

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЕЧНОЙ КООРДИНАЦИИ, РАВНОВЕСИЯ И ВЕГЕТОСОСУДИСТОГО БАЛАНСА У ТАНЦОРОВ

Бредихина Ю.П.<sup>1</sup>, Капилевич Л.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

<sup>2</sup> Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

### РЕЗЮМЕ

Изучалась взаимосвязь характеристик мышечной координации, равновесия и вегетососудистого баланса у танцоров. Показана зависимость равновесия и координационных способностей от характера работы мышц и, в свою очередь, от вегетососудистого обеспечения деятельности. Методом корреляционного анализа подтверждены взаимосвязи координационных способностей с характеристиками биоэлектрической активности мышц и вегетососудистого обеспечения. Все изложенное позволяет рассматривать формирование мастерства в спортивных балльных танцах как единую функциональную систему, в которой чувство равновесия и координационные способности, определяющие уровень мастерства спортсменов, связаны с информационным полем зрительной и вестибулярной рецепции, с организацией сократительной активности мышц и вегетососудистым обеспечением деятельности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** координация, стабильность, электромиография, вегетососудистый баланс, танцы.

### Введение

Высокие достижения в современном спорте невозможны без объективного контроля функционального состояния организма спортсмена, учета физиологических закономерностей и механизмов управления двигательными действиями [1]. В последнее время большое внимание уделяется изучению физиологических основ регуляции двигательных действий у спортсменов [2, 3].

С изучением данных механизмов во многом связывают совершенствование спортивной техники и разработку новых подходов к тренировочному процессу. Однако преимущественно исследуются индивидуальные закономерности формирования двигательного стереотипа [4, 5]. В то же время в некоторых видах спорта большое значение имеют не только индивидуальные координационные способности спортсмена, но и умение работать в паре (фигурное катание, спортивные балльные танцы) [6–8].

В то же время работ научного и научно-методического характера, затрагивающих механизмы взаимодействия спортсменов в паре, очень мало. Таким образом, актуальным является исследование фи-

зиологических и биомеханических характеристик координационных способностей, нервно-мышечной системы, вегетативного обеспечения у танцоров.

Цель исследования – изучить взаимосвязь характеристик мышечной координации, равновесия и вегетососудистого баланса у танцоров.

### Материал и методы

Обследованы 120 студентов, занимающихся в студенческом клубе спортивного танца «Диамант-ТПУ». По уровню спортивной квалификации были выделены три группы. В первую группу вошли спортсмены высокой квалификации, имеющие класс В (18 человек, 9 девушек и 9 юношей), и А (12 человек, 6 девушек и 6 юношей) – группа мастеров. Вторую группу образовали спортсмены, находящиеся на этапе спортивного совершенствования, занимающиеся спортивными балльными танцами 2–4 года – средняя группа (класс С), 40 человек (20 девушек и 20 юношей). Третья группа была сформирована из начинающих танцоров, занимающихся на этапе начальной специализации (класс Н) – 2–4 мес, группа начинающих, 50 человек (25 девушек и 25 юношей). Все обследуемые были в возрасте 18–24 лет.

Проводился сравнительный анализ стабильностных показателей отклонения центра тяжести (ОЦТ)

✉ Капилевич Леонид Владимирович, e-mail: kapil@yandex.ru

в тестах Ромберга и при выполнении базового танцевального движения time-step (без отрыва пятки от пола) парой танцоров. Исследование выполнялось на стабилографическом анализаторе «Стабилан-1». Мышечная координация оценивалась методом электромиографии на компьютерном миографе «Нейросфот-4». Показатели вегетососудистого баланса оценивались методом кардиоинтервалографии. Полученные данные представлены в виде среднего  $X$  и ошибки среднего  $m$ . Для оценки достоверности различий выборок использовался критерий Манна-Уитни. Корреляционный анализ связи полученных данных был проведен с помощью непараметрического метода Спирмена.

## Результаты и обсуждение

Элементарным примером парных двигательных действий у танцоров является выполнение базового танцевального шага time-step без отрыва ноги.

При выполнении базового танцевального шага time-step без отрыва ноги в паре высококвалифицированные танцоры перемещают ОЦТ вначале в сторону одной ноги (правой), затем – другой (левой). Отсутствие излишних колебаний у пар высокого класса позволяет сделать вывод о гармоничном взаимодействии партнеров. Менее квалифицированные танцоры не могут показать такую гармонию взаимодействия, что отражается в наличии хаотичных перемещений ОЦТ.

В численных значениях при выполнении танцевального шага time-step показатели разброса амплитуды колебаний во фронтальной плоскости и площадь эллипса уменьшались с ростом квалификации танцоров ( $p < 0,05$ ). Значимые различия между характеристиками танцевального движения с открытыми и закрытыми глазами наблюдались в группе средней квалификации и в группе начинающих ( $p < 0,05$ ).

В группе начинающих различались оба показателя, в средней группе – только показатели разброса по фронтالي. Различия показателя разброса амплитуды колебаний по сагиттали наблюдались только при закрытых глазах ( $p < 0,05$ ). С ростом квалификации данные показатели увеличивались ( $p < 0,05$ ). В группе начинающих спортсменов при этом наблюдались различия между показателями при выполнении движения с открытыми и закрытыми глазами – показатель разброса по сагиттали был больше при закрытых глазах ( $p < 0,05$ ). Величина среднего разброса колебаний ОЦТ при выполнении танцевального движения time-step как с открытыми, так и с закрытыми глазами с ростом квалификации спортсменов увеличивалась ( $p < 0,05$ ). Величина же средней скорости перемещения ОЦТ уменьшалась с ростом квалификации спортсменов ( $p < 0,05$ ).

Различия показателей средней линейной скорости наблюдались только при закрытых глазах ( $p < 0,05$ ). С ростом квалификации данные показатели увеличивались ( $p < 0,05$ ). Величины средней угловой скорости значительно различались в вариантах выполнения движения ( $p < 0,05$ ) – с ростом квалификации угловая скорость уменьшалась при открытых глазах и увеличивалась при выполнении движения с закрытыми глазами в группе мастеров, при этом в средней группе данный показатель уменьшался по сравнению с показателями остальных групп ( $p < 0,05$ ). В группе начинающих спортсменов наблюдались различия между показателями выполнения движения с открытыми и закрытыми глазами на 27% ( $p < 0,05$ ).

При выполнении базового танцевального шага time-step без отрыва ноги характер электрической активности в группах был различен. У спортсменов группы начинающих преобладают дизритмичные всплески активности, что снижает эффективность выполнения движения. У спортсменов группы средней квалификации биоэлектрическая активность выше, но по-прежнему сохраняются признаки дезорганизации и асинхронности – наблюдаются несколько разрозненных всплесков активности различной длительности и амплитуды.

Ситуация принципиально меняется при анализе электромиограммы спортсмена группы мастеров. Отмечаются признаки синхронизации биоэлектрической активности, формируется одна всплеска с плавным нарастанием и спадом. В группе мастеров также достоверно ниже была общая длительность периода электрической активности мышц. Все это можно расценить как признаки внутримышечной координации.

Численные значения показатели средней амплитуды сокращений прямых мышц бедра были максимальны в группе мастеров ( $p < 0,05$ ), при этом слева этот показатель преобладал. В группе начинающих средняя амплитуда сокращения была минимальна, а различий между сокращениями левой и правой мышц не наблюдалось. Средняя частота осцилляций также увеличивалась с ростом квалификации спортсмена ( $p < 0,05$ ).

Все вышеописанные физиологические изменения в организме спортсменов, естественно, сопровождаются перестройкой системы вегетативного обеспечения деятельности. Причем перестройка этой системы происходит нелинейно, на разных этапах тренировки в нее вовлекаются различные механизмы.

У начинающих спортсменов отмечали низкий уровень напряжения адаптации, избыточную вегетативную реактивность и низкий уровень утомления.

Такая картина в общем-то типична для здорового, но нетренированного человека.

У танцоров среднего уровня развивается перенапряжение и гиперреактивность вегетососудистой системы, для них характерны высокий уровень утомления и длительный период восстановления. Все это свидетельствует, что «цена адаптации» на данном этапе самая высокая, и эти спортсмены находятся в группе риска срыва адаптации. По-видимому, формирование двигательных навыков на данном этапе опережает развитие систем вегетативного обеспечения. Спортсмены среднего уровня требуют самого пристального внимания тренеров и спортивных врачей, так как нарушение режима тренировок и перегрузки легко могут привести к перенапряжению и срыву адаптации.

Дальнейший рост спортивной квалификации сопровождается снижением уровня напряжения, формированием нормотонической реакции на нагрузку и сокращением восстановительного периода.

Для уточнения роли вегетососудистого баланса в обеспечении координации двигательных действий спортсменов был проведен корреляционный анализ связи полученных данных. Была обнаружена связь показателей электромиографии и стабильности при выполнении спортсменами базового танцевального шага time-step.

У юношей группы мастеров при выполнении базового танцевального шага time-step без отрыва и с отрывом ноги происходит формирование корреляционных связей между стабильностными показателями «разброс по фронтоли» с показателем ЭМГ (рис. 1): средняя амплитуда ( $R = -0,85$  и  $R = -0,87$  соответственно) и средняя частота ( $R = -0,83$  и  $R = -0,82$  соответственно) сокращения прямых мышц бедра справа и средняя амплитуда сокращения прямых мышц бедра слева ( $R = -0,81$  и  $R = -0,83$  соответственно).

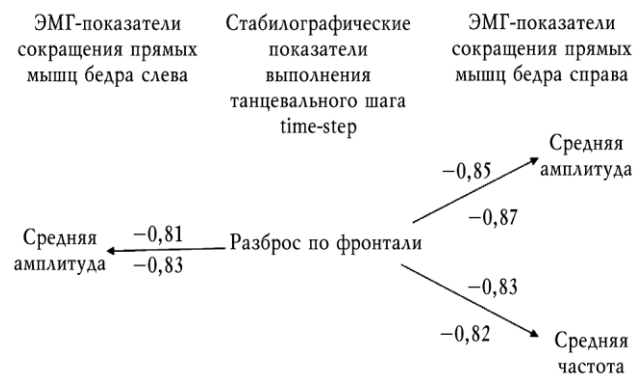


Рис. 1. Корреляционные связи показателей электромиографии и стабильности при выполнении юношами группы мастеров ба-

зового танцевального шага time-step без отрыва (показатель над стрелкой) и с отрывом ноги, пятки (показатель под стрелкой)

У девушек этой же группы была обнаружена корреляционная связь между показателем «разброс по сагиттали» и показателем «средняя амплитуда сокращения прямых мышц бедра справа» ( $R = -0,83$  и  $R = -0,81$  соответственно) и средняя частота сокращения прямых мышц бедра слева ( $R = -0,83$  и  $R = -0,80$  соответственно). В средней группе также были обнаружены корреляционные связи у юношей между разбросом по фронтоли и средней амплитудой сокращения прямых мышц правого ( $R = 0,60$  при выполнении шага без отрыва ноги и  $R = 0,67$  – с отрывом) и левого бедра ( $R = -0,73$ ;  $R = 0,63$  соответственно).

У девушек: между разбросом по сагиттали и так же средней амплитудой сокращения прямых мышц правого ( $R = 0,61$  при выполнении шага без отрыва ноги и  $R = 0,64$  – с отрывом) и левого бедра ( $R = 0,71$ ). В группе начинающих таких корреляционных связей не обнаружено (рис. 2). В группе мастеров была получена сильная корреляция ( $|R| > 0,75$ ), в средней группе – умеренная ( $0,25 < |R| < 0,75$ ). Таким образом, координационные способности выполнения танцевальных движений зависят от уровня развития нервно-мышечного аппарата спортсмена.

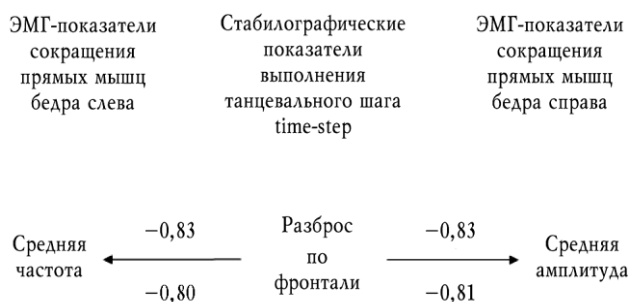


Рис. 2. Корреляционные связи показателей электромиографии и стабильности при выполнении девушками группы мастеров базового танцевального шага time-step без отрыва (показатель над стрелкой) и с отрывом ноги, пятки (показатель под стрелкой)

Кроме того, в группе мастеров были обнаружены корреляционные связи между показателями стабильности в тесте Ромберга, кардиоинтервалографии и реографии. Такие показатели теста Ромберга с открытыми глазами, как разброс по фронтоли ( $R = 0,72$ ), разброс по сагиттали ( $R = 0,78$ ), коэффициент асимметрии относительно нуля по фронтоли ( $R = 0,72$ ), коррелировали с показателем кардиоинтервалографии – продолжительностью RR-интервала в ортостатической пробе. В то же время продолжительность RR-интервала в ортостатической пробе коррелировала

с показателем реовазографии – АЧП слева у мужчин ( $R = 0,86$ ) и справа у женщин ( $R = 0,83$ ) ( $p < 0,05$ ) (рис. 3).



Рис. 3. Корреляционная связь показателей стабильности (тест Ромберга), кардиоинтервалографии и реовазографии у юношей группы мастеров

Полученные результаты свидетельствуют о значительной зависимости равновесия и координационных способностей от характера работы мышц и, в свою очередь, от вегетососудистого обеспечения деятельности.

## Заключение

У начинающих спортсменов, занимающихся спортивными бальными танцами, преобладает координация движений, выполняемых индивидуально, тогда как у танцоров высокой квалификации лучше развита координация движений, выполняемых в паре. У спортсменов среднего уровня индивидуальная координация нарушается вследствие появления половых различий построения движений, а парная координация еще не сформирована. Формирование навыков двигательной координации в паре у танцоров на среднем уровне мастерства происходит за счет возрастания биоэлектрической активности мышц нижних конечностей, а у спортсменов высшей квалификации вовлекаются механизмы межмышечной координации. Для спортсменов среднего уровня характерно перенапряжение и гиперреактивность вегетососудистой системы, высокий уровень утомления и длительный период восстановления. Дальнейший рост спортивной квали-

фикации сопровождается снижением уровня напряжения, нормотонической реакцией на нагрузку и сокращением восстановительного периода.

Методом корреляционного анализа были подтверждены взаимосвязи координационных способностей с характеристиками биоэлектрической активности мышц и вегетососудистого обеспечения.

Все изложенное позволяет рассматривать формирование мастерства в спортивных бальных танцах как единую функциональную систему, в которой чувство равновесия и координационные способности, определяющие уровень мастерства спортсменов, связаны с информационным полем зрительной и вестибулярной рецепции, с организацией сократительной активности мышц и вегето-сосудистым обеспечением деятельности.

## Литература

1. Капилевич Л.В. Физиологический контроль технической подготовки спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2010. № 11. С. 12–15.
2. Бредихина Ю.П., Тихонова А.В., Путинцева Е.В., Капилевич Л.В. Электромиографическая характеристика движений танцоров в зависимости от пола и спортивной квалификации // Бюл. сиб. медицины. 2012. Т. 11, № 3. С. 160–162.
3. Костюнина Л. И., Колесник И.С. Влияние двигательной памяти на результативность спортивной подготовки // Теория и практика физической культуры. 2010. № 4. С. 66–68.
4. Капилевич Л.В. Физиологические механизмы координации движений в безопорном положении у спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2012. № 7. С. 45–48.
5. Moritani T. Electrophysiology and kinesiology for health and disease // Journal of Electromyography and Kinesiology. 2005. Vol. 15 (3). P. 240–255.
6. Капилевич Л.В., Тихонова А.В., Путинцева Е.В. Сравнительный электромиографический анализ движений танцоров различной квалификации // Вестн. Том. гос. ун-та. 2011. № 348. С. 120–121.
7. Тихонова А.В., Капилевич Л.В., Бредихина Ю.П., Андреев В.И. Совершенствование техники в спортивных бальных танцах в аспекте биомеханического анализа // Теория и практика физической культуры. 2008. № 7. С. 19–23.
8. Якунина Е.Н., Капилевич Л.В. Влияние занятий парным коллективным танцем на функциональное состояние системы кровообращения // Вестн. Том. гос. ун-та. 2012. № 357. С. 179–181.

Поступила в редакцию 18.09.2013 г.

Утверждена к печати 09.10.2013 г.

Бредихина Ю.П. – канд. мед. наук, ст. преподаватель кафедры физвоспитания ТПУ (г. Томск).

Капилевич Л.В. (✉) – д-р мед. наук, профессор кафедры биофизики и функциональной диагностики СибГМУ, профессор кафедры СД НИ ТПУ (г. Томск).

## RELATIONSHIP OF CHARACTERISTICS OF MUSCULAR COORDINATION, BALANCE AND THE OF THE VEGETATIVE-VASCULAR DEPENDENTS ON DANCERS

Bredikhina Yu.P.<sup>1</sup>, Kapilevich L.V.<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

### ABSTRACT

Study the relation between the characteristics of muscle coordination, balance, and - vegetative-vascular balance on dancers. The dependence of balance and coordination abilities of the nature of the muscle and, in turn, from the vegetative-vascular support activities. The method of correlation analysis were confirmed by the relationship of coordination abilities with the characteristics of the bioelectrical activity of the muscles and vegetative-vascular support. All the above allows us to consider the formation of skills in ballroom dancing as a single functional system, in which the sense of balance and coordination abilities that determine the skill level of athletes associated with the information field of visual and vestibular reception, to the organization of the contractile activity of muscles and vegetative-vascular maintenance activities.

**KEY WORDS:** coordination, stabilography, electromyography, vegetative-vascular balance, dancing.

*Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 6, pp. 12–16*

### References

1. Kapilevich L.V. *Theory and practice of physical culture*, 2010, no. 11, pp. 12–15 (in Russian).
2. Bredikhina Yu.P., Tikhonova A.V., Putintseva E.V., Kapilevich L.V. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2012, vol. 11, no. 3, pp. 160–162 (in Russian).
3. Kostyunina L.I., Kolesnik I.S. *Theory and practice of physical culture*, 2010, no. 4, pp. 66–68 (in Russian).
4. Kapilevich L.V. *Theory and practice of physical culture*, 2012, no. 7, pp. 45–48 (in Russian).
5. Moritani T. Electrophysiology and kinesiology for health and disease. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2005, vol. 15 (3), pp. 240–255.
6. Kapilevich L.V., Tikhonova A.V., Putintseva E.V. *Herald of Tomsk State University*, 2011, no. 348, pp. 120–121.
7. Tikhonova A.V., Kapilevich L.V., Bredikhina Yu.P., Andreev V.I. *Theory and practice of physical culture*, 2008, no. 7, pp. 19–23.
8. Yakunina E.N., Kapilevich L.V. *Herald of Tomsk State University*, 2012, no. 357, pp. 179–181.

**Bredikhina Yu.P.**, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation.

**Kapilevich L.V.** (✉), Siberian State Medical University, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation.

✉ Kapilevich Leonid V., e-mail: kapil@yandex.ru