

ПОСТРОЕНИЕ MORFOFУНКЦИОНАЛЬНЫХ КРИТЕРИЕВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ДОСТИЖЕНИЮ ВЫСОКОЙ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ СПОРТСМЕНАМИ, ЗАНИМАЮЩИМИСЯ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ЕДИНОБОРСТВ

В.Ю. Щеколдин¹, schekoldin@corp.nstu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8016-1282>

М.Е. Цой¹, tsoy@corp.nstu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5076-5189>

А.В. Махалин², fiziologi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9244-2230>

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. Цель: разработка морфофункциональных критериев, определяющих достижение высокой спортивной квалификации занимающимися восточными и классическими единоборствами на основе статистических методов анализа многомерных данных при помощи проверки однородности и CHAID-анализа. **Материалы и методы.** В обследовании приняло участие 73 спортсмена, занимающихся различными видами единоборств, имеющих разную квалификацию (от безразрядников до мастеров спорта). Программа обследования включала измерение более 20 показателей телосложения: длина и масса тела; длина корпуса и конечностей; ширина плеч и таза; ширина локтя, запястья, колена и лодыжек; обхваты и жировые складки на туловище и конечностях. Анализ данных состоял из двух этапов: выявление морфофункциональных характеристик, относительно которых спортсмены обнаруживают статистически значимые различия и осуществление CHAID-анализа, позволившего группирование спортсменов относительно целевой переменной, определявшей уровень их спортивной классификации. **Результаты.** Статистически доказано различие между морфофункциональными показателями спортсменов, занимающихся восточными и классическими видами единоборств, что свидетельствует о необходимости раздельного анализа соответствующих показателей в данном виде спорта. К группе таких показателей были отнесены мышечный компонент тела, диаметр эпифизов голени, сила кисти рук, ширина плеч, подкожно-жировая складка на плече спереди и на предплечье. Раздельно по каждой группе единоборств при помощи CHAID-анализа были построены бинарные деревья, выделяющие однородные группы спортсменов, среди которых отмечены четыре, объединяющие спортсменов высокой квалификации, проанализированы значения морфофункциональных показателей, соответствующие каждой из этих групп. **Заключение.** На основе данных обследований спортсменов сформулированы статистически обоснованные критерии, обеспечивающие рост спортивной квалификации и спортивной успешности как для занимающихся восточными единоборствами (три различных критерия), так и для занимающихся классическими единоборствами (один критерий).

Ключевые слова: спортивная морфология, функциональные показатели, спортивная антропология, единоборства, многофакторный статистический анализ, CHAID-анализ

Для цитирования: Щеколдин В.Ю., Цой М.Е., Махалин А.В. Построение морфофункциональных критериев, способствующих достижению высокой спортивной квалификации спортсменами, занимающимися различными видами единоборств // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № S2. С. 53–63. DOI: 10.14529/hsm25s207

DEVELOPMENT OF MORPHOFUNCTIONAL CRITERIA FOR ACHIEVING HIGH ATHLETIC QUALIFICATION IN VARIOUS MARTIAL ARTS DISCIPLINES

V.Yu. Shchekoldin¹, schekoldin@corp.nstu.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8016-1282>

M.Ye. Tsoy¹, tsoy@corp.nstu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5076-5189>

A.V. Makhalin², fiziologi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9244-2230>

¹ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Aim. This paper aims to establish morphological and functional criteria predictive of exceptional athletic performance in Oriental and Classical martial arts using multivariate statistical analysis, including homogeneity testing and CHAID. **Materials and methods.** Seventy-three athletes of different skill levels (from beginners to Master of sports) across different martial arts were assessed. Over 20 anthropometric measurements were performed, including body length and body mass; trunk and limb lengths; shoulder and pelvic width; elbow, wrist, knee, and ankle breadths; trunk and limb circumference; and skinfolds. Data analysis involved identifying morphological and functional characteristics with significant variance, followed by CHAID to group athletes based on their skill level. **Results.** Athletes in Oriental and Classical martial arts demonstrated statistically significant differences in morphological and functional characteristics, necessitating separate analysis for each discipline. These characteristics included skeletal muscle mass, diameter of the tibial epiphyses, handgrip strength, shoulder width, and skinfolds on the front of the shoulder and on the forearm. CHAID analysis generated separate binary classification trees for each martial arts group, identifying homogeneous clusters. Four groups of highly skilled athletes were delineated, and the morphological and functional characteristics of these groups were analyzed. **Conclusion.** The study established morphological and functional criteria that are associated with increased athletic qualification and performance. Three criteria were identified for Oriental martial arts and one for Classical martial arts.

Keywords: sports morphology, functional indicators, sports anthropology, martial arts, multivariate analysis, CHAID analysis

For citation: Shchekoldin V.Yu., Tsoy M.Ye., Makhalin A.V. Development of morphofunctional criteria for achieving high athletic qualification in various martial arts disciplines. *Human. Sport. Medicine.* 2025;25(S2):53–63. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm25s207

Введение. Морфофункциональные показатели организма спортсменов и их изменчивость в процессе занятий профессиональными видами спорта привлекают большое внимание исследователей [10], которые изучают факторы успешности в профессиональном спорте и особенно в спорте высоких достижений [3]. В результате постоянных и длительных занятий спортом в организме человека развиваются различные адаптационные и морфофункциональные перестройки, связанные со спецификой конкретного вида спортивной деятельности и проявляющиеся как в условиях относительного покоя, так и в самом процессе выполнения тренировочных и особенно соревновательных нагрузок [6].

Единоборства относятся к группе видов спорта, характеризующихся динамично меняющейся соревновательной ситуацией, не-

обходимостью поддержания высокой степени работоспособности на фоне компенсированного утомления, четко выраженной динамической структурой используемых технических приемов; значительной вариативностью, обусловленной адаптацией используемого технического арсенала к нюансам текущей ситуации поединка.

Существующие виды единоборств можно классифицировать по нескольким критериям:

1) ударные единоборства – бокс, кикбоксинг, каратэ, тхэквондо, муай-тай и др.; в этих видах основной упор делается на нанесение ударов руками и ногами;

2) борцовские единоборства: самбо, дзюдо, вольная и греко-римская борьба, грэпплинг и др., главная цель которых – бросить или обездвижить противника с помощью захватов и приемов;

3) смешанные единоборства (ММА): сочетают в себе элементы ударной техники и борьбы; примерами являются UFC и Bellator;

4) восточные единоборства: ушу, кунг-фу, айкидо, джиу-джитсу и др.; в этих видах особое внимание уделяется духовному развитию и гармонии с окружающим миром [2, 21].

Учитывая многообразие существующих видов единоборств, в рамках данной работы принято условное разделение спортсменов на две группы: группу занимающихся восточными единоборствами и группу занимающихся «классическими» (далее будем просто говорить – классическими) видами единоборств. Во вторую группу нами объединены спортсмены, занимающиеся ударными, борцовскими и смешанными единоборствами, а остальные будут относиться к группе спортсменов, занимающихся восточными единоборствами.

Очевидно, что спортсмены, занимающиеся различными видами единоборств, будут характеризоваться определенными специфическими особенностями, позволяющими им достигать успешных результатов. Например, они могут отличаться большими поперечными размерами, значительными величинами обхватов грудной клетки, шеи, плеча, бедра и голени, иметь широкие плечи. В зависимости от весовой категории у спортсменов могут качественно меняться линейные размеры, например, длина ног, корпуса, туловища. Так, представители наилегчайшего веса отличаются от неспортивных людей более короткими ногами, борцы легчайшего и полулегкого веса имеют ноги средней длины, представители остальных весовых категорий – длинноногие. При этом исследователи указывают, что отличительной особенностью большинства борцов является узкий таз, исключая борцов-тяжеловесов [6].

Исходя из этого, можно заключить, что подробный анализ набора сведений о морфологических и функциональных особенностях спортсменов, занимающихся различными видами единоборств, будет способствовать выявлению существующих предикторов соревновательной успешности, повышению результативности отбора спортсменов различной квалификации и в дальнейшем своевременной корректировке учебно-тренировочного процесса в пределах различных циклов спортивной подготовки [7]. Для того чтобы выяснить, какие конкретно показатели отличаются у спортсменов разных видов единоборств и какие из них могут влиять на спортивную ус-

пешность, необходимо провести статистическое сопоставление полученных значений морфофункциональных показателей.

Цель работы: построение и анализ морфофункциональных критериев, способствующих достижению высокой спортивной квалификации у спортсменов, занимающихся восточными и классическими единоборствами, на основе методов изучения многомерных данных при помощи проверки однородности и CHAID-анализа для построения бинарных деревьев.

Материалы и методы. В работе использованы материалы комплексного морфофункционального обследования 73 спортсменов мужского пола, занимающихся различными видами единоборств, в возрасте от 10 до 25 лет, преимущественно русской национальности, проживающих на территории г. Москвы и Московской области. Вся выборка была разделена на три группы в зависимости от спортивной квалификации: первая группа – спортсмены высокой квалификации (мастера спорта, МС) в количестве двух человек, вторая группа – спортсмены массовой квалификации (кандидаты в мастера спорта, КМС), в количестве 23 человек, и третья группа – это спортсмены, не имеющие спортивной квалификации (без квалификации), в количестве 48 человек. Во вторую и третью группу вошли спортсмены как начинающие, так и те, которые занимаются на протяжении нескольких лет. В связи с этим для анализа нами были включены спортсмены от 10 и более лет.

Морфологическая программа обследования включала измерение более 20 показателей телосложения: длина и масса тела; длина корпуса и конечностей; ширина плеч и таза; ширина локтя, запястья, колена и лодыжек; обхваты и жировые складки на туловище и конечностях. Аналитическим путем рассчитывался компонентный состав тела по методике Матейка. Антропометрические измерения были проведены в соответствии с классической методикой, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова [1, 4]. Функциональные исследования включали подсчет по общепринятой методике частоты сердечных сокращений и измерение артериального давления, а также жизненной емкости легких – портативным спирометром, силы кисти рук – кистевым динамометром [4]. Все материалы собраны с соблюдением правил биоэтики, подписанием протоколов информированного согласия и деперсонифицированием данных.

Для обработки сложных многофакторных данных могут применяться самые разнообразные статистические технологии [5, 9, 14, 16–18, 20]. В настоящее время наиболее востребованными из них являются продвинутое компьютерно-ориентированные подходы, которые предполагают исследование не только базовых статистических характеристик, но также и учет внутренней структуры анализируемых данных путем привлечения методов дискриминантного, кластерного, факторного и других видов многомерного статистического анализа. При решении задач, связанных с построением классификаций, существенные возможности предоставляют методы машинного обучения, основанные на идее построения разнообразных древесных структур, среди которых наиболее распространенными являются бинарные деревья [8, 13, 17].

Применение бинарных деревьев при решении задач принятия решений или задач классификации имеет ряд существенных преимуществ. Во-первых, процесс построения бинарных деревьев является контролируемым исследователем в том смысле, что общая структура и свойства получаемых деревьев задаются на начальном этапе решения задачи, в частности, указывается, в каких ситуациях текущая классификация должна быть завершена, а в каких ее построение следует продолжить. Во-вторых, бинарные деревья дают, как правило, возможность построения ясной и понятной интерпретации получаемых результатов как с точки зрения статистической корректности получаемых результатов, так и с точки зрения решаемой задачи.

На сегодняшний день существует большое число разнообразных методов, позволяющих строить классификации, основанные на бинарных деревьях. При этом в качестве критериев разбиения текущего множества объектов на группы, наиболее различаемые в определенном статистическом смысле, могут использоваться как широко известные статистические правила (базирующиеся, например, на популярных критериях типа Стьюдента, Фишера, Пирсона и так далее), так и различные эвристические процедуры, основанные на построении ассоциативных правил. Во многих современных исследованиях, связанных с обработкой многомерных данных, в качестве базового подхода построения бинарных классификации применяется метод автоматического выделения зависимостей на основе критерия хи-квадрат (CHi-square Automatic Inte-

raction Detection) или, сокращенно, CHAID-анализ [8, 11, 15, 20].

Основная идея CHAID-анализа состоит в том, чтобы из всего множества анализируемых характеристик изучаемых объектов выбрать одну, относительно которой разбиение этих объектов на две группы обеспечивает, с одной стороны, наибольшую схожесть объектов внутри каждой из групп, а с другой стороны – наибольшую различаемость групп между собой, степень которой определяется согласно значению статистики хи-квадрат, вычисляемой относительно заранее выбранной целевой переменной. Получаемые в результате этого разбиения группы объектов снова подвергаются вышеописанной процедуре до тех пор, пока содержимое одной из групп не будет меньше заранее заданного размера или когда статистическая значимость различий между группами перестанет превышать заранее определенное пороговое значение.

Осуществление процедуры CHAID-анализа, безусловно, требует знания и навыков применения специализированных статистических технологий, что зачастую является существенным барьером при их использовании для решения реальных задач. Однако современное программное обеспечение во многих случаях дает возможность исследователю, не вдаваясь в тонкости реализации тех или иных статистических процедур, применять их для решения определенных задач с сохранением корректности получаемых решений и возможностью построения удобных графических визуализаций. Удачным примером такого рода программного обеспечения является система интеллектуального анализа данных Orange Data Mining [19], разработанная в Университете Любляны (Словения) и распространяемая бесплатно на основе соглашений freeware.

Результаты. Анализ данных, собранных в результате обследования, состоял из двух этапов. Первый этап включал в себя выявление морфофункциональных характеристик, относительно которых спортсмены, занимающиеся определенными видами единоборств, обнаруживают статистически значимые различия. Результаты этого этапа могут быть использованы, например, для корректного определения вида единоборств, наиболее подходящего для того или иного спортсмена, исходя из его морфологических и функциональных характеристик. Для этой цели был применен критерий Стьюдента, при этом выбранный уровень значимости выявляемых различий

(вероятность принятия неверного решения) равнялся 5 %.

На втором этапе был осуществлен CHAID-анализ, который позволил провести группирование (сегментацию) спортсменов относительно целевой переменной, определявшей уровень их спортивной классификации. Выделенные в результате проведения данных процедур однородные группы спортсменов позволили определить различные варианты комбинаций морфологических характеристик, способствующих достижению спортсменами высоких квалификационных результатов.

Результаты первого этапа анализа приведены в табл. 1. Для удобства исходные значения были представлены в отклонениях от среднего, что позволяет понять, являются ли значения морфологического показателя для рассматриваемой группы спортсменов выше или ниже среднего значения по всей выборке. Сокращение ПКЖ используется в табл. 1 для обозначения термина «подкожно-жировой».

В результате статистического анализа было выявлено шесть показателей, относительно которых спортсмены, занимающиеся восточными и классическими единоборствами, имеют значимые различия в значениях. Наибольшие различия обнаружены для показателя «мышечный компонент», который у спортсменов, занимающихся восточными видами единоборств, на 1 % больше от среднего значения, в то время как у спортсменов, занимающихся классическими видами единоборств, этот показатель на 1,5 % меньше сред-

него. Это связано с тем, что восточные виды единоборств характеризуются менее контактной формой соперничества, чем классические.

Следующий показатель – диаметр эпифизов голени, который у представителей восточных единоборства на 0,16 см больше среднего, а у представителей классических – на 0,26 см меньше среднего. Полученные данные скорее всего свидетельствуют о том, что спортсмены, занимающиеся классическими видами единоборств, являются более грацильными, чем представители восточных единоборств [2].

Третий по значимости показатель – сила кисти рук – у спортсменов классических видов на 2,2 кг больше среднего, в то время как у «восточников» он на 1,4 кг меньше среднего. Полученные результаты согласуются с мнениями большинства авторов [6].

Показатель «ширина плеч» у представителей восточных видов единоборств на 0,40 см меньше среднего, а у представителей классических видов – на 0,64 см больше среднего, что также согласуется с данными большинства исследователей [10, 21].

Полученные показатели величины подкожно-жировых складок на плече спереди (бицепс) и предплечье у представителей восточных видов единоборств больше на 0,44 мм от среднего, а у классических видов – на 0,71 мм меньше от среднего. Такие результаты также объясняются необходимостью большей подвижности для спортсменов классических видов единоборств, чем для восточных.

Таблица 1
Table 1

Показатели, относительно которых выявлены различия у спортсменов,
занимающихся разными видами единоборств
Characteristics demonstrating significant inter-group variation across martial arts disciplines

Показатель Parameter	Среднее значение Mean value	Вид единоборств Martial arts		Достигнутый уровень значимости p-value
		Восточные Oriental	Классические Classical	
Мышечный компонент тела Skeletal muscle mass	45,527	0,933 ± 3,789	-1,500 ± 3,653	0,008
Диаметр эпифизов голени Diameter of the tibial epiphyses	6,608	0,161 ± 0,427	-0,259 ± 0,788	0,013
Сила кисти рук (ведущая кисть) Handgrip strength (dominant hand)	30,863	-1,354 ± 4,955	2,176 ± 7,044	0,025
Ширина плеч Shoulder width	37,432	-0,398 ± 1,947	0,640 ± 2,146	0,042
ПКЖ складка на плече спереди Skinfold on the front of the shoulder	4,996	0,444 ± 2,647	-0,714 ± 2,099	0,042
ПКЖ складка на предплечье Skinfold on the forearm	5,953	0,444 ± 2,344	-0,714 ± 2,305	0,043

Обнаруженные статистические различия в показателях говорят о том, что для корректного проведения CHAID-анализа необходимо раздельно анализировать спортсменов, занимающихся классическими и восточными единоборствами [7, 12, 13, 16]. Безусловно, такой подход снизит статистическую значимость получаемых результатов (вследствие уменьшения объемов выборок для каждого типа единоборств), но, с другой стороны, позволит повысить степень однородности выделяемых групп спортсменов и, следовательно, более точно описать присущие этим группам значения морфологических показателей, что, в конечном счете, приведет к повышению эффективности всей классификации.

Результат CHAID-анализа для спортсменов, занимающихся восточными единоборствами, представлен на рис. 1. Сокращение «нижняя ББ точка» обозначает термин «нижняя большеберцовая точка».

Каждый элемент бинарного дерева решений представлен в виде прямоугольника, цвет которого определяет квалификацию спортсменов, попадающих в соответствующую группу: чем прямоугольник темнее, тем больший процент спортсменов группы имеют высокую квалификацию (МС или КМС). Обозначение «нет» соответствует числу спортсменов без квалификации. Название показателя, указанное внизу прямоугольника, определяет морфологическую характеристику, относительно которой группы спортсменов более всего различаются по значению целевой переменной (типа квалификации спортсмена). Наконец, числовое значение и знак неравенства, распо-

ложенные над прямоугольником, определяют условие, по которому спортсмены попадают в ту или иную группу. Прямоугольники, соответствующие конечным группам (листья дерева) со спортсменами высокой квалификации, представляют собой именно те группы, выявление которых является целью настоящего исследования.

Для занимающихся восточными единоборствами интерес представляют три группы спортсменов высокой квалификации. Опишем правила, которые обособляют эти группы (табл. 2). Как и раньше, значения показателей выражены в отклонениях от среднего.

В группу К-1 попали пять спортсменов, из них двое с квалификацией мастера спорта, занимающихся восточными единоборствами, которые характеризуются длиной туловища, меньшей, чем на 0,51 см от среднего, и подкожно-жировой складкой на бедре, меньшей среднего на 2,07 мм. Оставшиеся три спортсмена, попавшие в эту же группу, не имеют спортивной квалификации, но их морфофункциональные показатели, скорее всего, говорят о том, что у них может существовать потенциал достижения высоких спортивных результатов. Таким образом, группа К-1 включает спортсменов с небольшой длиной туловища и минимальной подкожно-жировой складкой на нижней конечности, т. е. являющихся невысокими и поджарыми.

В группу К-2 попали только спортсмены, имеющие квалификацию кандидатов в мастера спорта (пять человек), характеризующиеся не самым коротким туловищем (не меньше, чем на 0,51 см меньше среднего) и длиной

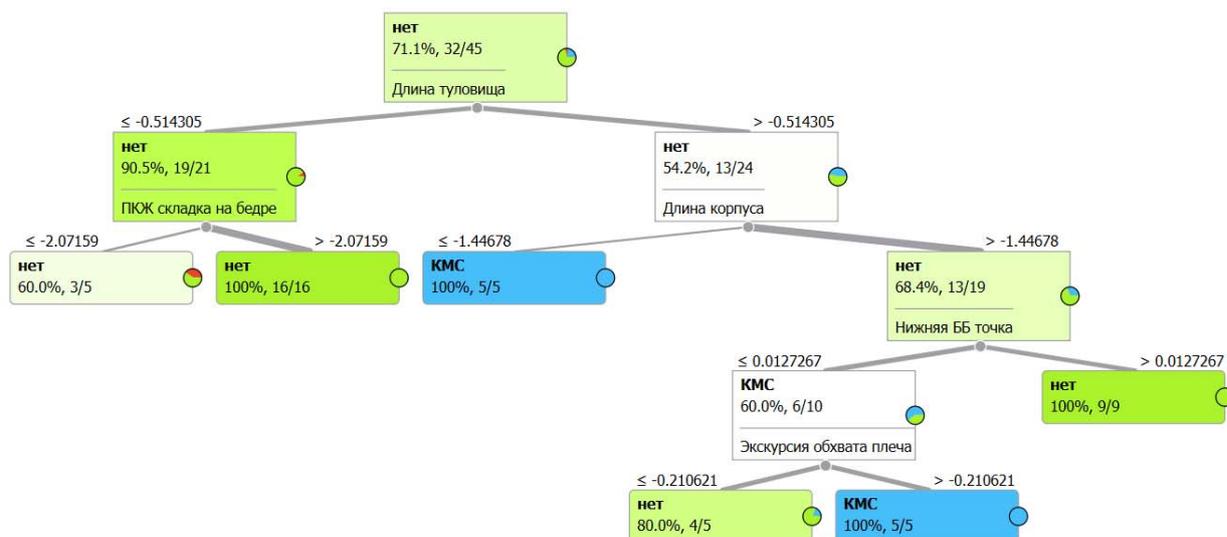


Рис. 1. Бинарное дерево классификации для спортсменов, занимающихся восточными единоборствами
Fig. 1. Binary classification tree for athletes in Oriental martial arts

Таблица 2
Table 2

Решающие правила для определения принадлежности
к группам спортсменов высокой квалификации (восточные единоборства)
Classification rules for identifying high-performance athletes (Oriental martial arts)

Группа / Group	К-1	К-2	К-3
Квалификация / Title	МС / Master of Sports	КМС / Candidate Master of Sports	КМС / Candidate Master of Sports
Условия попадания в группу / Inclusion criteria	Длина туловища / Body length $\leq -0,514$ ПКЖ складка на бедре / Thigh skinfold $\leq -2,072$	Длина туловища / Body length $> -0,514$ Длина корпуса / Trunk length $\leq -1,447$	Длина туловища / Body length $> -0,514$ Длина корпуса / Trunk length $> -1,447$ Нижняя ББ точка / Distal tibial breadth $\leq 0,013$ Экскурсия обхвата плеча / Shoulder circumference excursion $> -0,211$
Доля спортсменов высокой квалификации / Percentage of high-performance athletes	40 %	100 %	100 %

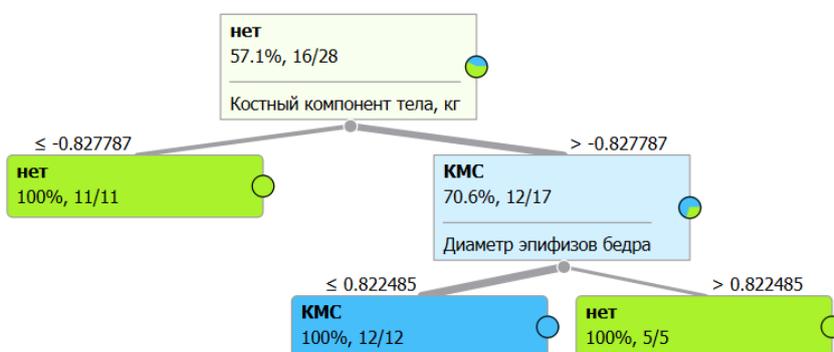


Рис. 2. Бинарное дерево классификации для спортсменов, занимающихся классическими единоборствами
Fig. 2. Binary classification tree for athletes in Classical martial arts

корпуса, меньшей, чем на 1,45 см меньше среднего. Поэтому это атлеты не с самым коротким туловищем и небольшим корпусом.

Группу К-3 составили также спортсмены с квалификацией кандидатов в мастера спорта (пять человек), у которых так же, как и у спортсменов группы К-2, длина туловища не меньше, чем на 0,51 см меньше среднего, но длина корпуса не меньше, чем на 1,45 см меньше среднего, нижняя большеберцовая точка ниже среднего значения и показатель экскурсии обхвата плеча не меньше, чем на 0,21 см меньше среднего. Следовательно, такие спортсмены отличаются не самыми короткими туловищем и корпусом, нижней конечностью, не длиннее средней, а также не самым малым размером бицепса.

Наличие нескольких групп свидетельствует, возможно, о том, что для разных школ восточных единоборств успеха могут добиваться спортсмены с различающимися наборами морфологических характеристик. Этот

факт требует дальнейшего подтверждения на выборках большего объема, поскольку на предварительном этапе статистически значимых различий в характеристиках спортсменов, занимающихся разными видами восточных единоборств, выявлено не было. Другим возможным объяснением наличия трех однородных групп может быть то, что достижение высоких результатов в восточных единоборствах может осуществляться за счет разных наборов морфологических характеристик, каждый из которых будет обеспечивать спортсменам (при должном уровне подготовки) какие-то специфические преимущества над их соперниками.

Результат CHAID-анализа для спортсменов, занимающихся классическими единоборствами, представлен на рис. 2.

В отличие от занимающихся восточными единоборствами, в случае анализа занимающихся классическими интерес представляет только одна группа, в которую попали спорт-

смены высокой квалификации (КМС, 12 человек). Правила выделения спортсменов этой группы могут быть описаны следующим образом: костный компонент тела должен быть больше, чем на 0,8 % от среднего значения; диаметр эпифизов бедра – меньше, чем на 0,8 см от среднего значения.

Таким образом, спортсмены высокой квалификации, занимающиеся классическими видами единоборств, характеризуются более массивным скелетом, и в то же время эпифизы конечностей, в частности, нижней, не должны принимать высоких значений.

Заключение. По результатам проведенного исследования статистически доказано различие между морфофункциональными показателями спортсменов, занимающихся восточными и классическими видами единоборств, что свидетельствует о необходимости раздельного анализа соответствующих показателей в данном виде спорта. К группе таких показателей были отнесены мышечный компонент тела, диаметр эпифизов голени, сила кисти рук, ширина плеч, подкожно-жировая складка на плече спереди и на предплечье. Они могут быть использованы для идентификации наиболее подходящего вида единоборств для конкретного спортсмена и спортивного отбора в существующих видах единоборств на различных этапах спортивного совершенствования.

На основе данных морфофункциональ-

ных показателей обследованных спортсменов сформулированы статистически доказанные критерии, обеспечивающие рост спортивной квалификации и повышений спортивной успешности как для спортсменов, занимающихся восточными единоборствами (три различных критерия), так и для спортсменов, занимающихся классическими единоборствами (один критерий).

Спортсмены высокой квалификации, занимающиеся восточными единоборствами, обладают следующими морфологическими особенностями:

1) небольшая длина туловища и минимальная подкожно-жировая складка на нижней конечности (атлеты невысокие и поджарые);

2) не самое короткое туловище и небольшой корпус;

3) не самые короткие туловище и корпус, нижние конечности не длиннее средних, не самые малые размеры бицепса.

Спортсмены высокой квалификации, занимающиеся классическими единоборствами, характеризуются более массивным скелетом, а эпифизы их нижних конечностей не должны принимать высоких значений.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве дополнительных морфофункциональных критериев спортивного отбора, профессиональной ориентации и прогнозирования соревновательной успешности.

Список литературы

1. Бунак, В.В. *Антропометрия. Практический курс* / В.В. Бунак. – М.: Наркомпрос РСФСР, 1941. – 367 с.
2. *Восточные единоборства* / Ю.А. Бахарев, В.П. Тупицын, С.Б. Панкратов и др. – Н. Новгород: Нижегород. гос. ун-т, 2018. – 124 с.
3. Мальцев, И.Ю. *Рациональность и эффективность тренировочных воздействий борцов* / Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 1 (215). – С. 297–301. DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.01
4. Негашева, М.А. *Основы антропометрии* / М.А. Негашева. – М.: ЭконИнформ, 2017. – 216 с.
5. Пашкова, У.Ю. *Опыт использования статистического анализа соревновательной деятельности в системе подготовки каратистов* / У.Ю. Пашкова // *Апробация*. – 2016. – № 2 (41). – С. 107–110.
6. Сиразетдинов, Р.Э. *Морфологические особенности как критерии спортивного отбора в единоборствах* / Р.Э. Сиразетдинов, М.А. Негашева, Э.А. Бондарева // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 42–48. DOI: 10.14529/hsm210405
7. Ткачук, М.Г. *Морфогенетические маркеры быстрой тренируемости в борьбе* / М.Г. Ткачук, А.Г. Левицкий, А.А. Соболев // *Человек. Спорт. Медицина*. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 130–134. DOI: 10.14529/hsm190118
8. Цой, М.Е. *Изучение предпочтений потребителей услуг страховой компании на основе критериев согласия при помощи CHAID-анализа* / М.Е. Цой, В.Ю. Щеколдин // *Сервис в России и за рубежом*. – 2017. – Т. 11, № 4 (74). – С. 124–137. DOI: 10.22412/1995-042X-11-4-10

9. Цой, М.Е. Маркетинговые исследования: методы анализа маркетинговой информации / М.Е. Цой, В.Ю. Щеколдин. – Новосибирск: Новосибир. гос. технич. ун-т, 2021. – 96 с.
10. Шипунов, С.Д. Тотальные размеры тела и особенности соматотипов детей 10–13 лет, занимающихся различными видами единоборств / С.Д. Шипунов, А.В. Махалин, Е.З. Година // Рос. журнал физ. антропологии. – 2022. – № 1. – С. 67–79. DOI: 10.33876/2782-5000/2022-1-1/72-78
11. A comprehensive framework identifying readmission risk factors using the CHAID algorithm: a prospective cohort study / S. Kaya, G.S. Guven, S. Aydan, O. Toka // International Journal for Quality in Health Care. – 2018. – Vol. 30, Iss. 5. – P. 366–374. DOI: 10.1093/intqhc/mzy022
12. Armstrong, N. Oxford Textbook of Children's Sport and Exercise Medicine / N. Armstrong, W. van Mechelen. – 4th ed. – 2023. – Oxford Academic. – DOI: 10.1093/med/9780192843968
13. Athletic Identity Associations in Young Sports Medicine Patients / M.A. Christino, R.P. Coene, K.A. Williams et al. // JAAOS: Global Research and Reviews. – 2024. – Vol. 8 (9). – P. 1–8. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-24-00195
14. Birjandi, S.M. A survey on data mining techniques used in medicine / S.M. Birjandi, S.H. Khas-teh // Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. – 2021. – Vol. 20. – P. 2055–2071. DOI: 10.1007/s40200-021-00884-2
15. Botha, M. Using entrepreneurial competencies and action to profile entrepreneurs: a CHAID analysis approach / M. Botha // Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship. – 2024. – Vol. 26, No. 2. – P. 337–367. DOI: 10.1108/JRME-07-2022-0091
16. Cluster Analysis of Identifying Team and Individual Sports Athlete Based on Anthropometric, Health and Skill Related Components / N.A. Kamarudin, M.R. Abdullah, V. Eswaramoorthi et al. // Enabling Industry 4.0 through Advances in Mechatronics. – 2022. – Vol. 900. – P. 561–570. DOI: 10.1007/978-981-19-2095-0_48
17. Gupta, B.C. Statistics and Probability with Applications for Engineers and Scientists Using MINITAB, R and JMP / B.C. Gupta, I. Guttman, K.P. Jayalath // On Data Mining. – Wiley. – 2020. – P. 476–517. DOI: 10.1002/9781119516651.ch11
18. Niu, M. Sports Training Strategies Based on Data Mining Technology / M. Niu // Procedia Computer Science. – 2023. – Vol. 228. – P. 847–856. DOI: 10.1016/j.procs.2023.11.112
19. Orange: Data Mining Toolbox in Python / J. Demsar, T. Curk, A. Erjavec et al. // Journal of Machine Learning Research. – 2013. – P. 2349–2353. DOI: 10.5555/2567709.2567736
20. Paluszek, M. Data Classification with Decision Trees / M. Paluszek, S. Thomas // MATLAB Machine Learning Recipes. – Apress, Berkeley, CA. – 2024. – P. 279–301. DOI: 10.1007/978-1-4842-9846-6_10
21. TotalBox, Sport Production. – <https://totalbox.pro/blog/vidy-edinoborstv-i-boevykh-iskusstv/> (дата обращения: 07.11.2024).

References

1. Bunak V.V. *Antropometriya. Prakticheskiy kurs* [Anthropometriya. Practical Course, Manual for Universities]. Moscow, Narkompros RSFSR Publ., 1941. 367 p.
2. Baharev Yu.A., Tupicyn V.P., Pankratov S.B. et al. *Vostochnyye edinoborstva* [Eastern Martial Arts. Study Guide]. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State University Publ., 2018. 124 p.
3. Mal'cev I.Yu. [Rationality and Effectiveness of Training Effects of Wrestlers]. *Ucheny'e zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2023, no. 1 (215), pp. 297–301. (in Russ.) DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.01
4. Negasheva M.A. *Osnovy antropometrii* [Fundamentals of Anthropometry. A Tutorial]. Moscow, Ekon Inform Publ., 2017. 216 p.
5. Pashkova U.Yu. [Experience of Using Statistical Analysis of Competitive Activity in the System of Training Karatekas]. *Aprobaciya* [Approbation], 2016, no. 2 (41), pp. 107–110. (in Russ.)
6. Sirazetdinov R.E., Negasheva M.A., Bondareva E.A. Morphological Features as Criteria for Sports Selection in Martial Arts. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 4, pp. 42–48. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210405

7. Tkachuk M.G., Leviczkiy A.G., Sobolev A.A. [Morphogenetic Markers of Rapid Trainability in Wrestling. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 130–134. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190118
8. Tsoy M., Shehekoldin V. [Study of Preferences of Consumers of Insurance Company Services Based on Consent Criteria Using CHAID-analysis]. *Servis v Rossii i za rubezhom* [Service in Russia and Abroad], 2017, vol. 11, no. 4 (74), pp. 124–137. (in Russ.) DOI: 10.22412/1995-042X-11-4-10
9. Tsoy M., Shehekoldin V. *Marketingovyye issledovaniya: metody analiza marketingovoy informatsii* [Marketing Research. Methods of Marketing Information Analysis]. Novosibirsk, Novosibirsk State Technical University Publ., 2021. 96 p.
10. Shipunov S.D., Maxalin A.V., Godina E.Z. [Total Body Sizes and Somatotype Characteristics of 10–13 Year Old Children Involved in Various Types of Martial Arts]. *Rossiyskiy zhurnal fizicheskoy antropologii* [Russian Journal of Physical Anthropology], 2022, no. 1, pp. 67–79. (in Russ.) DOI: 10.33876/2782-5000/2022-1-1/72-78
11. Kaya S., Guven G.S., Aydan S., Toka O. A Comprehensive Framework Identifying Readmission Risk Factors Using the CHAID Algorithm: a Prospective Cohort Study. *International Journal for Quality in Health Care*, 2018, vol. 30, iss. 5, pp. 366–374. DOI: 10.1093/intqhc/mzy022
12. Armstrong N., van Mechelen W. Oxford Textbook of Children's Sport and Exercise Medicine, 4th ed. Oxford Academic, 2023. DOI: 10.1093/med/9780192843968
13. Christino M.A., Coene R.P., Williams K.A. et al. Athletic Identity Associations in Young Sports Medicine Patients. *JAAOS: Global Research and Reviews*, 2024, vol. 8 (9), pp. 1–8. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-24-00195
14. Birjandi S.M., Khasteh S.H. A Survey on Data Mining Techniques Used in Medicine. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 2021, vol. 20, pp. 2055–2071. DOI: 10.1007/s40200-021-00884-2
15. Botha M. Using Entrepreneurial Competencies and Action to Profile Entrepreneurs: a CHAID Analysis Approach. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*, 2024, vol. 26, no. 2, pp. 337–367. DOI: 10.1108/JRME-07-2022-0091
16. Kamarudin N.A., Abdullah M.R., Eswaramoorthi V. et al. Cluster Analysis of Identifying Team and Individual Sports Athlete Based on Anthropometric, Health and Skill Related Components. *Enabling Industry 4.0 through Advances in Mechatronics*, 2022, vol. 900, pp. 561–570. DOI: 10.1007/978-981-19-2095-0_48
17. Gupta B.C., Guttman I., Jayalath K.P. Statistics and Probability with Applications for Engineers and Scientists Using MINITAB, R and JMP. *On Data Mining*. Wiley, 2020, pp. 476–517. DOI: 10.1002/9781119516651.ch11
18. Niu M. Sports Training Strategies Based on Data Mining Technology. *Procedia Computer Science*, 2023, vol. 228, pp. 847–856. DOI: 10.1016/j.procs.2023.11.112
19. Demsar J., Curk T., Erjavec A. et al. Orange: Data Mining Toolbox in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 2013, pp. 2349–2353. DOI: 10.5555/2567709.2567736
20. Paluszek M., Thomas S. Data Classification with Decision Trees. *MATLAB Machine Learning Recipes*. Apress, Berkeley, CA. 2024, pp. 279–301. DOI: 10.1007/978-1-4842-9846-6_10
21. TotalBox, Sport Production. Available at: <https://totalbox.pro/blog/vidy-edinoborstv-i-boevykh-iskusstv/> (accessed 07.11.2024).

Информация об авторах

Щеколдин Владислав Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры маркетинга и сервиса, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Цой Марина Евгеньевна, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой маркетинга и сервиса, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия.

Махалин Аду Васильевич, кандидат биологических наук, специалист научно-исследовательского института и музея антропологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

Information about the authors

Vladislav Yu. Shehekoldin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Marketing and Service Department, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia.

Marina Ye. Tsoy, Candidate of Economic Sciences, Head of the Marketing and Service Department, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia.

Adu V. Makhalin, Candidate of Biological Sciences, Expert of the Research Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 21.12.2024

The article was submitted 21.12.2024