

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ МЕТАБОЛИЗМА КОСТНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ ЮНИОРСКОГО И МОЛОДЕЖНОГО ВОЗРАСТА**

**Н.В. Жур**, младший научный сотрудник<sup>1</sup>,

**Т.Л. Лебедь**, заведующая<sup>1</sup>,

**Н.В. Шепелевич**, научный сотрудник<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Отраслевой лаборатории “Лонгитудинальные исследования”,

Научный руководитель – **Н.Г. Кручинский**, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой физической реабилитации и спортивной медицины

**Полесский государственный университет**

Оптимальное функциональное состояние опорно-двигательного аппарата является одной из главных составляющих обеспечения высоких спортивных результатов. Известно, что околопредельные и предельные физические нагрузки, часто используемые в спорте, могут приводить к дезинтеграции структуры костной ткани и травматизму. Поэтому исследование динамических изменений состояния обмена костной ткани является чрезвычайно актуальной и важной проблемой

для современного спорта высших достижений. [2, 4]. Так, по статистике, остеопороз встречается у 13% спортсменов, а девушек, не занимающихся профессиональным спортом – в 2,3 % случаях. Спортсмены теряют до 2 граммов кальция в день. [5].

Современная тренировка имеет тот существенный недостаток, что спортсмен вынужден в течение дня тренировки многократно повторять специфический двигательный элемент, что сопровождается нагрузкой на одни и те же мышечные группы, суставы и сухожилия, причем в условиях ускоренного ритма и повышенной нагрузки [3, 6]. Не менее важны и данные конкретного лица, именно с учетом индивидуальных и генетических особенностей.

#### Материалы и методы исследования

Общее число обследуемых составило 60 человек, 30 из которых представляли Брестское областное училище олимпийского резерва (БрУОР) и 30 спортсменов – специализированный по спорту класс лицея ПолесГУ. Спортсмены были распределены на 2 подгруппы: виды спорта с преимущественным тренировочным и соревновательным процессом в спортивном зале (22 человека) и виды спорта с преимущественным тренировочным и соревновательным процессом на открытом воздухе (38 человек).

Для молекулярно-генетического анализа использовали образцы ДНК, полученные из буккального эпителия перхлоратным методом экстракции.

Забор биоматериала проводили после получения информированного согласия у спортсменов. Молекулярно-генетическое тестирование проводили методом ПДРФ анализа по генам Arg577Ter ACTN3 (rs1815739), A/G EPAS1 (rs1867785), +294T/C PPARD (rs4253778), Gly482Ser PPARGC1A (rs2016520),

S/T VDR (rs731236), G/T COL1A (rs1800012). Исследования проводились на базе Отраслевой лаборатории “Лонгитудинальные исследования” ПолесГУ.

Ультразвуковое обследование плотности костной ткани (денситометрия) проводилась с помощью ультразвукового остеоденситометра “Omnisense 9000” (Израиль).

#### Результаты и обсуждение

Среди обследованных спортсменов проведенное ультразвуковое морфоденситометрическое обследование минеральной плотности костной ткани (МПК) позволило поделить спортсменов на 2 подгруппы с изменениями МПК (Значение Z-критерия 0,076) и без изменений мпк (Значение Z-критерия -2,307)

Основной предпосылкой для проведения комплексного исследования явился анализ травматизма опорно-двигательного аппарата (ОДА) учащихся Брестского УОР в сравнении с таковым в специализированном по спорту классе лицея ПолесГУ. При этом учитывались спорт-ассоциированные нарушения функции ОДА, нуждавшиеся в коррекции (таблица 1).

Таблица 1. – Травматизм обследованных спортсменов в зависимости степени экспрессии гена VDR (регулирует синтез рецептора витамина D)

Группа наблюдения	Количество обращений по поводу спорт-ассоциированных нарушений функции ОДА					
	Вид генотипа					
	Генотип T/C		Генотип T/T		Генотип C/C	
	юноши	девушки	юноши	девушки	юноши	девушки
БрУОР	4/7	11/11	0/3	3/5	3/3	2/2
Спортивный класс лицея ПолесГУ	3/7	3/4	3/9	0/6	0/1	0/0

Примечание – В числителе количество обращений, в знаменателе - количество выявленных спортсменов с подобным генотипом.

Показанные в таблице результаты демонстрируют, что девушки являются более «уязвимой» группой по развитию нарушений ОДА в зависимости от степени экспрессии гена VDR, чем юноши. При этом, нарастание физической нагрузки в тренировочном процессе на этапе училища олимпийского резерва показывает больший рост спорт-ассоциированной патологии опорно-

двигательного аппарата, наблюдаемый как у девушек, так и у юношей с генотипами Т/С и С/С. Полученные результаты ДНК-типирования позволили выделить генотипы мышечной деятельности и в соответствии с этой оценкой разделить спортсменов на 2 группы по критериям генетического соответствия (таблица 2).

Таблица 2. – Влияние полиморфизма гена VDR на УЗ-признаки снижения МПК

Группа наблюдения	Наличие УЗ-признаков снижения МПК и остеопороза			
	Промежуточная и низкая экспрессия гена VDR (генотип Т/С, С/С)		Нормальная экспрессия гена VDR (генотип ТТ)	
	юноши	девушки	юноши	девушки
УОР	1/3	2/4	0/9	0/6
Спортивный класс	5/10	4/12	0/9	3/4

Примечание – В числителе количество спортсменов с УЗ-признаками остеопороза, а в знаменателе – количество выявленных спортсменов с подобным генотипом

Основное генетическое соответствие определялось по следующим критериям:

полиморфизм ТТ гена ACTN3 принят за функционально неполноценный из-за замедления скорости синтеза протеина мышечной ткани;

полиморфизм АА генов EPAS1 и HIF2a принят за функционально неполноценный и определяющий ранний переход в анаэробную зону мышечного энергообеспечения, с последующим развитием дефицита глюкозы как субстрата ресинтеза коллагеновой ткани и поражения клеток опорно-двигательного аппарата недоокисленными продуктами вследствие оксидантного стресса, развивающегося в процессе тренировочных занятий.

В результате индивидуального анализа по результатам междисциплинарного обследования спортсменов вызвали необходимость проанализировать травматические повреждения опорно-двигательного аппарата (по обращаемости) в зависимости от критериев генетического соответствия.

Как следует из представленных в таблице 2 данных, УЗ-проявления остеопороза чаще встречаются как среди юношей, так и среди девушек с промежуточной и низкой экспрессией гена VDR.

При нормальной же экспрессии гена VDR УЗ-признаки остеопороза выявлены у 3-х из 22 спортсменов с подобным вариантом генотипа.

Представленные выше результаты ДНК-анализа и УЗ-денситометрии костной ткани привели к необходимости проведения анализа методом подсчета общего генетического балла (ОГБ) [1, 7] с целью оценки индивидуальной предрасположенности к нарушению МПК и потенциальному повреждению ОДА. Так, гомозиготному неблагоприятному генотипу присваиваются 2 балла, гетерозиготному – 1 балл и гомозиготному благоприятному варианту генотипа – 0 баллов.

На рисунке показано распределение обследованной группы спортсменов (60 человек) юниорского и молодёжного возраста по ОГБ.

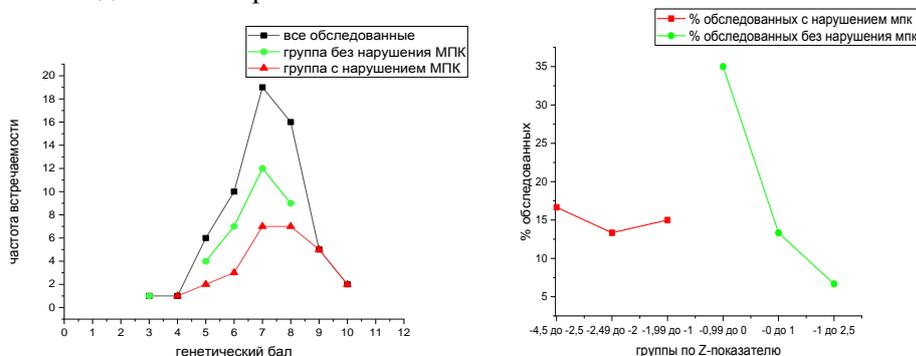


Рисунок – а. Распределение значений ОГБ среди всех обследованных спортсменов  
б. Распределение значение Z-показателя МПК среди всех обследованных спортсменов

Обращает на себя внимание факт, что в подгруппе спортсменов с отклонениями МПК отмечаются значения ОГБ с большей величиной в отличие от подгруппы спортсменов без нарушений МПК, где максимальные значения 7-8, совпадающий по всей обследованной группе спортсменов.

Распределение обследованных спортсменов по УЗ-критерию нарушения МПК позволило выделить группы риска по значению Z-показателя ультразвукового скрининга минеральной плотности костной ткани (рис. 16). На рисунке видно четкое разделение спортсменов на 2 подгруппы:

спортсмены с УЗ-признаками нарушения МПК (17% всех обследованных), у которых Z-критерий составляет от -2,5 до -1,99 у.е. (красная линия);

спортсмены без УЗ-признаков нарушения МПК (35% всех обследованных), у которых Z-критерий составляет от -0,99 до 2,5 у.е. (зеленая линия).

Таким образом проведенное исследование продемонстрировало, что по значениям ОГБ и Z-показателя МПК возможно выделение групп риска спортсменов по потенциальному развитию остеопороза и нагрузочных повреждений опорно-двигательного аппарата (значение Z-критерия МПК от -2,5 до -1,99 у.е.; значение ОГБ от 7,0 до 8,0 у.е. и более).

### **Список использованных источников**

1. Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта: монография / И.И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – 268 с.
2. Иорданская, Ф.А., Юдинцева М.С. Мониторинг здоровья и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов в процессе учебно-тренировочной работы и соревновательной деятельности. – М.: Советский спорт, 2006. –184 с.
3. Исаев, А. П. Индивидуализация спортивной подготовки: состояние, проблемы и перспективные решения / А.П. Исаев, В.В. Рыбаков, В. В. Эрлих. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2016. – 531 с.
4. Каллаур, Е.Г. Оценка генотипа и функционального состояния спортсменов при отборе в греблю на байдарках и каноэ : монография / Е.Г. Каллаур, В.В. Шантарович. – Мозырь: МзГПУ, 2014. – 76 с.
5. Benton, J. W. Epiphyseal fracture in sports / J. W. Benton // Phys. Sportsmed. – 1982. – 10. – P. 63-71.
5. Olivier S.J., Cjsta R.J.S., Laing S.J., Bilzon J.L.J. et Walsh N.P. The night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance // Eur. J. Physiol. – 2009. – DOI: 10.1007/s00421-009-1103-9.
6. Aspetar Sports Injury and Illness Prevention Programme (ASPREV) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.aspetar.com/about-asprev.aspx?lang=en> (дата обращения 23.11.2022).