



# 2018 Health, sport, №2 rehabilitation



**Scientific journal**

**on problems of physical education, sports,  
rehabilitation and recreation**



## Влияние применения координационной (скоростной) лестницы на уровень технической подготовленности и развитие психофизиологических функций юных волейболистов 14-16 лет

Голобородько Я.А.<sup>1</sup>, Козина Ж.Л.<sup>1</sup>, Полищук С.Б.<sup>1</sup>, Чуприна А.И.<sup>1</sup>, Глядя С.А.<sup>2</sup>, Васильев Ю.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды

<sup>2</sup>Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1342436>

### Abstract

Goloborodko Y.A., Kozina Zh.L., Polischuk S.B., Chuprina A.I., Glyadya S.A., Vasiliev Yu.K. Effect of the use of the coordination (speed) ladder on the level of technical preparedness and the development of psychophysiological functions of young volleyball players 14-16 years old.

*Purpose:* theoretical substantiation and development of the methodology for using the coordination (high-speed) ladder to improve the technical skills and psychophysiological functions of young volleyball players. *Material and methods.* The study involved 24 volleyball players from the Municipal Institution «Comprehensive Children and Youth Sports School No. 8» (13-16 years), 12 athletes entered the control group, 12 in the experimental group. The experiment was conducted during one month in the preparatory period at the stage of basic training of the third year of training. The experimental group was trained with a coordination ladder. At the beginning and at the end of the experiment, psychophysiological testing was conducted: indicators of a simple and complex reaction were determined in various modes of signaling, and indicators of the efficiency of the nervous system. Also, athletes were tested for technical and physical preparedness. Intergroup and intra-group differences in the tests were determined. *Results.* The construction of a training and training process in volleyball with the use of a coordination ladder with a rapid change in the type of activity had a positive effect on the psychophysiological state of volleyball players. The obtained data testify to the advisability of using a coordination ladder with the subsequent performance of another kind of activity as an attacking blow and receiving the ball from the bottom in the training of young volleyball players to optimize the psychophysiological state. *Conclusions.* The influence of the application of the coordination (high-speed) ladder on the psychophysiological state of young volleyball players is determined. The method of application of the coordination ladder proposed in the work makes it possible to effectively increase the mental, physical and technical preparedness of young volleyball players within a short period of time. The developed method of using the coordination (high-speed) ladder is an effective, accessible and reliable means of improving the psychophysiological state, increasing the level of physical and technical preparedness of young volleyball players.

**Key words:** volleyball; coordination staircase; coordination abilities; speed-strength abilities; force

### Анотація

Голобородько Я.А., Козина Ж.Л., Полищук С.Б.<sup>1</sup>, Чуприна О.І., Глядя С.О., Васильєв Ю.К.

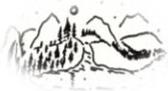
Мета: теоретичне обґрунтування і розробка методики застосування координаційної (швидкісної) сходи для вдосконалення технічних навичок і психофізіологічних функцій юних волейболістів. Матеріал і методи. У дослідженні взяли участь 24 волейболіста з Комунального закладу «Комплексна дитячо-юнацька спортивна школа № 8» (13-16 років), 12 спортсменів увійшли в контрольну групу, 12 в експериментальну групи. Експеримент проводився протягом одного місяця в підготовчому періоді на етапі базової підготовки третього року навчання. Експериментальна група тренувалася з координаційною сходами. На початку і в кінці експерименту проводилося психофізіологічне тестування: визначалися показники простий і складній реакції в різних режимах подачі сигналів, показники працездатності нервової системи. Проводилось також тестування спортсменів з технічної і фізичної підготовленості. Визначалися міжгрупові і внутрішньогрупові відмінності по проведеним тестам. Результати. Побудова навчально-тренувального процесу в волейболі із застосуванням координаційної сходи з швидкою зміною виду діяльності зробило позитивний вплив на психофізіологічний стан волейболістів. Отримані дані свідчать про доцільність застосування координаційної сходи з подальшим виконанням іншого роду діяльності як нападаючий удар і прийом м'яча з низу на тренуваннях юних волейболістів для оптимізації психофізіологічного стану. Висновки. Визначено вплив застосування координаційної (швидкісної) сходи на психофізіологічний стан юних волейболістів. Запропонований в роботі метод застосування координаційної сходи дозволяє за короткий проміжок часу ефективно підвищити психічну, фізичну та технічну підготовленість юних волейболістів. Розроблена методика застосування координаційної (швидкісної) сходи є ефективним, доступним і надійним засобом поліпшення психофізіологічного стану, підвищення рівня фізичної та технічної підготовленості юних волейболістів.

**Ключові слова:** волейбол; координаційна сходи; координаційні здібності; швидкісно-силові здібності; сила.

### Аннотация

*Цель:* теоретическое обоснование и разработка методики применения координационной (скоростной) лестницы для совершенствования технических навыков и психофизиологических функций юных волейболистов. *Материал и методы.* В исследовании приняла участие 24 волейболиста из Коммунального учреждения «Комплексная детско-юношеская спортивная школа № 8» (13-16 лет), 12 спортсменов вошли в контрольную группу, 12 в экспериментальную группы. Эксперимент проводился в течение одного месяца в подготовительном периоде на этапе базовой подготовки третьего года обучения. Экспериментальная группа тренировалась с координационной лестницей. В начале и в конце эксперимента проводилось психофизиологическое тестирование: определялись показатели простой и сложной реакции в различных режимах подачи сигналов, показатели работоспособности нервной системы. Проводилось также тестирование спортсменов по технической и физической подготовленности. Определялись межгрупповые и внутргрупповые различия по проведенным тестам. *Результаты.* Построение учебно-тренировочного процесса в волейболе с применением координационной лестницы с быстрой сменой вида деятельности оказало положительное воздействие на психофизиологическое состояние волейболистов. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения координационной лестницы с последующим выполнением другого рода деятельности как нападающий удар и прием мяча с низу на тренировках юных волейболистов для оптимизации психофизиологического состояния. *Выводы.* Определено влияние применения координационной (скоростной) лестницы на психофизиологическое состояние юных волейболистов. Предложенный в работе метод применения координационной лестницы позволяет за короткий промежуток времени эффективно повысить психическую, физическую и техническую подготовленность юных волейболистов. Разработанная методика применения координационной (скоростной) лестницы является эффективным, доступным и надежным средством улучшения психофизиологического состояния, повышения уровня физической и технической подготовленности юных волейболистов.

**Ключевые слова:** волейбол; координационная лестница; координационные способности; скоростно-силовые способности; сила.



### Введение.

Изучению вопросов координационной подготовки посвящено много научных работ. И. В. Аверьянов [1], И. П. Помещикова [10], Е. Б. Скрипец [12], А. С. Ровный с соавторами [11] раскрывают новые пути развития отдельных проявлений координационных способностей. М.С. Коралёва [8], С.В. Новожилова [9] указывают на связь уровня развития координации с техническим мастерством спортсменов; Ю.Н. Кабанов [4] занимались изучением существующего положения координационной подготовленности детей разного возраста и спортивной квалификации.

Волейбол – ациклическая командная игра, где мышечная работа носит скоростно-силовой, точно-координационный характер. При малых размерах площадки и ограничениях в касании мяча, выполнение всех технических и тактических элементов игры требует точности и целенаправленности движений [8]. Поэтому, как отмечает М. S. Aoki [14] особую актуальность приобретает развитие координационных способностей игроков. исследования было проверить влияние программы периодизации тренировки внутренней учебной нагрузки, состояния настроения, и вертикальный скачок потенциала молодых волейболистов.

А. N. Shalayev [33] отмечает, что акробатические упражнения являются одним из эффективных средств специальной подготовки спортсменов в волейболе. С их помощью можно улучшить процесс развития скорости, ловкости, решительности и способности к слаженным командным действиям, ориентации в пространстве. Таким образом, координационные способности необходимы для игроков в волейбол для быстрого освоения техники и тактики игры. Аналогичные положения были высказаны J.M. Palao, D. Valades [27].

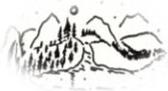
Двигательные действия волейболистов предусматривают мгновенные старты и ускорения, прыжки, большое количество взрывчатых ударных движений при длительном и почти непрерывном реагировании на ситуацию, которая постоянно меняется [19; 20; 21; 22; 36]. Этим определяются достаточно высокие требования к физической подготовленности волейболистов. Координационные способности среди других физических качеств волейболистов занимают особое место. Во-первых, высокий уровень развития координационных способностей – решающая предпосылка для качественного усвоения и совершенствования техники игры; во-вторых, «координированный» спортсмен на соревнованиях быстро приспосабливается к

постоянно изменяющимся применяет наиболее эффективные способы ведения игры [5; 33; 34; 35]. Одним из эффективных средств азвития координационных способностей в настоящее время является применение тренажера «координационная лестница» [2; 3; 30].

В последнее время все большую популярность в учебном процессе спортсмены приобретают упражнения с применением координации лестницы. Так, в работе М. М. Srinivasan and Dr. Ch. VST. Saikumar [31] выявлен эффект значительного улучшения маневренности движения у бадминтонистов при дополнении классической программы тренировок с занятиями с использованием координационного лестницы.

Скоростная (координационная) лестница – это один из самых распространенных и эффективных тренажеров для оздоровительных занятий и тренировок спортсменов во многих видах спорта. Лестница является снаряжением, нацеленным на активные спортивные упражнения. Применение координационной лестницы способствует развитию как крупных мышц, так и мышц, которые образуют каркас опорно-двигательного аппарата. Каркасные мышцы тяжелее всего тренировать, т. к. они глубокие, и лишь ограниченное количество видов упражнений способно их задействовать [32; 33; 34; 35; 36] Конструкция координационной лестницы направлена на то, чтобы улучшить владение телом и увеличить скорость движений ног за счет увеличения скорости движений стоп и скоростные возможности мышц голени. Применение координационной лестницы предусматривает постоянное увеличение различных двигательных возможностей [10, 11, 12].

Упражнения на лестнице заставляют нервную систему человека посылать дополнительную информацию мышцам с огромной скоростью, включая в работу все больше и больше моторных клеток. Это помогает человеку быть быстрее и координированней. Координационная лестница в настоящее время применяется во многих видах спорта. Однако научное обоснование эффективности применения данного средства в игровых видах спорта в настоящее время недостаточно. Е.А. Быковой показана эффективность применения координационной лестницы в гандболе [2, 3]. Логично предположить, что применение координационной лестницы в волейболе также окажет положительное влияние на уровень технической подготовленности игроков. Поскольку основная роль в управлении движениями принадлежит центральной нервной системе, особое значение приобретает



исследование влияния применения координационной лестницы не только на физические качества, техническую подготовленность спортсменов, но и на психофизиологические функции игроков.

В связи с данными положениями была выдвинута следующая цель работы: теоретическое обоснование и разработка методики применения координационной (скоростной) лестницы для совершенствования технических навыков и психофизиологических функций юных волейболистов.

#### **Связь работы с научными программами, планами, темами.**

Исследование проведено согласно: научно-исследовательской работе, которая финансируется за счет государственного бюджета Министерства образования и науки Украины на 2017-2018 гг. «Теоретико-методические основы применения информационных, медико-биологических и педагогических технологий для реализации индивидуального физического, интеллектуального и духовного потенциала и формирования здорового образа жизни» (№ государственной регистрации 0117U000650).

#### **Материал и методы.**

##### *Участники.*

В исследовании приняли участие 24 волейболиста 14-16 лет из Коммунального заведения «Комплексная детско-юношеская спортивная школа № 8; 12 спортсменов вошли в контрольную группу, 12 в экспериментальную группу. Разделение спортсменов по группам проводилось случайным образом. Созданные группы были идентичны по уровню физической подготовленности ( $p > 0,05$ ) (табл. 1).

##### *Методы и организация исследования.*

Эксперимент проводился с 25 сентября 2017 по 22 декабря 2017 в подготовительном периоде.

Для определения психофизиологического состояния спортсменов в первую и последнюю неделю эксперимента фиксировались психофизиологические показатели с помощью компьютерной программы «Психодиагностика» [6; 7]. Фиксировали следующие параметры:

комплекс показателей по скорости простой зрительно-моторной реакции (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое отклонение (мс), количество ошибок); продолжительность экспозиции (сигнала) - 900 мс; комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора 1 элемента из трех и выбора двух из трех элементов (среднее значение из 30 попыток (мс), среднее квадратическое

отклонение (мс), количество ошибок); продолжительность экспозиции (сигнала) - 900 мс;

комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух из трех элементов в режиме обратной связи, то есть по мере изменения времени реагирования меняется время подачи сигнала; «короткий вариант» проводится в режиме обратной связи, когда продолжительность экспозиции меняется автоматически в зависимости от соответствующих реакций испытуемого: после правильного ответа продолжительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного – увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие левой (правой кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), или в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию сигнала и время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов, количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Продолжительность начальной экспозиции – 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных а потому ошибочных ответов - 20 мс; пауза между предъявления сигналов - 200 мс, количество сигналов - 50. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода (M), мс; среднеквадратичная величина отклонения ( $\sigma$ ), мс, количество ошибок, время выполнения теста, с; минимальное время экспозиции, мс, время выхода на минимальную экспозицию, с.

комплекс показателей сложной зрительно-моторной реакции выбора двух из трех элементов в режиме обратной связи, то есть по мере изменения времени реагирования меняется время подачи сигнала; «Длительный вариант» проводится в режиме обратной связи, когда продолжительность экспозиции меняется автоматически в зависимости от соответствующих реакций испытуемого: после правильного ответа продолжительность следующего сигнала уменьшается на 20 мс, а после неправильного – увеличивается на ту же величину. Диапазон изменения экспозиции сигнала при работе испытуемого находится в пределах 20-900 мс с паузой между экспозициями в 200 мс. Правильным ответом считается нажатие левой (правой кнопки мыши во время отображения определенной экспозиции (изображения), или в период паузы после текущей экспозиции. В данном тесте время выхода на минимальную экспозицию



сигнала и время минимальной экспозиции сигнала отражают функциональную подвижность нервных процессов, количество ошибок отражает силу нервных процессов (чем меньше данные показатели, тем выше подвижность и сила нервной системы). Кроме того, общее время выполнения теста отражает сочетание силы и подвижности нервных процессов. Продолжительность начальной экспозиции - 900 мс; величина изменения длительности сигналов при правильных или ошибочных ответов - 20 мс; пауза между предъявления сигналов - 200 мс, количество сигналов - 120. Фиксируются показатели: средняя величина латентного периода (M), мс; среднеквадратичная величина отклонения ( $\sigma$ ), мс; количество ошибок, время выполнения теста, с; минимальное время экспозиции, мс, время выхода на минимальную экспозицию, с.

Определялись также показатели психической работоспособности по тесту Шульце [7]. В данном тесте испытуемому нужно в таблицах 5x5 с 25 цифр (от 1 до 25), расположенных в произвольном порядке, по очереди отмечать цифры от 1 до 25. После прохождения первой таблицы сразу же появляется вторая с другим порядком цифр и т. д. Все испытанный проходит 5 таблиц. Фиксировали время работы на каждой таблице из пяти (мин.), Эффективность работы как среднее арифметическое времени работы на пяти таблицах (мин).

Определялась также скорость реакции выбора по специальной программе «Способ регистрации психофизиологического состояния человека путем измерения времени реакции выбора точки в пространстве» «Выбор кнопки» (тест Ермакова). Поставленная задача решается в способе регистрации психофизиологического состояния человека путем измерения времени реакции выбора точки в пространстве, включающий проведение одной серии или нескольких серий испытаний, согласно алгоритма состоит из последовательности действий: на сенсорный экран электронного устройства выводится изображение объекта для реагирования при этом объект выводят каждый раз в новом месте, промежуток времени между появлениями объекта не является постоянным; реагирования на появление на экране объекта осуществляют путем прикосновения к изображению объекта; суммируют количество появлений объекта в каждой серии, количество правильных прикосновений и количество серий. В нашем исследовании проводилась одна серия длительностью 15 с. Фиксировалось количество касаний объектов испытуемым и количество ошибок [6].

Для определения уровня развития физических качеств и уровня технической подготовленности спортсменов применялись следующие тесты.

1. Координационный беговой тест предусматривает сравнение скорости бега в обычных и осложненных условиях. Тест состоит из двух частей. Сначала участник тестирования выполняет бег на 30 м с высокого старта. Затем также с высокого старта пробегает ту же дистанцию, но в форме челночного бега 3 x 10 м (оббегая набивные мячи, которые находятся в полукруге). Определение коэффициента разницы скорости бега в осложненных (скорость челночного бега 3x10м) и обычных (скорость бега на 30 м) условиях. Чем меньше разница, тем выше уровень развития координационных способностей [9].

2. Сгибание и разгибание рук в упоре лежа на максимальное количество раз. Участник тестирования принимает положение упора лежа, руки прямые на ширине плеч кистями вперед, туловище и ноги образуют прямую линию, пальцы стоп опираются на пол. По команде «Можно» участник начинает ритмично с полной амплитудой сгибать и разгибать руки. Результатом тестирования является количество безошибочных сгибаний и разгибаний рук за одну попытку. При сгибании рук необходимо касаться грудью пола или опоры. Запрещается касаться пола или опоры бедрами, менять прямое положение тела и ног, находиться в исходном положении и с согнутыми руками более 3 секунды – отдыхать, ложиться на пол, разгибать руки поочередно, разгибать и сгибать руки не с полной амплитудой [8; 23; 24; 25; 26].

3. Удержание угла в упоре на брусьях. При выполнении упражнения упор должен выполняться на прямых руках, необходимо поднять прямые ноги и удерживать их горизонтально над жердями. Время выполнения упражнения определяется с момента фиксации положения «угол» до момента опускания пяток ниже жердей [9; 27; 28].

4. Бег 30 м с высокого старта.

5. Челночный бег 3x10м.

6. Нападающий удар в зоны в 1, 6, 5 поочередно. Спортсмен поочередно должен выполнять нападающие удары в зоны, сохраняя следующую последовательность зон: 1, 6, 5. На выполнение теста дается 5 попыток, из них 3 - в зоны, а 2 - по выбору испытуемого. Если спортсмен не попал в нужную зону, попытка не засчитывается. Пас дается со второй зоны [3; 19; 20; 21; 22].



7. Прием нападающего удара в парах. Тестирование выполняется в парах на расстоянии 8-10 метров. Первый номер - принимает, а второй - выполняет нападающий удар с собственного подброса мяча в различные зоны. Дается пять попыток. Прием мяча выполняется только снизу двумя руками. Попытка повторяется, если нападающий удар не получился [8].

Контрольная и экспериментальная группа тренировались по одинаковым программам 6 раз в неделю по 2-2,5 часа. Каждая тренировка начиналось с 5 мин. бега, далее следовала разминка на месте для разогрева всех групп мышц, в конце разминки - упражнения на гибкость и специальные подводящие упражнения и упражнения у сетки. На подготовительную часть тренировки уходило примерно 30 мин. Основная часть занимала наибольшую часть тренировочного времени: примерно 1 час. 20-30 мин. Основная часть начиналась с подводящих упражнений с мячами; затем выполнялись передачи мяча в парах: только сверху, только снизу, чередование передач сверху и снизу, промежуточные передачи над собой и с ударами. После этого переходили на нападающий удар с пасом из зоны «3» в зоны «2» и «4»; из зоны «2» в зону «3» и «4». Затем выполнялись подачи и проводилась двухсторонняя игра с двух партий.

Заканчивалось тренировки силовыми упражнениями для рук, ног, спины и живота.

Экспериментальная группа тренировалась с координационной лестницей. Упражнения проводились в основной части занятия. Основная часть тренировки включала упражнения на развитие силы, скорости и на совершенствование технической подготовленности в усложненных условиях (рис. 1). Особенностью нашей методики применения координационной лестницы было выполнение нападающего удара или приема мяча снизу сразу после выполнения упражнений на координационной лестнице. Каждое упражнение выполнялось дважды. Продолжительность упражнений с применением координационной лестницы составляла 20-25 мин.

Описание упражнений с применением координационной лестницы, расположенной на полу.

I. Для приема мяча в падении.

1. И.п.- стоя у «лестницы». 1- напрыгнуть на первую ячейку двумя ногами, 2 – напрыгнуть на следующую ячейку правой ногой, 3 - напрыгнуть на первую ячейку двумя ногами, 4 - – напрыгнуть на следующую ячейку левой ногой. И т.д. с последующим выходом на прием мяча в падении или двумя руками снизу.

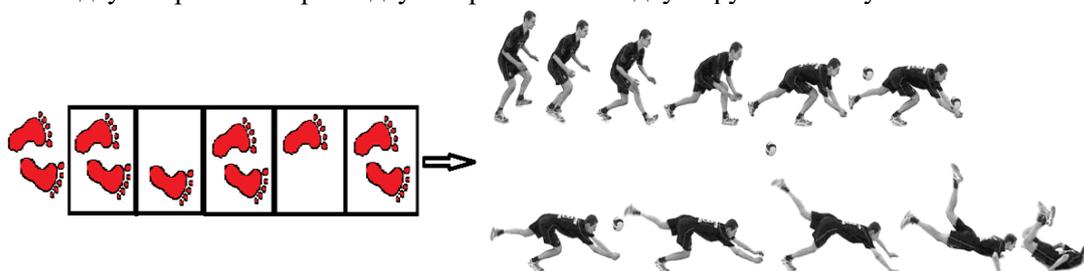


Рис. 1. Иллюстрация упражнения 1

2. И.п. - стоя у «лестницы». Прыжки: ноги вместе-врозь с продвижением вперед по лестнице с

последующим выходом на прием мяча в падении или двумя руками снизу.

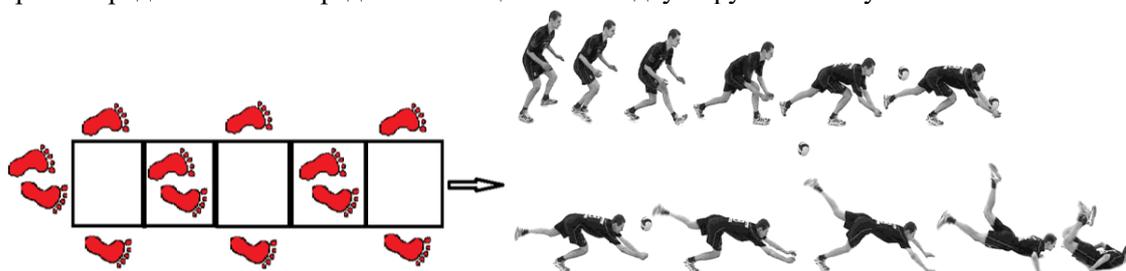


Рис. 2. Иллюстрация упражнения 2

3. И.п. - стоя у «лестницы». Перепрыгивание через лестницу влево-вправо с

ускорением и последующим выходом на прием мяча в падении или двумя руками снизу.

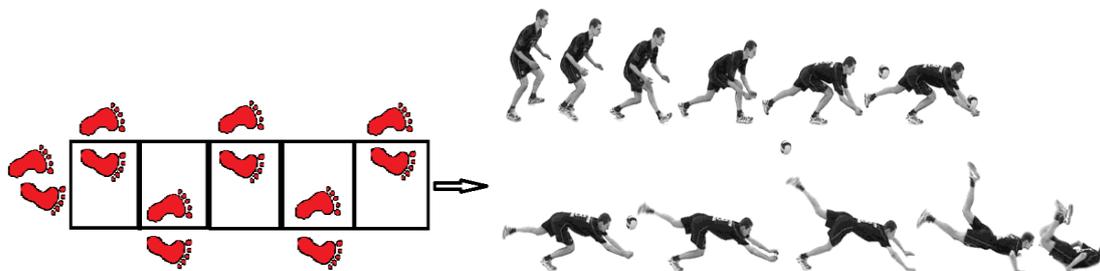


Рис. 3. Иллюстрация упражнения 3

4. И.п. - стоя у «лестницы». Перепрыгивания через лестницу с поворотом на  $180^{\circ}$  с последующим ускорением и выходом на прием мяча в падении или двумя руками снизу.

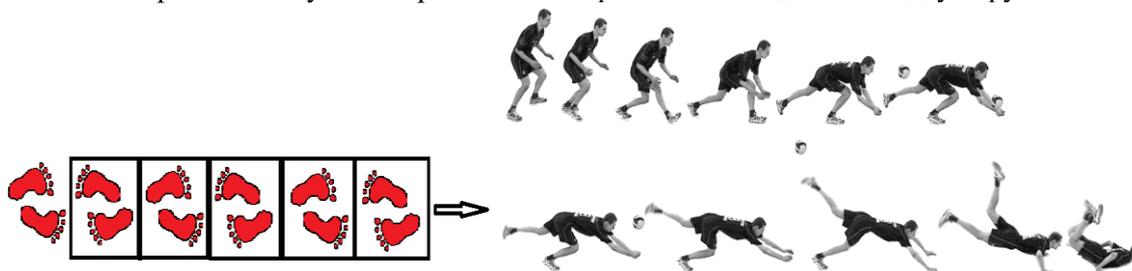


Рис. 4. Иллюстрация упражнения 4

5. И.п. - стоя у лестницы. 1 - прыжок с поворотом на  $90^{\circ}$  влево с приземлением постановкой ног в две ближайšie ячейки «лестницы»; 2 - прыжок с поворотом на  $90^{\circ}$  с приземлением постановкой ног в две ближайšie ячейки «лесенки», 3-4 – повтор 1-2. Ускорение, прием мяча в падении или двумя руками снизу (рис. 5).

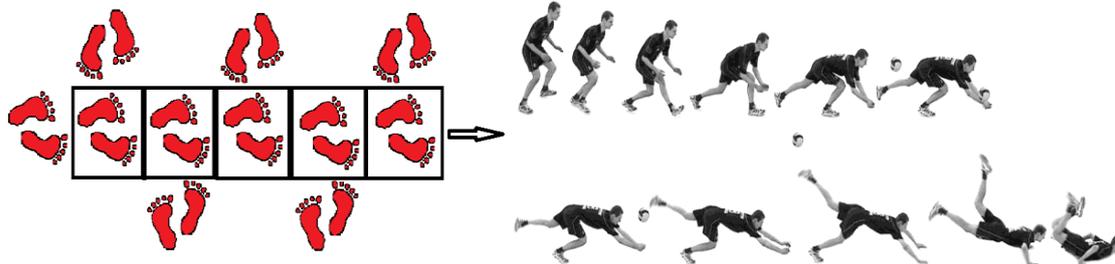


Рис. 5 Иллюстрация упражнения 5

II. Для выхода на нападающий удар.

6. И.п. - упор лежа, руки на втором квадрате, ноги перед «лестницей». Поочередно изменять положение рук в квадрате «лестницы», ноги переходят в положение «врозь» у «лестницы». Далее – встать, выполнить ускорение и нападающий удар (рис. 6).



Рис. 6. Иллюстрация упражнения 6

7. И.п. - упор лежа, руки на втором квадрате, ноги перед «лестницей». Поочередно перебирать руки в «лестнице и по лестнице вправо и влево, ноги переходят в положение «врозь» у



«лестницы». Далее – встать, выполнить ускорение и нападающий удар (рис. 7).

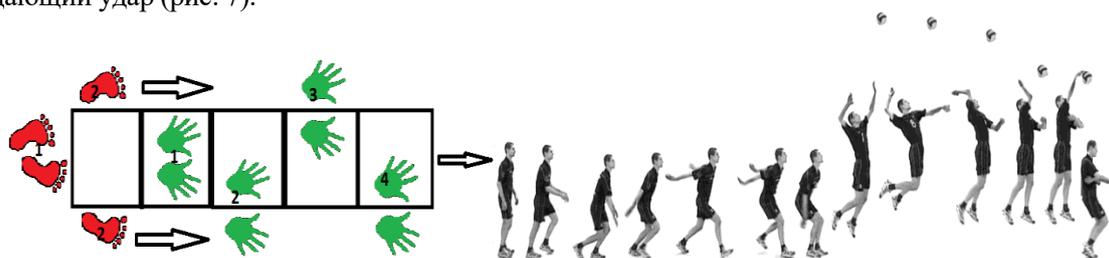


Рис. 7. Иллюстрация упражнения 7

8. И.п. - упор лежа, руки на втором квадрате, ноги перед «лесенкой». Поочередно менять положение рук «врозь-вместе» в «лестнице», ноги

– «врозь» у лестницы. Далее – встать, выполнить ускорение и нападающий удар (рис. 8).

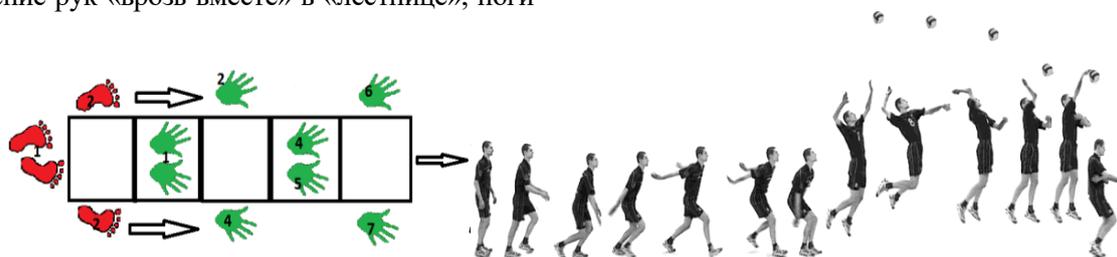


Рис. 8. Иллюстрация упражнения 8

9. И.п. - стоя спиной к лестнице. По команде тренера выполнить упор лежа, ноги вместе на первом квадрате, руки перед «лестницей». Поочередно менять положение рук перед

«лестницей» - на «лестнице», а ноги с отталкиванием врозь-вместе в «лестнице». Далее – встать, выполнить ускорение и нападающий удар (рис. 9).

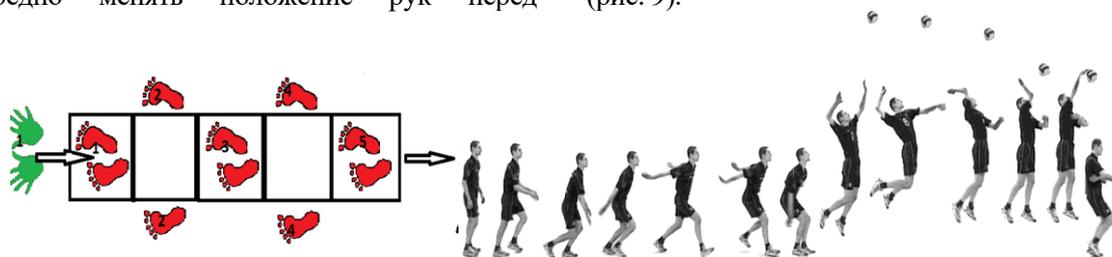


Рис. 9. Иллюстрация упражнения 9

10. Исходное положение - руки на втором квадрате, ноги перед лестницей. Руки и ноги прыжками поочередно переставляют вправо от

лестницы – обратно в квадрат «лестницы». Далее – встать, выполнить ускорение и нападающий удар (рис. 10).



Рис. 10. Иллюстрация упражнения 10



### *Статистический анализ.*

Цифровой материал, полученный при выполнении исследования, был обработан с помощью традиционных методов математической статистики. По каждому показателю определяли среднее арифметическое значение  $X$ , среднее квадратическое отклонение  $S$  (стандартное отклонение), стандартную ошибку  $m$ , оценку достоверности различий между параметрами начального и конечного результатов, а также между контрольной и экспериментальной группами по  $t$ -критерию Стьюдента с соответствующим уровнем значимости ( $p$ ).

Математическая обработка данных проводилась с помощью программ по обработке результатов научных исследований Microsoft Excel "Анализ данных" и SPSS. Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### **Результаты.**

Построение учебно-тренировочного процесса в волейболе с применением координационной лестницы в тренировочных занятиях оказало положительное воздействие как на уровень специальной физической и технической подготовленности игроков, так и на их психофизиологическое состояние.

Анализ изменения зарегистрированных показателей по  $t$ -критерию Стьюдента показывает достоверное повышение уровня силовой выносливости и координационной подготовленности юных спортсменов (рис. 2, 3). У игроков контрольной группы данное изменение выражено меньше. Контрольная и экспериментальная группы не отличались между собой по данным тестирования до эксперимента. После проведения эксперимента контрольная и экспериментальная группы по тестам «бег на 30 м с высокого старта», «челночный бег 3x10м», «сгибание и разгибание рук в упоре лежа», «удержание угла в упоре на брусках», «нападающий удар в зоны» и «прием нападающего удара в парах» стали достоверно различаться между собой ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ) (рис. 2, 3, табл. 1, 2).

Что касается психофизиологического состояния, то следует отметить, что у представителей экспериментальной группы в тесте на «Реакция выбора точки пространства за 15 с» (тест Ермакова), уменьшение количества ошибок свидетельствует о повышении таких качеств, как стабильность и сила нервной системы. Исходя из

полученных данных, можно сделать вывод, что у спортсменов экспериментальной группы в результате применения координационной лестницы повысилась стабильность нервной системы и ее сила. А в контрольной группе показатели количества ошибок и скорость выполнения теста почти не изменились. Мы это связываем с тем, что в начале тренировочного сезона в организме только начались адаптационные изменения, и поэтому без применения специальных средств, направленных на повышение скорости нейродинамических процессов, у спортсменов происходит временный спад или задержка повышения тренированности. Это проявляется в уровне физической, технической подготовленности и психофизиологического состояния.

Аналогичные данные были получены в тестах «Время реакции выбора в режиме обратной связи» (табл. 1, 2) и «Психическая устойчивость по тесту Шульте» (табл. 1, 2). У спортсменов экспериментальной группы наблюдалось достоверное улучшение результатов ( $p < 0,001$ ), а у спортсменов контрольной группы – достоверное ухудшение ( $p < 0,01$ ) результатов тестирования. Экспериментальная и контрольная группы не отличались между собой к проведению эксперимента ( $p > 0,05$ ). После проведения эксперимента экспериментальная и контрольная группы стали достоверно различаться между собой ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,05$ ) по результатам данных тестов.

Количество ошибок при выполнении теста на скорость реакции выбора свидетельствует о таком качестве, как стабильность, выносливость нервной системы, является показателем силы нервной системы. Исходя из полученных данных можно заключить, что у спортсменов экспериментальной группы в результате применения координационной лестницы повысились результаты тестов по физической и технической подготовленности. В контрольной группе снижение данных показателей можно объяснить тем, что эксперимент проводился в начале тренировочного сезона, и в организме только начались адаптационные изменения. Это вызывает несогласованность работы различных систем организма, в том числе, и нервной, что объясняет увеличение ошибок у спортсменов контрольной группы при прохождении теста на скорость реакции выбора.

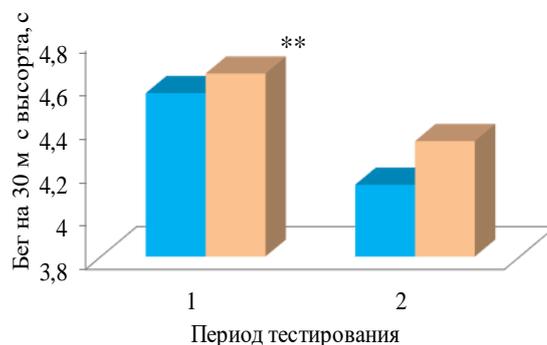


Рис. 11. Результаты выполнения теста «Бег на 30 м с высокого старта» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

-  - экспериментальная группа;
-  - контрольная группа

\*\* - различия достоверны при  $p < 0,01$

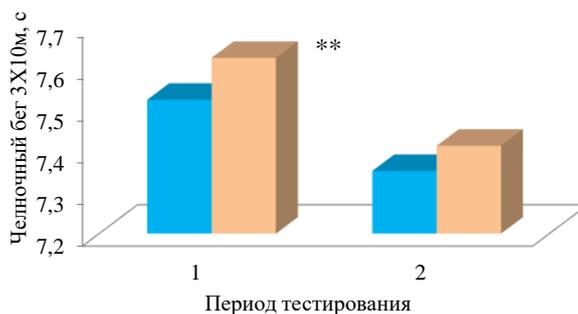


Рис. 12. Результаты выполнения теста «челночного бега 3 x10м» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

-  - экспериментальная группа;
-  - контрольная группа

\*\* - различия достоверны при  $p < 0,01$

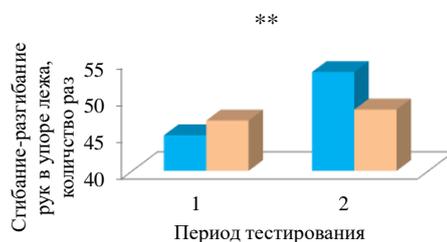


Рис. 13. Результаты выполнения теста «Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (максимальное количество раз)» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

-  - экспериментальная группа;
-  - контрольная группа

\*\* - различия достоверны при  $p < 0,01$

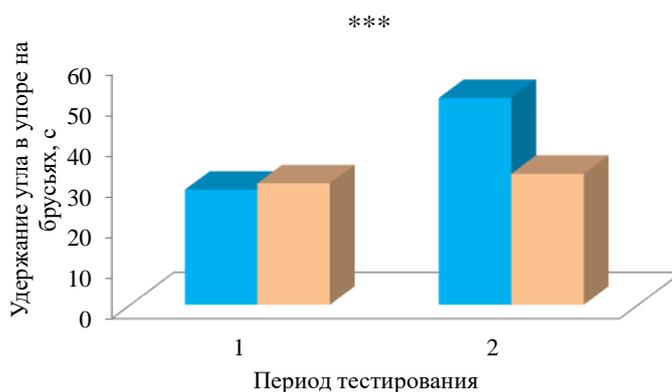


Рис.14. Результаты выполнения теста «Удержание угла в упоре на брусьях (с)» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- Экспериментальная группа;
- Контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

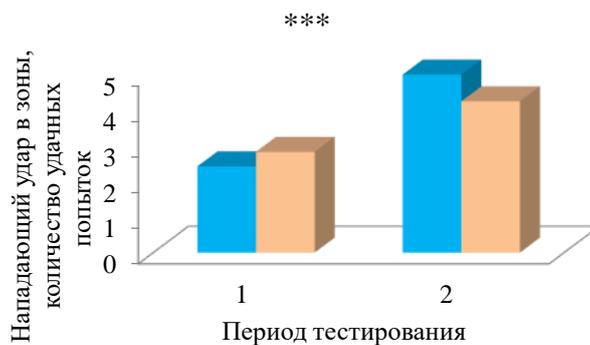


Рис.15. Результаты выполнения теста «Нападающий удар в зоны» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- Экспериментальная группа;
- Контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

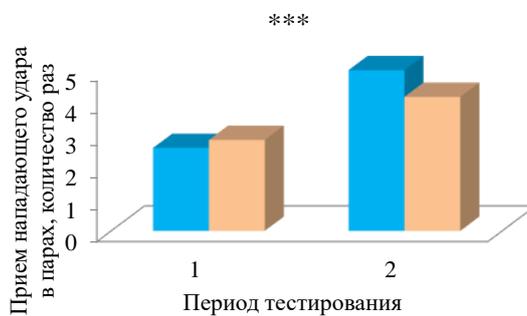


Рис.16. Результаты выполнения теста «Прием нападающего удара в парах» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- Экспериментальная группа;
- Контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

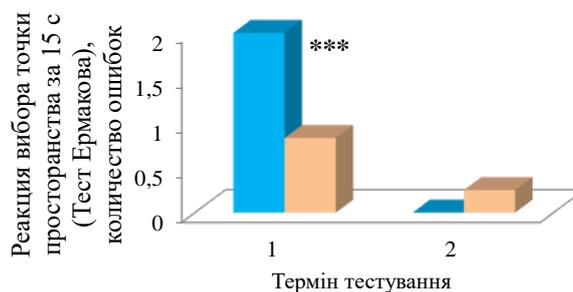


Рис.17. Результаты выполнения теста «Реакция выбора точки пространства за 15 с (тест Ермакова), количество ошибок» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- экспериментальная группа;
- контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

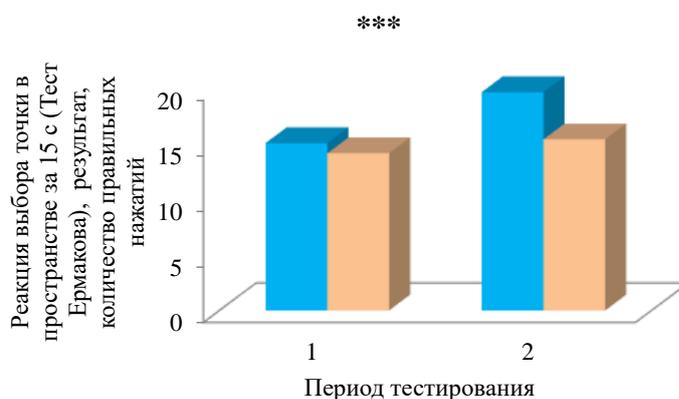


Рис.18. Результаты выполнения теста «Реакция выбора точки пространства за 15 с (тест Ермакова), результат» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- экспериментальная группа;
- контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$ .

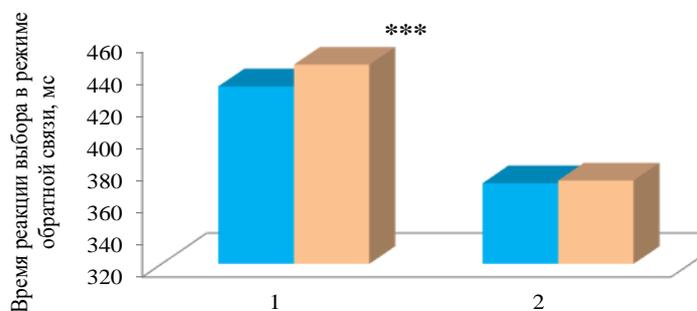


Рис.19. Результаты выполнения теста «Реакция выбора в режиме обратной связи, минимальное время экспозиции сигнала, мс» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;

- экспериментальная группа;
- контрольная группа

\*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

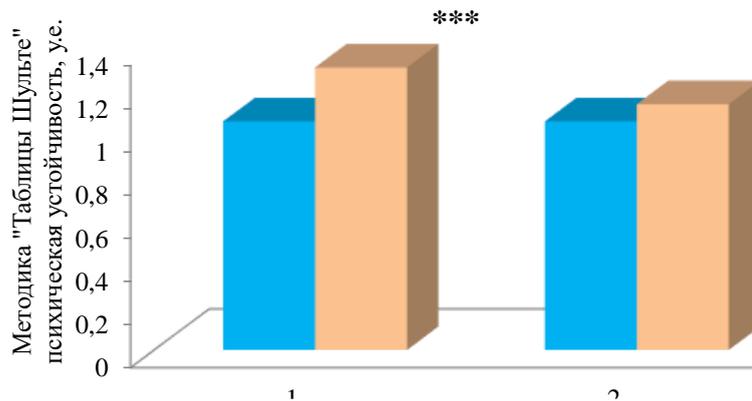


Рис.20. Результаты выполнения теста «Таблицы Шульте, психическая устойчивость» спортсменами экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента:

- 1 – до эксперимента, 2 – после эксперимента;
-  - экспериментальная группа;
  -  - контрольная группа
- \*\*\* - различия достоверны при  $p < 0,001$

### Дискуссия.

Гипотеза данного исследования о положительном влиянии методики применения координационного (скоростной) лестницы в подготовке юных волейболистов подтвердилась по увеличению уровня физической и технической подготовленности, в частности, развития координационных и скоростно-силовых способностей, а также - подвижности нервной системы.

По данным разных авторов [2, 3, 9], применение скоростной лестницы предназначено для развития скоростных навыков при движении на коротких дистанциях, координации движения и синхронизации двигательных навыков, для тренировки скорости работы ног при переменном темпе и направлениях, повышения частоты работы ног, совершенствования качества движений с изменением направления. Наше исследование дополнило результаты предыдущих исследователей результатами, показывающими эффективность применения координационной лестницы в волейболе. Кроме того, в нашем исследовании впервые предложена методика применения координационной лестницы в сочетании с выполнением технических приемов волейбола (нападающий удар и прием мяча).

Эффективность применения координационной лестницы, которая была выявлена в нашем исследовании, мы объясняем тем, что при применении упражнений на тренажере с последующим изменением вида деятельности (нападающего удара и приема

мяча) происходит не только развитие координационных и скоростно-силовых способностей, но и совершенствование технической подготовки в усложненных условиях. В этом случае нужно быстро переключиться на другой вид деятельности. Например, в предложенных в нашем исследовании упражнениях нужно выполнять прыжки через лестницу в каждый сектор и быстро переключаться, выполнять ускорения и технически правильно принимать мяч. Поэтому в результате использования тренажера спортсменам в игре становится легче переключаться и реагировать с блока на прием мяча для нападающего удара и так далее.

Одним из важнейших элементов для развития общих спортивных навыков является способность нервной системы активировать большее число моторных клеток и координировать работу моторных клеток между собой [5; 6; 7]. Это обеспечивает более продуктивную работу мышц. Таким образом, достигается более высокая скорость и сила, что помогает совершенствовать проприоцепцию (ощущение относительного положения частей тела и их движения в человека, то есть ощущение своего тела). Лестница заставляет нервную систему посылать дополнительную информацию в мышцы с большей скоростью, включая в работу все больше и больше моторных клеток. Это помогает спортсмену быть быстрым, ловким и подвижными. Поэтому и эффект применения координационной лестницы оказался



достаточно существенным даже в пределах трех месяцев.

В других тестах не наблюдалось достоверных изменений. Поэтому можно сделать вывод, что применение тренажера в первую очередь влияет на скоростно-силовые и координационные способности и на стабильность и силу нервной системы.

Разработанная методика применения координационной (скоростной) лестницы является эффективным, доступным и надежным средством улучшения психофизиологического состояния, повышения уровня физической и технической подготовленности юных волейболистов. Применение координационной лестницы положительно влияет на психическую выносливость, скорость реакции при изменении вида деятельности, физическую и техническую подготовленность, координационные и скоростно-силовые способности, устойчивость и силу нервной системы.

Многие исследования посвящены развитию определенных координационных способностей спортсменов при применении авторских подходов к решению этого вопроса [15; 16; 17; 18]. Так, авторская методика А.В. Аверьянова [1], рассчитанная на 5 месяцев, способствовала значительному улучшению координационных способностей футболистов, и, как отмечает автор, положительно повлияла на технико-тактическую и физическую подготовленность юных футболистов.

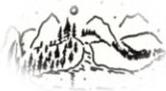
Е. А. Zavorotnaya [38] предлагает использовать блоки неспецифических и специфических упражнений баскетболистов, направленных на развитие кинестатических способностей, равновесия, регуляции пространственно-временных и динамических параметров движения, скоординированности движений, скорости реакции и способности ориентироваться в пространстве.

По мнению О. S. Yakimenko с соавторами [37], для развития координационных способностей с использованием лестницы у детей необходимо повышать сложность физических упражнений за счет изменения пространственных, временных и динамических параметров, а также за счет внешних условий, изменяя порядок расположения средств, их вес, высоту; изменяя площадь опоры или увеличивая ее подвижность, сочетая ходьбу с прыжками, бег и ловлю предметов; выполняя упражнения по сигналу или в ограниченное время.

S. A. Rudenko, L. K. Rudenko [29] применяли лесенку для повышения возможности

системы, ответственной за функцию равновесия спортсменов.

Упражнения с использованием скоростной (координационной) лестницы в гандболе, которая располагалась на полу, состояли из прыжков в квадраты и за их пределы с выполнением поворотов и удержанием равновесия на одной и двух ногах при приземлении. Эти упражнения описаны в работах А.Н. Shalayev [39], А.А. Быковой [2, 3]. Сравнивая полученные данные в нашем исследовании с результатами исследований указанных авторов, можно сделать вывод, что после применения специально подобранных упражнений с применением скоростной (координационной) лестницы в сочетании с упражнениями на совершенствование технических приемов волейбола было отмечено улучшение показателей координационной подготовленности. Исходя из полученных результатов, был сделан вывод, что в волейболе применение координационной (скоростной) лестницы проводилось впервые, но использовалось в других видах спорта, таких, как: футбол, баскетбол, гандбол. Поэтому можно заключить, что положительное влияние применения данной методики предоставляет новые возможности для совершенствования процесса подготовки юных волейболистов. Положительное влияние применения данной методики в других игровых видах спорта согласуется с результатами, полученными в нашем исследовании. Это можно объяснить тем, что физическая подготовка в различных игровых видах спорта имеет много общего. Наше исследование показало положительное влияние применения координационной (скоростной) лестницы на физическую и техническую подготовленность, а именно на координационные, скоростно-силовые способности, на выполнение технических приемов нападения и защиты. Поэтому наши выводы позволяют количественно обосновать эффективность применения координационной лестницы для развития координации и силы у юных волейболистов. Эти данные были получены впервые в волейболе, являются новыми по сравнению с данными других авторов. Применение координационной (скоростной) лестницы является эффективным, доступным и надежным средством повышения координационных, скоростно-силовых способностей и уровня технической подготовленности юных волейболистов.



### Выводы.

1. Разработана методика применения координационного (скоростной) лестницы для совершенствования технической подготовки юных волейболистов и обоснованно ее внедрение в практику учебно-тренировочного процесса.

2. Определено влияние применения координационной (скоростной) лестницы на психофизиологическое состояние юных волейболистов.

3. Определено положительное влияние применения координационной лестницы на качество тренировочного процесса юных волейболистов. Предложенный в работе метод применения координационной лестницы позволяет за короткий промежуток времени эффективно повысить психическую, физическую и техническую подготовленность юных волейболистов.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов.

### Referencis

- Averyanov, I. (2008). *Method of improving the kinesthetic coordination abilities of football players 10-11 years old*. Tyumen, 22. In Russian
- Bykova, O. (2016). Acrobatic exercises and exercises with the use of a speed (coordination) ladder as a means of improving the coordination readiness of handball players. *Bulletin of Chernihiv National Pedagogical University, (139)1*, 25–29. In Russian
- Bykova, O. (2016). Changes in the ability of handball players of 13-14 years to coordinate movements in spatio-temporal and dynamic parameters under the influence of specially selected exercises, *Sports Bulletin of the Dnieper, 2*, 10 – 13. In Russian
- Kobanov, Yu. (1996). Critical periods of the development of static and dynamic equilibrium among schoolchildren of grades 1-11. *Theory and practice of physical culture, 1*, 17–18. In Russian
- Kozina, Z. (2008). Теоретико-методические основы индивидуализации тренировочного процесса в ситуационных видах спорта. *XII International Scientific Congress "Modern Olympic and Paralympic Sports and Sport for All": conference materials, 3*, 126-127. In Russian
- Kozina, Z., Barybina, L., Mishchenko, D., Tsikunov A., & Kozin A. (2011). The program "Psychodiagnosics" as a means of determining psycho-physiological characteristics and functional state in the physical education of students. *Physical education of students, 3*, 56-59. In Russian
- Kozina, Z., Barybina, L., & Grin, L. (2010). Features of the structure of psychophysiological capabilities and physical readiness of students of different sports specializations. *Physical education of students, 5*, 30-34. In Russian
- Koraleva, M. (2004). *Special physical training of volleyball players in the university: methodical instructions*. Orenburg, 22.
- Novozhilova, S., & Melnikov, A. (2011). The use of plyometric means and acrobatic exercises for the development of special physical fitness for young volleyball players. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin: (Psychological and Pedagogical Sciences), 2(2)*, 122–126.
- Pomeshchikova, I., & Manucharyan, S. (2009). Exercises and ball games as a means to increase the vestibular resistance of students with disorders of the musculoskeletal system. *Problems and prospects for the development of sports games and martial arts in higher educational institutions: materials of the V international scientific conference, 1 (1)*, 136–140. In Russian
- Rovny, A., Rovnaya, O., & Galimsky, V. (2015). Optimization of coordination abilities of young karate in the stage of preliminary basic training. *Slobzhansky Scientific and Sport Bulletin, 3 (47)*, 93-98. In Russian
- Skripez, E. (2011). *Development of coordination of basketball players Methodic raises (pilot issue)*, Osnova, 25 – 27.
- Aksoy, Y., & Agaoglu, S. A. (2017). The comparison of sprint reaction time and anaerobic power of young football players, volleyball players and wrestlers. *Kinesiology Slovenica, 23(2)*, 5-14.
- Aoki, M. S., Arruda, A. F., Freitas, C. G., Miloski, B., Marcelino, P. R., Drago, G., . . . Moreira, A. (2017). Monitoring training loads, mood states, and jump performance over two periodized training mesocycles in elite young volleyball players. *International Journal of Sports Science & Coaching, 12(1)*, 130-137. doi:10.1177/1747954116684394
- Claver, F., Jimenez, R., Garcia-Gonzalez, L., Fernandez-Echeverria, C., & Moreno, M. P. (2016). Cognitive and emotional factors as predictors of performance indicators in young volleyball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 16(1)*, 234-+.
- Collet, C., do Nascimento, J. V., Folle, A., & Ibanez, S. J. (2017). Activities of deliberate practice and deliberate play in the sports formation of elite volleyball athletes: the sex differences. *E-Balomania Com, 13(2)*, 95-104.
- Coutinho, P., Mesquita, I., Fonseca, A. M., & Cote, J. (2015). Expertise development in volleyball: the role of early sport activities and players' age and height. *Kinesiology, 47(2)*, 215-225.
- Davila-Romero, C., Hernandez-Mocholi, M. A., & Garcia-Hermoso, A. (2015). Technical player profiles related to the physical fitness of young female volleyball players predict team performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 55(3)*, 137-143.
- Fleddermann, M. T., Heppe, H., Eils, E., & Zentgraf, K. (2016). Individual Training Control and Intervention in Young Elite Volleyball Athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 87*, S105-S106.
- Galli, M., Cimolin, V., Rigoldi, C., Moro, M., Loi, A., & Pau, M. (2017). Postural sway in adolescent athletes: a comparison among volleyball, basketball and gymnastics players. *Gazzetta Medica Italiana Archivio Per Le Scienze Mediche, 176(10)*, 515-520. doi:10.23736/s0393-3660.17.03411-8
- Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O., & Sekulic, D. (2017). Plyometric Training Improves Sprinting, Jumping and Throwing Capacities of High Level Female Volleyball Players Better Than Skill-Based Conditioning. *Journal of Sports Science and Medicine, 16(4)*, 527-535.
- Grabara, M. (2015). Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biology of Sport, 32(1)*, 79-85. doi:10.5604/20831862.1127286
- Kristicevic, T., Krakan, I., & Baic, M. (2016). Effects of short high impact plyometric training on jumping performance in female volleyball players. *Acta Kinesiologicala, 10*, 25-29.
- Kuzmin, E. B., Denisenko, Y. P., Akhmetov, A. L., Chukhno, P. V., & Andruschishin, I. F. (2016). Psychological and pedagogical conditions of



- forming the sport motivation in young volleyball players. *Human Sport Medicine*, 16(1), 82-87. doi:10.14529/hsm160114
25. Opanowska, M., Wilk, B., Kusmierczyk, M., & Opanowski, K. (2016). Incidence of injuries in the opinion of young volleyball players and ways to prevent them. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 8(4), 32-40.
  26. Pajares, I. C., Fernandez-Echeverria, C., Gonzalez-Silva, J., Suarez, M. C., & Arroyo, M. P. M. (2017). Predictive study of reception efficacy in U-19 male volleyball. *Retos-Nuevas Tendencias En Educacion Fisica Deporte Y Recreacion*(32), 214-218.
  27. Kozina, Z., Iermakov, S., Crețu, M., Kadutskaya, L., & Sobyenin, F. (2017). Physiological and subjective indicators of reaction to physical load of female basketball players with different game roles. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(1), 1428-1432 doi:10.7752/jpes.2017.01056
  28. Radu, L. E., Fagaras, S. P., & Graur, C. (2015). Lower Limb Power in Young Volleyball Players. In H. Uzunboylu (Ed.), *Proceedings of 6th World Conference on Educational Sciences* (Vol. 191, pp. 1501-1505).
  29. Rudenko, S.A., Rudenko, L.K. (2008). Assessment of the ability to static equilibrium in children 6-7 years, engaged in sports aerobics. *Scientific notes of the University. P. F. Lesgafta., (11)45*, 80-83.
  30. Shalayev, A.N. (2007). Acrobatic training volleyball players. *Sovremennye naukovomkiye tehnologii: pedagogicheskie nauki*, 7, 104-105.
  31. Srinivasan, M., Saikumar, Dr.Ch.VST. (2012). Influence of conventional training programme combined with ladder training on selected physical fitness and skill performance variables of college level badminton players. *The Shield – Research Journal of Physical education & Sport Science*, 12, 69-82.
  32. Trajkovic, N., Kristicevic, T., & Sporis, G. (2017). Small-sided games vs. instructional training for improving skill accuracy in young female volleyball players. *Acta kinesiologica*, 11(2), 72-76.
  33. Trajkovic, N., Sporis, G., & Kristicevic, T. (2016). Does training on sand during off-season improves physical performance in indoor volleyball players? *Acta Kinesiologica*, 10(1), 107-111.
  34. Tudor, I. D., & Tudor, M. (2015). *The Impact of Stretching Exercise on the Defence Efficiency of the Female University Volleyball Team*.
  35. Wesselly, T., & Rachita, I. (2016a). *Precision, an Important Factor in the Training of Debutant Volleyball Players*.
  36. Wesselly, T., & Rachita, I. (2016b). *The Optimization of Debutant Volleyball Players' Balance Capacity of Using the NonTraditional Means*.
  37. Yakimenko, O.S., Galashko, M.M., Galashko, O.I., Poruchikov, V.V., Starodubtsev, D.S. (2014). Features of development of coordinating seta students 1-x – 2-x kursu. *Vestnik Khar'kov national University medychne. Physical education and sport in higher education institutions*, 302 – 305.
  38. Zavorotnaya, E.A. (2008). Correction of the coordination abilities of basketball players with hearing impairments. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2008, 4, 35-38.

#### Информация об авторах

#### Information about the authors

##### Голобородько Я.А.

<https://orcid.org/0000-0001-6984-1981>  
goloborobko.yana@gmail.com  
Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды;  
ул.Алчевских 29, Харьков, 61002, Украина.

##### Goloborodko Y.O.

<https://orcid.org/0000-0001-6984-1981>  
goloborobko.yana@gmail.com  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University;  
Altshevskih str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

##### Козина Ж.Л.

<http://orcid.org/0000-0001-5588-4825>  
zhanneta.kozina@gmail.com  
Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды;  
ул.Алчевских 29, Харьков, 61002, Украина.

##### Kozina Zh. L.

<http://orcid.org/0000-0001-55884825>  
zhanneta.kozina@gmail.com  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University;  
Altshevskih str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

##### Полищук С.Б. :

<http://orcid.org/0000-0001-8275-4567>  
staspolischuk@mail.ru;  
Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды;  
ул.Алчевских 29, Харьков, 61002, Украина.

##### Polishchuk S.B.

<http://orcid.org/0000-0001-8275-4567>  
polischuk1070@gmail.com  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University;  
Altshevskih str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

##### Чуприна А.И.

<http://orcid.org/0000-0001-8275-4567>  
staspolischuk@mail.ru;  
Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороды;  
ул.Алчевских 29, Харьков, 61002, Украина.

##### Chuprina A.I.

<http://orcid.org/0000-0001-8275-4567>  
staspolischuk@mail.ru  
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University;  
Altshevskih str. 29, Kharkov, 61002, Ukraine

##### Глядя С.А.,

доцент;  
<http://orcid.org/0000-0002-8546-4159>  
[glada.serg2008@gmail.com](mailto:glada.serg2008@gmail.com);  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
улица Кирпичева 2, Харьков, 61002, Украина.

##### Glyadya S.A.,

<http://orcid.org/0000-0002-85464159>  
glada.serg2008@gmail.com;  
National Technical University "Kharkov Polytechnic Institute",  
Kirpicheva street 2, Kharkov, 61002, Ukraine.

##### Васильев Ю.К.

<https://orcid.org/0000-0002-5090-242X>  
zhanneta.kozina@gmail.com;  
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
ул. Кирпичева, 2, г.Харьков, Украина

##### Vasilyev Yu.K.

<https://orcid.org/0000-0003-4789-1245>  
zhanneta.kozina@gmail.com  
The National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute",  
ul. Kirpicheva, 2, Kharkov, Ukraine