

Отзыв

официального оппонента, доктора биологических наук, доцента Водолажского Германа Игоревича на диссертацию Шестакова Олега Игоревича «Особенности электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы в различные периоды становления целенаправленного движения при стрельбе из лука», представленную на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных (биологические науки).

Актуальность темы диссертации и её соответствие отрасли наук. Для исследования фундаментального физиологического механизма целенаправленных движений практически идеальной моделью является стрельба из лука. Именно стрельба из лука послужила моделью в актуальном диссертационном исследовании Шестакова Олега Игоревича.

От степени изученности физиологии движений, управляемых центральной нервной системой, во многом зависит повышение результативности отечественного спорта на мировой арене. В диссертации Шестакова О.И. «Особенности электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы в различные периоды становления целенаправленного движения при стрельбе из лука» изучена внутренняя поэтапная динамика формирования специфического двигательного навыка на уровне целостного организма. Исследование проведено в фундаментальном физиологическом ключе с расшифровкой механизма реализации упражнения «Стрельба из лука» при интеграции функционирования нервных центров и мышечного исполнительного звена. Динамичная согласованность этих уровней в реальном времени представляет собой решение важнейшей биологической задачи – развития механизмов адаптации, направленных на экономизацию биоэнергетики. Публикаций, посвящённых синхронизации центральных и периферических пейсмекеров, мало. Актуальность работы обостряется ещё и тем, что вид спорта «Стрельба из лука» является параолимпийским. Отсюда вытекает и злободневная инклюзивная экстраполяция такого рода фундаментальных исследований. Материал диссертации Шестакова О.И. предоставляет физиологические факты для решения этих актуальных проблем.

Научная новизна полученных результатов. Каждое положение, выносимое на защиту, обладает новизной: и ранжирование периодов упражнения; и установление нейромышечных маркеров точности выстрела при разном уровне спортивной квалификации; и выведение общего межквалификационного физиологического условия точности выстрела. Впервые установлено, что выстрел из лука будет точным, если:

1) мощность колебаний ЭЭГ в левом полушарии пространственно сконцентрируется по скальпу, а в правом полушарии – будет стабильной. Эта нейродинамика приведёт 2) к усилению корково-подкоркового церебрального взаимодействия в течение подготовительного периода упражнения, 3) к меньшей вовлеченности средней площади мышц и 4) к энергоэкономичному соотношению их амплитуды и частоты.

В работе дана оригинальная трактовка межквалификационных различий, основанная на новых физиологических фактах. Впервые показано, что перворазряднику нужно приложить больше усилий, чтобы совершить точный выстрел, и меньше усилий – чтобы промахнуться. А кандидату в мастера спорта (КМС), наоборот, легче точно выстрелить и сложнее не попасть в цель. Настолько уже выработан профессионализм. В работе проведён тонкий сравнительный анализ реципрокной физиологической цены выстрелов различной точности у спортсменов разной квалификации. И, действительно, такая закономерность умозрительно прослеживается при достижении профессионализма практически в любом виде деятельности, но относительно стрельбы из лука доказана достоверными фактами – впервые.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, высока, что подтверждается применением автором современных соответствующих цели и задачам методов исследования; корректным использованием методов математического и статистического анализа. Автор опирался на классические фундаментальные представления физиологии и на их основании осуществлял анализ собственных фактов, включая выявление нелинейных закономерностей. По каждому установленному частному факту проводилась скрупулёзная физиологическая интерпретация, а затем обобщение и формулировка закономерностей.

Обоснованы причинно-следственные связи между несколькими исследуемыми группами факторов. Так, например, в работе показано: для воспроизведения выстрела любой точности (из исследуемых) необходимо усиление мощности тета-колебаний (и других изменений в ЭЭГ), а не наоборот. Не «точный выстрел необходим для усиления мощности тета-ритма», а усиление мощности тета-ритма необходимо для того, чтобы выстрел впоследствии был бы точен. Иными словами, установленные на ЭЭГ изменения, по диссертационным данным О.И. Шестакова, - благоприятный базовый нейрофизиологический фон для производства выстрела высокой точности. Установленные на ЭЭГ изменения – это аргумент (причина), который предопределяет функцию (следствие) – точность выстрела. Чтобы это доказать, был построен график (рис. 20 диссертации) и рассчитаны аппроксимационные функции, из которых

видно, что по оси абсцисс отложен аргумент (параметр ЭЭГ), а по оси ординат функция – точность выстрела испытуемого. И достоверность данного утверждения выражается в приведённой довольно высокой величине коэффициента детерминированности $R^2 = 0,80$. Если же «функцию и аргумент», то есть точность выстрела и параметр ЭЭГ, поменять местами (а это тоже делал автор работы в процессе анализа данных), то величина коэффициента аппроксимации была бы минимальной, недостоверной, и закономерность бы не выявлялась. Все установленные данные увязывались именно с величиной точности попадания в цель. И достигалось это с помощью корреляционного анализа и метода наименьших квадратов.

Автор исходил из классического физиологического положения о том, что церебральные процессы играют пусковую роль в возникновении того или иного поведенческого акта.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации Шестакова О.И. «Особенности электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы в различные периоды становления целенаправленного движения при стрельбе из лука» подтверждается репрезентативной выборкой обследуемых. Такой подход позволил получить большое количество контролируемых параметров с высоким числом степеней свободы. Серии показателей, зарегистрированных от каждого испытуемого, являлись математически ёмкими и статистически значимыми.

Диссертация имеет традиционную классическую структуру. Изложена научным языком. Работа написана логично, целостно, обладает единством, имеет смысловую завершенность, читается с интересом. Результаты обсуждены и обобщены. Положения, выносимые на защиту, заключение и выводы основаны на логически обоснованной, достоверной модели научного изыскания. Оценены не только линейные (R), но и нелинейные (R^2) связи между исследуемыми параметрами, что делает полученные результаты более точными, максимально приближенными к живой флюктуирующей системе.

По теме диссертации опубликовано 27 научных трудов, в том числе 8 статей в журналах, включенных в Перечень ВАК (из них, 1 статья – в журнале международной базы цитирования SCOPUS).

Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для науки и практики. Фундаментальные свойства процесса нормального развития физиологической системы, проиллюстрированные на примере гетерохронности, однонаправленности, поступательности и необратимости развития двигательного навыка в стрельбе из лука, имеют существенное значение для науки и практики. Значимость исследования для физиологии

трудовой деятельности состоит в следующем. Раскрыты дополнительные механизмы формирования профессионализма на примере квалификационного совершенствования стрелков из лука: оценены подкорковые (эмоцигенные) проявления не только по скальповой конвекситальной горизонтали, но и - по церебральной вертикали, с известных позиций о локализации генераторов колебаний ЭЭГ. Глубинные церебральные процессы работают на конечный неокортикальный (а, значит, - и социальный) результат, и в итоге – на формирование профессионализма и оттачивание самого целенаправленного движения. В связи со сказанным, высокую значимость для науки и практики имеют выводы и рекомендации, полученные в диссертации Шестакова О.И., например, о взаимодействии сознания (высоких уровней церебральной вертикали) и подсознания (глубинных структур мозга), интеллектуальной и эмоциональной сфер в процессе обретения профессионального мастерства. Ведь это – подтверждение **теории** адаптивного перераспределения внутримозговой энергии, происходящего при различных видах активности, включая профессиональную, спортивную деятельность.

Следовательно, исследование Шестакова О.И. **соответствует паспорту специальности 1.5.5 – «Физиология человека и животных»** по следующим пунктам: 3, 7, 8, 9.

Практическая значимость состоит, на наш взгляд, прежде всего, в том, что установленные в работе физиологические закономерности дают возможность определять уровень функционального состояния организма, а также - идентифицировать конкретную стадию формирования двигательного навыка по различным биологическим маркерам для внесения коррекции в тренировочный процесс.

Кроме того, в работе Шестакова О.И. впервые получен ряд физиологических сведений, по сути, позволяющих считать стрельбу из лука – реабилитационным видом деятельности, что тоже практически важно. В частности, автором показана оптимизация (в сторону усиления) корково-подкоркового церебрального взаимодействия в течение подготовительного периода упражнения, подтверждённая прямыми положительными корреляциями точности выстрела с абсолютными значениями мощности кросс-спектров низкочастотной альфа-активности ЭЭГ в задних левых височных отведениях. А, как известно, именно усиление корково-подкоркового взаимодействия – основная цель повышения эффективности большинства психокоррекционных и нейрореабилитационных технологий. Нарастивая точность в процессе тренировок, спортсмен (в случае необходимости) реабилитируется. Установленную закономерность можно использовать и в киберспортивных

технологиях, в том числе - инклюзивной направленности. Таким образом, установленные классические физиологические закономерности формирования исследуемого навыка (по сути универсальные, ключевые) могут лежать в основе повышения эффективности целого ряда практических действий, применяемых в различных прикладных сферах.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты и выводы диссертации О.И. Шестакова могут быть использованы как для решения академических физиологических задач, так и для преподавания фундаментальной физиологии, физиологии труда, физиологии спорта, физиологии развития. Объективные факты, зарегистрированные в работе, могут лечь в основу решения целого ряда прикладных задач: медицинских, тренерских. В частности, рекомендуется использование результатов и выводов диссертации для повышения эффективности нейробиоуправления, основанного на принципах адаптивной биологической обратной связи (БОС). Особенно действенным может оказаться альфа-тета-БОС-тренинг по ЭЭГ.

Оценка содержания и качества оформления. Диссертационная работа представлена на 181 странице, содержит 37 рисунков и 7 таблиц, состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы (330 источников, из них 122 – зарубежных), выводов, практических рекомендаций, списка сокращений.

В обзоре литературы (глава 1) даётся развернутая характеристика и критический анализ опубликованных фактов из физиологии целенаправленных движений. Аналитический обзор завершается постановкой задачи, подводит к цели собственного исследования на основании установленного автором отсутствия в литературе единых систематизированных сведений об ЭЭГ-, ЭМГ- и кинематических маркерах, а также об их взаимосвязи в масштабах целостного организма стрелка из лука. Подчеркнуто, что сочетание параметров помогло бы приблизиться к расширению представлений о физиологических механизмах целенаправленных движений на примере данного вида спорта.

Во второй главе корректно представлены методы исследования: современные ЭЭГ, ЭМГ, 2D видео-регистрация; корреляционный анализ; метод наименьших квадратов (аппроксимация); статистический анализ.

Третья глава посвящена объективному изложению собственных результатов и их обсуждению. Представлены особенности динамики кинематических, ЭМГ и ЭЭГ показателей у стрелков различной квалификации; дан комплексный анализ параметров мышечной системы и электрофизиологической активности головного мозга и при точных и неточных выстрелах отдельно: у спортсменов высокой квалификации (КМС), а затем – у перворазрядников. В подглаве 3.2.3 сравнительный

межквалификационный анализ осуществлён на ещё более высоком уровне по сравнению с предыдущими главами, где он тоже был неизбежен.

Одной из сильных сторон работы является обсуждение полученных фактов. Благодаря тщательно проведённому обсуждению по ходу изложения результатов автором получен ряд частных закономерностей, которые затем обобщены в общие формулировки фундаментального характера. К примеру, «Семикратно большее число значимых связей между параметрами ЭЭГ и точностью попадания у КМС по сравнению с перворазрядниками (частный факт) указывает на высокий уровень развития функциональной системы по мере роста мастерства, о синергизме физиологических процессов при выполнении упражнения более квалифицированными лучниками» (общая закономерность). Результаты сопоставлены с литературными сведениями. Каждый раздел завершается резюмирующим обобщением, выполненным с современных физиологических позиций.

Зарегистрированы и физиологически осмыслены тонкие детали. Так, например, доказано, что перворазрядники в момент прицеливания в целом (на фоновом уровне) более эмоциональны и менее рассудительны, чем КМС. При этом, тем не менее, рассудочно-логические компоненты высшей нервной деятельности представителей обеих квалификаций – во время прицеливания «затаиваются», несколько ограничиваются, когда выстрел точнее. И всё это объяснено с позиций известных в литературе фактов. Приведён подробный физиологический механизм вплоть до метаболических сдвигов, на молекулярном уровне, на уровне эндогенных биохимических превращений. Впрочем, механизм целенаправленного движения лучника расшифрован и на основании собственных результатов. И обобщено это в Заключение.

В «Заключении» диссертации в текстовых таблицах №6 и №7 описан весь (от первой фазы упражнения – до последней) физиологический механизм исследуемого феномена, касающийся темы исследования: электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы. По сути, представлена смысловая синхронизация зарегистрированных сведений (в нейромышечном единстве), выполненная на основании синхронной регистрации параметров ЭЭГ, ЭМГ и кинематических величин, что является теоретически и практически ценным научным материалом.

Выводы работы информативны и конкретны, соответствуют теме, цели, задачам; изложены лаконично и в тоже время содержательно. В выводах отражены основные положения, выносимые на защиту. Показано решение каждой задачи.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертации.

Замечания и вопросы, не снижающие общего положительно впечатления о работе, как об исследовании высокого научного уровня:

1. Чем объясняется выбор определённого (не всего) частотного диапазона ЭЭГ для представления его параметров в результатах исследования? Только альфа и тета. О бета-диапазоне колебаний ЭЭГ лишь упоминание в тексте диссертации.

2. На рис. 33 стр. 100 диссертации возле графиков динамики величины абсолютной амплитуды тета-колебаний ЭЭГ слабо (визуально нечетко) просматриваются уравнения аппроксимации с коэффициентом детерминированности (R^2). Это досадно, т.к. установление в диссертации нелинейных закономерностей – одна из сильных сторон работы. А математические уравнения функции представляют собой весомое доказательство существования таких закономерностей. Ведь при неточном выстреле в правом височном отведении (Т6) обнаружена наивысшая - функциональная связь.

3. В ряде столбиковых диаграмм лучше было бы использовать штриховку. Иначе при черно-белом изображении затруднительно визуально дифференцировать данные. (Впрочем, в тексте, описывающем результаты, дифференцировка обоснована чётко и конкретно).

4. Содержатся отдельные опечатки в тексте, есть стилистические погрешности.

Заключение. Диссертационная работа Олега Игоревича Шестакова «Особенности электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы в различные периоды становления целенаправленного движения при стрельбе из лука» является завершённым научным исследованием, в котором решена важная для физиологии проблема алгоритмической расшифровки механизма становления целенаправленного движения на примере стрельбы из лука. Работа «Особенности электрофизиологической активности головного мозга и мышечной системы в различные периоды становления целенаправленного движения при стрельбе из лука» обладает внутренним единством, содержит новые достоверные научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в развитие физиологии. Диссертация полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями в редакции Постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. №335, от 02.08.2016

г. №748, от 29.05.2017 г. № 650, от 28.08.2017 г. №1024, от 01.10.2018 г. № 1168, от 20.03.2021 г. №426, от 11.09.2021 г. №1539, от 26.09.2022 г. №1690, от 26.01.2023 г. №101, от 18.03.2023 г. №415, от 26.10.2023 г. № 1786, от 25.01.2024 г. №62) и не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, а её автор, Шестаков Олег Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5 Физиология человека и животных.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры физической культуры
факультета физической культуры и спорта
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»,

355017, г. Ставрополь, ул Пушкина, 1

Эл.почта: info@ncfu.ru

Тел. 8 (865) 295-68-08

Сайт: <https://ncfu.ru/>

Доктор биологических наук. Научная специальность 03.03.01 –
физиология. Доцент.

Водолажский Герман Игоревич

Научная специальность 03.03.01 – физиология

Подпись Г.И. Водолажского заверяю.

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ:
начальник отдела по
работе с сотрудниками УКА

ЗС ГОРБАЧЕВА

