

Взаимосвязь показателей статодинамической устойчивости и техники двигательных действий квалифицированных спортсменов в синхронном плавании

Национальный университет физического воспитания и спорта Украины (г. Киев)

Постановка научной проблемы и ее значение. До настоящего времени вопросы статодинамической устойчивости тела человека достаточно обширно представлены в специальной научно-методической литературе [1; 6]. Среди специалистов нет противоречий в отношении необходимости постоянного совершенствования способности спортсмена удерживать устойчивое положение тела в различных условиях реализации программы движения [2; 6; 9]. В этой связи проводятся исследования в отношении изучения глобальных и узкоспециализированных критериев оценки статодинамической устойчивости тела спортсмена [2]. При этом проблемным вопросом остается унификация получаемых показателей и разработка референтных значений по каждому из них, в том числе для различных групп занимающихся (пол, возраст, спортивная специализация, квалификация и т. д.).

Необходимо отметить, что учеными проведена фундаментальная работа относительно оценки показателей статодинамической устойчивости в различных видах спорта [1; 2; 6; 9]. Как правило, подобная информация ограничивается описательной частью получаемых характеристик без рассмотрения их влияния на спортивную технику в том или ином виде спорта.

Синхронное плавание – вид спорта со сложнокоординационной структурой движения. Удержание равновесного положения тела спортсменов в условиях водно-воздушной среды – одна из сложнейших задач [4; 5]. Безоговорочно то, что устойчивое положение тела спортсменки зависит от ряда факторов, одними из которых является техника двигательных действий, в частности гребковые движения, о чем указывалось в работах [3; 4], а также состояние вестибулярного анализатора спортсменки, количественное выражение которого отражают показатели статодинамической устойчивости тела, регистрируемые на стабилोगрафе.

В специальной научно-методической литературе нам не удалось обнаружить данные, количественно подтверждающие взаимосвязь в сложнокоординационных видах спорта показателей статодинамической устойчивости тела спортсменов и их техники двигательных действий. Рассмотрение данного вопроса позволит расширить существующие представление относительно влияния на спортивную технику состояния вестибулярного анализатора и конкретных количественных критериев оценки статодинамической устойчивости.

Связь работы с научными планами, темами. Работа выполнена по теме 2.32 «Техническая подготовка квалифицированных спортсменов на основе рационализации техники выполнения соревновательных упражнений» (номер государственной регистрации – №0116U002571).

Цель исследования – изучить взаимосвязь показателей статодинамической устойчивости тела квалифицированных спортсменов, специализирующихся в синхронном плавании, с их спортивным результатом.

Методы исследования – теоретический анализ и обобщение данных специальной научно-методической литературы, анализ соревновательной деятельности, стабилोगрафия, методы регистрации и анализа движений тела человека, а также методы математической статистики. В исследованиях приняли участия квалифицированные спортсменки в возрасте 10 – 11 лет (n=16).

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования. Для изучения и оценки показателей статодинамической устойчивости тела спортсменок, специализирующихся в синхронном плавании, применялись пробы Ромберга (простая и сложная), которые выполнялись спортсменками с открытыми и закрытыми глазами.

Результаты экспериментальных исследований статодинамической устойчивости тела спортсменок 10–11 лет, специализирующихся в синхронном плавании, характеризуются неоднозначностью полученных показателей, в соответствии с которыми выборка не является однородной (по различным показателям коэффициент вариации превышает 30–40 % и выше).

Вместе с тем более детальный анализ показал, что в общей выборке можно выделить две группы спортсменок, в каждой из которой имеются общие признаки по показателям статодинамической устойчивости. В частности речь идет о амплитудно-частотных характеристиках, длине траектории общего центра давления (ОДЦ) тела, линейной скорости ее перемещения, а также качестве функции равновесия. По данным показателям внутри каждой группы наблюдается общая тенденция, определяющая однородность выборки.

По остальным показателям регистрируемым на стабиллографе, получены разнородные значения, не подлежащие однозначному обобщению и анализу с последующим выделением общих закономерностей. Следовательно, такие показатели отражают сугубо индивидуальную характеристику состояния вестибулярного анализатора.

В первой группе (обозначение «первая» группа принято условно) амплитуда колебания ОЦД тела спортсменок при выполнении простой пробы Ромберга с открытыми глазами во фронтальной плоскости составляет 3,41 мм ($S=1,26$), в сагиттальной – 4,15 мм ($S=2,19$). Полученные данные указывают, что балансирование осуществляется преимущественно на средних частотах.

Длина траектории ОЦД тела во фронтальной и сагиттальной плоскостях составляет 147,17 мм ($S=8,21$) и 182,37 мм ($S=18,63$) соответственно. Соотношение этих показателей составляет 1:1,25. Линейная скорость перемещения ОЦД тела – 12,11 мм·с⁻¹ ($S=2,68$). Качество функции равновесия при этом составляет в среднем 70,3 % ($S=10,13$).

У спортсменок, объединенных по общим признакам статодинамической устойчивости во вторую группу, получены несколько иные показатели, а именно: амплитуда колебаний ОЦД тела во фронтальной плоскости составила 4,51 мм ($S=1,22$), в сагиттальной – 5,15 мм ($S=1,83$). Процесс балансирования осуществляется преимущественно на низких частотах.

Длина траектории ОЦД тела во фронтальной плоскости – 203,89 мм ($S=17,11$), а в сагиттальной – 291,56 мм ($S=35,06$), при этом соотношение этих показателей – 1:1,43. Линейная скорость перемещения ОЦД тела у данных спортсменок составляет в среднем 18,26 мм·с⁻¹ ($S=1,68$). Качество функции равновесия при этом составляет 49,17 % ($S=6,85$).

Между указанными выше показателями амплитуды колебаний ОЦД тела спортсменок двух групп статистически значимых отличий не выявлено, вместе с тем полученные значения указывают на тенденцию к уменьшению этих показателей в первой группе и их увеличение во второй. По остальным представленным показателям статодинамической устойчивости тела спортсменок двух групп получены статистически значимые отличия ($p<0,05$).

Необходимо отметить, что при выполнении пробы Ромберга с закрытыми глазами показатели устойчивости у спортсменок как в первой, так и во второй группе заметно ухудшаются, что может объясняться значительным влиянием зрительного анализатора на процесс регуляции позы тела спортсменок.

В условиях зауженной опоры (усложненная проба Ромберга с открытыми глазами) у спортсменок первой группы отмечаются менее выраженные ухудшения в показателях статодинамической устойчивости тела, чем у спортсменок второй группы.

Так, в первом случае амплитуда колебаний ОЦД тела во фронтальной плоскости составила 4,74 мм ($S=1,54$), в сагиттальной – 4,66 мм ($S=1,84$), длина траектории ОЦД тела на опоре во фронтальной плоскости – 318,34 мм ($S=50,25$), в сагиттальной – 408,56 мм ($S=62,84$), а соотношение – 1:1,28. Линейная скорость перемещения ОЦД тела у данных спортсменок и качество функции равновесия в данных условиях составляют в среднем 28,87 мм·с⁻¹ ($S=3,95$) и 27,3 % ($S=6,07$) соответственно.

Во второй группе результаты тестов имели следующий вид: амплитуда колебаний ОЦД тела во фронтальной плоскости – 7,58 мм ($S=2,91$), в сагиттальной – 6,41 мм ($S=1,9$), длина траектории ОЦД тела во фронтальной плоскости – 621,16 мм ($S=37,77$), в сагиттальной – 940,76 мм ($S=29,85$), их соотношение – 1:1,51. Линейная скорость перемещения ОЦД тела у данной группы спортсменок, а также и качество функции равновесия на зауженной опоре составляют в среднем 51,54 мм·с⁻¹ ($S=9,55$) и 9,19 % ($S=3,02$) соответственно.

Между группами по показателям длины траектории ОЦД тела (в двух плоскостях), линейной скорости, а также качества функции равновесия получены статистически значимые отличия ($p<0,05$).

При выполнении данной пробы с закрытыми глазами отмечается значительное ухудшение показателей статодинамической устойчивости тела у спортсменок двух групп, что в очередной раз подтверждает важную роль в поддержании равновесия зрительного анализатора.

Таким образом, спортсменки условно названной первой группы по отдельным показателям статодинамической устойчивости тела имеют лучшие результаты, чем во второй группе.

Интересен и тот факт, что у спортсменок первой группы результаты, показанные в воде (удержание заданной позы, выполнение доступной сложности фигур и т. д.), также выше, чем во второй, о чем свидетельствуют судейские оценки, а также дополнительные критерии оценки выполнения программ движений в воде [3].

Уровень подготовленности спортсменок, входящих в первую и вторую группы, который определялся в соответствии с учебной программой для ДЮСШ, СДЮШОР, ШВСМ и СУУСП [7], не имел статистически значимых отличий ($p>0,05$), что позволяет говорить о вероятном влиянии на ре-

зультат выполняемых двигательных действий показателей статодинамической устойчивости тела спортсменов.

Для проверки данной гипотезы нами проведен корреляционный анализ между показателями статодинамической устойчивости тела спортсменов (результаты простой пробы Ромберга с открытыми глазами) и их спортивными результатами (баллы, полученные за выполнение фигур: общая оценка (за выполнение четырех фигур обязательной программы); за выполнение одной фигуры «Балетная нога»; оценки за дополнительные критерии) (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная матрица взаимосвязей между показателями статодинамической устойчивости тела спортсменов 10–11 лет и их спортивным результатом ($n=16$)

Спортивный результат и показатели статодинамической устойчивости тела спортсменов	Баллы, общие за 4 фигуры	Баллы, фигура «Балетная нога»	Баллы, дополнительные критерии	Q(x)	Q(y)	v	EIS	LX	LY	КФР
Баллы, общие за 4 фигуры										
Баллы, фигура «Балетная нога»	0,88									
Баллы, дополнительные критерии	0,86	1,00								
Q(x)	-0,66	-0,79	-0,79							
Q(y)	-0,58	-0,38	-0,36	0,57						
v	-0,30	-0,56	-0,57	0,49	-0,19					
EIS	-0,78	-0,67	-0,65	0,82	0,92	0,07				
LX	-0,20	-0,43	-0,43	0,44	-0,27	0,94	0,00			
LY	-0,35	-0,63	-0,64	0,47	-0,14	0,97	0,11	0,83		
КФР, %	0,30	0,54	0,55	-0,47	0,20	-1,00	-0,06	-0,95	-0,96	

Примечания. Q(x) – амплитуда колебаний ОЦД тела во фронтальной плоскости, мм; Q(y) – амплитуда колебаний ОЦД тела в сагиттальной плоскости, мм; v – линейная скорость перемещения ОЦД тела, мм·с⁻¹; EIS – площадь эллипса, м²; LX – длина траектории ОЦД тела во фронтальной плоскости, мм; LY – длина траектории ОЦД тела в сагиттальной плоскости, мм; КФР – качество функции равновесия, %.

Результаты корреляционного анализа показывают, что между показателями статодинамической устойчивости тела и спортивным результатом спортсменов 10–11 лет существует определенная связь, отражающая тенденцию, в соответствии с которой при повышении спортивного результата (повышаются баллы за общую оценку за четыре фигуры, за фигуру «Балетная нога», за дополнительные критерии оценки) уменьшаются показатели амплитуды колебаний ОЦД тела на опоре, снижается линейная скорость перемещения ОЦД, длинна ее траектории как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях, уменьшается площадь эллипса. При этом с увеличением полученных оценок увеличивается интегральный показатель характеризующий состояние вестибулярного анализатора – качество функции равновесия.

Корреляционный анализ между показателями статодинамической устойчивости спортсменов 10–11 лет в простой пробе Ромберга с закрытыми глазами, а также в усложненной пробе Ромберга (глаза открыты и закрыты) и их спортивным результатом указывает на аналогичную тенденцию.

Интересным фактом является то, что в наиболее сложных условиях (усложненная проба Ромберга с закрытыми глазами) взаимосвязь между отмеченными показателями наибольшая. Например, коэффициент корреляции между спортивным результатом и между линейной скоростью перемещения ОЦД тела находится в пределах -0,73, длинной траектории ОЦД во фронтальной плоскости -0,72, длинной траектории ОЦД в сагиттальной – -0,73 т. д.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Установленный научный факт свидетельствует о важной роли вестибулярного анализатора при решении двигательных задач в сложных

умовлях статодинамічної стійкості тіла спортсмена, в частині в умовах водно-воздушно-душної середовища.

Отримані результати не во всіх випадках вказують на тісну зв'язь між показателями, а свідчать лише о наявності явно вираженої тенденції.

В цій зв'язі в перспективі дальніших досліджень входить визначення взаємозв'язей між спортивним результатом і показателями статодинамічної стійкості спортсменів різної кваліфікації (КМС, МС, МСМК), спеціалізуються в синхронному плаванні з метою формулювання аргументованих висновків стосовно зв'язі між реалізацією заданої програми руху і станом вестибулярного аналізатора спортсменів.

Источники и литература

1. Болобан В. Системная стабиллография: методология и методы измерения, анализа и оценки статодинамической устойчивости тела спортсмена и системы тел / В. Болобан, Ю. Литвиненко, Т. Нижниковски // Наука в олимп. спорте. – 2012. – № 1. – С. 27–35.
2. Болобан В. Н. Регуляция позы тела спортсмена : монография / В. Н. Болобан. – Киев : НУФВСУ, изд-во «Олимп. лит.», 2013. – 232 с.
3. Гордеева М. В. Техніка рухових дій спортсменів, які спеціалізуються у синхронному плаванні на етапі попередньої базової підготовки : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту : 24.00.01 / Гордеева Марія Володимирівна ; НУФВСУ. – К., 2015. – 19 с.
4. Литвиненко Ю. В. Кинематические особенности техники двигательных действий в сложных условиях статодинамической устойчивости тела спортсменок, специализирующихся в синхронном плавании / Ю. В. Литвиненко, М. В. Гордеева // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2014. – Вип. 14. – С. 108–112.
5. Максимова М. Н. Теория и методика синхронного плавания : учеб. для образоват. учреждений высш. проф. образования, осуществляющих образоват. деятельность по направлению 034300.62 : рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. физ. культуры / М. Н. Максимова. – М. : Сов. спорт, 2012. – 304 с.
6. Садовски Е. Регуляция позы юных спортсменов при решении двигательных задач на устойчивость тела в равновесии / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски, А. Масталез // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 8. – С. 37–42.
7. Синхронне плавання : навч. прогр. для ДЮСШ, СДЮШОР, ШВСМ, СНЗСП / ред. О. П. Моргушенко ; МУССМС, Республіканський науково-методичний кабінет, Федерація синхронного плавання України. – К., 2011. – 146 с.
8. Dawn Pawson Bean. Synchronized Swimming: An American History / Dawn Pawson Bean, Stephen Corey. – U.S.A. : McFarland & Company, 2005. – 320 p.
9. Sadowski J. Center of Pressure and Center of Mass Estimation during Athletes' Equilibrium Regulation / J. Sadowski, W. Boloban, T. Niznikowski, W. Wiszniowski, A. Mastalerz, E. Niznikowska // Research Yearbook. – 2006. – Vol. 12. – № 1. – P. 80–84

Аннотации

Влияние состояния вестибулярного анализатора на реализацию заданной программы спортивных движений является актуальным вопросом. Целью исследования было изучение взаимосвязей между показателями статодинамической устойчивости тела квалифицированных спортсменок, специализирующихся в синхронном плавании и их спортивным результатом. Используемые методы исследования – анализ данных специальной научно-методической литературы, анализ соревновательной деятельности, стабиллография, методы регистрации и анализа движений тела человека, методы математической статистики. Установлено, что между показателями статодинамической устойчивости тела и спортивным результатом спортсменок 10–11 лет существует связь, отражающая тенденцию, в соответствии с которой при повышении спортивного результата уменьшаются показатели амплитуды колебаний общего центра давления (ОЦД) тела на опоре, снижается линейная скорость перемещения ОЦД, длина ее траектории, уменьшается площадь эллипса, увеличивается качество функции равновесия. Планируется проведение подобных исследований с участием спортсменок более высоких спортивных разрядов.

Ключевые слова: синхронное плавание, техника, статодинамическая устойчивость, равновесие.

Юрій Литвиненко. Взаємозв'язок показників статодинамічної стійкості та техніки рухових дій кваліфікованих спортсменок у синхронному плаванні. Вплив стану вестибулярного аналізатора на реалізацію заданої програми спортивних рухів є актуальним питанням. **Мета дослідження** – вивчення взаємозв'язків між показниками статодинамічної стійкості тіла кваліфікованих спортсменок, які спеціалізуються в синхронному плаванні, та їх спортивним результатом. **Методи дослідження** – аналіз даних спеціальної науково-методичної літератури, аналіз змагальної діяльності, стабілографія, методи реєстрації та аналізу рухів тіла людини, методи математичної статистики. Установлено, що між показниками статодинамічної стійкості тіла й спортивним результатом спортсменок 10–11 років існує зв'язок, що відображає тенденцію, відповідно до якої при підвищенні спортивного результату зменшуються показники амплітуди коливань загального центру тиску (ЗЦТ) тіла на опорі, знижується лінійна швидкість переміщення ЗЦТ, довжина її траєкторії, зменшується площа еліпса, збільшується якість функції рівноваги. Планується проведення подібних досліджень за участю спортсменок вищих спортивних розрядів.

Ключові слова: синхронне плавання, техніка, статодинамічна стійкість, рівновага.

Yuriy Lytvynenko. Interrelation of Indices of Static and Dynamic Stability and Technique of Motor Actions of Qualified Female Athletes in Synchronized Swimming. *The influence of vestibular apparatus condition on realization of the given program of sports movements is the topical issue. The **objective** of the research was studying the interrelations between the indices of static-dynamic stability of bodies of skilled female athletes who are specialized in synchronized swimming and their sports results. **Methods** of the research: analysis of scientific-methodical literature data, analysis of competitive activity, stabilography, methods of registration and analyses of human body movements, methods of mathematical statistics. It is proved there is the relation between statodynamic body endurance indicators and sports results of 10–11 years of female athletes. It reflects the tendency which shows that with the increase of sports results the indicators of vibration amplitude of the body general pressure center (GPC) decreases the lining speed of GPC movement and length of its trajectory. The square of ellipse decreases and balance function quality increases. The similar research with the participation of female athletes of higher sports grades is planned.*

Key words: *synchronized swimming, technique, static-dynamic stability, balance.*