

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И СПОРТА УКРАИНЫ**

Захарченко Инна Васильевна

УДК 796-055.2:612.766.1 + 611-018.4

**АДАПТАЦИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ
КВАЛИФИКАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ**

24.00.01 — Олимпийский и профессиональный спорт

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
по физическому воспитанию и спорту

Киев — 2011

Диссертацией является рукопись

Работа выполнена в Национальном университете физического воспитания и спорта Украины, Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины

Научный руководитель доктор медицинских наук, профессор **Шахлина Лариса Ян-Генриховна**, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, заведующая кафедрой спортивной медицины

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, старший научный сотрудник **Левашов Михаил Иванович**, Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАН Украины, старший научный сотрудник отдела клинической патофизиологии;

кандидат медицинских наук, доцент **Банникова Римма Алексеевна**, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, доцент кафедры физической реабилитации

Защита состоится 24 октября 2011г. в 14.00 на заседании специализированного ученого совета Д 26.829.01 в Национальном университете физического воспитания и спорта Украины (03680, г. Киев-150, ул. Физкультуры, 1).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального университета физического воспитания и спорта Украины (03680, г. Киев-150, ул. Физкультуры, 1).

Автореферат разослан 22 сентября 2011г.

Ученый секретарь
специализированного
ученого совета

В.И. Воронова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Под влиянием регулярных занятий спортом из всех систем организма наибольшей нагрузке подвергается, прежде всего, опорно-двигательный аппарат, в связи с чем благоприятное и неблагоприятное влияние занятий физической культурой и спортом особенно заметно проявляется на нем (А.Т. Бруско и др., 1998; В.Н. Левенец, 2004).

Спортивную тренировку следует рассматривать как процесс направленной физиологической и метаболической адаптации организма к воздействию физических нагрузок. Происходящие при этом в организме адаптационные изменения повышают структурно-функциональные возможности систем организма выполнять специфические двигательные задачи в спорте (Р. Мохан 2001; Р. Джексон, 2003).

В современной литературе адаптационным возможностям нервно-мышечной системы уделено большое внимание (Дж.Х. Уилмор и др., 1997; В.Н. Платонов, 1997; Н.И. Волков и др., 2000; А.Дж. Мак-Комас 2001; Р. Мохан и др., 2001). Однако система костной ткани в этом аспекте изучена недостаточно. И лишь в последнее десятилетие вопросам адаптации костной ткани, возможностям ее структурно-функциональных перестроек стали уделять больше внимания (В.В. Поворознюк, 2000; Р.А. Банникова, 2008). Костная ткань является метаболически активной структурой организма, в которой непрерывно протекают процессы разрушения старой кости — резорбция и образование новой ткани, т. е. процессы ремоделирования (Е.П. Подрушняк, 1997; Е.Н. Цыган, Р.В. Деев, 2007). В настоящее время установлено, что костная ткань, сухожилия и связки весьма чувствительны к механическим нагрузкам (В.Н. Платонов, 2004). Кость подвержена влиянию постоянно меняющихся нагрузок и адаптируется к ним изменением костной массы и геометрии скелета (М.И. Левашов, 2008).

По мнению авторов (Л.Я. Рожинская, 2000; Е.Н. Цыган, Р.В. Деев, 2007), несмотря на еще недостаточное представление о процессах адаптации костной ткани, в частности о ремоделировании механизмов его регуляции, существует достаточно данных, позволяющих считать, что половые гормоны играют важную роль протекторов костной ткани скелета. Возможно, это достигается посредством регуляции частоты ремоделирующих циклов, установлением баланса между резорбцией и моделированием в пределах каждого цикла ремоделирования (Б.Л. Риггз, Л.Д. Мелтон, 2000).

В 1992 г. Американской ассоциацией спортивной медицины введен термин «триада женщины-спортсменки» (Д.А. Ниаури и др., 2003; Л.Г. Шахлина, В.В. Поворознюк, 2004). Это понятие включает расстройство пищевого поведения (невротическая анорексия), аменорею, остеопороз. С позиций

«триады женщины-спортсменки» большая часть представителей спортивной медицины относят женщин-спортсменок к группе риска и, в частности, в связи с предрасположенностью развития остеопороза и увеличением риска переломов.

Однако обращает на себя внимание и тот факт, что в современном спорте высших достижений не у всех женщин-спортсменок, испытывающих огромные физические нагрузки, даже при гипогонадизме развивается остеопороз с его неотъемлемым диагностическим проявлением – переломами костей (Л.Г. Шаплина и др., 2010).

С учетом изложенного выше выбор темы актуален, научно и практически значим.

Связь работы с научными планами, темами. Диссертационная работа выполнена согласно «Сводному плану НИР в сфере физической культуры и спорта на 2001–2005 гг.» Государственного комитета по вопросам молодежной политики, спорта и туризма Украины по теме 1.3.7:

«Исследования влияния гормонального статуса организма спортсменок высокой квалификации на адаптационные процессы костной ткани» (номер государственной регистрации 0101U006314), «Сводного плана НИР в сфере физической культуры и спорта на 2006–2010 гг.» Министерства Украины по делам семьи, молодежи и спорта по теме 2.4.2: «Особенности функциональной и психологической адаптации спортсменок высокой квалификации к большим физическим нагрузкам с учетом биологических особенностей женского организма» (номер государственной регистрации 0106U10779).

Вклад автора в разработку темы состоит в изучении влияния физической нагрузки на адаптацию структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок высокой квалификации.

Цель исследования - установить влияние физических нагрузок на адаптацию костной ткани спортсменок высокой квалификации.

Задачи исследования:

1. Систематизировать и обобщить данные современной научно-методической литературы о влиянии физических нагрузок на структурно-функциональное состояние (адаптацию) костной ткани спортсменок высокой квалификации.
2. Установить наличие и направленность травматизма у неспортсменов и спортсменов высокой квалификации разных спортивных специализаций.
3. Изучить характер адаптации структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок-гимнасток высокой квалификации после прекращения занятий спортом.
4. Исследовать влияние физических нагрузок на адаптацию костной ткани спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной

гимнастике.

5. Разработать и провести экспериментальные исследования структуры костной ткани интактных и овариэктомированных животных (крыс-самок) под влиянием физических нагрузок.

Объект исследования - структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации.

Предмет исследования - влияние физических нагрузок на адаптацию костной ткани спортсменок высокой квалификации.

Методы исследования. Теоретический анализ и обобщение данных специальной научно-методической литературы, метод анкетирования, метод костной денситометрии, экспериментальные исследования: влияния физической нагрузки и дефицита эстрогенов у овариэктомированных животных на структурно-функциональное состояние их костной ткани, методы математической статистики.

Научная новизна полученных результатов:

- впервые проведен сравнительный количественный анализ и исследование направленности травматизма у спортсменок Украины высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, спортивном плавании и баскетболе;
- впервые проанализировано структурно-функциональное состояние костной ткани гимнасток высокой квалификации разных возрастных групп по данным денситометрических исследований;
- впервые в эксперименте по результатам денситометрических исследований установлен характер влияния физических нагрузок на адаптацию костной ткани овариэктомированных крыс-самок репродуктивного возраста;
- расширены представления о влиянии физических нагрузок на структурно-функциональное состояние костной ткани при дефиците в организме эстрогенов.

Практическая значимость полученных результатов. Изучение особенностей женского организма, специфики травматизма в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок, научное обоснование, проведение своевременной костной денситометрии для каждой спортивной специализации сможет предотвратить ряд нарушений здоровья женщин-спортсменок, в частности, нервную анорексию, аменорею, остеопороз. Разработанная система профилактических мер, в том числе проведение спортсменкам 1–2 раза в год денситометрии, улучшит структурно-функциональное состояние их костной ткани и предотвратит риск развития травматизма. Полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего развития исследования этой проблемы и внесены в учебно-тренировочный процесс спортсменок высокой квалификации разных

спортивных специализаций.

Личный вклад автора в разработку данной проблемы заключается в определении направления исследования, постановке цели, задач, разработке структуры работы, в выборе методов исследования, организации и проведении исследований, обработке, интерпретации и внедрении результатов, в составлении практических рекомендаций и обобщении выводов в статьях, написанных в соавторстве, в которых автору принадлежат: определение задач исследования, сбор экспериментальных данных, их количественная и качественная интерпретация, статистическая обработка материалов.

Апробация результатов диссертации. Материалы исследований и основные положения диссертационной работы изложены и обсуждены на 3-й Международной научной конференции студентов «Профилактика остеопороза у людей среднего и пожилого возраста» (Киев, 2002), 5-й открытой научной конференции студентов факультета «СМ и ФР» Национального университета физического воспитания и спорта Украины (Киев, 2002), 5-й Украинской научно-практической конференции с международным участием «Остеопороз: эпидемиология, клиника, диагностика, профилактика и лечение» (Одесса, 2003), 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы спортивной медицины, лечебной физической культуры, физиотерапии и курортологии» (Москва, 2004), научной конференции «Спортивная травматология, хирургия колена и артроскопия» (Алушта, 2007), 3-й Международной конференции молодых ученых (Киев, 2010).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 научных работ, из них 5 статей - в специализированных изданиях, утвержденных ВАК Украины.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 160 страницах и состоит из введения, пяти разделов, практических рекомендаций, выводов. Список использованной литературы включает 272 источника, из которых 103 - иностранных авторов. Работа проиллюстрирована 7 таблицами и 30 рисунками.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность изучаемой проблемы, определены цель, задачи, объект и предмет исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость работы, отражен личный вклад автора, указаны область апробации результатов работы и их внедрения в практику, количество публикаций, в которых изложены основные положения

диссертационной работы.

В первом разделе диссертации **«Особенности адаптации женского организма к физическим нагрузкам в спорте высших достижений»** проанализированы и обобщены данные отечественных и зарубежных авторов по основным проблемам спортсменок высокой квалификации в профессиональном спорте, данного направления исследований. Анализ научной литературы и учебно-методической документации показал, что современный спорт высших достижений характеризуется большими физическими и психоэмоциональными нагрузками, не всегда соизмеримыми с функциональными возможностями спортсменок. В связи с этим занятия спортом на уровне высших достижений сопровождаются, как правило, хроническим перенапряжением функций организма с преимущественным повреждением одной или нескольких его систем. Актуальность рассматриваемой проблемы очевидна и объясняется тем, что в медицинской литературе существуют тревожные сведения о высокой частоте нарушений репродуктивного здоровья спортсменок. Именно они должны волновать не только медиков, но, в первую очередь, и самих спортсменок и их тренеров. Единичные работы посвящены изучению структуры костной ткани женщин-спортсменок разных спортивных специализаций. Вопрос об адаптации костной ткани к физическим нагрузкам далеко не решен и, как свидетельствуют данные литературы, мнения авторов противоречивы.

Во втором разделе **«Методы и организация исследования»** описана и обоснована система методов исследования, которые использовались для решения поставленных задач. С целью выяснения влияния физической нагрузки на структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации было проведено специальное анкетирование обследуемой группы спортсменок Национальной сборной Украины по спортивной гимнастике и спортсменок-ветеранов по спортивной гимнастике. Вопросы анкетирования разработаны и предложены для проведения опроса спортсменок высокой квалификации (Л.Г. Шахлина 2001), и направлены на установление квалификации, спортивного стажа, гинекологического анамнеза, а также характера травм во время занятий спортом и после окончания спортивной карьеры. Метод антропометрии нами использован для получения данных антропометрических размеров тела спортсменок-гимнасток: длины тела (см), массы тела (кг). Исследования осуществляли с использованием измерительного оборудования.

Для диагностики структурно-функционального состояния костной ткани нами использован ультразвуковой костный денситометр «Achilles+». Исследование проводили на пяточной кости, состоящей из трабекулярной ткани. С целью исследования структурно-функционального состояния кости

разных участков скелета спортсменок использовали рентгеновский денситометр «Lunar Prodigy» (США).

Метод скрининга осуществляли с целью ранней диагностики заболевания или предрасположенности к нему, что необходимо для оказания своевременной лечебно-профилактической помощи, улучшения условий проведения тренировочного процесса.

С целью изучения физиологического влияния эстрогенов на структурно-функциональное состояние костной ткани при воздействии дополнительных физических нагрузок на организм женщин нами была проведена экспериментальная часть работы. Модель дефицита эстрогенов в организме была создана на овариэктомированных крысах-самках. Дополнительная физическая нагрузка создавалась за счет стандартно повышающихся по продолжительности бега животных нагрузок на вращающемся тредбане по типу «белка в колесе». Исследования состояния костной ткани проводили на денситометре фирмы «Lunar Prodigy» (США) с программой «Экспериментальные животные».

Исследования структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок, специализирующихся в спортивной гимнастике (действующих и ветеранов), а также экспериментальная часть работы были проведены в отделе клинической физиологии и патологии опорно-двигательного аппарата Института геронтологии АМН Украины при участии профессора В.В. Поворознюка.

Полученные результаты исследований обработаны методами математической статистики.

Исследования проводились в четыре этапа:

Первый этап (2002–2003) – изучение научно-теоретических аспектов структурно-функционального состояния костной ткани девушек и женщин-неспортсменок, а также спортсменок высокой квалификации разной спортивной специализации, разработка концепции работы, определение цели, задач, объекта и предмета исследования, подбор взаимодополняющих и взаимосвязанных методов исследования.

На втором этапе (2004–2006) в рамках задач, обозначенных на первом этапе, наши исследования были направлены на установление характера травматизма

неспортсменок и спортсменок высокой квалификации разных специализаций, а также на обследование 9 женщин – спортсменок-ветеранов, в прошлом специализировавшихся в спортивной гимнастике. Квалификация – заслуженные мастера спорта и мастера спорта СССР, которые были членами сборных команд СССР и Украины.

Исследование структурно-функционального состояния костной ткани

спортсменок-ветеранов проводили с помощью ультразвукового денситометра «Achilles+» на пяточной кости.

На третьем этапе (2007–2008) изучали структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации – членов Национальной сборной команды Украины по спортивной гимнастике. В обследовании приняли участие 14 спортсменок. С целью изучения структурно-функционального состояния костной ткани и, в частности, для количественной и качественной оценки губчатой костной ткани пяточной кости нами был применен метод ультразвуковой денситометрии на аппарате «Achilles+». Продолжая количественно оценивать минеральную плотность костной ткани (МПКТ) спортсменок, специализирующихся в спортивной гимнастике, нами был использован более современный метод остеоденситометрии – двухфотонный рентгеновский костный денситометр фирмы «Lunar Prodigy». Он позволяет изучать структурно-функциональное состояние костной ткани разных участков скелета, в частности, поясничного отдела позвоночника и всего тела.

Обоснована и создана экспериментальная модель дефицита эстрогенов на овариэктомированных крысах-самках, предложена и создана модель тредбана по типу «белка в колесе» для изучения влияния стандартно повышающихся физических нагрузок при гипоестрогении на структурно-функциональное состояние костной ткани экспериментальных животных. Экспериментальные исследования проводили на костном денситометре фирмы «Lunar Prodigy» (США).

На четвертом этапе (2009–2010) был проведен и завершен анализ полученных результатов, сформулированы основные выводы по материалам исследования, разработаны основные рекомендации. Оформлялась и подготавливалась диссертационная работа к официальной защите.

В третьем разделе **«Травматизм и причины его возникновения у неспортсменок и спортсменок высокой квалификации»** представлены данные о травматизме неспортсменок (перелом Коллиса) и спортсменок, специализирующихся в трех видах спорта: спортивная гимнастика, плавание, баскетбол.

С целью охарактеризовать контингент с переломом Коллиса (перелом дистального отдела предплечья) нами был проведен анализ показателей травматизма женщин и мужчин, не занимающихся спортом, по данным анализа медицинских карт травматологического пункта Клинической городской больницы скорой помощи г. Киева.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что количество людей (неспортсменок), которые обратились за помощью по поводу переломов Коллиса, составило 294 случая. Возраст травмированного

контингента был от 15 до 80 лет. Среди них 230 женщин (78 %): из которых 17 % - в возрасте от 16 до 45 лет и 61 % - в возрасте от 45 до 80 лет.

Переломы у мужчин были значительно реже, их число составило 22 % общего количества людей с переломами дистального отдела предплечья (перелом Коллиса). 64 мужчины (10 %) в возрасте от 15 до 32 лет и 12 % – от 37 до 76 лет. Женщины от 45 до 80 лет подвержены возникновению переломов дистального отдела предплечья (61 %) в 3,5 раза чаще, чем женщины, возраст которых составляет от 16 до 45 лет (17 %).

Перед нами стала задача выяснить структурно-функциональное состояние костной ткани женщин-спортсменок высокой квалификации, в прошлом специализировавшихся в спортивной гимнастике. Данный вид спорта был выбран нами как один из наиболее травмоопасных.

На базе Института геронтологии АМН Украины обследованы 9 женщин-спортсменок (возраст 60 лет и старше), которые в прошлом специализировались в спортивной гимнастике. Нами проведено специальное анкетирование обследуемой группы спортсменок, направленное на установление квалификации и спортивного стажа, гинекологического анамнеза, а также характера травм во время занятий спортом и после окончания спортивной карьеры. Исследование структурно-функционального состояния костной ткани проводили с использованием ультразвукового денситометра «Achilles+» на пяточной кости. Показатели обследованных гимнасток: скорость распространения ультразвука (СРУ) сквозь кость – $1529 \pm 11,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; широкополосное ослабление ультразвука (ШОУ) – $111,6 \pm 3,8 \text{ дБ/МГц}$; индекс прочности (ИП) костной ткани – $82,4 \pm 5,4 \%$, в среднем, соответствовали практически здоровым женщинам в возрасте 40–49 лет и были достоверно выше, по сравнению с женщинами, которые не занимались в прошлом спортом, стандартизированными по возрасту ($p < 0,05$).

Исследуя состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации, нами был проанализирован травматизм у спортсменок и спортсменов высокой квалификации, специализировавшихся в спортивной гимнастике, плавании и баскетболе, по данным медицинских карт на базе Украинского центра спортивной медицины.

Проанализированы 207 медицинских карт, среди которых представители трех спортивных специализаций – 60 гимнастов (36 женщин и 24 мужчины), 101 спортсмен, специализирующийся в спортивном плавании (44 женщины и 57 мужчин) и 46 женщин, специализирующихся в баскетболе. Частота травматизма спортсменов высокой квалификации, в целом, имеет статистически значимые различия ($p < 0,05$) по отдельным видам спорта. Для спортивной гимнастики наиболее частыми повреждениями являются переломы ($42,86 \pm 7,1 \%$), в баскетболе переломы составляют $28,0 \pm 10,0 \%$, а

повреждения связочного аппарата – $40,0 \pm 9,8$ %. При этом для плавания выявлена противоположная зависимость: переломы составляют только 19,35 %, а приоритетным является растяжение связочного аппарата (37,71 %). Анализ полученных результатов свидетельствует о статистически значимом ($p < 0,01$) уменьшении частоты переломов со снижением уровня квалификации, но с повышением при этом частоты более легких травм. Эта закономерность увеличения тяжести травматизма при повышении квалификации спортсменов подтверждается достаточно высокой корреляционной зависимостью показателей: $r < 0,72$ ($p < 0,01$).

Полученные результаты расширяют сведения о том, что влияние физической нагрузки на адаптацию костной ткани в значительной мере определяется квалификацией спортсменов, спецификой тренировочной и соревновательной деятельности в разных видах спорта.

В четвертом разделе «**Влияние физических нагрузок на адаптацию костной ткани**» рассмотрено структурно-функциональное состояние костной ткани по показателям денситометрии спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, а также влияние дефицита эстрогенов и физических нагрузок на состояние костной ткани экспериментальных животных (крыс-самок репродуктивного возраста).

Спортивная гимнастика относится к сложнокоординационным видам спорта с высоким уровнем травматизма. Именно поэтому наши исследования были направлены на изучение структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок высокой квалификации – членов Национальной сборной команды Украины по спортивной гимнастике (табл.1).

Таблица 1

**Анализ анкетных данных спортсменок
специализирующихся в спортивной гимнастике (n=14)**

Возраст, годы	Спортивная квалификация	Спортивный стаж, годы	Длина тела, см	Масса тела, кг	Возраст менархе
14	МС	10	152	38,5	-
14	МС	9	151	41,0	-
15	МС	10	148	36,0	-
15	МС	10	159	52,5	-
16	МС	11	159	47,0	15
16	МС	12	160	51,0	16
17	МСМК	13	160	51,5	-
17	МСМК	12	150	42,5	17
18	МС	12	165	51,0	16

19	МС	15	156	46,5	15
19	МСМК	12	150	43,2	16
19	ЗМС	15	161	51,0	15
19	ЗМС	14	154,5	49,0	18
21	МСМК	18	167	55,0	19

Мы обследовали 14 спортсменок-гимнасток, в возрасте от 14 лет до 21 года. Спортивная квалификация: 2 – заслуженных мастера спорта (ЗМС), 4 – мастера спорта международного класса (МСМК), 8 – мастеров спорта (МС).

С целью изучения структурно-функционального состояния костной ткани и, в частности, для количественной и качественной оценки губчатой костной ткани пяточной кости нами был использован метод ультразвуковой денситометрии на аппарате «Achilles+». Определяли (табл.2) следующие параметры: СРУ сквозь кость, которая зависит от ее плотности и эластичности; ШОУ, отображающее количество и размеры трабекул. В итоге определяли индекс плотности на основе вышеизложенных показателей, вычисляемых по формуле с использованием денситометра.

Таблица 2

Антропометрические данные и показатели структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок высокой квалификации

Обследованные (человек)											
Возраст, годы		Длина тела, см		Масса тела, кг		СРУ, м·с ⁻¹		ШОУ дБ/Мгц		ИП%	
\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Спортсменки (n=14)											
17,07	2,17	156,61	5,89	46,84	5,75	1608,14	33,36	126,21	12,64	115,64	13,3
Неспортсменки (по данным В.В.Поворознюка, 2004)											
17,00	2,13	170,00	6,02	60,30	5,94	1575,00	31,82	113,00	12,05	96,00	12,8

Как свидетельствуют результаты денситометрии, показатели ультразвуковых исследований костной ткани спортсменок, специализирующихся в спортивной гимнастике, превышали среднестатистические нормы для украинских девушек той же возрастной группы. В группе гимнасток СРУ сквозь костную ткань на 1,93 % превышала такой же показатель в аналогичной возрастной группе девушек Украины, ШОУ – на 12,31 %, ИП – на 16,88 % ($p < 0,05$). Следовательно, существенное превышение показателей ШОУ и ИП свидетельствуют о большем количестве и размерах трабекул исследуемой пяточной кости у спортсменок, по сравнению с показателями среднестатистической нормы девушек Украины. Это указывает на большую прочность и эластичность костной ткани спортсменок, по сравнению с девушками-неспорсменками.

Для изучения МПКТ обследуемых спортсменок нами был использован более современный метод денситометрии – двухфотонная рентгеновская денситометрия поясничного отдела позвоночника (рис. 1).

Показатель Z-критерия поясничного отдела позвоночника позволяет оценивать отклонение результатов измерения минеральной плотности кости и содержания минералов в ней в зависимости от полового и возрастного нормативов. Показатель Z от 1 до -1 – норма стандартного отклонения, от -1 до $-2,0$ – остеопения. Исследуемая нами группа спортсменок на двухфотонном денситометре характеризовалась такими показателями костной ткани:

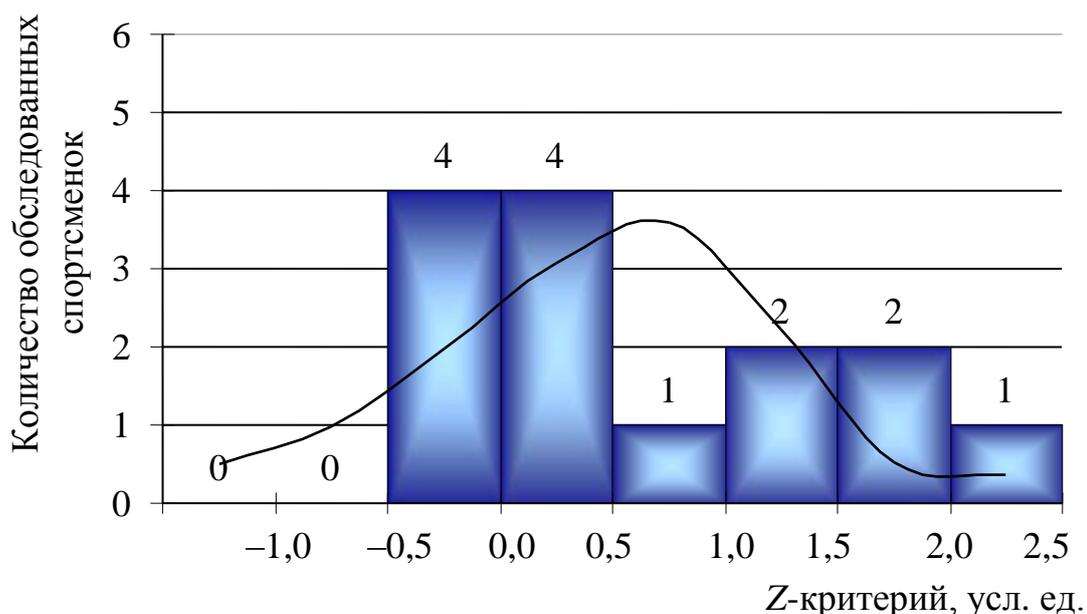


Рис. 1. Гистограмма распределения обследованных гимнасток по показателям минеральной плотности костной ткани поясничного отдела позвоночника (кривая показывает распределение показателя в норме)

у 14 спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, состояние костной ткани поясничного отдела позвоночника и всего тела (рис. 2) находилось в пределах нормы с учетом полового и возрастного нормативов.

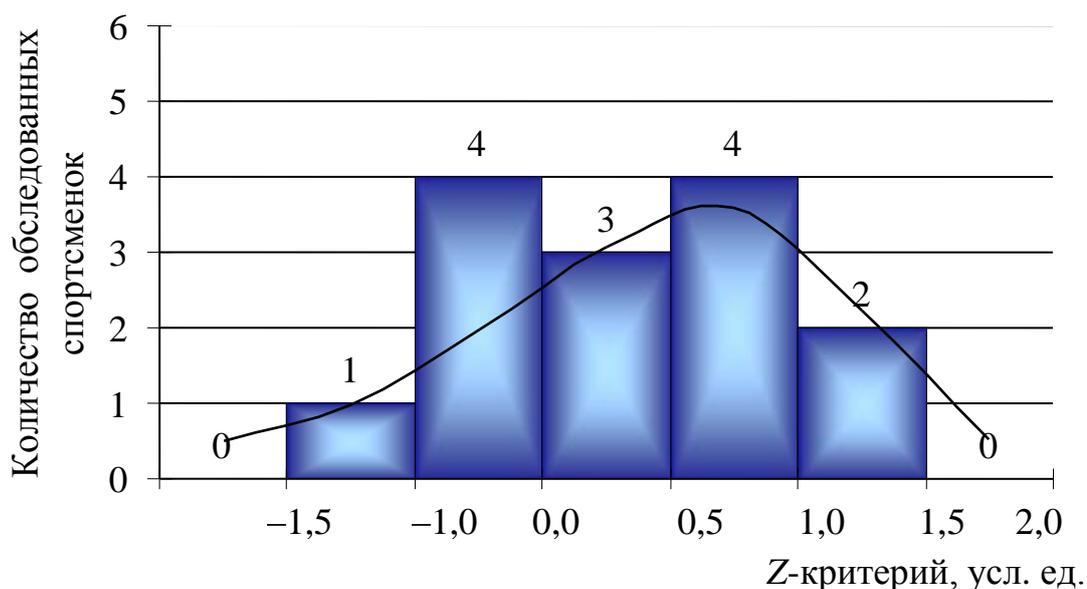


Рис. 2. Гистограмма распределения обследованных гимнасток по показателю минеральной плотности костной ткани всего тела (кривая показывает распределение показателя в норме)

Согласно рекомендациям ВОЗ, костная масса разделена по степени потери на три категории (при сравнении ее с референтной группой взрослых молодых людей). Эти категории измеряются по «Z-шкале» пациента. У обследованных гимнасток высокой квалификации показатель состояния костной ткани всего тела (Z-критерий МПКТ) находился в пределах нормы и соответствовал показателю здоровых девушек того же возраста.

Продолжая анализ полученных результатов, нами установлены различия в показателях МПКТ и минеральной насыщенности костной ткани (МНКТ) верхних и нижних конечностей гимнасток высокой квалификации (рис. 3). Мы выяснили, что эти показатели достоверно отличались друг от друга ($p < 0,05$).

МПКТ и МНКТ нижних конечностей выше, чем таковые верхних конечностей. Это подтверждает тот факт, что у гимнасток доминирующая нагрузка направлена на нижние конечности и поэтому в них структурно-функциональное состояние костной ткани адаптировано лучше.

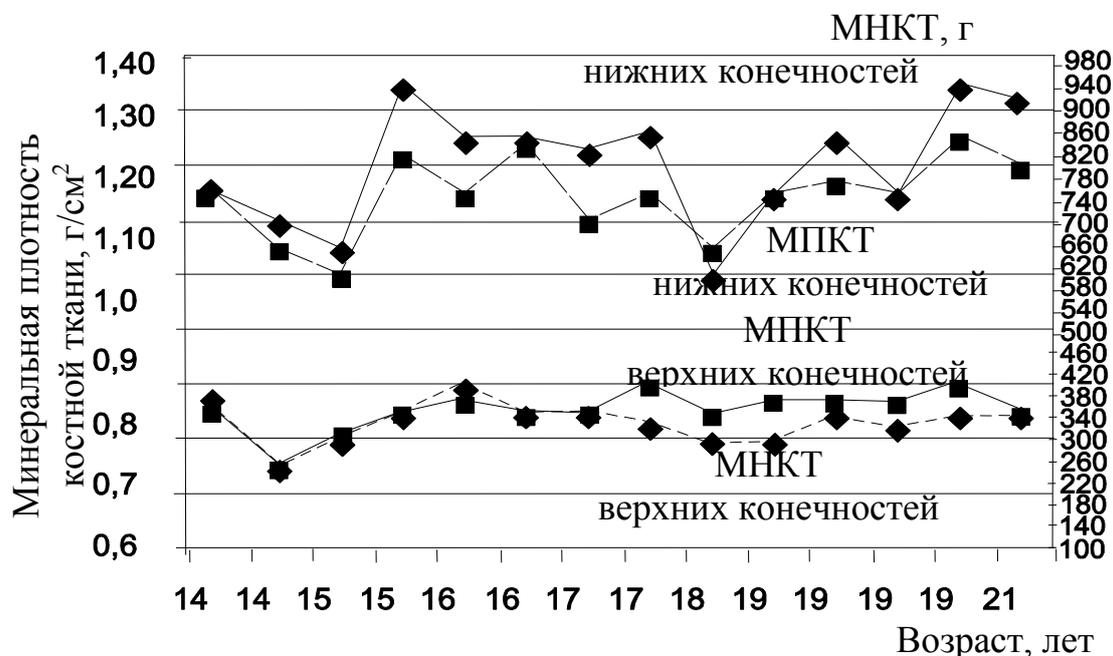


Рис. 3. Минеральная плотность и минеральная насыщенность костной ткани верхних и нижних конечностей спортсменок, специализирующихся в спортивной гимнастике:

МПКТ — минеральная плотность костной ткани;

МНКТ — минеральная насыщенность костной ткани

Экспериментальное моделирование на животных является одним из методологических приемов, позволяющих более доступно изучить определенный процесс и, в частности, структуру костной ткани.

Именно поэтому целью экспериментальной части диссертационной работы явилось исследование влияния дефицита эстрогенов, вызванного овариэктомией (удаление обоих яичников), и физической нагрузки на структурно-функциональное состояние – адаптацию костной ткани у крыс-самок репродуктивного возраста.

Овариэктомия позволяет моделировать состояние дефицита в крови женских половых гормонов и способствует изучению влияния эстрогенов на костную ткань.

В отделении клинической физиологии и патологии опорно-двигательного аппарата Института геронтологии АМН Украины нами была проведена экспериментальная часть работы по изучению структурно-функционального состояния костной ткани контрольной и экспериментальной групп под влиянием физических нагрузок у крыс-самок репродуктивного возраста ($n = 48$).

Проведение овариэктомии 24 крысам-самкам было направлено на создание в условиях эксперимента искусственного дефицита эстрогенов в организме животных, т. е. для создания модели гипогонадизма с целью изучения влияния эстрогенов на структурно-функциональное состояние костной ткани при выполнении животными стандартных дозированных нагрузок на двухэнергетическом рентгеновском денситометре с использованием программы «Экспериментальные животные». Физические нагрузки моделировали в виде бега крыс во вращающемся колесе – тредбане.

Такая модель бега является наиболее близкой к естественным природным локомоциям этого вида животных и исключает состояние эмоционального стресса, вызываемого плавательными нагрузками либо раздражениями электрическим током для стимуляции бега.

Дозирование физических нагрузок проводили в соответствии с методикой В.В. Алексеева (1980) для моделирования физической нагрузки динамического характера мелких лабораторных животных с использованием тредбана. Эта методика позволяет определять функциональные и морфофункциональные возможности организма экспериментальных животных при разной скорости их бега. Вращение используемого нами колеса тредбана регулировали автоматически. Диаметр тредбана, на котором крысы выполняли физическую нагрузку, равен 55 см (0,55 м).

Нами была подобрана скорость вращения тредбана, при которой крысы переходили на бег. Время одного полного оборота тредбана составила 9 с, т. е. крысы пробегали дистанцию 1,7 м со скоростью 11,4 м/мин. За 10 мин крыса пробегала 66 кругов, т. е. дистанцию 114 м.

Программа физических нагрузок для интактных и овариэктомированных крыс была одинаковой и направлена на постепенное увеличение стандартных беговых нагрузок животным с одинаковой скоростью. Крысы-самки получали физическую нагрузку на тредбане (по типу «белка в колесе») на протяжении 30 дней.

Животные находились в одинаковых условиях вивария и были разделены на две группы: интактные и овариэктомированные. В эти группы входили четыре подгруппы:

1-я подгруппа - контрольная группа (КГ, $n = 12$), экспериментальные (интактные) животные находились в обычных условиях двигательного

режима вивария Института геронтологии АМН Украины;

2-я подгруппа - контрольная группа выполняла стандартную физическую нагрузку (КГ + ФН, $n = 12$);

3-я подгруппа - овариэктомированные (ОЭ, $n = 12$) крысы-самки, которым была проведена двухсторонняя овариэктомия по общепринятой методике и находились в условиях обычного двигательного режима вивария;

4-я подгруппа - овариэктомированные крысы-самки через 7 дней после оперативного вмешательства выполняли физическую нагрузку на тредбане (ОЭ + ФН, $n = 12$), аналогичную контрольной группе.

До начала эксперимента и после его завершения (через 30 дней) определяли МПКТ, МНКТ на двухэнергетическом рентгеновском денситометре.

Анализируя полученные результаты в двух группах экспериментальных животных - интактных и овариэктомированных, нами установлено, что у крыс-самок физическая нагрузка приводила к достоверному ($p < 0,05$) уменьшению МПКТ всего тела овариэктомированных животных; в группе интактных животных – лишь тенденция к уменьшению этого показателя.

МНКТ в этих группах животных после выполнения 30-дневных стандартных беговых нагрузок достоверно ($p < 0,05$) увеличилась.

В результате исследования структурно-функционального состояния костной ткани в подгруппах экспериментальных животных установлено, что МПКТ поясничного отдела позвоночника интактных животных достоверно возросла: до исследования – $0,145 \pm 0,04$ г/см², после – $0,166 \pm 0,06$ г/см² ($p < 0,05$). Тогда как в этих условиях у овариэктомированных животных МПКТ позвоночника не изменилась: до исследования – $0,146 \pm 0,05$ г/см², после – $0,146 \pm 0,03$ г/см² ($p < 0,05$).

При выполнении стандартной нагрузки в течение 30 дней в двух подгруппах крыс-самок МПКТ позвоночника имела тенденцию к уменьшению.

Анализируя структурно-функциональное состояние костной ткани овариэктомированных животных, наше внимание привлекли различия между показателями двухэнергетического костного денситометра МПКТ и МНКТ передних и задних конечностей овариэктомированных крыс-самок.

Установлено, что у овариэктомированных крыс после месяца пребывания в условиях вивария без дополнительной нагрузки на тредбане МПКТ как передних, так и задних конечностей не изменилась. После выполнения стандартных физических нагрузок на тредбане в течение 30 дней, установлено достоверное уменьшение МПКТ передних конечностей ($p < 0,01$). В задних конечностях этот показатель не изменился ($p > 0,05$). Однако у этих животных МНКТ достоверно ($p < 0,01$) уменьшилась в передних конечностях и достоверно возросла в задних конечностях ($p < 0,01$).

В пятом разделе «**Анализ и обобщение результатов исследования**» представлены и охарактеризованы полученные результаты, которые раскрывают полноту решения задач исследования.

В процессе наших исследований получены три группы данных: подтверждающие, дополняющие и абсолютно новые.

Результаты наших исследований подтвердили, что женский пол, возраст и дефицит эстрогенов в организме составляют группу риска в развитии остеопоротических переломов костей и, в частности, перелома Коллиса, который является индикатором остеопении и остеопороза в постменопаузальном периоде (Л.Я. Рожинская, 2000; В.В. Поворознюк, Н.В. Григорьева, 2000, 2002; Е.Н. Цыган, Р.В. Деев, 2007).

Нами дополнены данные о росте спортивного травматизма (В.Н. Левенец, 2004), однако при этом впервые представлена в Украине сравнительная характеристика видов спортивных травм у действующих спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, спортивном плавании и баскетболе.

Абсолютно новыми являются данные денситометрических исследований структурно-функционального состояния костной ткани спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике — действующих спортсменок и спортсменок-ветеранов той же специализации. Впервые установлены достоверные различия у действующих гимнасток: показатели МПКТ и МНКТ нижних конечностей больше, по сравнению с верхними, что может свидетельствовать о положительном влиянии физических нагрузок на структурно-функциональное состояние костной ткани, в частности, у гимнасток со специфически большей в этом виде спорта нагрузкой на костную ткань нижних конечностей.

Впервые проведены экспериментальные исследования влияния дефицита эстрогенов в организме овариэктомированных крыс на структуру их костной ткани под влиянием ежедневных, динамических, стандартно повышающихся беговых нагрузок на вращающемся тредбане в течение 30 дней. Результаты свидетельствуют о положительном влиянии предложенной динамической нагрузки на МНКТ всего тела экспериментальных животных не только интактных, но и в условиях дефицита эстрогенов.

ВЫВОДЫ

1. Анализ и обобщение данных научно-методической отечественной и зарубежной литературы по вопросам спортивного травматизма, научного обоснования его причин и профилактики свидетельствуют, что такие исследования немногочисленны, однако указывают на тенденцию роста в Украине спортивных травм у взрослых, подростков и детей. Данные о травматизме женщин-спортсменок статистическим управлением

Министерства здравоохранения Украины не представлены. Введение в практику спортивной медицины синдрома «триада женщины-спортсменки» относит женщин-спортсменок к группе риска в связи с возможностью развития у них остеопороза. В специальной литературе отсутствуют научные данные о структурно-функциональном состоянии костной ткани спортсменок, а имеющиеся единичные работы противоречивы по представленным результатам.

2. Большое количество такого вида травм, как перелом Коллиса (индикатор остеопоротических нарушений МПКТ), наблюдались у женщин (78 %): в возрасте 45–80 лет (61 %) и 16–44 лет (17 %). Мужчин, обратившихся по поводу перелома Коллиса, достоверно меньше – 22 %; в возрасте 37–76 лет – 12 % и 15–32 лет — 10 %.

3. На протяжении многолетней спортивной карьеры у 100 % опрошенных спортсменок-ветеранов высокой квалификации, которые в прошлом специализировались в спортивной гимнастике, отсутствовали переломы костной ткани. Результаты их обследований с помощью ультразвукового денситометра «Achilles+» свидетельствуют, что показатели, характеризующие прочность костной ткани (скорость распространения ультразвука – $1529,0 \pm 11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$; широкополосное ослабления ультразвука – $111,6 \pm 3,8 \text{ дБ/МГц}$; индекс плотности – $82,4 \pm 5,4 \%$), соответствуют практически здоровым женщинам в возрасте 40–45 лет и достоверно выше, по сравнению с женщинами-неспорсменами, стандартизированными по возрасту ($p < 0,05$).

4. На основании данных медицинских карт Украинского центра спортивной медицины установлено: у 207 спортсменов высокой квалификации травматизм характеризовался большим количеством переломов разной локализации и степени тяжести. Для спортивной гимнастики наиболее частыми повреждениями являлись переломы ($42,86 \pm 7,1\%$). В баскетболе переломы составляют $28,0 \pm 10,0\%$. При этом в спортивном плавании переломы составляют только 19,35 %.

5. При спортивном стаже от 9 до 13 лет переломы отмечены у 9 гимнасток (64,3 %), членов Национальной сборной команды Украины по спортивной гимнастике; причем переломы трубчатых костей отсутствовали. У 35,7 % гимнасток при таком же спортивном стаже переломов не было. Установлено, что у 9 спортсменок (64,3 %) возраст менархе составил 16–19 лет, причем менструальные циклы были нерегулярными, с интервалами 2–3 месяца и более.

6. Ультразвуковые характеристики костной ткани спортсменок, которые специализируются в спортивной гимнастике, превышают показатели среднестатистической нормы для такой же возрастной нормы девушек украинской популяции, на что указывают скорость распространения ультразвука ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$) – на 1,93 %, широкополосное ослабления ультразвука (дБ/МГц) – на 12,31 %, индекс плотности (%) – на 16,88 % ($p < 0,05$).

7. Средние показатели минеральной плотности костной ткани всего тела всех 14 гимнасток составили $1,02 \text{ г/см}^2$, максимальный показатель был равен

1,16 г/см² и минимальный – 1,02 г/см². Это свидетельствует, что минеральная плотность костной ткани всего тела обследованных спортсменок находилась в пределах нормы по сравнению со стандартными величинами для данного пола и возраста; по показателям Z-критерия лишь у одной гимнастки отмечена тенденция к уменьшению минеральной плотности костной ткани по сравнению с референтной группой того же возраста.

8. Установлены достоверные различия ($p < 0,05$) у всей группы обследованных гимнасток - высокие показатели минеральной плотности и минеральной насыщенности костной ткани нижних конечностей, по сравнению с верхними, что может указывать на положительное влияние физических нагрузок на процессы адаптации костной ткани, в частности, у гимнасток со специфически большей в этом виде спорта нагрузкой на костную ткань нижних конечностей.

9. Структурно-функциональное состояние костной ткани животных (крыс) после тридцатидневных ежедневных физических нагрузок свидетельствует:

а) достоверно ($p < 0,05$) уменьшилась минеральная плотность костной ткани всего тела овариэктомированных животных. В контрольной (интактной) группе животных стандартные нагрузки вызвали тенденцию к уменьшению минеральной плотности костной ткани всего тела;

б) минеральная плотность костной ткани поясничного отдела позвоночника в контрольной и овариэктомированной группах характеризовалась тенденцией к уменьшению;

в) минеральная насыщенность костной ткани всего тела в этих же группах животных после выполнения 30-дневных стандартных беговых нагрузок достоверно увеличилась ($p < 0,05$);

г) физические нагрузки беговой направленности у овариэктомированных крыс по-разному влияют на структуру костной ткани передних и задних конечностей, достоверно уменьшая минеральную плотность костной ткани передних конечностей ($p < 0,01$). Для задних конечностей этот показатель остался без изменений. При этом минеральная насыщенность достоверно уменьшилась в передних конечностях ($p < 0,01$) и увеличилась в задних конечностях ($p < 0,01$).

10. Физические нагрузки оказывают положительное влияние на процессы адаптации костной ткани спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, даже на фоне нарушений их гормонального статуса.

Перспективы дальнейших исследований связаны с продолжением изучения структурно-функционального состояния (адаптации) костной ткани спортсменок высокой квалификации с целью научного обоснования профилактики нарушений метаболизма костной ткани и, следовательно, предупреждения развития травматизма.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Захарченко І.В. Особливості структурно-функціонального стану кісткової тканини спортсменок високої кваліфікації та жінок-неспортсменок України / І.В. Захарченко // Молода спортивна наука України: зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. — Львів: НВФ «Українські технології», 2005. — Вип. 9, том 11, кн. 2. — С. 460- 464.
2. Захарченко І.В. Морфофункціональний стан кістково-суглобового апарату спортсменів високої кваліфікації / І.В. Захарченко // Молода спортивна наука України: зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. — Львів: НВФ «Українські технології», 2006. — Вип. 10, т. 4, кн. 1. — С. 276—281.
3. Захарченко И.В. Использование компьютеризированного комплекса REV-9000 в реабилитации спортсменов / И.В. Захарченко // Спортивная медицина. — 2007. — Спец. вып. 3. — С. 64—68.
4. Захарченко И.В. Использование компьютеризированного комплекса REV-9000 в реабилитации спортсменов и лиц, не занимающихся спортом / И.В. Захарченко // Український журнал телемедицини і медичної телематики. — Донецьк, 2008. — Т. 6, № 2. — С. 218—222.
5. Шахлина Л.Г. Влияние физических нагрузок на структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике / Л.Г. Шахлина, И.В. Захарченко // Спортивная медицина. — 2010. — № 1—2. — С. 19—28.
Личный вклад диссертанта состоит в планировании работы, проведении исследований, анализе полученных результатов.
6. Захарченко И.В. Профилактика остеопороза людей среднего и пожилого возраста / И.В. Захарченко // Третя міжнар. наук. конф. студентів «Студент, наука і спорт». — К., 2002. — С. 146—147.
7. Захарченко И.В. Эпидемиология переломов дистального отдела предплечья в старших возрастных группах / И.В. Захарченко // Материалы 5-й открытой научной конференции студентов факультета «СМ и ФР» НУФВСУ — К., 2002. — С. 39—44.
8. Захарченко И.В. Травматизм в спорте высших достижений / И.В. Захарченко // Научное обоснование физического воспитания спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре, спорту и туризму: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Минск, 2010. — С. 140—142.
9. Захарченко И.В. Показатели травматизма спортсменок высокой квалификации по спортивной гимнастике, плаванию и баскетболу / И.В. Захарченко // Журнал Российской Ассоциации по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. — М., 2005. — С. 22.

АННОТАЦИИ

Захарченко І.В. Адаптація кісткової тканини спортсменок високої кваліфікації до фізичних навантажень. — Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата наук з фізичного виховання і спорту за спеціальністю 24.00.01 — Олімпійський і професійний спорт. — Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2011.

У дисертаційній роботі висвітлено й науково обґрунтовано структурно-функціональний стан кісткової тканини спортсменок високої кваліфікації, які спеціалізуються у спортивній гімнастиці, на основі проведення денситометричних досліджень.

Мета роботи полягала у визначенні впливу фізичних навантажень на кісткову тканину спортсменок високої кваліфікації.

Вперше проаналізовано структурно-функціональний стан кісткової тканини спортсменок високої кваліфікації різних вікових груп за даними денситометричних досліджень, а також вперше з використанням денситометрії встановлено характер впливу фізичних навантажень на стан кісткової тканини експериментальних тварин (пацюків-самок) репродуктивного віку.

Ключові слова: кісткова тканина, спортсменки високої кваліфікації, денситометрія.

Захарченко И.В. Адаптация костной ткани спортсменок высокой квалификации к физическим нагрузкам. — Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук по физическому воспитанию и спорту по специальности 24.00.01 — Олимпийский и профессиональный спорт. — Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, 2011.

Диссертация посвящена вопросам влияния физических нагрузок на адаптацию костной ткани спортсменок высокой квалификации. В ходе предварительного исследования изучен характер травматизма спортсменок высокой квалификации в трех видах спорта: спортивная гимнастика, баскетбол, плавание. Проведен скрининг структурно-функционального состояния костной ткани с использованием ультразвукового денситометра «Achilles+» и двухэнергетического денситометра рентгеновского денситометра фирмы «Lunar Prodigy» (США). Проведено экспериментальное исследование структурно-функционального состояния костной ткани животных в условиях дефицита эстрогенов под влиянием физических нагрузок на тредбане.

Ультразвуковая денситометрия спортсменок высокой квалификации, специализирующихся в спортивной гимнастике, позволила выявить различие (%) структурно-функционального состояния костной ткани у спортсменок и девушек того же возраста, не занимающихся спортом. Скорость

распространения ультразвука (СРУ) сквозь костную ткань в группе гимнасток на 1,93 % превышала такой показатель в такой же возрастной группе девушек Украины, широкополосное ослабление ультразвука (ШОУ) — на 12,31 %, индекс плотности (ИП) — на 16,88 %. Для более детального рассмотрения состояния костной ткани мы использовали костную рентгеновскую денситометрию, которая позволила изучить структурно-функциональное состояние костной ткани спортсменок в разных участках скелета. Результаты свидетельствуют, что минеральная плотность костной ткани (МПКТ) всего тела обследованных спортсменок находилась в пределах нормы по сравнению со стандартными величинами для данного пола и возраста.

На основании полученных результатов для изучения адаптации костной ткани под влиянием физической нагрузки мы создали искусственную модель дефицита эстрогенов у крыс-самок: провели двухстороннюю овариэктомию, разработали программу физической нагрузки на тредбане по типу «белка в колесе».

Установлено, что физические нагрузки беговой направленности у овариэктомированных крыс оказывают различное влияние на структуру костной ткани передних и задних конечностей. Физические нагрузки достоверно снижали МПКТ передних конечностей ($p < 0,01$), для задних конечностей данный показатель остался без изменений. При этом минеральная насыщенность костной ткани (МНКТ) достоверно уменьшилась ($p < 0,01$) в передних конечностях и увеличилась ($p < 0,01$) в задних конечностях. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии нагрузки на структурно-функциональное состояние костной ткани задних конечностей, которые при данном виде беговой нагрузки испытывали большее напряжение по сравнению с передними. Этот факт подтверждает изложенные выше результаты денситометрии спортсменок о положительном влиянии динамических нагрузок на костную ткань.

Ключевые слова: костная ткань, спортсменки высокой квалификации, денситометрия.

Zakharchenko I.V. Influence of physical activity on bone tissue sportsmen of high qualification. — Manuscript.

Thesis for a degree in physical education and sport 24.00.01 — Olympic and professional sports. — National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv, 2011.

The thesis deals and scientifically grounded structural-functional state of bone-qualified athletes who specialize in sports gymnastics, on the basis of densitometric studies. The aim was to determine the effect of physical activity on bone tissue sportsmen of high qualification.

For the first time we have analyzed the structural and functional state of bone tissue-qualified athletes in different age groups according to densitometric studies and also the first time using densitometry was set for the risk of physical loads on the state of bone tissue of experimental animals (rat-female) of reproductive age.

Key words: bone tissue, athletes high qualification densitometry.