

СПОСОБ ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКИ ПРОДОЛЬНОГО ПЛОСКОСТОПИЯ ДЛЯ МАССОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НАЧИНАЮЩИХ СПОРТСМЕНОВ

В.В. Епишев, К.Е. Федорова, Ненашева А.В., А.С. Аминов, Е.Н. Сумак

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Виталий Викторович Епишев, доцент кафедры Теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, epishev74@mail.ru

Кристина Евгеньевна Федорова, аспирант кафедры Теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, ryabina.1991@mail.ru

Анна Валерьевна Ненашева, заведующий кафедрой Теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, isaeva-susu@yandex.ru

Альберт Сибатуллоевич Аминов, заведующий кафедрой Спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет, fsk-priem@mail.ru

Елена Николаевна Сумак, преподаватель кафедры Теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, elena_sumak@mail.ru

Введение. Высокий уровень заболеваемости плоскостопием (уплощением свода стопы, плоско-вальгусной деформации стоп) у детей и взрослых имеет в настоящее время тенденцию к росту, определяет не только медицинскую, но и высокую социальную значимость этой проблемы. По оценкам различных исследований у 15-25% населения встречается плоскостопие [2].

Среди лиц, с выявленными признаками плоскостопия, особое место занимают спортсмены. Основными причинами развития заболевания является сверхвысокие физические нагрузки на тренировках и соревнованиях, ношение неправильной обуви и спортивного снаряжения, несоблюдение режима питания и отдыха, постоянное увеличение спортивных нормативов [1].

Если на начальном этапе подготовки у спортсменов не диагностировать плоскостопие, и не заняться коррекцией, то юные спортсмены могут часто жаловаться на головные боли, они могут быть нервными, рассеянными, не внимательными и быстро утомляться. Юный спортсмен может не дойти до юношеского спорта и далее, так как он быстро устает от ходьбы и бега, не переносит статические нагрузки, не может полноценно участвовать в спортивных играх, соревнованиях [3].

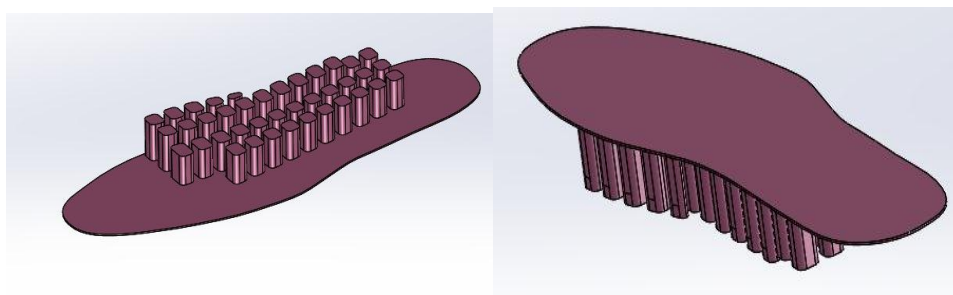
Классическими способами диагностики падения свода стопы считаются: «мокрый» след стопы на бумаге, подометрия, плантография, подография, электромиография, рентгенография. Многие из этих способов требуют специальных приспособлений, некоторые узких специалистов, а некоторые денежно затратные для населения [4, 5].

Цель. Разработка метода экспресс-диагностики плоскостопия.

Методы. Разработка способа экспресс-диагностики состояла из двух этапов:

1. Создание «диагностирующей» стельки и корректирующего устройства – 3D моделирование, 3D прототипирование, технология литья силикона в форму;
2. Создание компьютерной программы диагностики – программирование C#, SQL.

Результаты. На первом этапе, используя контрольно-измерительную машину CIMCORE Stinger II, нами была получена 2D компьютерная модель контура стельки 34, 39 и 45 размера. Затем в программе SolidWorks была спроектирована 3D модель прототипа диагностирующей стельки и изготовлена оригинальная форма для ее отливки из силикона (рисунок 1). Конечный вариант создан после восьми прототипов изделия [6,7]



А

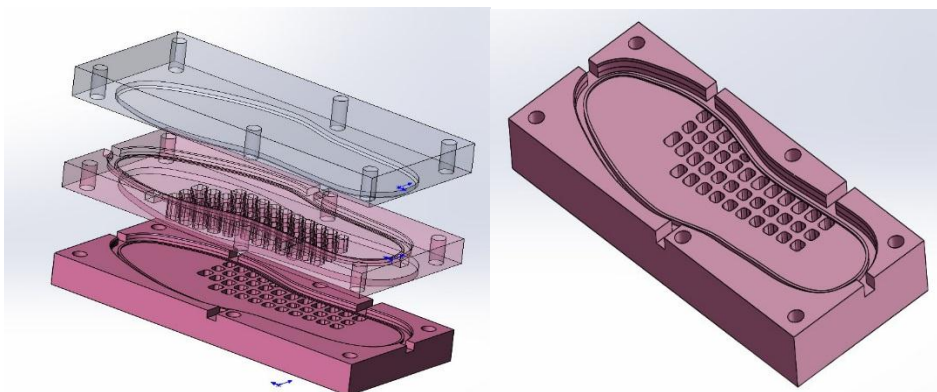


Рисунок 1 А Модель прототипа изделия. В Оригинальная форма для отливки стельки

Была изготовлена диагностирующая стелька из силикона икорректирующее устройство (решеточный планшет) (рисунок 2)



Рисунок 2 А – диагностирующая стелька (39 размер), В - корректирующее устройство

На втором этапе была создана программа «Система проведения исследования FizioStep», обеспечивающая выполнение следующих функций:

1. Хранение первичной информации о клиентах в едином хранилище данных
 2. Получение изображения с веб-камеры с дальнейшей его обработкой для проведения обследования высоты свода стопы и хранения результата обследования в едином хранилище данных.
 3. Анализ получаемой от пользователя программы информации для вычисления результатов обследования высоты свода стопы.
 4. Формирование отчётов о проведённых обследованиях с возможностью отправки на электронную почту.
1. Язык программирования: C#, SQL.
 2. Тип реализующей ЭВМ: IBM-совместимый персональный компьютер.
 3. Операционная система: Windows 7 (XP, 8, 10).
 4. Объем дистрибутива: 50 Мб.

Для функционирования программы необходимы:

1. Microsoft .NET Framework 4;
2. MicrosoftOfficeWord;
3. AdobeAcrobatReader;
4. Веб-камера 1,3 Мр;

В конечном варианте способ диагностикипродольного плоскостопия состоит из несколько этапов:

1. Введение информации о спортсмене (рис. 3);

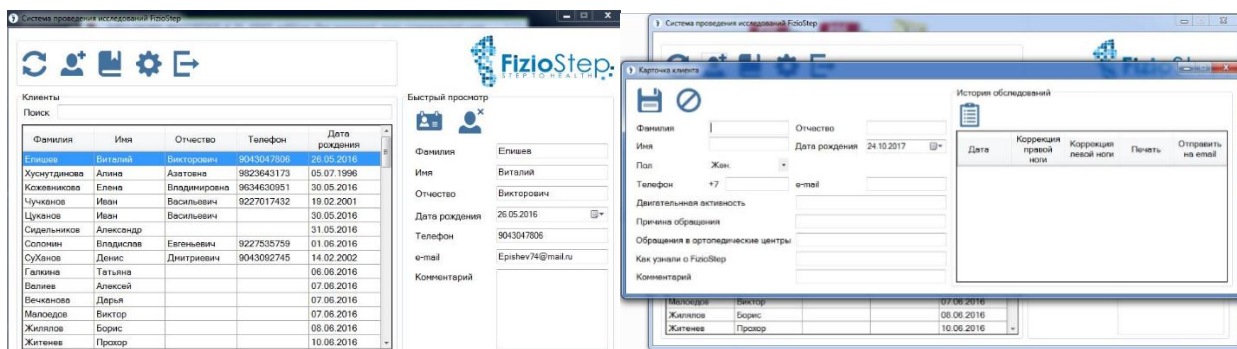


Рис. 3 База данных программы «FizioStep»

2. Изучение пронации под нагрузкой (решетка коррекции находится на полу, полуфабрикат промежуточного прототипа изделия находится в решетке коррекции) (рис. 4);



Рис. 4 Алгоритм изучения пронации стопы (пример для правой ноги): А – 1 фаза, В – вторая фаза, С – третья фаза

3. Фотофиксирование продольного свода под нагрузкой (рис. 5, 6);



Рис. 5 Расположение корректирующей решетки со стелькой и веб-камеры для фото диагностики высоты продольного свода ($l = 0.15$ m, пример для левой ноги)



Рис. 6 Результат фотодиагностики высоты продольного свода (пронация под нагрузкой) в программе «FizioStep» (пример для левой ноги)

4. Изменение высоты ламелей для свода диагностируемой ноги (выдавливание ламелей из решетки коррекции до соприкосновения с поверхностью стопы) (рис. 7);

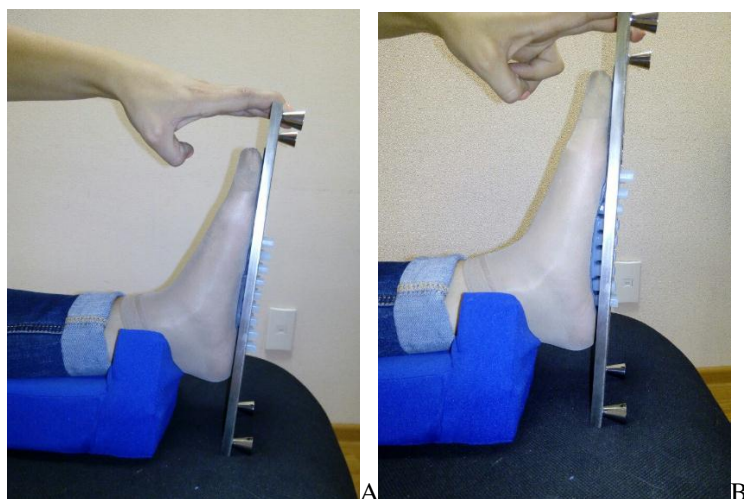


Рис. 7 Выдавливание ламелей в корректирующей решетке (левая нога, стопа в расслабленном положении, до соприкосновения с поверхностью стопы) А – исходное положение, В – конечное положение ламелей

5. Фотофиксирование продольного свода без нагрузки (рис. 8);

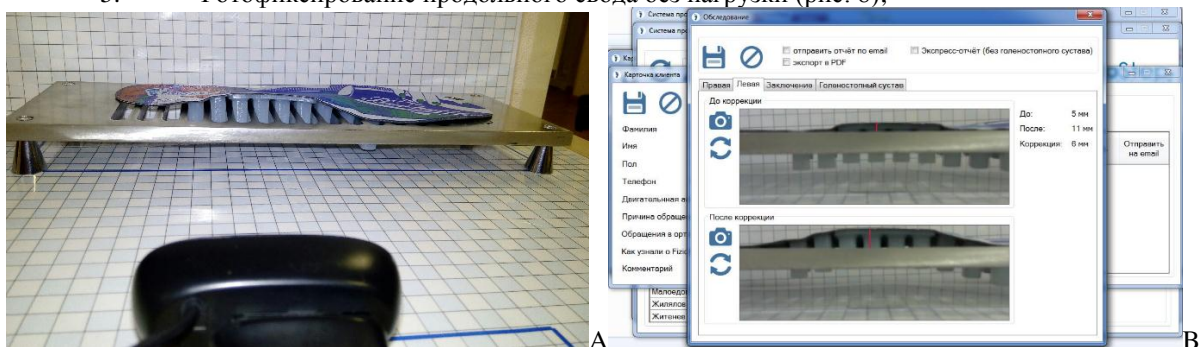


Рис. 8 Результат диагностики продольного свода левой стопы: А - Расположение корректирующей решетки со стелькой и вебкамеры для фото диагностики высоты продольного свода без нагрузки, В - Результат фотодиагностики пронации под нагрузкой и без нагрузки

6. Определение высоты продольного свода в нагруженном и расслабленном положении, сравнение различий для левой и правой ноги.

7. Фотофиксация голеностопного сустава с определением угла стопа-голень (рис. 9)

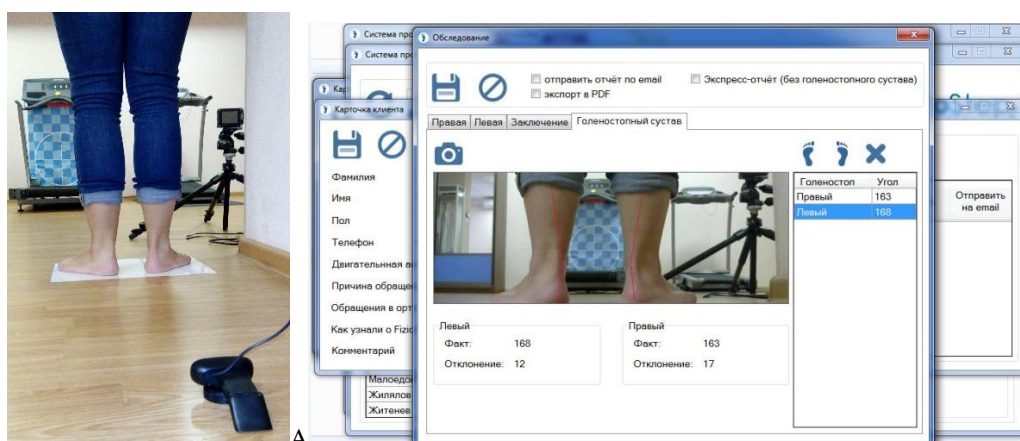


Рис. 9 Фотофиксация голеностопного сустава: А – расположение вебкамеры и спортсмена ($l = 08 \text{ m}$), В – определение угла стопа-голень

Обсуждения.

Созданный способ позволяет в течение 5-6 минут провести диагностику продольного свода, состояние которого в 80 % случаев свидетельствует о наличии / отсутствии плоскостопия. В результате диагностики формируется заключение и рекомендации для тренера (рис. 10).

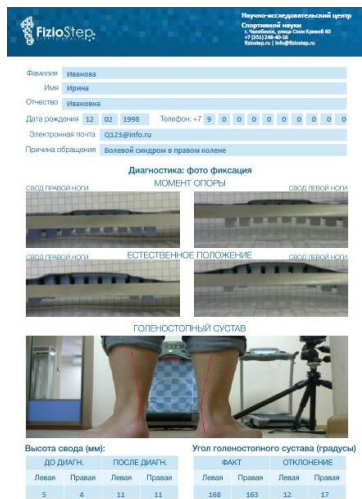


Рис. 10 Пример заключения (А) и рекомендаций (В)

В приведенном примере видно, что у спортсмена в фазе опоры высота продольного свода стопы составляет 5 мм на левой и 4 мм на правой ноге. В расслабленном состоянии высота свода составляет 11 мм на обеих ногах. Следовательно, если принять во внимание свод в расслабленном состоянии за индивидуальную норму, то его деформация в процессе стояния на левой ноге составляет 6 мм и 7 мм на правой, что, по нашим предварительным данным, соответствует плоскостопию 2 степени (деформация более 50 % от исходного состояния). Это приводит к изменению угла стопа-голень, в нашем случае, составившем 168° на левой и 163° на правой ноге. При беге, прыжках или других видах физических упражнений, вероятно, возникает еще большая деформация, которая может привести к возникновению заболеваний и травм. В дальнейшем, если не заняться лечением плоскостопия, согласно данным [8-20] это может привести к деформациям вышележащих суставов (рис. 11)

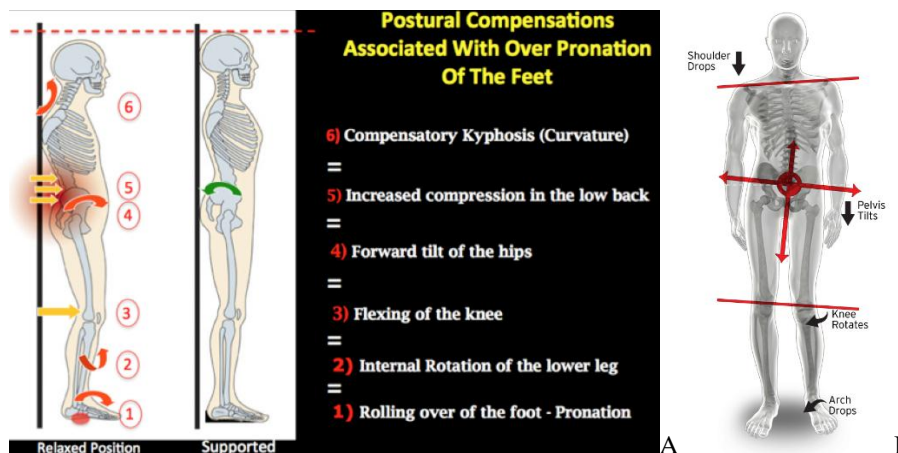


Рисунок 11 Нарушения, возникающие при плоскостопии А- фронтальная плоскость, В – сагиттальная плоскость

Для апробации способа, нами было проведено исследование продольного свода стопы у юных футболистов 8-9 лет (n=25).

Таблица 1 «Система проведения исследования FizioStep», футболисты

№ п/п	Левый продольный свод, до коррекции	Левый продольный свод, после коррекции	Коррекция левого продольного свода	Правый продольный свод, до коррекции	Правый продольный свод, после коррекции	Коррекция правого продольного свода	Значение левого голеностопного сустава	Отклонение левого голеностопного сустава	Значение правого голеностопного сустава	Отклонение правого голеностопного сустава
-------	-------------------------------------	--	------------------------------------	--------------------------------------	---	-------------------------------------	--	--	---	---

1	8	10	2	7	10	3	165	15	168	12
2	8	11	3	6	9	3	156	24	161	19
3	10	11	1	6	9	3	167	13	166	14
4	8	9	1	3	7	4	164	16	165	15
5	7	10	3	8	10	2	166	14	169	11
6	6	7	1	6	9	3	166	14	168	12
7	7	10	3	1	9	8	167	13	171	9
8	8	10	2	8	10	2	170	10	169	11
9	6	9	3	3	7	4	161	19	166	14
10	8	10	2	7	10	3	164	16	168	12
11	5	11	6	3	9	6	167	13	169	11
12	8	9	1	5	11	6	151	29	156	24
13	9	10	1	5	9	4	171	9	170	10
14	5	10	5	5	11	6	171	9	168	12
15	9	10	1	8	11	3	171	9	172	8
16	11	12	1	6	10	4	166	14	167	13
17	5	11	6	5	11	6	167	13	166	14
18	7	10	3	10	11	1	170	10	172	8
19	10	11	1	5	10	5	162	18	165	15
20	7	11	4	5	10	5	162	18	165	15
21	9	12	3	6	9	3	167	13	166	14
22	5	10	5	6	10	4	165	15	165	15
23	8	10	2	6	10	4	162	18	162	18
24	7	10	3	4	8	4	164	16	167	13
25	9	11	2	5	10	5	162	18	164	16
M	7,6 ±	10,2 ±	2,6 ±	5,56 ±	9,6 ±	4,04 ±	164,96 ±	15,04 ±	166,6 ±	13,4 ±
± m	0,31	0,26	0,26	0,47	0,21	0,36	1,04	1,04	0,83	0,83

*Выделены случаи в которых коррекция продольного свода $\geq 100\%$ от его величины под нагрузкой

По результатам таблицы 1 оперативно можно оценить высоту продольного свода, значение голеностопного сустава. По данным анализа, большая часть группы имеет тенденцию к плоскостопию, причем более выраженному на правой ноге, что видимо связано со спецификой футбольных занятий. У 3 юных спортсменов выявлены явные деформации продольного свода на обеих ногах (двустороннее плоскостопие), у 9 одностороннее плоскостопие: 1 случай деформация на левой ноге и 8 на правой.

Выводы.

Для эффективной результативности тренировочного процесса, снижения травматизма считаем целесообразным применение оперативного контроля за состоянием продольного свода с помощью «Системы проведения исследования FizioStep». Система мобильна, может быть установлена на любой персональный компьютер / ноутбук и позволяет проводить диагностику без отрыва от тренировочного процесса.

Литература

1. Епифанов, В.А. Медицинская реабилитация / руководство для врачей / В.А. Епифанов, 2 е изд., испр. и доп. – М.: МЕДпрессинформ, 2008. – С. 530–540.
2. Смычек, В.Б. Реабилитация больных и инвалидов / В.Б. Смычек, М.: Мед.лит., 2009. – С. 1-13.
3. Артепалихина, Л.А. Эффективные средства и методы адаптивной физической культуры, используемые в процессе физического воспитания детей дошкольного возраста, имеющих плоскостопие / Л.А. Артепалихина, Е.Ю. Овсянникова // Проблемы физической культуры и спорта и пути их решения. – 2016. – С. 21-24
4. Неретина, Е.В. Диагностика и консервативное лечение асимметрии таза у детей: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. мед. Наук / Е.В. Неретина. — Иркутск, 2001 — 20 с
5. Фридланд, М.О. Статические деформации стопы у взрослых и детей // Ортопедия и травматология. 2010 № 8 С. 3-5.
6. Рябина, К.Е. Обоснование и проектирование индивидуальных корректирующих стелек / К.Е. Рябина, А.В. Федоров, В.В. Епишев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2015. – Т. 5-2. – С. 182-187.
7. Рябина, К.Е. Некоторые аспекты проектирования индивидуальных корректирующих стелек / К.Е. Рябина, А.В. Федоров, В.В. Епишев // Научные исследования: от теории к практике, 2015. – Т. 1. № 2(3). – С. 136-141.
8. Гуров, А.В. Комплексная профилактика продольного, поперечного и комбинированного плоскостопия у спортсменов и лиц, не занимающихся спортом / А.В. Гуров // Теория и практика физической культуры. – 2008. № 1. – С. 15-18.

9. Храмов П. И. Функциональная стабильность вертикальной позы у детей в зависимости от свода стоп / П. И. Храмов, А. М. Курганский // Вестн. Росс. акад. мед. Наук. 2009. № 5. С. 41-4.
10. Корж, А.А. Остеохондроз позвоночника – взгляд на проблему с современных позиций / А.А. Корж, Е.Б Волков // Ортопедия, травматология и протезирование. 2004. №4.С.27-30
11. Кашуба, В.А. Исследование влияния плоскостопия на биомеханические свойства скелетных мышц / В.А. Кашуба, К.Н. Сергиенко, Т.А. Хабинец // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – 2003. – С. 114-120.
12. Steginsky, B., Vora, A. What to Do with the Spring Ligament (2017) *Foot and Ankle Clinics*, 22 (3), pp. 515-527.
13. TávaraVidalón, P., LafuenteSotillos, G., PalomoToucedo, I., ManfrediMárquez, M.J. Review of the effectiveness of molded insoles in pediatric flatfoot [Revisión de la efectividad de lossoportesplantarespersonalizadosen el pie planovalgoinfantil] (2017) *Pediatría de AtenciónPrimaria*, 19 (75), pp. e123-e131.
14. Гаже, П.М. Постурология. Регуляция и нарушение равновесия тела человека/П.М. Гаже, Б. Вебер. - СПб.: Изд-во СПбМАПО, 2008. -316 с.
15. Common Muscle Synergies for Control of Center of Mass and Force in Non stepping and Stepping Postural Behaviors Perturbations/S.A. Chvatal, G. Torres-Oviedo, A.S. Safavynia, L.H. Ting//*J. of Neurophysiology*. -2011. -Vol. 106. -P. 999-1015.
16. Peterka, R.J. Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control/R.J. Peterka, P.J. Loughlin//*J. of Neurophysiology*. -2004. -Vol. 91. -P. 410-423
17. Saraykin D.A.1, Epishev V.V.2, Pavlova V.I.1, Kamskova Y.G. Dynamical changes in postural balance of vertical position in elite taekwondo practitioners within a full-year macrocycle. – *Human. Sport. Medicine* 2017, vol. 17, no. 3, pp. 25–34
18. Zemkova E. Sport-specific balance//*Sports Medicine*. -2014. -Vol. 44. -P. 579-590
19. Pinsault N., Vuillerme N. Differential postural effects of plantar-flexor muscles fatigue under normal, altered and improved vestibular and neck somatosensory conditions//*Experimental Brain Research*. -2008. -Vol. 191. -P. 99-107.
20. Епишев В.В., Рябина К.Е., Исаев А.П., Эрлих В.В. Постуральный баланс у легкоатлетов-бегунов на средние дистанции. – *Российский журнал биомеханики*. 2017. Т. 21, № 2: 166–177