

## ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА У ПРЫГУНОВ С ШЕСТОМ

*М.А. Гапичева, А.А. Плетнев, А.С. Ушаков*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия*

**Цель исследования** – анализ пространственного положения позвоночника у спортсменов-шестовиков различного уровня подготовленности. **Материалы и методы исследования.** Проведено исследование спортсменов-шестовиков. Было обследовано 10 юношей в возрасте от 16 до 23 лет и квалификации от второго взрослого разряда до мастера спорта международного класса. Показатели пространственного положения позвоночника регистрировались при помощи МБН «3D-сканер». Анализ производился по шести показателям, наглядно отражающим взаиморасположение отделов позвоночного столба и сагиттальной и фронтальной плоскостей. **Результаты.** Статистически достоверные изменения проявились в показателях трёх из шести исследуемых углов проекции относительно сагиттальной и фронтальной плоскостей, это углы: L-3D-X – величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и сагиттальной плоскости (град), 3D-Y – величина взаиморасположения шейного отдела позвоночника (C2–C7) и фронтальной плоскости (град) и L-3D-Y – величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и фронтальной плоскости (град). **Заключение.** Анализ пространственного положения позвоночника ведущих спортсменов-шестовиков Челябинской области показал, что у прыгунов формируется функциональная спортивная адаптация, вследствие чего возникает наклон проекции шейного отдела позвоночника вперёд, а также наклон вперёд проекции поясничного отдела и разворот таза вправо в сагиттальной плоскости. Отмечается наличие асимметрии на протяжении прохождения спортивной подготовки на каждой стадии – от спортивной специализации до этапа высшего спортивного мастерства.

**Ключевые слова:** осанка, позвоночный столб, 3D-сканер, прыгуны с шестом, легкая атлетика, адаптация.

**Введение.** Проблематика асимметрии двигательной деятельности человека рассматривается уже очень давно, но тем не менее вопрос остаётся актуальным и на сегодняшний день [2, 3, 8, 9–12]. Некоторые авторы отмечают положительное влияние асимметрии на овладение физическими упражнениями, снижение неопределённости их исполнения, а также увеличение устойчивости благодаря возможности выбора оптимального варианта структуры движения [5]. В частности, Г.Е. Егоров пишет: «Акцент в асимметричных упражнениях ставится на усиление в процессе тренировки ведущей конечности, что на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям повышает надёжность выполнения соревновательной деятельности до 84,6 %» [1, 2]. Е.И. Мосина подчёркивает, что: «В прыжковых видах легкой атлетики моторная асимметрия играет значимую роль: чем большее преимущество имеет ведущая нога по сравнению с «неведущей», тем выше результат в выполнении прыжка» [3, 4]. Тогда

как С.Н. Монастырев и Т.В. Гладких отмечают: «Чем выше асимметрия нижних конечностей спортсмена-прыгуна, тем ниже горизонтальная скорость разбега, влияющая на результат прыжка в длину. Снижение моторной асимметрии нижних конечностей легкоатлетов-прыгунов позволит увеличить скорость пробегания разбега и, следовательно, повысить результат в выполнении соревновательного упражнения – прыжка в длину» [3].

При рассмотрении асимметрий в биомеханике легкоатлетических прыжков: горизонтальные – прыжок в длину, тройной прыжок и вертикальные – прыжок в высоту и прыжок с шестом, наиболее ярко выделяется прыжок с шестом. Движения рук спортсмена в этом виде имеют не маховый, а силовой характер, что создаёт неравномерное приложение усилий не только в нижней части туловища, но и в верхних конечностях.

В этой связи нами решено было провести исследование на группе легкоатлетов, специализирующихся на прыжках с шестом, и оце-

нить влияние ассиметричных тренировочных и соревновательных действий на осанку спортсменов.

**Материал и методы.** Исследование проводилось в научно-исследовательском центре спортивной науки ЮУрГУ. Обследование спортсменов осуществлялось в общеподготовительном периоде подготовки к соревнованиям. В состав исследуемых вошли 10 юношей в возрасте от 16 до 23 лет, выступающих на соревнованиях областного, регионального, всероссийского и международного уровня в составе сборной Челябинской области и сборной России по легкой атлетике. На момент проведения исследования два спортсмена имели квалификацию второго взрослого разряда, два спортсмена – первого взрослого разряда, четыре спортсмена – кандидата в мастера спорта, и два – мастера спорта международного класса.

Для анализа пространственного положения позвоночника у спортсменов-шестовиков был применён способ количественного исследования характеристик пространственного положения позвоночника, осуществляемый методом оптического маркирования костных ориентиров медицинского 3D-сканера. Сканер позвоночника, разработанный фирмой МБН, представляет собой три металлические штанги, соединенные при помощи подвижных узлов. На основании показаний датчиков, размещенных в подвижных узлах, при помощи компьютерной программы определяется положение окончания щупа и высчитываются координаты точек, описывающих дугу позвоночника. Оценка основных параметров осанки производится при помощи специальных параметров: величины центрального угла, наклона хорды, радиуса дуги и длины хорды каждого отдела позвоночника. По результатам маркирования программа осуществляет анализ и обработку данных, строя визуальную схему состояния позвоночника в трех плоскостях и используя цифровые данные о длинах, углах взаимного расположения, значениях отклонения от вертикальной оси [6, 7, 10]. Измерение на МБН «3D-сканер» проводилось в положении стоя на двух ногах, без обуви, в привычном для спортсмена положении [6]. Анализ результатов исследования осуществлялся методами описательной статистики.

**Результаты и обсуждение.** Из массива данных пространственного положения позвоночника (38 параметров) были отобраны

6 важнейших показателей, наглядно отражающих взаиморасположение отделов позвоночного столба (табл. 1) в сагиттальной и фронтальной плоскостях, как наиболее часто связанных с появлением осаночного, а затем идиопатического сколиоза – сложной, стойкой деформации позвоночника, сопровождающейся, в первую очередь, искривлением в боковой плоскости с последующим скручиванием позвонков и усилением физиологических изгибов позвоночника.

Результаты исследования пространственного положения позвоночника спортсменов-шестовиков в сагиттальной и фронтальной плоскостях представлены в табл. 2 и 3 соответственно.

Как видно из представленных табл. 2 и 3, статистически достоверные изменения проявились в показателях трёх из шести исследуемых углов наклона проекции:

– угол L-3D-X, величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и сагиттальной плоскости, имеет отклонение 19,1 градуса;

– угол 3D-Y, величина взаиморасположения шейного отдела позвоночника (C2–C7) и фронтальной плоскости, имеет минимальное статистически значимое изменение на 0,03 градуса;

– угол-L-3D-Y, величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и фронтальной плоскости, имеет отклонение в 7,7 градусов.

Угол 3D-X также имеет некоторое отклонение – 3,3 градуса, но оно не превышает границ нормы. Показатели угла Th-3D-X можно считать физиологически оптимальными. И полученный показатель угла Th-3D-Y также близок к физиологической норме, с отклонением в 0,9 градуса.

Полученные данные отражают специфические изменения пространственного положения позвоночника у прыгунов с шестом. Шейный отдел смещён вперёд, это может стать причиной появления грудного кифоза. Мы можем предположить, что такое изменение осанки возникло в качестве адаптации к двигательным действиям со снарядом. При «несении» шеста в разбеге отклонение плеч назад ведёт к потере скорости и является причиной неэффективной передачи накопленной энергии в отталкивании, спортсмены переводят центр тяжести вперёд, что при опускании шеста даёт возможность увеличить

Таблица 1  
Table 1

Основные исследуемые показатели  
Main indicators

Параметр Parameter, angle	
1. Угол 3D-X, величина взаиморасположения шейного отдела позвоночника (C2–C7) и плоскости X (град) 1. 3D-X, the relative position of the cervical spine (C2–C7) and the X plane (degrees)	
2. Угол 3D-Y, величина взаиморасположения шейного отдела позвоночника (C2–C7) и плоскости Y (град) 2. 3D-Y, the relative position of the cervical spine (C2–C7) and the Y plane (degrees)	
3. Угол L-3D-X, величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и плоскости X (град) 3. L-3D-X, the relative position of the lumbar spine (Th12–L5) and the X plane (degrees)	
4. Угол-L-3D-Y, величина взаиморасположения поясничного отдела позвоночника (Th12–L5) и плоскости Y (град) 4. L-3D-Y, the relative position of the lumbar spine (Th12–L5) and the Y plane (degrees)	
5. Угол Th-3D-X, величина взаиморасположения грудного отдела позвоночника (C7–Th12) и плоскостью X (град) 5. Th-3D-X, the relative position of the thoracic spine (C7–Th12) and the X plane (degrees)	
6. Угол-Th-3D-Y, величина взаиморасположения грудного отдела позвоночника (C7–Th12) и плоскостью Y (град) 6. Th-3D-Y, the relative position of the thoracic spine (C7–Th12) and the Y plane (degrees)	

Таблица 2  
Table 2

Параметры удержания вертикальной позы относительно сагиттальной плоскости  
Parameters for maintaining upright stance relative to the sagittal plane

Статистика Statistics	Параметр / Parameter		
	Угол 3D-X (град) 3D-X angle (degree)	Угол Th -3D-X (град) Th -3D-X angle (degree)	Угол Th -3D-X (град) Th -3D-X angle (degree)
M ± m	86,7 ± 10,3	90,2 ± 1,8	94,8 ± 4,2
p	> 0,05	> 0,05	< 0,05

Примечание: p < 0,05 изменения достоверны относительно перпендикуляра к плоскости XY.  
Note: p < 0.05 changes are significant relative to the perpendicular to the XY plane.

Таблица 3  
Table 3

Параметры удержания вертикальной позы относительно фронтальной плоскости  
Parameters for maintaining upright stance relative to the frontal plane

Статистика Statistics	Параметр / Parameter		
	Угол 3D-Y (град) 3D-Y angle (degree)	Угол Th-3D-Y (град) Th -3D-Y angle (degree)	Угол L-3D-Y (град) Th -3D-Y angle (degree)
M ± m	109,1 ± 13,9	89,1 ± 4,9	97,7 ± 13,3
p	< 0,05	> 0,05	< 0,05

Примечание: p < 0,05 изменения достоверны относительно перпендикуляра к плоскости YZ.  
Note: p < 0.05 changes are significant relative to the perpendicular to the YZ plane.

скорость разбега. Показатели положения поясничного отдела позвоночника свидетельствуют о развороте таза вправо. Это может стать причиной возникновения дегенеративных изменений позвонков, образования межпозвоночных грыж, развития деформирующего остеоартроза, стеноза спинального канала, радикулита и множества других заболеваний позвоночника. Кроме того, поясничный отдел, так же как и шейный, смещён вперёд, что может привести к появлению гиперлордоза поясницы.

По всей вероятности, данные изменения возникли вследствие привычного положения при выполнении специально-подготовительных и соревновательных упражнений. Поскольку у всех обследуемых спортсменов левая нога является отталкивающей, мышцы таза, а также мышцы свободной нижней конечности несут разную нагрузку. Асимметрично сокращаются и основные мышечные группы спины: трапециевидные мышцы спины, большая и малая ромбовидные мышцы, нижние задние зубчатые мышцы и широчайшие мышцы. Несмотря на то, что на общеподготовительном этапе подготовки к соревнованиям спортсмены в большом объёме выполняют общеразвивающие упражнения без акцента на ведущую сторону. Кроме того, используются специально-подготовительные упражнения, выполняемые с «зеркальным» отражением. Полученные показатели позвоночного столба указывают на явную асимметрию, которая может привести к негативным последствиям.

**Заключение.** Анализ пространственного положения позвоночника ведущих спортсменов-шестовиков Челябинской области показал, что у прыгунов формируется функциональная спортивная адаптация, вследствие чего возникает наклон проекции шейного отдела позвоночника вперёд, а также наклон вперёд проекции поясничного отдела и разворот таза вправо в сагиттальной плоскости. Наиболее ярко изменения проявлялись у спортсменов, показывающих результат уровня «кандидат в мастера спорта России», что соответствует соревновательной высоте в 4,60 м и является нормативным показателем того, что спортсмен находится на этапе спортивного совершенствования. Немного менее выражены отклонения показателей осанки у спортсменов, имеющих звание «мастер спорта международного класса», показывающих результат уровня 5,65 м на этапе высшего

спортивного мастерства. Показатели спортсменов с квалификацией первого и второго взрослого разрядов имели наименьшее отклонение в отделах позвоночного столба. Таким образом, мы можем наблюдать наличие асимметрии в той или иной степени на протяжении прохождения спортивной подготовки от этапа спортивной специализации до этапа высшего спортивного мастерства. Это говорит о непрерывной взаимосвязи спортивной специализации с эффективностью выполнения соревновательного упражнения. В этой связи мы можем рекомендовать спортсменам дополнительно уделять внимание укреплению мышц спины, расположенных выше отталкивающей ноги, и вместе с тем расслаблению и растягиванию мышц спины противоположной части тела с целью предотвращения чрезмерных перегрузок и предупреждения появления травм.

#### Литература

1. Егоров, Г.Е. Классификация видов спорта по характеру их влияния на опорно-двигательный аппарат спортсмена и некоторые рекомендации по рациональной ориентации детей в спорте / Г.Е. Егоров // *Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: сб. науч. тр.* – Л., 1983. – С. 105–107.
2. Забалуева, Т.В. Профилактика и коррекция нарушений осанки у школьников на занятиях различными видами спорта / Т.В. Забалуева // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта.* – 2007. – № 9 (31). – С. 41–45.
3. Монастырев, С.Н. Влияние моторной асимметрии на эффективность выполнения разбега в прыжках в длину / С.Н. Монастырев, Т.В. Гладких // *Культура физическая и здоровье современной молодежи: сб. науч. тр.* – Воронеж: Воронеж. гос. пед. ун-т, 2019. – С. 170–175.
4. Мосина, Е.И. Техническая подготовка ведущих прыгунов мира и России / Е.И. Мосина, А.Л. Оганджанов, А.В. Жигалов // *Итоги выступления сборных команд России в сезоне 2014 года и методические аспекты подготовки легкоатлетов-прыгунов: метод. пособие.* – М.: ВФЛА. – 2014. – С. 110–123.
5. Москвин, В.А. Индивидуальные различия функциональной асимметрии в спорте / В.А. Москвин, Н.В. Москвина // *Наука в олимпийском спорте.* – 2015. – № 2. – С. 58–62.
6. Постуральный баланс у легкоатлетов-бегунов на средние дистанции / В.В. Епишев, К.Е. Рябина, А.П. Исаев, В.В. Эрлих //

Рос. журн. биомеханики. – 2017. – № 2. – С. 166–177.

7. Семченко А.А. Влияние длительной двигательной специализации в барьерном беге на биокинематические показатели нормальной статике опорно-двигательного аппарата / А.А. Семченко, А.В. Ненашева // Человек. Спорт. Медицина. – 2017. – Т. 17, № 5. – С. 66–72.

8. Сычев, В.С. Функциональная асимметрия в спорте / В.С. Сычев, С.С. Давыдова, В.А. Каушаров // Теория и практика физ. культуры. – 2017. – № 11. – С. 69–71.

9. *Integration of technologies and theory of adaptation with sports training concept and program in women's middle distance running and steeplechase* / A.P. Isaev, V.V. Erlikh, V.V. Epi-

shev, A.S. Smirnov // *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury*. – 2016. – № 3. – P. 69–71.

10. Maloney, S.J. *The Relationship between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review* / S.J. Maloney // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2019. – № 33 (9). – P. 2579–2593.

11. Paillard, T. *Effects of general and local fatigue on postural control: a review* / T. Paillard // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – Vol. 36, № 1. – P. 162–176.

12. Vasilev, A.O. *Problem Research of Movements Asymmetry in Sport* / A.O. Vasilev, V.I. Volchkova, T.A. Galimzyanova // *Исследование различных направлений современной науки: сб. науч. тр. – Астрахань: Науч. центр «Олимп», 2016. – С. 40–44.*

**Гапичева Мария Андреевна**, аспирант кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: m.gapicheva@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0276-6291.

**Плетнев Артём Александрович**, кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивного совершенствования, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: artem2407@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4501-0790.

**Ушаков Александр Сергеевич**, ассистент кафедры физического воспитания и здоровья, преподаватель кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: ushakovas@susu.ru, ORCID: 0000-0002-7591-3678.

*Поступила в редакцию 12 ноября 2020 г.*

---

DOI: 10.14529/hsm20s203

## FEATURES OF THE SPATIAL POSITION OF THE SPINE IN POLE VAULTERS

**M.A. Gapicheva**, m.gapicheva@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0276-6291,

**A.A. Pletnev**, artem2407@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4501-0790,

**A.S. Ushakov**, ushakovas@susu.ru, ORCID: 0000-0002-7591-3678

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

**Abstract.** The study aims to analyze the spatial position of the spine in pole vaulters. **Materials and Methods.** Pole vaulters participated in the study. Ten male jumpers ages 16–23 from the second adult category to the master of sports of international class were examined. The spatial position of the spine was recorded by using the MBN 3D scanner system. Six indicators were analyzed that clearly reflect the position of the vertebral column in relation to the sagittal and frontal planes. **Results.** Statistically significant changes were found in three of the six projection angles relative to the sagittal and frontal planes, namely the angles: L-3D-X – the relative position of the lumbar spine (Th12–L5) and sagittal plane (degrees), 3D Y – the relative position of the cervical spine (C2–C7) and frontal plane (degrees), and L-3D-Y – the relative position

of the lumbar spine (Th12–L5) and frontal plane (degrees). **Conclusion.** The analysis of the spatial position of the spine in pole vaulters showed signs of sports adaptation in jumpers. As a result, there is a forward tilt of the projection of the cervical spine, as well as a forward tilt of the projection of the lumbar spine and a rotation of the pelvis to the right in the sagittal plane. Asymmetry was recorded at each stage of sports training course from sports specialization to performance enhancement.

**Keywords:** posture, vertebral column, 3D Scanner, pole vaulters, track and field, adaptation.

### References

1. Egorov G.E. [Classification of Sports by the Nature of Their Influence on the Musculoskeletal System of an Athlete and Some Recommendations on the Rational Orientation of Children in Sports]. *Aktual'nyye voprosy travmatologii i ortopedii: sb. nauch. tr.* [Actual Problems of Traumatology and Orthopedics], 1983, pp. 105–107. (in Russ.)
2. Zabaluyeva T.V. [Prevention and Correction of Posture Disorders in Schoolchildren in Various Sports]. *Nauchno-teoreticheskiy zhurnal "Uchenyye zapiski"* [Scientific-Theoretical Journal Scientific Notes], 2007, no. 9 (31), pp. 41–45. (in Russ.)
3. Monastirev S.N., Gladkikh T.V. [Influence of Motor Asymmetry on the Effectiveness of the Takeoff Run in Long Jumps]. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'ye sovremennoy molodezhi: sb. nauch. tr.* [Physical Culture and Health of Modern Youth], 2019, pp. 170–175. (in Russ.)
4. Mosina E.I., Ogandzhanov A.L., Zhigalov A.V. [Technical Training of the Leading Jumpers of the World and Russia]. *Itogi vystupleniya sbornykh komand Rossii v sezone 2014 goda i metodicheskiye aspekty podgotovki legkoatletov-prygunov* [The Results of the Performance of the National Teams of Russia in the 2014 Season and the Methodological Aspects of the Training of Athletes-Jumpers], 2014, pp. 110–123. (in Russ.)
5. Moskvina V.A., Moskvina N.V. [Individual Differences in Functional Asymmetry in Sports]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic Sports], 2015, no. 2, pp. 58–62. (in Russ.)
6. Epishev V.V., Ryabina K.E., Isayev A.P., Erlikh V.V. [Postural Balance in Middle Distance Track and Field Athletes]. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki* [Russian Journal of Biomechanics], 2017, no. 2, pp. 166–177. (in Russ.)
7. Semchenko A.A., Nenasheva A.V. Influence of Long-Term Motor Specialization in Barrier Running on Biokinematic Indicators of Normal Statics of the Musculoskeletal System. *Human. Sport. Medicine*, 2017, vol. 17, no. S, pp. 66–72. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm17s07
8. Sychev V.S., Davydova S.S., Kashkarov V.A. [Functional Asymmetry in Sport]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2017, no. 11, pp. 69–71. (in Russ.)
9. Isaev A.P., Erlikh V.V., Epishev V.V., Smirnov A.S. Integration of Technologies and Theory of Adaptation with Sports Training Concept and Program in Women's Middle Distance Running and Steeplechase. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2016, no. 3, pp. 69–71.
10. Maloney S.J. The Relationship between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, no. 33 (9), pp. 2579–2593. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002608
11. Paillard T. Effects of General and Local Fatigue on Postural Control: a Review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2012, vol. 36, no. 1, pp. 162–176. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.05.009
12. Vasilev A.O., Volchkova V.I., Galimzyanova T.A. Problem Research of Movements Asymmetry in Sport. *Research of Various Directions of Modern Science. Collection of Articles. Scientific. Tr.*, 2016, pp. 40–44.

Received 12 November 2020

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гапичева, М.А. Особенности пространственного положения позвоночника у прыгунов с шестом / М.А. Гапичева, А.А. Плетнев, А.С. Ушаков // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № S2. – С. 20–25. DOI: 10.14529/hsm20s203

### FOR CITATION

Gapicheva M.A., Pletnev A.A., Ushakov A.S. Features of the Spatial Position of the Spine in Pole Vaulters. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. S2, pp. 20–25. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm20s203