

ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА

УДК 77.03.37:159.93

Ф.А. Гужов, Ю.П. Бредихина, Л.В. Капилевич, А.А. Ильин, М.Б. Ложкина

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ УДАРОВ В СПОРТИВНОМ КАРАТЕ

Исследованы физиологические механизмы обеспечения точности выполнения удара цуки у спортсменов, занимающихся спортивным карате, на разных этапах спортивного совершенствования. Показано, что формирование мастерства в спортивном карате можно рассматривать как единую функциональную систему, определяющую роль в которой играют координационные способности и характер организации мышечного сокращения. Именно с согласования данных двух систем начинается формирование мастерства. Дальнейшее совершенствование сопровождается усилением их взаимодействия, основанным в том числе на оптимизации работы высших отделов нервной системы. Формирование вышеописанного двигательного стереотипа сопровождается развитием систем его вегето-сосудистого обеспечения. Однако на этапе спортивного совершенствования уровень напряжения вегетативной системы слабо коррелирует с двигательными нагрузками, что приводит к избыточному напряжению регуляторных механизмов и дисбалансу гемодинамических показателей. На этапе высшего спортивного мастерства окончательно формируются взаимосвязи двигательных и вегетативных механизмов.

Ключевые слова: электромиография; стабิโลграфия; кардиоинтервалография; адаптация; карате; равновесие; биомеханика.

Введение. Любые спортивные достижения требуют мобилизации физических, технических, психологических и функциональных возможностей спортсмена. При этом систематическая напряженная мышечная деятельность вызывает комплекс ответных реакций, дифференцированных преобразований с формированием функциональных и структурных изменений, обеспечивающих адаптацию к специфике нагрузок в том или ином виде спорта в зависимости от направленности физических нагрузок, спортивного стажа, состояния здоровья, возраста занимающихся и других факторов [1, 2]. Спортивная подготовка предполагает сбалансированность регулирующих систем, обеспечивающих гемодинамические, метаболические и энергетические реакции при мышечной деятельности, особенно в тех видах спорта, которые предполагают сложно-координационные движения и быструю реакцию на внешние факторы. К таким видам спорта относятся и единоборства, в том числе – спортивное карате [3].

Самыми распространенными приемами в спортивном карате являются удары, выполняемые руками либо ногами. Один из таких приемов – цуки – удар кулаком, нанесенный по мишени, находящейся перед спортсменом [2]. Для точного выполнения удара необходимо сочетание силы, скорости, равновесия и координации, а также адаптация спортсмена к физическим нагрузкам [4, 5].

Цель работы: исследовать физиологические механизмы обеспечения точности выполнения удара цуки у спортсменов, занимающихся спортивным карате, на разных этапах спортивного совершенствования.

Материалы и методы исследования. Было обследовано 48 спортсменов – мужчин в возрасте от 18 до 27 лет, специализирующихся в спортивном карате. Было выделено три группы: первая группа – 12 человек, занимающихся на этапе высшего спортивного мастерства и имеющих спортивную квалификацию «мастер спорта»; вторая группа – 15 человек, тренирующихся на этапе спортивного совершенствования (стаж тренировки 2–3 года, квалификация I–II разряд), третья группа – 21 человек, тренирующихся на этапе началь-

ной спортивной специализации (стаж тренировки 2–3 месяца, не имеющие спортивных разрядов).

Исследование биоэлектрической активности мышц верхних конечностей при выполнении удара кулаком – цуки, выполнялось на нейромиографе «Нейро-МВП-4» (НПО «Нейрософт», Россия). Электроды (диаметром 0,5 см с межэлектродным расстоянием 2 см) накладывались на проекции трехглавой мышцы плеча. Исследование зрительных вызванных потенциалов головного мозга (ЗВП) выполнялось на этом же приборе. Оценка координационных способностей и равновесия выполнялась на стабิโลграфическом анализаторе «Стабилан-01-2» (НПО «Нейрософт», Россия) при выполнении удара цуки. Адаптационные возможности организма спортсменов оценивались с помощью прибора «ЭКГ-триггер-МКА-02» (НПП «Метекс», Россия). Оценка кровотока выполнялась с помощью реовазографии (РВГ) на реографе «Рео-Спектр» (НПО «Нейрософт», Россия).

Статистическая обработка полученных данных выполнялась методами вариационного и корреляционного анализа. Проверку на нормальность распределения проводили с использованием критерия Колмогорова–Смирнова. Для оценки достоверности различий между выборками использовался критерий Манна–Уитни. Взаимосвязь признаков оценивалась с помощью метода ранговой корреляции Спирмена.

Результаты исследований. При анализе статокинезиграмм, полученных при выполнении удара рукой, видно, что спортсмены высшей квалификации в подготовительной фазе удерживают общий центр тяжести (ОЦТ) в исходном положении, после чего ОЦТ перемещается вперед по траектории удара и возвращается назад (рис. 1). Спортсмены средней и низкой квалификации уже в подготовительной фазе для получения дополнительной устойчивости совершают перемещение ОЦТ назад. В момент выполнения удара траектория ОЦТ изогнута, что существенно снижает эффективность выполнения движения. В завершающей фазе для удержания равновесия спортсмен выполняет колебательные движения в обе стороны.

С ростом квалификации спортсменов происходит увеличение величин разброса по сагиттали и фронтالي,

а также скоростей перемещения ОЦТ ($p < 0,05$, табл. 1). При выполнении удара спортсмен для увеличения устойчивости старается увеличить площадь проекции траектории ОЦТ, поэтому с ростом квалификации происходит увеличение разброса в обеих плоскостях. Увеличение же скоростей перемещения ОЦТ у высококвалифицированных спортсменов говорит о своевременной компенсации возникающих отклонений тела, т.е. об оптимальной работе систем поддержания вертикальной позы.

Максимальная амплитуда электрической активности всех групп мышц, участвующих в выполнении удара рукой, у высококвалифицированных спортсменов была достоверно выше, чем у спортсменов средней и низкой квалификации, а частота осцилляций, напротив, в группе каратистов средней квалификации превышала показатели квалифицированных спортсменов ($p < 0,05$, табл. 1). Это свидетельствует о том, что у мастеров спорта наблюдается синхронизация работы двигательных единиц, одновременное их вовлечение в выполнение ударного движения.

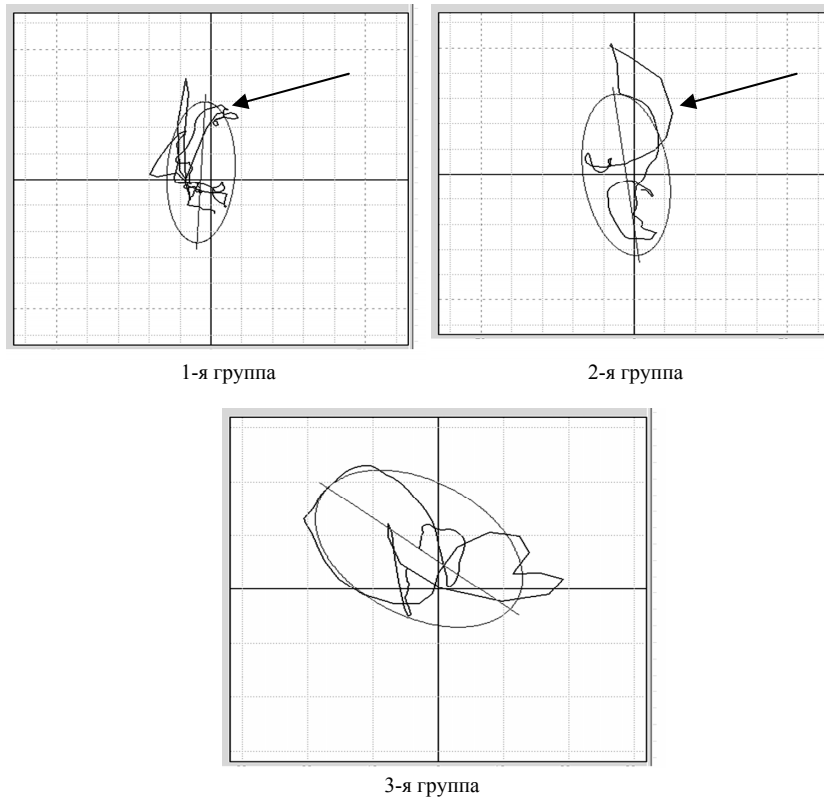


Рис. 1. Статокинезиграмы при выполнении удара рукой (цуки) спортсменами различной квалификации.
 1-я группа – высшее спортивное мастерство; 2-я группа – спортивное совершенствование;
 3-я группа – начальная спортивная специализация. Стрелкой обозначен момент выполнения удара

Таблица 1
 Электромиографические, стабилеографические и адаптационные характеристики ударных движений в спортивном карате

Ударное движение	Показатели	X _{ср} ± m			
		1-я группа (высшее спортивное мастерство)	2-я группа (спортивное совершенствование)	3-я группа (начальная спортивная специализация)	
Удар кулаком (цуки)	Разброс по фронтالي, мм	11,8±1,5*	9,6±0,8*	6,7±0,8	
	Разброс по сагиттали, мм	12,5±1,4*	11,1±1,4*	7,7±0,7	
	Средняя скорость перемещения ЦД, мм/с	103,1±12,1#	87,5±5,2*	72,6±7,2	
	Средняя линейная скорость по фронтали, мм/с	67,6±8,9#	45,3±1,8	40±5,5	
	Средняя линейная скорость по сагиттали, мм/с	64,1±7,1	63,2±6,8*	53±4,8	
	ЭМГ трехглавой мышцы плеча слева	Ампл., мкВ	631,7±52#	389,3±33,3*	164,2±11,8
		Частота, Гц	218,00±23#	302,8±41,3*	164,00±28,1
	ЭМГ трехглавой мышцы плеча справа	Ампл., мкВ	1188,25±81,9#	496,7±54,3*	181,6±19,4
		Частота, Гц	308,4±23,7#	425,4±49,8*	212,7±24,6
	Вариационный размах, dX		0,92±0,1*#	0,49±0,07	0,55±0,09
	Амплитуда моды, АМо		30,3±2,5*#	28,3±2,6*	20,8±1,6
	Индекс напряжения, ИН		47,25±4,1*#	91,9±6,1	85,4±10,3
	Частота сердечных сокращений, ЧСС		59,17±7,1*	71,2±7,3	81,35±8,4

* Достоверность различий с 3-й группой, $p < 0,05$. # Достоверность различий со 2-й группой, $p < 0,05$.

При исследовании вызванных потенциалов у спортсменов-каратистов было выявлено, что латентный период зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) в группе высшего спортивного мастерства и группе

спортивного совершенствования достоверно ниже ($p < 0,05$) для негативных компонентов N1, N2, N3 в передневисочной, затылочной области по сравнению с группой начинающих спортсменов (табл. 2). Латентный период ЗВП для позитивных компонентов P1, P2, P3 в группе высококвалифицированных спортсменов достоверно ниже ($p < 0,05$) в передневисочной области по сравнению с группой начинающих спортсменов (табл. 2). Наиболее отчетливо разница прослеживается в

компонентах P2 и P3. Можно полагать, что компоненты ЗВП отражают анализ информации в подкорке, неосознанную переработку информации. Снижение латентного периода ЗВП свидетельствует об уменьшении числа синаптических контактов, что приводит к активации корковых процессов, а следовательно, к возникновению новых временных связей, более полному анализу и распознаванию раздражителя, увеличению скорости ответной реакции на поступающее раздражение [6].

Таблица 2

Показатели латентного периода (мс) ЗВП головного мозга у спортсменов различной квалификации, занимающихся спортивным карате

Отведения	Группа	(X±m)					
		N1	N2	N3	P1	P2	P3
Передневисочные	3-я (начальная спортивная специализация)	119±6,7	212±8,4	329±12,3*	171±7,1	281±11,1	388±9,4
	2-я (спортивное совершенствование)	93,4±7,1*	199,7±8,1*	331,9±15,1	175,1±6,2	276,1±13	376,7±10,4*
	1-я (высшее спортивное мастерство)	82±6,5*	198±7,4*	321±17,3*	169±6,3	260±11,2*	371±11*
Затылочные	3-я (начальная спортивная специализация)	160±3,8	210±4,7	320±5,2	165±3,7	270±5,1	390±5,5
	2-я (спортивное совершенствование)	150,5±7,1*	199,1±5,7*	308,6±6,1*	166,9±6,9	274,1±8,3	391,8±8,7
	1-я (высшее спортивное мастерство)	147±6,5*	201±11*	291±10,9*	162±9,5	270±13,4	390±19,1

* Достоверность различий с 3-й группой, $p < 0,05$.

Сравнительный анализ основных параметров интенсивности кровотока левого и правого предплечья позволил установить, что уже у спортсменов 2-й группы имеет место увеличение реографического индекса и скорости кровотока. Рост этих показателей, характеризующих при-

ток крови, продолжается и на стадии высшего спортивного мастерства. В то же время ДИК и ДИА, характеризующие фазу кровотока, во 2-й группе не отличаются от значений в группе новичков, они увеличиваются только у спортсменов 1-й группы (табл. 3).

Таблица 3

Реографические показатели кровотока предплечья у спортсменов, занимающихся спортивным карате

Показатель	1-я группа (высшее спортивное мастерство)	2-я группа (спортивное совершенствование)	3-я группа (начальная спортивная специализация)
Реографические показатели кровообращения левого предплечья			
РИ	0,77±0,6* #	0,54±0,03*	0,27±0,019
V _{макс}	1,37±0,05* #	0,87±0,057*	0,53±0,04
V _{ср}	0,76±0,07* #	0,65±0,04*	0,35±0,03
ДИК	36±1,4* #	18±1,5	12±1,5
ДИА	33±2,1* #	16±1,5	16±2,7
Реографические показатели кровотока правого предплечья			
РИ	0,73±0,08* #	0,64±0,07*	0,36±0,05
V _{макс}	1,32±0,1* #	0,91±0,09*	0,72±0,08
V _{ср}	0,71±0,5* #	0,44±0,08	0,48±0,06
ДИК	43±3,4* #	33,5±3,6	21±2,8
ДИА	53,5±2,8* #	28±1,9	17,5±1,7

* Достоверность различий с 3-й группой, $p < 0,05$. # Достоверность различий со 2-й группой, $p < 0,05$.

Полученные данные позволяют констатировать, что у спортсменов, занимающихся спортивным карате, формирование механизмов гемодинамического обеспечения мышц верхних конечностей связано преимущественно со снижением тонуса артерий. Также имеет место явление «запаздывания» гемодинамических перестроек на этапе спортивного совершенствования, при этом кровеносная система еще не перестроилась и не обеспечивает гемодинамические запросы мышечного аппарата. В целом полученные результаты свидетельствуют об увеличении парасимпатического влияния на кровообращение у спортсменов с ростом их квалификации и, следовательно, о возрастании резервных возможностей при максимальных нагрузках.

Адаптационные возможности организма спортсменов оценивались методом кардиоинтервалографии. Показатели амплитуды моды (АМо) значимо отличались в 1-й и 2-й группах от группы начинающих и превышали ее на 30% ($p < 0,05$, табл. 1). Вариационный

размах (dX) увеличивался только в группе высшего спортивного мастерства ($p < 0,05$, табл. 1). Индекс напряжения (ИН) в группе начинающих был минимален, а с ростом спортивного мастерства сначала возрастал, а в 1-й группе, напротив, снижался почти вдвое ($p < 0,05$, табл. 1).

Таким образом, можно заключить, что у спортсменов на стадии высшего спортивного мастерства отмечается преобладание парасимпатического влияния вегетативной нервной системы, что отражает процесс адаптации к физическим нагрузкам. В то же время на стадии спортивного совершенствования отмечаются признаки вегетативной дисрегуляции и повышения тонуса симпатического отдела, что свидетельствует о напряжении адаптации. Видимо, на данном этапе подготовки цена адаптации слишком высока и вегетативное обеспечение не соответствует уровню тренировочных нагрузок.

Для исследования взаимосвязей между характеристиками физиологических систем, участвующих в ре-

гуляции и вегетативном обеспечении ударных действий у спортсменов-каратистов различного уровня мастерства, был проведен корреляционный анализ. При этом у начинающих спортсменов достоверные корреляционные связи между исследованными параметрами не обнаруживались ($p > 0,05$).

В группе спортсменов средней квалификации показатели разброса по сагиттали и показатели сокращения трехглавой мышцы плеча справа коррелируют с другим с коэффициентом $R = 0,64$. Также эти показатели коррелируют с показателями кардиоинтервалографии и ЗВП: показатель разброса по сагиттали ($R = -0,61$) и показатель сокращения трехглавой мышцы плеча справа ($R = -0,67$) с вариационным размахом и с показателем ЗВП, с N1 в передневисочной области ($R = -0,61$, $R = -0,59$ соответственно, рис. 2).

При анализе корреляционных связей полученных показателей в группе высшего спортивного мастерства было обнаружено, что такие показатели стабильности, как

разброс по сагиттали ($R = -0,7$ и $R = -0,72$), а также показатель частоты сокращения ЭМГ трехглавой мышцы плеча справа ($R = -0,69$ и $R = -0,67$), коррелируют с показателями кардиоинтервалографии: вариационным размахом и индексом напряжения, а также с показателями ЗВП: с N1 ($R = -0,7$ и $R = 0,76$ соответственно) в передневисочной области и с компонентом P2 также передневисочной области с коэффициентами $R = -0,72$ и $R = -0,73$ соответственно. Также эти показатели коррелируют друг с другом с коэффициентом $R = -0,8$ (рис. 3). Одновременно с этим показатель разброса по сагиттали коррелирует ($R = 0,79$) с показателем реографии – РИ правого предплечья, а показатель частоты сокращения ЭМГ трехглавой мышцы плеча справа одновременно и с РИ ($R = 0,82$) и с ДИК ($R = -0,78$) правого предплечья. В итоге в группе наиболее квалифицированных спортсменов была получена сильная и умеренная корреляция ($|R| > 0,75$), в группе спортивного совершенствования – умеренная ($0,25 < |R| < 0,75$).

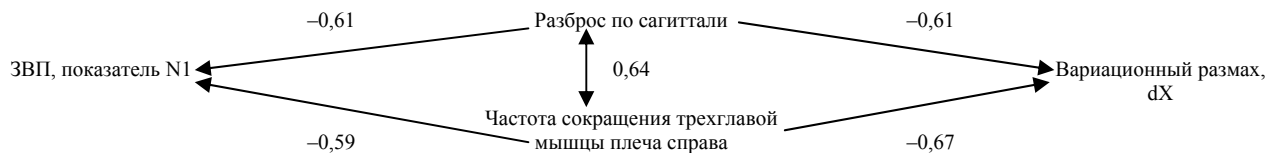


Рис. 2. Корреляционные связи показателей электромиографии, стабильности, кардиоинтервалографии и ЗВП во второй группе (спортивное совершенствование)

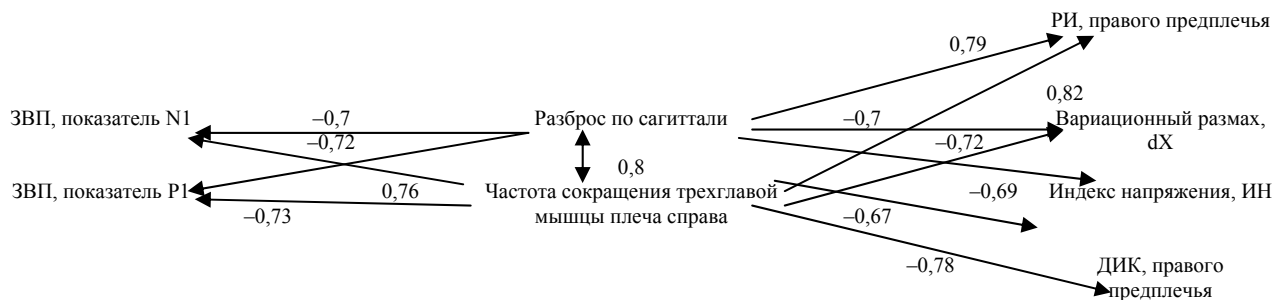


Рис. 3. Корреляционные связи показателей электромиографии, стабильности, кардиоинтервалографии и ЗВП в первой группе (высшее спортивное мастерство)

Таким образом, формирование спортивного мастерства у каратистов сопровождается увеличением числа корреляционных зависимостей между характеристиками регуляторных и вегетативных систем и ростом силы взаимосвязей.

Обсуждение результатов. Систематизация всех полученных результатов позволила представить схему физиологического обеспечения двигательных качеств у каратистов на разных этапах спортивного совершенствования (табл. 4).

Таблица 4

Физиологические механизмы на этапах спортивного совершенствования у каратистов

Показатель	3-я группа (начальная спортивная специализация)	2-я группа (спортивное совершенствование)	1-я группа (высшее спортивное мастерство)
Координация и равновесие	Слабая	Сформирована преимущественно в сагиттальной плоскости	Хорошая
Реакция ЦНС	Длинный латентный период ЗВП	Снижение латентного периода ранних негативных компонентов	Снижение латентного периода ранних негативных и поздних позитивных компонентов
Мышечное сокращение	Низкая активность. Отсутствие внутримышечной координации	Высокая активность. Отсутствие внутримышечной координации	Высокая активность. Внутримышечная координация
Регионарный кровоток	Средний уровень кровенаполнения. Средняя скорость кровотока	Высокий уровень кровенаполнения. Средняя скорость кровотока	Высокий уровень кровенаполнения. Высокая скорость кровотока
Вегетативный баланс	Низкий уровень напряжения. Избыточная реактивность. Низкий уровень утомления	Высокий уровень напряжения. Гиперреактивность. Высокий уровень утомления	Низкий уровень напряжения. Нормальная реактивность. Низкий уровень утомления

Формирование спортивного мастерства у каратистов проявляется прежде всего в совершенствовании координации движений и повышении эффективности мышечных сокращений. В первую очередь формируется координация движений в сагиттальной плоскости (она выражена уже во 2-й группе), формирование координации во фронтальной плоскости завершается на этапе высшего спортивного мастерства. Одновременно отмечается рост амплитуды биоэлектрической активности мышц плеча. В группе спортсменов высшей квалификации биоэлектрическая активность прямых мышц плеча организована синхронно, имеет более высокую амплитуду и частоту осцилляций при меньшей длительности периода активности.

Изменения со стороны реакции ЦНС проявляются в укорочении латентного периода ЗВП. На этапе спортивного совершенствования снижается длительность ЛП ранних негативных компонентов (потенциалов ближнего поля), а на этапе высшего спортивного мастерства укорачивается ЛП поздних позитивных компонентов, отражающих функциональное состояние стволовых структур и коры больших полушарий.

Все вышеописанные физиологические изменения в организме спортсменов сопровождаются перестройкой системы вегетативного обеспечения деятельности. Причем перестройка этой системы происходит не линейно, в нее на разных этапах тренировки вовлекаются различные механизмы. С ростом спортивного мастерства происходило сначала усиление степени кровенаполнения мышц (регистрировалось уже у спортсменов среднего уровня), а затем – ускорение кровотока (в группе мастеров).

У начинающих спортсменов мы отмечали низкий уровень напряжения адаптации, избыточную вегетативную реактивность и низкий уровень утомления. Такая картина, в общем-то, типична для здорового, но не тренированного человека. У каратистов среднего уровня развивается перенапряжение и гиперреактив-

ность вегетососудистой системы, для них характерны высокий уровень утомления и длительный период восстановления. Все это свидетельствует о том, что «цена адаптации» на данном этапе самая высокая и эти спортсмены находятся в группе риска. По-видимому, формирование двигательных навыков на данном этапе опережает развитие систем вегетативного обеспечения. Спортсмены среднего уровня требуют самого пристального внимания тренеров и спортивных врачей – нарушение режима тренировок и перегрузки легко могут привести к перенапряжению и срыву адаптации. Дальнейший рост спортивной квалификации сопровождается снижением уровня напряжения, формированием нормотонической реакции на нагрузку и сокращением восстановительного периода.

Заключение. Все вышеизложенное позволяет рассматривать формирование мастерства в спортивном карате как единую функциональную систему, определяющую роль в которой играют координационные способности и характер организации мышечного сокращения. Именно с согласования данных двух систем начинается формирование мастерства. Дальнейшее совершенствование сопровождается усилением их взаимодействия, основанным в том числе на оптимизации работы высших отделов нервной системы, что проявляется в укорочении латентного периода поздних позитивных компонентов ЗВП.

Формирование вышеописанного двигательного стереотипа сопровождается развитием систем его вегетососудистого обеспечения. Однако на этапе спортивного совершенствования уровень напряжения вегетативной системы слабо коррелирует с двигательными нагрузками, что приводит к избыточному напряжению регуляторных механизмов и дисбалансу гемодинамических показателей. На этапе высшего спортивного мастерства окончательно формируются взаимосвязи двигательных и вегетативных механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каплевич Л.В. Физиологический контроль технической подготовленности спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2010. № 11. С. 12–15.
2. Каплевич Л.В., Бредихина Ю.П. Координация парных двигательных действий у спортсменов (на примере спортивных бальных танцев) // Бюллетень сибирской медицины. 2013. № 2. С. 204–210.
3. Накаяма М. Динамика карате. М. : Физкультура и спорт, 2003. 457 с.
4. Зинурова Н.Г., Денисов К.Г., Кузиков М.М. Показатели статокINETической устойчивости спортсменов при адаптации к сложнокоординационным нагрузкам // Вестник ЮУрГУ. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. 2011. Вып. 28. № 26 (243). С. 127–130.
5. Лях В.И. Координационные способности: диагностика и развитие. М. : ТВТ Дивизион, 2006. 290 с.
6. Каплевич Л.В., Замулина Е.В. Взаимосвязь вызванных потенциалов головного мозга с уровнем специальной физической подготовленности футболистов // Бюллетень сибирской медицины. Томск. 2008. № 2. С. 112–114.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 17 февраля 2014 г.

PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF ENSURING THE ACCURACY OF STRIKES IN SPORTS KARATE

Tomsk State University Journal. No. 381 (2014), 214–219

Guzhov Fyodor A. Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: fedorguzhov@mail.ru

Bredikhina Yulia P. Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: u2000@yandex.ru

Kapilevich Leonid V. Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russian Federation), Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: kapil@yandex.ru

Pyin Aleksandr A. Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (Tomsk, Russian Federation). E-mail: sport@rk.tusur.ru

Lozhkina Maria B. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: lozhkinamb@gmail.com

Keywords: electromyography; stabilography; cardiointervalography; adaptation; karate; balance; biomechanics.

The physiological mechanisms to ensure the accuracy of tsuki are studied in athletes involved in sports karate at different stages of sports perfection. 48 athletes, men aged 18 to 27, specializing in sport karate were examined. Formation of sportsmanship in karate manifests mainly in improving the coordination and efficiency of muscle contractions. Primarily coordinated movements in the sagittal plane is formed (it is already expressed in the average group). The formation of coordination in the frontal plane is complete at highest sportsmanship levels. Simultaneously there is a marked increase in the amplitude of the bioelectrical activity of the shoulder muscles. In the group of athletes of the highest qualification the bioelectrical activity of the rectus muscles of the shoulder is synchronous and has higher amplitude and frequency of oscillations with a shorter duration of activity. Changes in the CNS reactions are in the shortening of the latent period of the visual evoked potential. At the stage of sports improvement the latent period of early negative components (near-field potential) is shorter. With higher sportsmanship there is a shorter latent period of late positive components reflecting the functional state of the stem structures and the cerebral cortex. All of the above physiological changes in the body of athletes are accompanied with restructuring of the vegetative regulation of activities. Moreover, the restructuring of the system is not linear; at different stages of training it involves various mechanisms. With the growth of sportsmanship, first, there is an increase in the degree of muscle hyperemia (regular for average-level athletes), and then – blood delivery acceleration (in the high-level group). Beginners have a low level of adaptation strain, excessive vegetative reactivity and low fatigue. Such a pattern, in general, is typical for a healthy untrained person. Average-level karatekas develop stress and vascular system hyper-reactivity. They show high levels of fatigue and longer recovery period. All this indicates that the "adaptation price" at this stage is the highest, and these athletes are at risk. Apparently, the formation of motor skills at this stage is ahead of the development of the autonomic system support. Average athletes need urgent attention of coaches and sports doctors – violations of training and overload can easily result in over-stress and adaptation breakdown. Further improvement of sports qualification is associated with decreased stress, eutonic reaction to stress and reduced recovery period. All the above allows us to consider the formation of skill in sports karate as a single functional system with the decisive role belonging to coordination abilities and muscle contraction organization. It is the agreement of the two systems that starts skill formation. Further improvement is accompanied with their better cooperation, with optimization of the higher parts of the nervous system resulting in a shorter latent period of the late positive components of the visual evoked potential. Formation of this motor stereotype is connected with the development of its vegetative-vascular system support. However, during sports perfection the level of the autonomic system strain is weakly correlated with motor loads, which leads to excessive stress of regulatory mechanisms and hemodynamic imbalance. At the stage of high sportsmanship the relationship of motor and autonomic mechanisms is finally formed.

REFERENCES

1. Kapilevich, L.V. Fiziologicheskiy kontrol' tekhnicheskoy podgotovlennosti sportsmenov [Physiological control of the technical preparedness of athletes]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, 2010, no. 11, pp. 12-15.
2. Kapilevich L.V., Bredikhina Yu.P. Pair motor coordination action in sportsmen (on the example of ballroom dancing). *Byulleten' sibirskoy meditsiny – Bulletin of Siberian Medicine*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 204-210. (In Russian)
3. Nakayama M. *Dynamic Karate*. Kodansha, 1987. 308 p. (Russ. ed.: Nakayama M. *Dinamika karate*. Moscow, Fizkul'tura i sport Publ., 2003. 457 p.)
4. Zinurova N.G., Denisov K.G., Kuzikov M.M. Pokazateli statokinicheskoy ustoychivosti sportsmenov pri adaptatsii k slozhno-koordinatsionnym nagruzkam [Athletes' statokinetic sustainability indicators in adapting to complex coordination loads]. *Vestnik YuUrGU. Seriya "Obrazovanie, zdravookhranenie, fizicheskaya kul'tura"*, 2011, Issue 28, no. 26 (243), pp. 127-130.
5. Lyakh V.I. *Koordinatsionnye sposobnosti: diagnostika i razvitie* [Coordination abilities: diagnosis and development]. Moscow, TVT Divizion Publ., 2006. 290 p.
6. Kapilevich L.V., Zamoulina Ye.V. Vzaimosvyaz' vyzvannykh potentsialov golovnoy mozga s urovnem spetsial'noy fizicheskoy podgotovlennosti futbolistov [The relationship of evoked potentials of the brain with special physical preparedness of players]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny – Bulletin of Siberian Medicine*, 2008, no. 2, pp. 112-114.