlete Triad Coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st International Conference held in San Francisco, CA, May 2012, and 2nd International Conference held in Indianapolis in May 2013. *Clin J Sport Med* 2014; 24(2): 96–119. DOI: 10.1136/bjsports-2013-093218.
28. Mountjoy M., Sundgot-Borgen J., Burke L., Carter S., Constantini N., Lebrun C. et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med* 2014; 48(7): 491–497. DOI: 10.1136/bjsports-2014-093502.
29. Коровина Н.А., Творогова Т.Н. Профилактика остеопении у детей и подростков с риском развития остеопороза. *Лечащий врач* 2006; 6(7): 1–10. [Korovina N.A., Tvorogova T.N. Prevention of osteopenia in children and adolescents with a risk of developing osteoporosis *Lechashij Vrach* 2006; 6(7): 1–10 (in Russ)]
30. Välimäki V.V., Alfthan H., Lehmuskallio E., Löyttyniemi E., Sahi T., Stenman U.H. et al. Vitamin D status as a determinant of peak bone mass in young Finnish men. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 76–80. DOI: 10.1210/jc.2003-030817.
31. Sonnevile K.R., Gordon C.M., Kocher M.S., Pierce L.M., Ramappa A., Field A.E. Vitamin D, calcium, and dairy intakes and stress fractures among female adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2012; 166: 595–600. DOI: 10.1001/archpediatrics.2012.5.
32. Constantini N.W., Arieli R., Chodick G., Dubnov-Raz G. High prevalence of vitamin D insufficiency in athletes and dancers. *Clin J Sport Med* 2010; 20: 368–71. DOI: 10.1097/JSM.0b013e3181f207f2.
33. Пигарова Е.А., Рожинская Л.Я. Современные подходы к диагностике и лечению остеопороза. *Consilium medicum* 2014; 16(4): 82–87. [Pigarova E.A., Rozhinskaja L.Ja. Current approaches to diagnosis and treatment of osteoporosis. *Consilium medicum* 2014; 16(4): 82–87 (in Russ)]
34. WADA prohibited list (2017). Available at: <http://www.wada-ama.org/en/World-Anti-Doping-Program/Sports-and-Anti-Doping-Organizations/International-Standards/Prohibited-List/> (accessed 1 January 2017).
35. Ключников С.О., Козлов И.Г., Самойлов А.С. Формулярное руководство по применению лекарственных средств в детско-юношеском спорте. М: MBP-Agency 2014; 386. [Kljuchnikov S.O., Kozlov I.G., Samojlov A.S. Formulary guide to the use of medicines in children's and youth sports. Moscow: MBP-Agency 2014; 386 (in Russ)]
36. Почкайло А.С. Современные подходы к лечению остеопороза у детей. *Медицинские новости* 2014; 7: 42–48. [Pochkajlo A.S. Current approaches to the treatment of osteoporosis in children. *Meditinskije novosti* 2014; 7: 42–48 (in Russ)]

Поступила 09.02.17

Received on 2017.02.09

**Конфликт интересов:**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки, конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Conflict of interest:**

The authors of this article confirmed the absence conflict of interests, financial or any other support which should be reported.