

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОРТЕЗИРОВАНИЯ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПОРТИВНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ

Научно-исследовательский институт спорта Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма, г. Москва, Россия
Scientific Research Institute of Sports of the Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Moscow, Russia
dok-135@mail.ru, +7(915) 320-06-92



**ВАСИЛЬЕВ Олег
Станиславович**
Старший научный сотрудник,
кандидат философских наук

VASILIEV Oleg
Senior Researcher, Candidate of
Philosophy

**ЯВОРСКИЙ
Александр Борисович**
Главный научный сотрудник,
доктор медицинских наук

YAVORSKY Alexander
Chief Researcher, Doctor of Medical Sciences

ВАГИН Андрей Юрьевич
Старший научный сотрудник, кандидат педагогических наук

VAGIN Andrey
Senior Researcher, Candidate of Pedagogical Sciences

ШИПИЛОВ Анатолий Анатольевич
Младший научный сотрудник

SHIPILOV Anatoly
Junior Researcher

ЛЕВУШКИН Сергей Петрович
Директор НИИ спорта, доктор биологических наук,
профессор

LEVUSHKIN Sergey
Director of the Scientific Research Institute of Sports, Doctor of
Biological Sciences, Professor

Ключевые слова: биомеханика спортивной деятельности, спортивные результаты, ортопедические нарушения, средства ортезирования.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы биомеханики движений в стопах и голеностопных суставах у спортсменов, а также возможность улучшения спортивных результатов у атлетов благодаря повышению функциональности в данных сегментах опорно-двигательного аппарата. Для решения этой задачи были использованы ортопедические стельки. В работе изучаются данные, полученные с применением инструментальных биомеханических методов исследования.

BIOMECHANICAL ASPECTS OF INDIVIDUAL ORTESIS IN SPORTSMEN OF VARIOUS SPORTS SPECIALIZATIONS

Keywords: biomechanics of sports activity, sports results, orthopedic disorders, orthotics.

Abstract. In the article are discussed Issues of the biomechanics of movements in the feet and ankles of athletes and the possibility of improving sports performance in athletes due to increased functionality in these segments of the musculoskeletal system. To solve this problem, orthopedic insoles were used. In scientific work studies data obtained using instrumental biomechanical research methods.

Актуальность исследования. В ряде видов спорта (волейбол, теннис, тхэквондо и т.д.) максимальную нагрузку из всех сегментов опорно-двигательного аппарата (ОДА) испытывают стопа и голеностопный сустав. При снижении рессорной функции стопы, некомпенсированная нагрузка становится выше. Страдают колени, тазобедренный сустав, поясница и другие сегменты ОДА вплоть до шейного отдела позвоночника [1]. Все это сказывается не только на здоровье, но и на спортивных результатах атлетов.

Недостаточность рессорной функции стопы «заставляет» спортсменов компенсаторно «подгибать» колени, «недовыпрямлять» ноги в тазобедренном суставе, сутулиться, амортизируя осевую нагрузку. Всё это приводит к нарушению рабочей осанки и падению рациональности биомеханики технических действий [3]. Заметно ухудшаются базовые физические качества спортсмена, что в конечном итоге сказывается на его спортивных результатах.

Основные проблемы в стопах и голеностопных суставах типичны и чаще всего они имеют следующие причины:

1) слабость связочного аппарата из-за перенесенных травм и наличия погрешностей в тренировочном процессе;

2) гипертонус определенных мышечных групп, вызывающий «компенсаторную» мышечную слабость практически всех остальных мышц.

На устранение этих проблем и должны быть направлены основные усилия по восстановлению стоп и голеностопного сустава. Если восстановительные мероприятия не проводить, то в стопах и голеностопных суставах возможно развитие различных нарушений (плоскостопие, тендиты и лигаментиты, остеохондропатии, дегенеративно-дистрофические изменения по типу артрозов и т.п.).

К основным направлениям восстановления голеностопного сустава и стоп можно отнести следующие:

- 1) коррекция деформации свода стоп;
- 2) коррекция мышечного дисбаланса и тонуса по оси нижней конечности.

Одним из общепризнанных и эффективных средств коррекции ортопедических и травматических изменений в стопе и голеностопном суставе является ортезирование посредством изготовления индивидуальных стелек [2]. Такие стельки-ортезы берут на себя недостающую или ослабленную функцию стопы и голеностопного сустава,

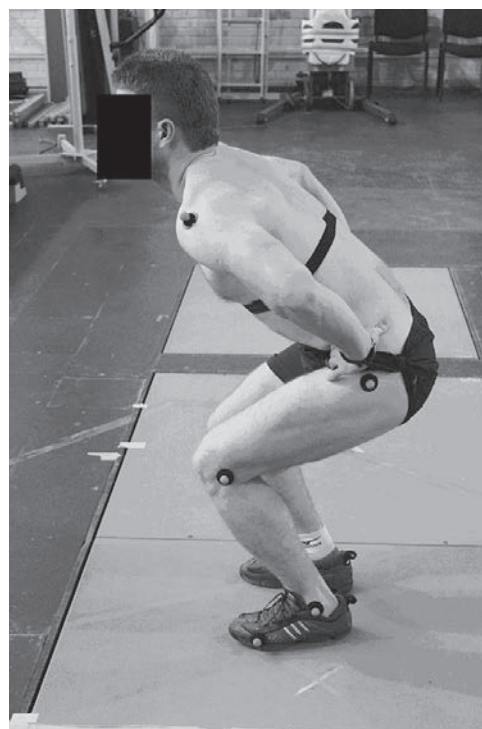
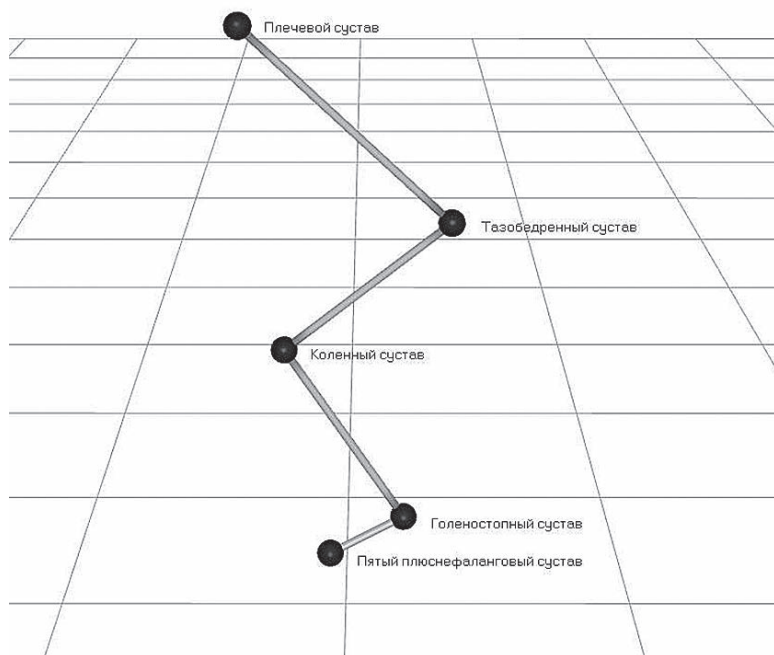


Рисунок 1 – Спортсмен выполняет двигательное задание на динамометрической платформе. На его теле закреплены маркеры-отражатели системы кинематического анализа (фотография слева), образующие многозвенную модель левой ноги (рисунок справа)

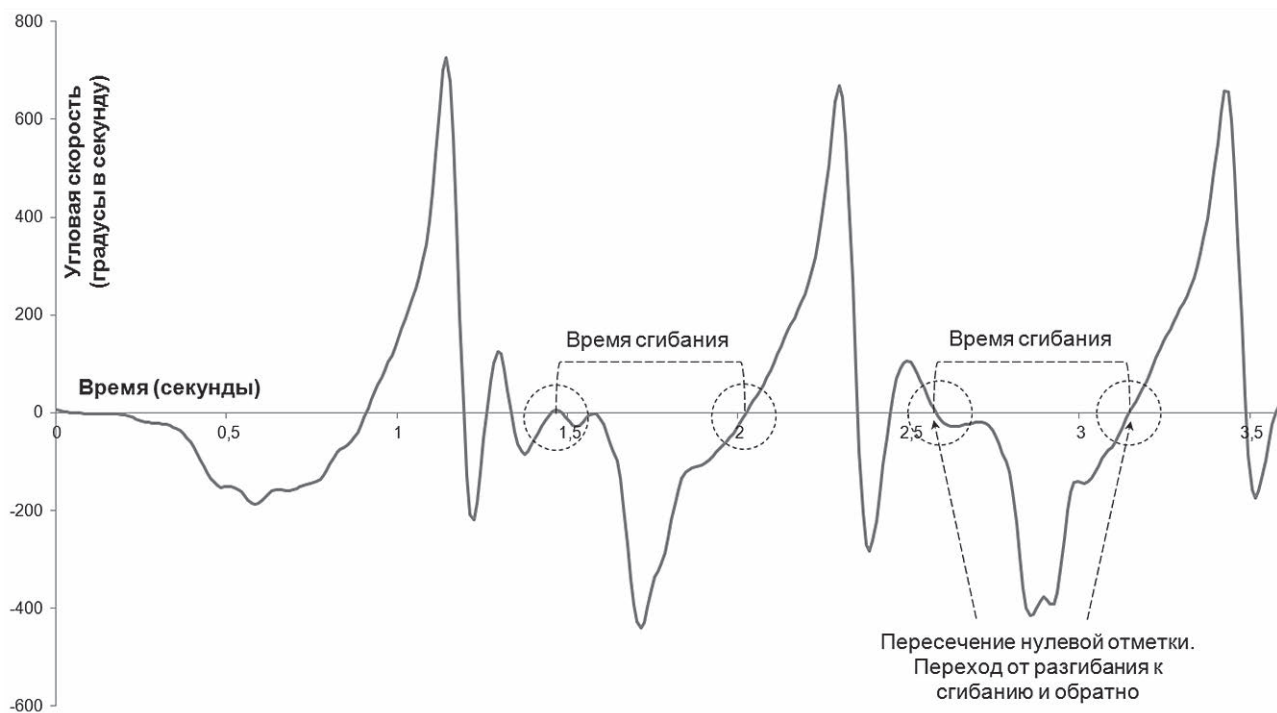


Рисунок 2 – График изменения угла в коленном суставе испытуемого при выполнении с ерийных прыжковых действий

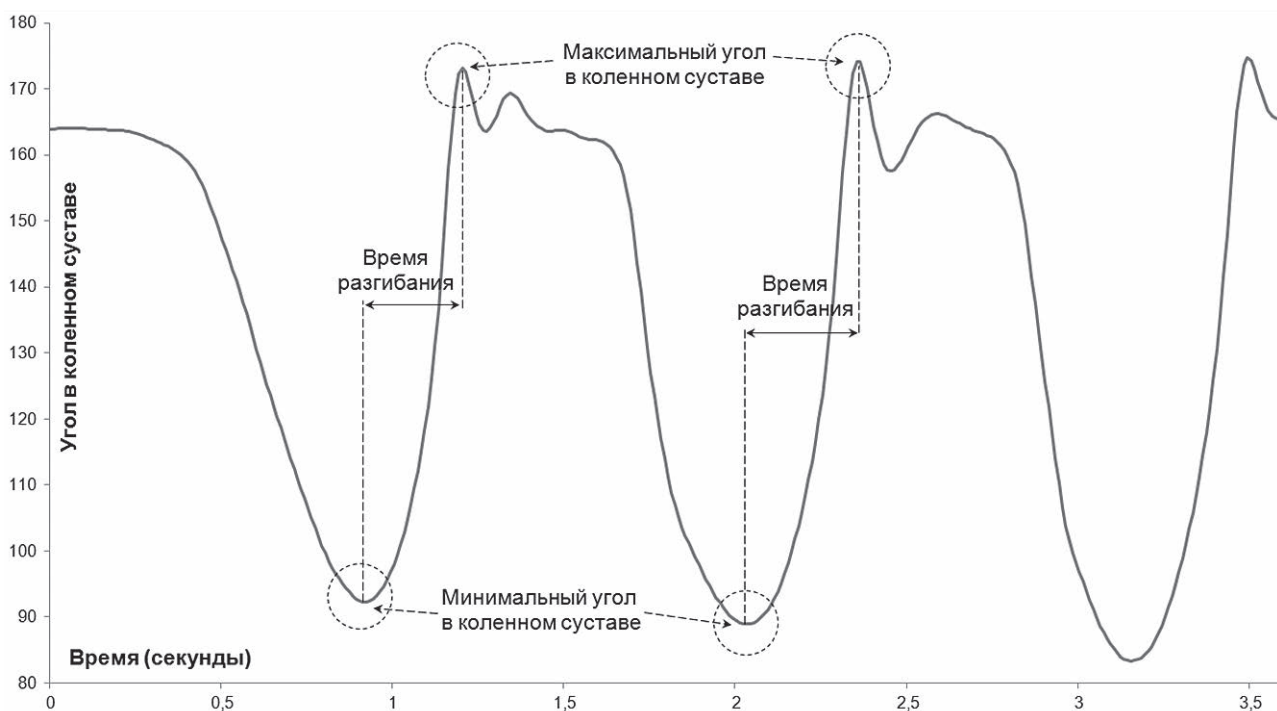


Рисунок 3 – График скорости изменения угла в коленном суставе испытуемого при выполнении серийных прыжковых действий

одновременно корригируют и восстанавливают ее костный и мышечно-связочный аппарат.

В классической ортопедии коррекция индивидуальными стельками эффективна при

ее дополнении рациональной двигательной активностью – средствами и методами лечебной физической культуры. В спортивной практике индивидуальные ортопедические

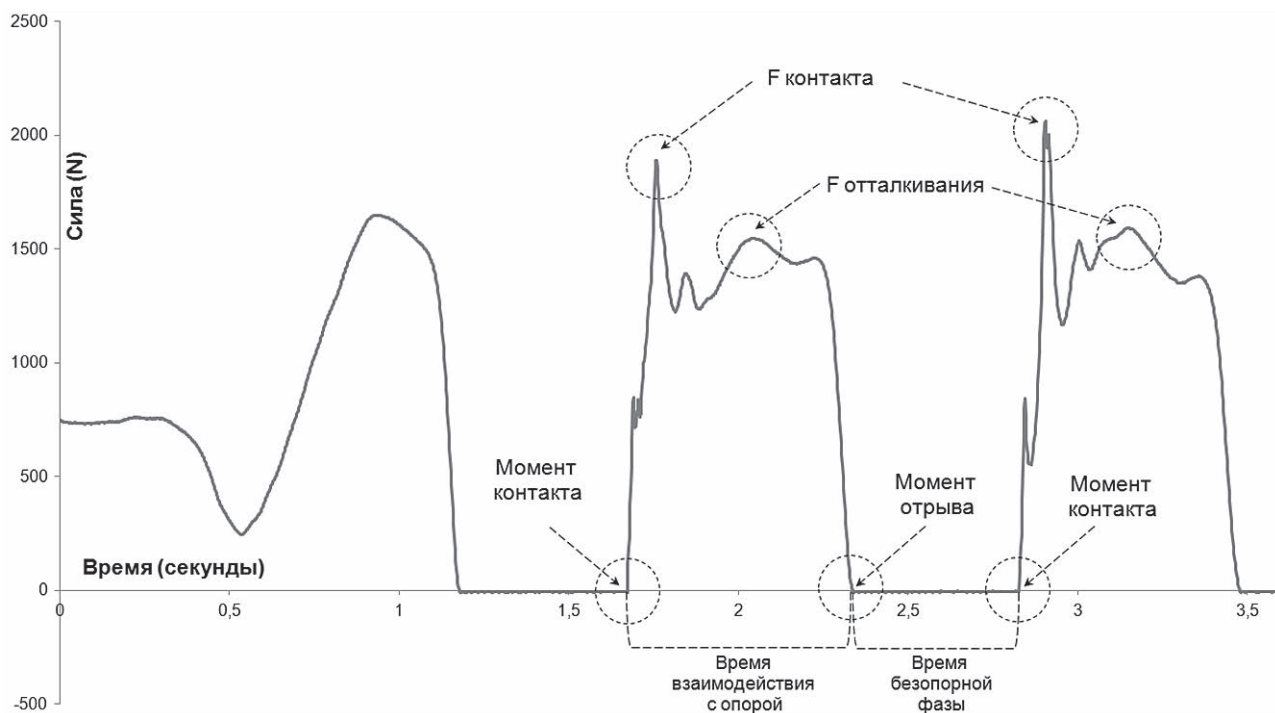


Рисунок 4 – Динамограмма серийных прыжковых действий

стельки могут проявить свой корригирующий эффект непосредственно в ходе тренировочного процесса.

К основным корригирующим эффектам индивидуальных ортопедических стелек следует отнести следующие: поддержание сводов стоп; улучшение крово-, лимфообращения и микроциркуляции в них; внесение дополнительных амортизационных эффектов при движении, уменьшение осевой нагрузки на голеностопные, коленные, тазобедренные суставы и на весь позвоночный столб; улучшение устойчивости стоп; снижение усталости ног.

Цель исследования. Нами проведена работа, целью которой явилось изучение биомеханических аспектов влияния ортопедических стелек на оптимизацию работы нервно-мышечного аппарата голеностопного сустава.

Испытуемые и методы исследования. Исследование проводилось в НИИ спорта РГУФКСМиТ в период с 2013 года по 2016 год. Участвовали 50 представителей видов спорта (волейбол, теннис, таэквондо) обоих полов, в возрасте от 10 до 18 лет (средний возраст 12,6 года).

Для изучения влияния стелек на эффективность выполнения прыжковых действий использовалась оптико-электронная система трехмерного кинематического анализа «Qualisys» и динамометрическая платформа «АМТИ». Данные

системы были синхронизированы программным обеспечением «Qualisys Track Manager». Съёмка проводилась с частотой 100 Гц, сбор данных от платформы осуществлялся с частотой 500 Гц. Маркеры системы кинематического анализа крепились на тело испытуемого на оси следующих суставов: плечевой, тазобедренный, коленный, голеностопный, пятый плюснефаланговый. Маркеры крепились только с левой стороны, образуя, таким образом, многосвязную модель левой ноги (Рисунок 1).

Изучаемым двигательным действием стал серийный прыжок вверх с места.

Результаты и обсуждения. Выбор тестового задания «прыжок вверх с места» обусловлен тем, что высота прыжка зависит от нескольких факторов, среди которых возможность использования рекуперации энергии упругой деформации мышц нижних конечностей и спортивной обуви за время взаимодействия с опорой, является очень значительным.

Тестирование включало в себя непрерывное выполнение 5 прыжков вверх с места, с установкой на достижение максимальной высоты выпрыгивания в каждом прыжке. Прыжок выполнялся стоя на динамометрической платформе с исключением маха руками – руки испытуемого по ходу выполнения задания должны были находиться на поясе.

Таблица 1 – Результаты прыжкового теста для каждой из экспериментальных групп

Группы по видам спорта	Высота прыжка при выполнении теста без обуви (см)	Высота прыжка при выполнении теста в обуви без стелек (см)	Высота прыжка при выполнении теста в обуви со стельками (см)
Волейбол (n=14)	22,3 (±3,5)	19,9 (±4)	21,9 (±3,5)
Тхэквондо (n=16)	24,2 (±7)	24,3 (±8)	25,1 (±7)
Теннис (n=20)	23 (±5)	23,4 (±6)	25,6 (±6)

Серия прыжков повторялась в трех условиях: без обуви, в обуви без стелек, в обуви со стельками. Между сериями испытуемый отдыхал в течение 3 минут.

Целью анализа полученных данных было выявления следующих кинематических и динамических характеристик:

1) «Минимальный угол в коленном суставе» – минимальное значение угла в коленном суставе, регистрируемое при подседании (Рисунок 2);

2) «Максимальный угол в коленном суставе» – максимальное значение угла в коленном суставе, регистрируемое при выпрыгивании (Рисунок 2);

3) «Амплитуда угла» – разница между показателями «максимальный угол в коленном суставе» и «минимальный угол в коленном суставе»;

4) «Время сгибания» – интервал времени между началом сгибания в коленном суставе при подседании и началом разгибания в коленном суставе при переходе от подседания к выпрыгиванию. Определяется по графику изменения скорости в коленном суставе (Рисунок 3);

5) «Время разгибания» – интервал времени между моментом достижения минимального угла в коленном суставе при подседании и достижением максимального угла в коленном суставе при выпрыгивании (Рисунок 3);

6) «Время взаимодействия с опорой» – время пребывания испытуемого на платформе с момента контакта ног с опорой при «приземлении» до момента отрыва при выпрыгивании (Рисунок 4);

7) «Время безопорной фазы» – интервал времени между моментом отрыва ног от опоры при выпрыгивании и последующим приземлением (Рисунок 14);

8) «Высота прыжка» – рассчитывается по формуле, где – ускорение свободного падения, – время безопорной фазы;

9) «F контакта» – максимальное значение силы, регистрируемое при «приземлении» испытуемого на платформу (Рисунок 4);

10) «F отталкивания» – максимальное значение силы, регистрируемое при отталкивании испытуемого от платформы (Рисунок 4).

Основным, измеряемым показателем, явилось среднее значение высоты прыжка из пяти повторений в каждом из условий теста.

Результаты тестирования показали, что наиболее существенное влияние стелек на увеличение высоты прыжка оказалось в группе тенниса. При использовании стелек в этой группе высота прыжка составила 25,6 (±6) см, что превышает этот показатель при прыжках в обуви без стелек и без обуви, в которых данный показатель составил 23,4 (±6) см и 23 (±5) см соответственно (Таблица 1). Аналогичная тенденция наблюдается и у представителей группы тхэквондо. В данной группе при использовании стелек высота прыжка составила 25,1 (±7) см, в обуви без стелек – 24,3 (±8) см и при прыжках без обуви – 24,2 (±7) см. Таким образом, прибавка в увеличении высоты прыжка в обуви со стельками по сравнению с прыжками в обуви без стелек в группе тенниса составила 2,2 см, а в группе представителей тхэквондо – 0,8 см. В группе волейболистов прибавка в высоте прыжка при использовании стелек, в сравнении с обувью без стелек составила 2 см. В то же время влияние стелек на увеличение высоты прыжка в сравнении с прыжками без обуви в этой группе не была выявлена.

При рассмотрении индивидуальных особенностей можно предположить, что наибольший эффект влияния стелек на спортивный результат будет наблюдаться у людей с существенными изменениями состояния свода стопы, однако данное утверждение требует дальнейшей проверки на лицах с подобными функциональными изменениями свода стопы.

Использование стелек отражается на изменении межмышечной координации и имеет индивидуальные особенности, что, по-видимому, связано с различным функциональным состоянием свода стопы у исследуемых спортсменов.

Выводы

1. При сравнительном ортопедическом осмотре спортсменов в обуви с обычными фабричными стельками и индивидуальными ортопедическими стельками в последнем случае отмечается коррекция присутствующих отклонений оси нижних конечностей, уменьшение наклона таза и асимметрии таза, коррекция поясничного гиперлордоза, лордоза и грудного кифоза (если таковые присутствовали).

2. Пальпаторно, а также в ходе опроса испытуемых, отмечается перестройка мышечного тонуса по оси нижних конечностей, таза и вдоль позвоночного столба.

3. В ходе мануального тестирования обнаружено, что в обуви со стельками происходит перераспределение мышечного тонуса по оси нижних конечностей в сторону биомеханически рационального выполнения базовых физических действий (ходьбы, бега, прыжков).

4. Проведенные исследования наряду с наличием корректирующего ортопедического эффекта позволили обнаружить тенденцию к приросту физических качеств у спортсменов с более выраженной деформацией стоп. Ввиду этого есть все основания рекомендовать ношение и тренировку в обуви с индивидуальными ортопедическими

стельками для спортсменов, имеющих нарушения установки и сводов стоп.

Литература

1. Лагода, О.О. Новые подходы к диагностике функциональных и структурных нарушений опорно-двигательного аппарата у юных спортсменов / О.О. Лагода // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 4. – С. 10-12.
2. Макарова, Г.А. Справочник детского спортивного врача: клинические аспекты / Г.А. Макарова. – М.: Советский спорт, 2008. – 440 с.
3. Минц, Е.И. Физиолого-биомеханический анализ функционального состояния опорно-двигательного аппарата у юных спортсменов: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Е.И. Минц. – Краснодар, 2000.

Literature

1. Lagoda, O.O. New approaches to the diagnosis of functional and structural disorders of the musculoskeletal system in young athletes, O.O. Lagoda. – Theory and practice of physical culture. – 2001. – № 4. – P. 10-12.
2. Makarova, G.A. The reference book of the children's sports doctor: clinical aspects / G.A. Makarov. – Moscow: Soviet sport, 2008. – 440 p.
3. Mints, E.I. Physiological-biomechanical analysis of the functional state of the musculoskeletal system in young athletes: author's abstract. cand. biol. sciences / E.I. Mintz. – Krasnodar, 2000.

