

ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ КОСТНОЙ ТКАНИ У ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ХМАО-ЮГРЫ

Кучин Р.В.¹, Нененко Н.Д.¹, Черницына Н.В.¹, Максимова Т.А.¹

¹*ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» Министерства образования и науки России, Ханты-Мансийск, e-mail: nenekon@mail.ru*

Проведена оценка состояния костной ткани у 40 девушек, родившихся (дети пришлого населения – первое поколение, этническая принадлежность – русские) и постоянно проживающих на территории ХМАО-Югры. Были сформированы четыре группы девушек, в зависимости от двигательной активности и их спортивной специализации: Группа 1 (n=10) – девушки с привычным уровнем двигательной активности, регулярно не занимающиеся физкультурой и/или спортом; Группа 2 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся лыжным спортом; Группа 3 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся волейболом; Группа 4 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся единоборствами (дзюдо, самбо). У всех девушек оценка структурно-функционального состояния костной ткани включала денситометрию сегментов скелета и позвоночника, а также проведение биохимического исследования сыворотки крови по маркерам обмена кости. В результате исследования были получены данные показывающие, что у девушек – потомков мигрантов в первом поколении, проживающих и родившихся на территории ХМАО-Югры, регулярно не занимающихся физической культурой и спортом, присутствуют признаки потерь костной массы, не отмечаемые у сверстниц – жительниц средних широт и девушек, регулярно занимающихся физической культурой и спортом. Обнаружено, что регулярные занятия физической культурой и спортом способствуют предупреждению потерь костной массы у девушек, проживающих на территории ХМАО-Югры. Оптимальное влияние на предупреждение потерь костной массы у девушек, проживающих на территории ХМАО-Югры, оказывают занятия лыжами и волейболом.

Ключевые слова: физическая культура и спорт, костная ткань, климатогеографические условия.

FUNDAMENTAL RATIONALE FOR EARLY WARNING RECEPTION OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL DISORDERS BONE IN WOMEN LIVING IN KHMAO-UGRA

Kuchin R.V. ¹, Nenenko N.D. ¹, Chernicyna N.V. ¹, Maksimova T.A. ¹

¹*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Yugra State University, Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Khanty-Mansiysk, e-mail: nenekon@mail.ru*

The assessment of bony tissue state in 40 women born (children of newcomers - the first generation, ethnicity - Russian) and residing in KHMAO-Ugra has been made. Four groups of women have been formed, depending on the motion activity and sports specialization: group 1 (n=10) – women with the usual level of physical activity, not regularly engaged in physical training and/or sports; group 2 (n=10) – women with high level of physical activity engaged in skiing; group 3 (n=10) - women with high level of physical activity engaged in volleyball; group 4 (n=10) – women with high level of physical activity engaged in martial arts (judo, sambo). All women's assessment of structural and functional state of bony tissue included densitometry of scleromere and spine, as well as conducting biochemical studies of serum markers of bone metabolism. The study data showed that women, descendants of migrants in the first generation, living and born in KHMAO-Ugra, not regularly engaged in physical training and sports, have the signs of bone loss, not specified in the same age-inhabitants of the middle latitudes and girls regularly engaged in physical training and sports. It was found that regular physical training and sport contribute to the prevention of loss of bone mass in girls living in KHMAO-Ugra. The best possible effect on the prevention of bone loss in women residing in the territory of Ugra, provides skiing and volleyball.

Keywords: physical training and sport, bony tissue, climatogeographic conditions.

Известно, что в условиях Севера организм человека испытывает влияние необычных, чрезмерных факторов среды, не адекватных его природе. Поэтому проживание в регионах Севера предъявляет к пришлому населению повышенные требования, не только вынуждая

его использовать дополнительные биологические и социальные средства защиты от неблагоприятного воздействия, но и вызывая многочисленные предпатологические состояния [3]. Дополнительным фактором развития таких предпатологических состояний для пришлого населения Севера является дефицит двигательной активности, который особенно резко прослеживается у пришлого населения в возрастной период от 18 до 25 лет [5].

Очевидно, что такое снижение двигательной активности у пришлого населения Севера серьезно сказывается на состоянии органов и тканей опорно-двигательного аппарата (ОДА). При этом наиболее выражена взаимосвязь между снижением двигательной активности и снижением структурно-функциональных характеристик (минеральная плотность) костной ткани у детей и женщин [2, 10]. Также имеются данные, указывающие на то, что и у мужчин, потомков мигрантов, в ходе адаптации к климатическим условиям Севера происходило снижение минеральной плотности костей сегментов скелета, более значительно снижалась концентрация в крови половых гормонов, отвечающих за анаболические эффекты в костной ткани, снижался уровень иммунитета [4, 9].

Совокупность представленных данных делает очевидным то, что климатогеографические условия могут приводить к нарушениям функциональной и обменной активности костной ткани у женщин, потомков пришлого населения Севера, и в частности Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО-Югра) [7]. Такие сдвиги состояния костной ткани могут приводить к развитию признаков остеопении и остеопороза, приводящих к снижению прочности кости, росту вероятности переломов, что в конечном итоге вызывает дополнительное снижение двигательной и социально-трудовой активности жителей округа. Недостаток фактического материала пока не позволяет подробно описать механизмы этих изменений, что является необходимым как в плане решения фундаментальных задач (теория адаптации и изменчивости), так и прикладных проблем, вызванных увеличением числа пришлого населения, постоянно проживающего на территории ХМАО-Югры.

Цель исследования – изучить особенности минеральной плотности, а также показатели обмена костной ткани у женщин первого поколения потомков мигрантов, проживающих на территории ХМАО-Югры, регулярно не занимающихся физической культурой и спортом, а также у девушек, занимающихся различными видами спорта.

Материал и методы исследования

Проведена оценка структурно-функционального состояния костной ткани у 40 девушек, родившихся (дети пришлого населения – первое поколение, этническая принадлежность – русские) и постоянно проживающих на территории ХМАО-Югры.

Исследование проводилось в период с мая по июнь 2015 и с мая по июнь 2016 года. Критерии включения девушек в исследование: возраст 18–24 года, место рождения – ХМАО-Югра, место постоянного проживания – ХМАО-Югра, первое поколение мигрантов из регионов средней полосы РФ, добровольное согласие на участие в исследовании и подписанная информационная форма согласия, 5–10 сутки менструального цикла (фолликулярная фаза). Критерии исключения: отсутствие информированного согласия, наличие системных (приобретенных и врожденных) заболеваний, наличие острых и хронических заболеваний, несоответствие критериям проживания и рождения.

Из всей когорты испытуемых, включенных в исследование, были сформированы четыре группы девушек, в зависимости от двигательной активности и их спортивной специализации: Группа 1 (n=10) – девушки с привычным уровнем двигательной активности, регулярно не занимающиеся физкультурой и/или спортом. Средний возраст: $20,2 \pm 0,5$ лет; Группа 2 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся лыжным спортом, стаж спортивной деятельности 5–8 лет. Средний возраст: $20,0 \pm 1,2$; Группа 3 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся волейболом, стаж спортивной деятельности 5–8 лет. Средний возраст: $20,6 \pm 1,0$ лет; Группа 4 (n=10) – девушки с высоким уровнем двигательной активности, занимающиеся единоборствами (дзюдо, самбо), стаж спортивной деятельности 5–8 лет. Средний возраст: $20,8 \pm 0,5$ лет. Все группы обследованных добровольцев сопоставимы по возрасту и стажу спортивной деятельности.

У всех девушек комплексное обследование проведено однократно. Оценка структурно-функционального состояния костной ткани у испытуемых включала денситометрию сегментов скелета и позвоночника, проведение биохимического исследования сыворотки крови по маркерам обмена кости.

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации, от каждого испытуемого получено подписанное добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Денситометрия костной ткани. У всех обследованных девушек выполнена оценка минеральной плотности сегментов скелета методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии на рентгеновском костном денситометре фирмы «Lunar Prodigy» GE Medical Systems. Оценена общая минерализация скелета, минеральная плотность в поясничном отделе позвоночника (L2-L4) и проксимальном отделе бедренной кости.

Биохимические исследования сыворотки крови. У всех испытуемых проведено биохимическое исследование сыворотки крови. Забор крови проводили натощак в утреннее время (с 8.00 до 8.30 часа). В сыворотке крови определяли: концентрацию кальция (общего и

ионизированного), активность костного изофермента щелочной фосфатазы, концентрацию С-концевого телопептида коллагена I типа, остеокальцина, кальцитонина, паратиреоидного гормона, тестостерона, эстрадиола и 1,25(OH)₂ витамина D. Количественное определение маркеров костного метаболизма и гормонов осуществляли методом иммуноферментного анализа на анализаторе BIO-TEK Instruments Inc, ELx808 (США) с применением наборов реагентов IDS (immunodiagnostic systems, UK), Nordic Bioscience Diagnostics (Дания), DIAsource ImmunoAssays S.A. (Бельгия). Определение концентрации общего кальция и активности щелочной фосфатазы, паратиреоидного гормона, тестостерона и эстрадиола проводили на автоматическом анализаторе Beckmen&Coulter (UniCel DxL 800 и DxC 800). Ионизированный кальций – на анализаторе газов крови и электролитов Ultra STP pHОxUltra.

Статистический анализ. Полученные данные представлены в таблицах в виде средней арифметической и стандартного отклонения ($X_i \pm SD$). Нормальность выборок определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Достоверность различий показателей между двумя группами оценивали в зависимости от соответствия сравниваемых выборок нормальному распределению, либо с помощью параметрического t-критерия Стьюдента, либо с помощью непараметрического W-критерия Вилкоксона, а также критерия знаков. Достоверность множественных межгрупповых различий определяли с помощью критерия Ньюмена-Кейлса.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время «золотым» стандартом для оценки потерь костной ткани является определение минеральной плотности отдельных сегментов скелета с применением метода двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. В представленном исследовании при оценке полученных данным методом результатов нами был проведен сравнительный анализ общей минерализации костей скелета и его отдельных элементов (позвоночник, бедро) у девушек 1-й группы, регулярно не занимающихся физкультурой и спортом, проживающих в ХМАО-Югре, с литературными данными для людей, проживающих в средних широтах. Обнаружено, что у девушек первой группы минеральная плотность всех изученных отделов скелета в среднем была достоверно, но ниже, относительно жителей средних широт в пределах Уральского федерального округа (табл. 1). Так среднее снижение, относительно показателей УрФО, общей минерализации скелета составило 2,5 %, позвоночника – 6,3 %, проксимального отдела бедра – 4,4 %. Полученные данные в определенной степени подтверждают нашу гипотезу о ранних потерях костной массы у жительниц ХМАО-Югры, потомков мигрантов в первом поколении. Это незначительное снижение минеральной плотности, по нашему мнению, должно настораживать, т.к. именно такие небольшие изменения средних показателей можно как раз и отнести к ранним, скрытым, предикторам

потерь костной массы. В этом плане, не следовало ожидать у обследованных нами девушек значительного снижения минеральной плотности костной ткани, т.к. в таком случае речь шла бы уже о патологических нарушениях, чего, вполне очевидно, при адаптации пришлого населения к новым условиям среды не происходит.

Таблица 1

Общее содержание минералов и минеральная плотность костей скелета у девушек 1-й группы по сравнению с литературными данными ($X_i \pm SD$)

Показатель	Группа	Минеральная плотность, г/см ²
Общая минерализация костей скелета	1	1,18±0,06
	ГС	1,21±0,08
Позвоночник, уровень L2-L4	1	1,19±0,09
	ГС	1,27±0,11
Проксимальный отдел бедра, справа	1	1,08±0,12
	ГС	1,13±0,11

Примечание: – ГС группа сравнения, показатели рассчитаны из данных работы [1].

Данные сравнительного анализа минеральной плотности сегментов скелета у девушек обследованных групп представлены в таблице 2. Выявлено, что у девушек 2–4-й групп средние значения минеральной плотности костной ткани в зоне L2-L4 позвоночника и проксимальном отделе бедра были выше средних значений, наблюдаемых у испытуемых первой группы. При этом необходимо отметить, что у девушек третьей группы эти отличия относительно группы 1 были статистически значимы для зоны L2-L4 позвоночника, а для проксимального отдела бедра имели достоверные отличия от испытуемых трех других групп.

Таблица 2

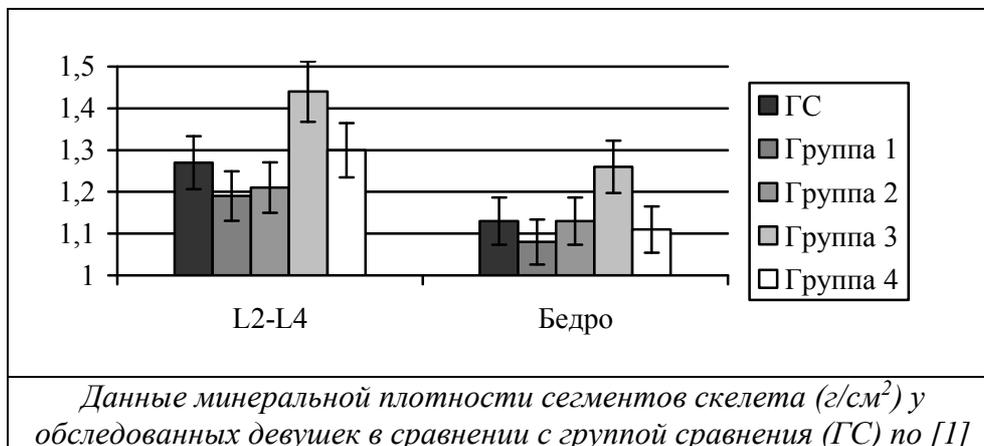
Минеральная плотность (г/см²) сегментов скелета у обследованных девушек ($X_i \pm SD$)

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
Позвоночник, уровень L2-L4	1,19±0,09	1,21±0,15	1,44±0,12*	1,30±0,18
Проксимальный отдел бедра, справа	1,08±0,12	1,13±0,14	1,26±0,11*#	1,11±0,11

Примечания: * – указаны достоверные отличия относительно первой группы при уровне значимости $p < 0,05$; # – указаны достоверные отличия по критерию множественного различия (критерий Ньюмена-Кейлса) при уровне значимости $p < 0,05$.

Таким образом, проведенный анализ минеральной плотности костной ткани с применением метода двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии подтверждает наши предположения в части того, что у жительниц ХМАО-Югры, потомков мигрантов в первом поколении, наблюдаются признаки ранних потерь (или «недоминерализации») костной ткани. На основе сравнительного анализа полученных данных со средними показателями минеральной плотности, характерными для средних широт УрФО, можно полагать, что занятия спортом способствовали предупреждению таких изменений (рисунок).

При этом также очевидно, что степень минерализации костной ткани у девушек – жительниц ХМАО-Югры, занимающихся спортом, имеет зависимость от спортивной специализации. В этом плане можно выделить данные по группе 3 (волейбол), где средние значения минеральной плотности сегментов скелета не только превышали значения девушек – сверстниц ХМАО-Югры, но и средние значения для средних широт УрФО.



Для выявления молекулярных механизмов наблюдаемого снижения минеральной плотности кости у девушек, проживающих на территории ХМАО-Югры, нами был проведен комплекс биохимических исследований, включающий оценку маркеров костного метаболизма и остеотропных гормонов. Анализ уровня метаболитов и регуляторов костного обмена обнаружил, что у девушек второй группы относительно испытуемых других групп в сыворотке крови был достоверно повышен уровень активного витамина D, а также снижено содержание тестостерона (таблица 3). У девушек третьей группы относительно других групп была повышена концентрация остеокальцина, в четвертой группе – кальцитонина.

Таблица 3

Концентрация метаболитов костного обмена и остеотропных гормонов у девушек обследованных групп ($X_i \pm SD$)

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
С-концевой телопептид, нг/мл	1,41±0,17	1,65±0,15	1,78±0,15	1,62±0,14
Остеокальцин, нг/мл	23,7 ±2,4	26,6 ±3,1	40,6±5,6*#	32,0±3,5*
Кальцитонин, пг/мл	2,46 ±0,08	2,86±0,09	2,78±0,19	3,48±0,73*#
Паратирин, пг/мл	36±19	37±9	34±13	32±12
1,25(OH) ₂ витамин D, пг/мл	9,96±1,03	19,59±5,29*#	9,98±1,25	8,92±1,34
Общий кальций, ммоль/л	2,37±0,08	2,38±0,11	2,40±0,07	2,41±0,08
Ионизированный кальций, ммоль/л	1,21±0,03	1,23±0,02	1,23±0,03	1,23±0,03
Костная щелочная фосфатаза, мг/л	11,3±2,2	15,2±6,1	10,7±4,6	10,9±3,5
Тестостерон, нмоль/л	1,14±0,45	0,44±0,25*#	0,82±0,35	0,90±0,20
Эстрадиол, пмоль/мл	214±86	281±135	388±182	393±134

Примечания: * – указаны достоверные отличия относительно первой группы при уровне значимости $p < 0,05$; # – указаны достоверные отличия по критерию множественного различия (критерий Ньюмена-Кейлса) при уровне значимости $p < 0,05$.

Обнаруженные нами особенности биохимических показателей позволяют отметить некоторые фундаментальные характеристики костного обмена у жительниц ХМАО-Югры, регулярно занимающихся спортом. В частности, у девушек, в зависимости от спортивной специализации, происходили разные изменения биохимических показателей, которые могут объяснить наблюдаемые повышенные значения у них минеральной плотности костной ткани. Так, у девушек 2-й группы отмечалось повышение уровня витамина D, способствующего усвоению кальция костной тканью. Это наблюдение объяснимо, т.к. уровень инсоляции у девушек-лыжниц выше, чем у испытуемых других групп. В свою очередь, у девушек-волейболисток было более активировано гормональное звено регуляции: у них отмечается тенденция к росту уровня эстрадиола, а об увеличении у них процессов костеобразования говорил рост концентрации остеокальцина. Менее очевидны изменения биохимических маркеров у девушек 4-й группы.

В целом, полученные данные позволяют отметить, что регулярные занятия спортом вызывали изменения исключительно в регулирующих системах костного метаболизма, тогда как заметных сдвигов минерального обмена не наблюдалось, о чем свидетельствовало нахождение у обследованных девушек в границах нормы уровня кальция и активности щелочной фосфатазы, рост которых наблюдается при патологических состояниях кости и нарушениях ее минерализации [6, 8].

Заключение

Представленные данные позволяют заключить, что климатогеографические факторы на территории ХМАО-Югры играют определяющую роль в развитии снижения минеральной плотности у девушек – потомков мигрантов в первом поколении, родившихся и проживающих на территории ХМАО-Югры. При этом у девушек, не занимающихся физической культурой и спортом, по данным денситометрии и биохимического исследования присутствуют признаки потерь костной массы, не отмечаемые у жительниц средних широт и у девушек, занимающихся физической культурой и спортом, проживающих в ХМАО-Югре. Данные также не противоречат выдвинутому нами предположению, что занятия физической культурой и спортом способствуют предупреждению потерь костной массы у девушек, проживающих на территории ХМАО-Югры. Очевидно, что оптимальное влияние на предупреждение потерь костной массы у девушек, проживающих на территории ХМАО-Югры, оказывают занятия лыжами и волейболом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ и Ханты-Мансийского АО-Югра в рамках научного проекта № 15-16-86006 (Региональный конкурс «Урал: история, экономика, культура» 2015 – Ханты-Мансийский автономный округ - Югра).

Список литературы

1. Возрастные изменения минеральной плотности костей скелета / В.И. Шевцов [и др.] // Гений ортопедии. – 2004. – № 1. – С. 129-137.
2. Кузнецова Г.В., Ильин А.Г. Минерализация костной ткани у детей с различным уровнем физического развития // Педиатрическая фармакология. – 2008. – № 6. – С. 58-61.
3. Куликов В.Ю. Структура заболеваемости на Крайнем Севере // Клинические аспекты полярной медицины / Под ред. В.П. Казначеева. – М.: Медицина, 1986. – С. 169-180.
4. Кучин Р.В., Нененко Н.Д., Черницына Н.В. Особенности иммунного статуса юношей-лыжников, проживающих в условиях ХМАО-Югры // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2015. – № 5. – С. 44-47.
5. Логинов С.И., Ревдова Л.И. Стимуляция физической активности, связанной со здоровьем студентов сибирского севера, на основе транстеоретической модели изменения поведения // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 4. – С. 21-26.
6. Лунева С.Н., Стогов М.В., Столбиков С.А. Изменения биохимических показателей сыворотки крови у пациентов с закрытыми переломами костей голени в нижней трети при лечении по методу Илизарова // Травматология и ортопедия России. – 2007. – № 3. – С. 63-67.
7. Маркеры метаболизма костной ткани. Референсные значения для ХМАО-Югры / Р.В. Кучин и [др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2016. – № 3. – С. 140-144.
8. Стогов М.В. Оценка метаболического статуса организма при скелетной травме // Гений ортопедии. – 2009. – № 3. – С. 103-106.
9. Черницына Н.В., Нененко Н.Д., Кучин Р.В. Оценка минеральной плотности костной ткани скелета спортсменов различных специализаций методом двухэнергетической рентгенографической абсорбциометрии // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2014. – № 4. – С. 133-139.
10. Chevalley T., Bonjour J.P. Influence of age at menarche on forearm bone microstructure in healthy young women // J. Clin. Endocr. Metab. – 2008. – V. 93. – No. 7. – P. 2594-2601.