

УДК 796.012.412.7

**ОЦЕНКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ПЛАВАНИИ**

И. Ю. Костючик,

Н. Г. Кручинский, д-р мед. наук, доцент,

Учреждение образования «Полесский государственный университет»

Аннотация

Представленная статья содержит информацию об уровнях развития двигательного потенциала спортсменов, специализирующихся в плавании и имеющих различную квалификацию. В ней сделана попытка оценки системы управления движениями: функциональная подготовленность, координационные способности и кинестетическая чувствительность. В ходе обследования были использованы стабиллографические измерения 147 спортсменов, специализирующихся в плавании, различного уровня спортивного мастерства с обработкой и анализом полученных результатов методами математической статистики.

**ASSESSMENT OF THE MOVEMENT MANAGEMENT SYSTEM
OF HIGHLY SKILLED FEMALE ATHLETES WHO SPECIALISE IN SWIMMING**

Abstract

This article provides information on the levels of motor development of female swimmers with different qualifications. There is an attempt to assess the movement control

system: functional ability, coordination ability and kinesthetic sensitivity. Stabilographic measurements of 147 female swimmers of different skill levels were used during the survey in order to process and analyse the results using the methods of mathematical statistics.

Введение

Уровень спортивного мастерства атлета определяется по качественным характеристикам уровня его функциональной подготовленности, который служит биологической основой тренировочного процесса.

В середине XIX века немецкий врач Ромберг показал, что межмышечная координация при вертикальном положении тела является показателем функционального статуса организма человека [8].

Развитие физических качеств представляет собой процесс взаимодействия различных систем организма: вестибулярной, мышечной, сенсомоторной, проприоцептивной и др. По мнению Н. Д. Граевской, потеря тренированности это, прежде всего, нарушение установившегося регулирования, что может проявляться в дискоординации функций и изменении показателей функциональной подготовленности [2, 5].

В теории управления движениями человека первоначальная задача состоит из определения внутренней структуры и правильной организации взаимодействия различных частей этой многокомпонентной системы. Следовательно, возможность исследования системы управления движениями спортсмена позволяет выделить, во-первых, как отдельные важные параметры, так и закономерности взаимосвязи свойств двигательных способностей и, во-вторых, кинестетическую чувствительность и мышечную синергию, а также развитие мышц – стабилизаторов тела человека [7].

В ранее проведенных исследованиях подтверждается возможность оценки функционального состояния человека с использованием различных стабилеографических показателей. Как правило, для оценки функционального состояния спортсмена в исследованиях используется интегральный показатель качества функции равновесия (КФР) [6], который характеризует распределение векторов скорости движения центра давления человека на опорную поверхность стабилеографической платформы и является наименее вариабельным по сравнению с другими стабилеографическими показателями, например, площадью статокинезиграммы (S), длиной (L), скоростью перемещения центра давления (V) и др.

Профессиональная спортивная деятельность требует не только развития физических качеств (силы, выносливости, скорости, гибкости), но предполагает повышенные требования к центральной нервной системе человека, особенно хорошего взаимодействия вестибулярной и проприоцептивной систем.

С учетом вышеизложенного целью исследования явилась оценка возможности стабилометрии как метода анализа системы управления движениями спортсменов, специализирующихся в плавании.

Методы и организация исследования

В период с 2017 по 2019 годы было выполнено комплексное обследование спортсменов, занимающихся плаванием, находящихся в рамках учебно-тренировочных сборов на базе спортивного комплекса Полесского государственного университета. В обследовании принимали участие 29 мастеров спорта, 58 кандидатов в мастера спорта и 60 девушек, имеющих 1-й взрослый разряд. Всего было обследовано 147 спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в плавании.

Уровень развития двигательных возможностей для пловцов различной квалификации количественно определялся в тестах, производимых на стабилеографической платформе с биологической обратной связью «Стабилан-01». С этой целью выполнялся усложненный тест Ромберга: проба с открытыми глазами, где испытуемый считал круги белого цвета на мониторе компьютера, и проба с закрытыми глазами, в которой велся подсчет звуковых сигналов. Основная цель теста заключалась в оценке реакции человека на ограничение потока внешней информации при закрывании глаз. Заключительным тестом обследования являлся тест с эвольвентой, являющийся методикой оценки качества следящего движения.

Постуральные характеристики спортсменов оценивались по следующим показателям статокинезиограммы: L, S и V [7].

Оценки уровня развития системы управления движениями спортсменов, специализирующихся в плавании, где достижения связаны с проявлениями специальных двигательных навыков (чувство воды, чувство ритма, ориентация тела в пространстве и его баланс), использовались величины коэффициента функционального равновесия, который демонстрирует потенциал сенсомоторной функции организма. Этот интегральный показатель выявляет точность работы механизма афферентных импульсов, которые поступают от рецепторов мышц и сухожилий. Усложненный тест Ромберга дает возможность функциональной оценки работы нескольких сенсорных систем: проприоцептивной, зрительной, вестибулярного аппарата [7].

Тест с открытыми глазами позволяет нам оценить общий уровень развития координационных способностей, тогда как тест с закрытыми глазами – демонстрирует работу проприоцептивной сенсорной системы, без включения зрительного анализатора, что важно в соревновательной деятельности на различных уровнях спортивного мастерства.

Зрительная, вестибулярная и проприоцептивная афферентация выполняют контролирующую функцию, которая реализуется при изменениях тонуса мышц, отвечающих за позную устойчивость, что и обеспечивает поддержание вертикального положения тела.

Принимая во внимание значимость многосторонней оценки показателей функциональной подготовленности спортсменов в циклических видах спорта, исследование показателей статокинетической устойчивости как важнейшего аспекта их адаптации к физическим нагрузкам приобретает в настоящее время особую актуальность [3, 4].

С учетом вышеизложенного нами за основу были выбраны интегративные значения показателя КФР с открытыми и закрытыми глазами в тесте Ромберга, а также суммарная ошибка во фронтальной и сагиттальной площади в тесте с эвольвентой. Еще один, на наш взгляд, весьма важный критерий – это площадь эллипса в усложненном тесте Ромберга. Он характеризует рабочую площадь опоры человека без так называемых петель и случайных выбросов.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с помощью пакета прикладных программ «Statistica 6.0» и основывалась на вычислении парного t-критерия Стьюдента зависимых совокупностей для каждого параметра в отдельности и корреляционных связей исследуемых параметров [1].

Полученные результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показаны результаты динамики интегрального показателя КФР пловцов.

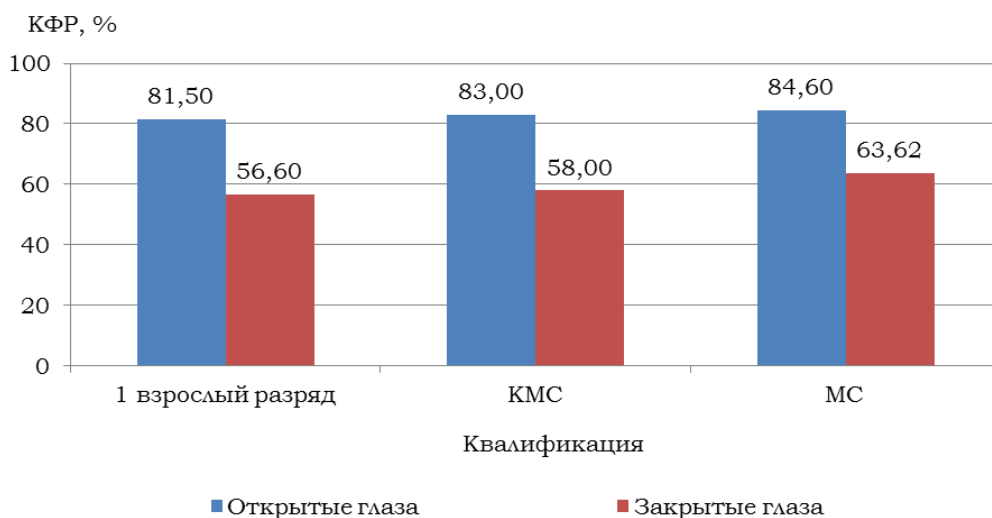


Рисунок 1 – Интегральные показатели качества функции равновесия у спортсменов, специализирующихся в плавании

Из представленного рисунка следует, что проводимая оценка достаточно показательна: по мере повышения квалификации параметры изменяются. Так, КФР спортсменов, имеющих 1-й взрослый разряд, равен $81,50 \pm 2,10$ % с открытыми глазами и $56,6 \pm 4,2$ % с закрытыми; кандидаты в мастера спорта соответственно $83,00 \pm 1,90$ % и $58,00 \pm 4,76$ % и мастера спорта имели значения КФР $84,60 \pm 3,01$ % открытые глаза и $63,60 \pm 3,98$ % – закрытые, соответственно.

На основе вышеприведенных результатов можно сделать следующее заключение: повышение спортивного мастерства отражает более высокие показатели развития координационных способностей. Сенсорные системы спортсменов, имеющих звание мастера спорта, гораздо эффективнее справляются с реализацией всех двигательных актов, включающих прохождение дистанции, выполнение стартов и поворотов. Процентное расхождение показателей между спортсменками различной квалификации составляет в тесте с открытыми глазами около 4,0 %, а с закрытыми, в условиях ограничения зрительного анализатора, более 12,0 %. Это дает более квалифицированным спортсменкам несомненное преимущество при прохождении дистанции в плавательных дисциплинах. Так же можно утверждать и о техническом уровне выполнения двигательных действий (моторной памяти) высококвалифицированными спортсменками на более высоком уровне.

На рисунке 2 представлены результаты теста Ромберга по показателям площади эллипса спортсменками различной квалификации.

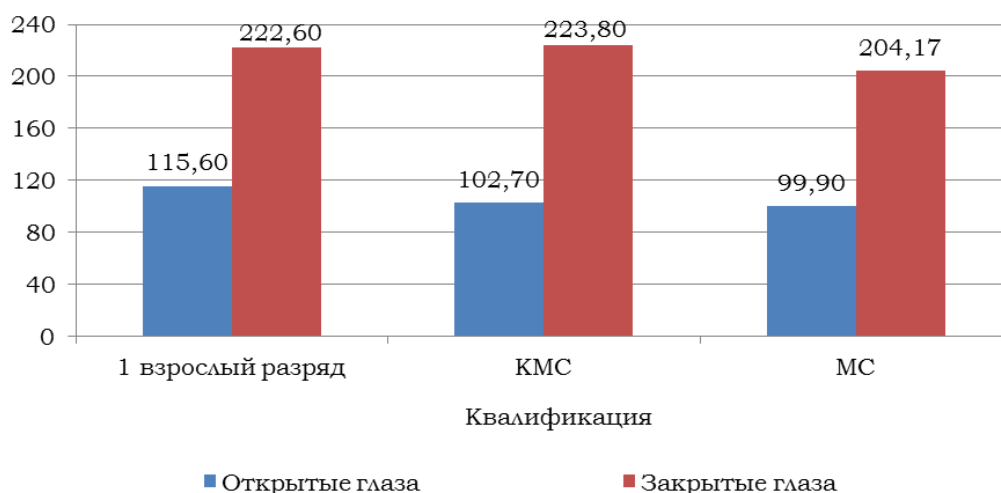


Рисунок 2 – Интегральные показатели усложненного теста Ромберга у спортсменок, специализирующихся в плавании

Показатели площади эллипса демонстрируют нам площадь опоры человека при поддержании ортоградной позы. Меньшая площадь эллипса показывает статокINETическую устойчивость, являющуюся базовой для функционального состояния спортсменок. Именно статокINETическая устойчивость имеет значительное влияние на спортивную подготовку. Мы видим, что достоверной разницы между спортсменками, проходящими тестирование в режиме ограничения зрительного анализатора, имеющими первый взрослый разряд и разряд кандидата в мастера спорта, не обнаруживается ($p > 0,01$), а вот квалификация мастера спорта в процентном соотношении имеет отличие на 9,0 %.

Тест с открытыми глазами регистрирует следующие отличия: разница показателей спортсменок, имеющих 1-й взрослый разряд, и кандидатов в мастера спорта более 12 %, а кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта всего менее 3,0 %. В данном случае подтверждается, что зрительный анализатор на этапах спортивного мастерства вносит значительный вклад при удержании позной устойчивости спортсменок более низкой квалификации. Эти результаты показывают роль работы афферентных импульсов проприоцептивной системы у более подготовленных спортсменок.

Первый анализируемый показатель – площадь эллипса (ПЭ) имел различия более 15,0 % ($p < 0,01$) при проведении пробы с открытыми глазами. Площадь опоры спортсменок в усложненном тесте Ромберга составила: 1-й взрослый разряд – $115,60 \pm 15,01 \text{ мм}^2$; КМС – $102,70 \pm 13,65 \text{ мм}^2$ и у МС – $99,90 \pm 15,76 \text{ мм}^2$ соответственно. Меньшие значения ПЭ отражают более высокий уровень устойчивости. При расчете данного показателя можно предположить, что координаты центра движения (ЦД) распределены по нормальному случайному закону.

При проведении пробы с закрытыми глазами наблюдалось увеличение ПЭ во всех группах наблюдения. При этом самый больший прирост наблюдался в группе, имеющей квалификацию кандидата в мастера спорта 117,0 % ($p < 0,01$). В группе спортсменок, имеющих спортивную квалификацию мастера спорта, различия составили 106,0 % ($p < 0,01$), наименьшая разница показателей в группе с первым взрослым разрядом составила 92,5 % ($p < 0,01$). Вероятно, тренировочная нагрузка нивелирует способность спортсменов к сохранению баланса тела, что может отражать характер функциональной подготовленности и развитие координационных способностей спортсменов.

Высококвалифицированные спортсменки демонстрируют поддержание ортоградного положения в основной стойке, которая в меньшей степени зависит от зрительной системы и имеет приоритет вестибулярной и проприоцептивных систем. Спортсменки, имеющие 1-й взрослый разряд и квалификацию кандидата в мастера спорта, наоборот, при отсутствии зрительного контроля увеличивают площадь статокинезиограммы и среднеквадратического отклонения положения ОЦД, предполагая значимое влияние зрительной функции на удержание тела в заданной позе.

С целью оценки мышечных и нервных регуляций произвольных движений использовали тест с элементом следящих движений (тест с эвольвентой). На рисунке 3 показаны результаты выполнения теста с эвольвентой: суммарная ошибка слежения по направлению фронталь и сагитталь.

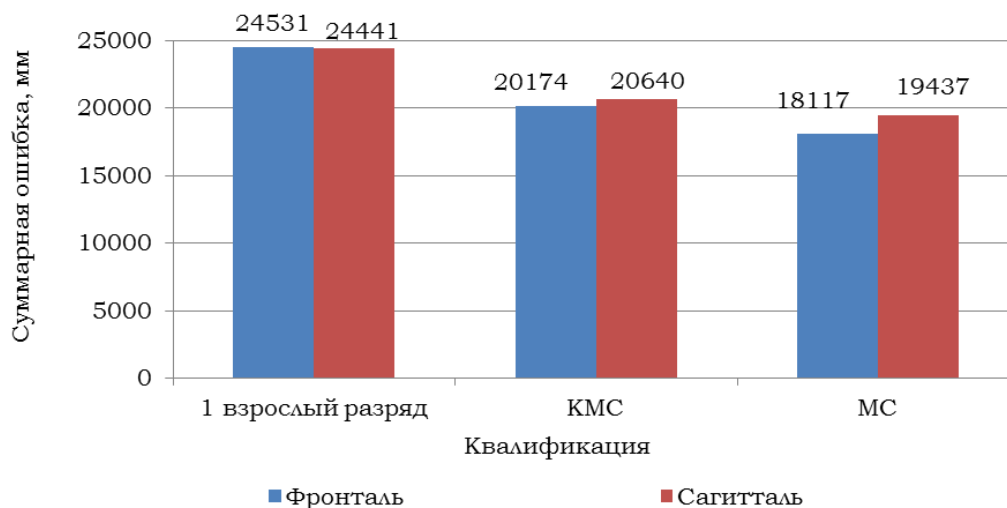


Рисунок 3 – Интегральные показатели теста с эвольвентой у спортсменок, специализирующихся в плавании

При выполнении данного теста наблюдается регуляция динамических и пространственно-временных параметров движения, которые являются одним из видов координационных способностей, и взаимодействуя с другими регуляторными системами человека, влияют на конечный результат соревновательной деятельности спортсменок. Высокий уровень сенсорно-перцептивных возможностей проявляется в развиваемых усилиях при выполнении двигательных актов.

Способность регуляции разнообразных параметров движений напрямую связана с двигательными ощущениями и восприятиями пловца, она дает возможность преодолевать отрезки с заданным темпом и широким диапазоном колебаний без

ошибок задавать определенную скорость плавания, варьируя темп движения и шаг гребка.

В дальнейших исследованиях мы выявили корреляционные связи проприоцептивной системы и спортивной квалификации спортсменов (таблица 1), что отражает взаимосвязь спортивной квалификации с количественными характеристиками системы управления движениями человека.

Таблица 1 – Корреляционные связи спортивной квалификации с количественными показателями оценки системы управления движениями

Исследуемый параметр	Значение коэффициента корреляции
Площадь эллипса (открытые глаза)	0,309
Площадь эллипса (закрытые глаза)	0,587
КФР (открытые глаза)	0,423*
КФР (закрытые глаза)	0,407*
Коэффициент Ромберга	0,265
Суммарная ошибка (фронталь)	0,496
Средний разброс (фронталь)	0,201
Суммарная ошибка (саггиталь)	0,501
Средний разброс (саггиталь)	0,230
<i>Примечание: * – достоверные различия параметров ($p < 0,01$). По остальным параметрам статистическая значимость составляла $p < 0,05$.</i>	

Сопоставление различных показателей количественной оценки системы управления движениями указало на достоверную связь между квалификацией и сенсорной проприоцептивной системой.

Наиболее сильные взаимосвязи выявлены с показателями площади эллипса с закрытыми глазами ($r=0,587$), суммарной ошибкой (фронталь $r=0,496$ и саггиталь $r=0,501$ соответственно). Достоверные связи обнаружены между квалификацией пловцов и коэффициентом функционального развития в усложненном тесте Ромберга с открытыми ($r=0,423$) и закрытыми глазами ($r=0,407$). Не обнаружено существенных различий по результатам среднего разброса (фронталь, саггиталь) и коэффициентом Ромберга.

Проведенный корреляционный анализ показателей стабилметрического исследования выявил статистически достоверное различие по шести из девяти параметрам спортсменов различной квалификации.

Заключение

В результате нашего исследования можно сделать следующие предварительные выводы:

- уровень развития двигательной системы спортсменов, специализирующихся в плавании, должен рассматриваться в двух основных аспектах: как один из главных критериев индивидуальной готовности и как предиктор текущих спортивных достижений;

- высококвалифицированные спортсменки обладают большим уровнем кинестетической чувствительности и мышечной синергии. Их двигательная функция составляет основу всех локомоторных актов и согласованности биомеханических и физиологических показателей;

- спортсменки более низкой спортивной квалификации нуждаются в соответствующем тренировочном акценте, который направлен на совершенствование проприоцептивной сенсорной системы и развитие мышц кора;

- количественная оценка системы управления движениями дает возможность совершенствования координационных способностей, являющихся важнейшим фактором успешной соревновательной деятельности пловца;

- на этапе высшего спортивного мастерства высокая оценка системы управления движениями проявляется ростом мощности, функциональной устойчивости и экономизации плавательной деятельности.

Список использованных источников

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика: Основы моделирования, первичная обработка данных. Справочное издание / С. А. Айвазян [и др.]. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
2. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина: курс лекций и практические занятия: учебное пособие для вузов: доп. Гос. ком. РФ по физ. культуре и спорту / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматов. – М.: Советский спорт, 2005. – 304 с.
3. Костючик, И. Ю. Показатели статокINETической устойчивости спортсменов с нарушениями слуха / И.Ю. Костючик // Сучасні проблеми фізичного виховання і спорту різних груп населення: матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених; Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Суми 17–18 травня 2018 р. – С. 108–111.
4. Костючик, И. Ю. Сравнительные характеристики активности постурального мышечного тонуса спортсменов, специализирующихся в плавании / И. Ю. Костючик // Восток–Россия–Запад. Физическая культура, спорт и здоровый образ жизни в XXI веке: материалы XXI Традиц. междунар. симп., Красноярск 16–17 нояб. 2018 г. – С. 503–506.
5. Мищенко, В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.
6. Способ оценки общего функционального состояния человека: пат. RU2165733C2: МПК A61B5/103, 5/00 / И. В. Кондратьев, Г. А. Переяслов, С. С. Слива, В. И. Усачев; дата публ.: 20.02.2001.
7. Шестаков, М. П. Использование стабилотметрии в спорте: монография / М. П. Шестаков. – М.: ТВТ Дивизион, 2007. – 112 с.
8. Handbook of Clinical Neurology / R. Garcin [et al.]. – 1-st edn. – New York: John-Wiley & Sons, Inc., 1969. – Vol. 1. – P. 311–313.

25.10.2021