

УДК 612.766.1

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЭНЕРГЕТИКИ У СПОРТСМЕНОВ 9-16 ЛЕТ

Михайлова Т. И.

Возрастные преобразования механизмов энергетики на пре-, пост-, и пубертатных стадиях онтогенеза достаточно полно представлены в ряде фундаментальных исследований [1-7]. В этих работах вскрываются некоторые тканевые и регуляторные механизмы, детерминирующие мощность и ёмкость фосфогенного, гликолитического и аэробного процессов энергообразования и лишь косвенно затрагивают вопросы адаптивных перестроек этих механизмов под воздействием двигательной подготовки определённой модальности [8].

Вместе с тем знание этих закономерностей расширяет методологическую базу для разработки методов профессиональной ориентации, отбора и оперативной диагностики, а также создает необходимые предпосылки для эффективного управления двигательными способностями детей и подростков на начальных этапах спортивной подготовки [9-11].

В связи с этим цель исследований заключалась в изучении влияния спортивной тренировки дзюдо на возрастные изменения механизмов энергетики у спортсменов 9-16 лет и роли этих трансформаций в обеспечении эффективности спортивной деятельности. Для достижения цели решали две задачи:

- 1) Выявление особенностей энергообеспечения у дзюдоистов различных возрастных групп;
- 2) определение причинно-следственных отношений между показателями энергообеспеченности дзюдоистов, с одной стороны, и уровнем их спортивной подготовленности, – с другой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью разрешения поставленных задач обследовали три группы дзюдоистов в возрасте 9-11 ($n = 54$), 12-13 ($n = 41$) и 14-16 лет ($n = 40$). У них определяли аэробную выносливость и максимальное потребление кислорода (МПК) по методике J.Astrand, J. Ryhming [12]. Для изучения эффективности различных звеньев кислороднотранспортной системы: при работе в режиме МПК использовали 5 минутную нагрузку на велоэргометре мощностью 5 Вт/кг [4, 6, 13]. При этом ЧСС регистрировали в грудных отведениях ЭКГ по методике П. А. Бутченко (1963). Легочную вентиляцию и газообмен определяли по показателям серийного прибора «Метатест-2». На основании эмпирических данных рассчитывали значения кислородного пульса как отношение величины потребленного кислорода (мл) к частоте сердечных сокращений (уд/мин) приведенных к массе тела (мл.мин./кг). О мощности фосфатного механизма

энергообеспечения судили по показателям скоростно-силовой (бег 80 м., прыжок в длину, подтягивание и разгибание рук в максимальном темпе за 10 с.) подготовленности.

Гликолитические возможности спортсменов оценивали по уровням скоростной (челночный бег 4×30 м., с.) и силовой динамической (разгибание рук в упоре «до отказа») выносливости [11]. Об отношении организма к работе субмаксимальной мощности различной модальности судили по интегральным показателям гликолитической работоспособности (ИПГР_{1,2}):

$$\text{ИПГР}_1 = \frac{V}{f_1 - f_0} \quad (1)$$

$$\text{ИПГР}_2 = \frac{N}{f_1 - f_0} \quad (2)$$

где V - скорость челночного бега 4 × 30 м/с;

N - количество циклов движений, ед.;

f_0 и f_1 - ЧСС до и после выполнения теста, уд/мин.

Уровень спортивной подготовленности дзюдоистов определяли с помощью экспертной оценки, использовали методы полного парного сравнения. С учётом значений ($r=0,84$) коэффициентов конкордации в расчёт принимали средний ранг двух экспертных оценок. Достоверность различий определяли по t - и F -критериям. Для определения тесноты связи изучаемых переменных между собой и критерием (рангом спортивной подготовленности, рейтингом спортсмена) использовали непараметрический показатель Спирмена. В расчёт принимали достоверно значимые коэффициенты не ниже $r \geq 0,3$ [12-14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В плане реализации первой задачи установлено (табл. 1), что в возрасте от 9 до 13 лет силовые характеристики мышц верхних и нижних конечностей достаточно отчётливо ($0,47 < r < 0,65$) взаимосвязаны между собой и на пре- и пубертатных стадиях развития изменяются незначительно ($p > 0,05$). Синхронность в развитии фосфогенного механизма мышц рук и ног сохраняется до 15 лет, когда происходит наиболее существенный скачок в совершенствовании этого источника энергопродукции (табл.1). К этому возрасту значительно ($r \leq 0,3$) снижается зависимость скорости бега от длины тела, имеющая место в возрасте от 9 до 13-14 лет ($r=0,61$), и наоборот, возрастают корреляции ($0,69 < r < 0,87$) с силовыми характеристиками мышц и нижних конечностей.

Эти зависимости отражают биологические темпы формирования фосфогенного механизма в онтогенезе [1-4] и практически не связаны с тренировочным процессом дзюдоистов. В 9-11 лет этот процесс направлен на формирование специальных навыков в режиме кислородного обеспечения. В 12-13 лет эти навыки реализуются в смешанном, анаэробно-аэробном режиме и только в 14-16 лет в гликолитическом, обеспечивающем специальную работоспособность дзюдоистов [12,14]. Отсюда – отсутствие значимых различий в мощности фосфатного механизма у дзюдоистов 9-13 лет и их

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЭНЕРГЕТИКИ У СПОРТСМЕНОВ 9-16 ЛЕТ

нетренированных сверстников. Эти различия, судя по скорости бега на 30 м., проявляются в возрасте 14-16 лет [10-13].

Таблица 1.

Показатели фосфогенного механизма энергосбережения

Возрастные группы, лет	Бег 30 м., с		Прыжок в длину		Подтягивание за 10 с., кол-во циклов	Разгибание рук за 10 с., кол-во циклов
	Со старта	V, м/с	См	См/длина тела		
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$		
9-11	5,9±0,04	5,1±0,06	167±3,47	1,21±0,02	4,0±0,35	14,0±0,46
12-13	5,4±0,03	5,66±0,05	176±3,02	1,20±0,02	5,0±0,38	14,0±0,23
14-16	4,5±0,04	6,7±0,02	217±0,40	1,28±0,01	7,0±0,11	17,0±0,11

Отмеченные рядом исследователей [1,2,4-6] закономерности онтогенеза гликолитического источника энергопродукции, нашли своё подтверждение и в наших исследованиях (табл. 2). В частности, если на этапе от 9-11 лет к 12-13 годам результат в челночном беге улучшается на 7,8 % и сопровождается значительным напряжением организма подростков (табл.2), то на этапе от подросткового к юношескому возрасту прирост этой энергетической функции составляет уже 13,1 %. Причем существенно, на 75 %, судя по значениям интегральных показателей гликолитической работоспособности (ИПГР₁₋₂) снижается физиологическая стоимость работы субмаксимальной мощности скоростной и силовой направленности (табл. 2).

Таблица 2.

Показатели гликолитического механизма энергообеспечения

Возрастные группы, лет	Челночный бег 4×30 м				Разгибание рук «до отказа»		
	t, с	V, м/с	Δ ЧСС, уд/мин	ИПГР ₁ *	Кол-во, ед	Δ ЧСС, уд/мин	ИПГР ₂ *
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$
9-11	25,6±0,22	4,7±0,13	48,0±2,1	9,8±0,49	43,0±1,42	42,0±2,53	1,02±0,21
12-13	23,6±0,26	5,1±0,10	58,0±2,0	8,8±0,41	47,0±1,90	45,0±1,90	1,04±0,15
14-16	20,5±0,11	5,9±0,15	40,0±1,2	14,6±0,83	48,0±0,83	25,0±2,08	1,92±0,12

Примечания: * – интегральные показатели гликолитической работоспособности в соответствующих тестах.

Организм юношей 14-16 лет однонаправленно реагирует на субмаксимальную нагрузку для мышц верхних и нижних конечностей. Коэффициенты корреляции между показателями $ИПГР_1$ и $ИПГР_2$ и их составляющими варьируют в пределах $0,71 < r < 0,89$. К этому возрасту, т.е. к 16 годам, у юношей в достаточной мере сформированы механизмы нейрогуморальной регуляции, позволяющие переносить утомление в условиях накопления в мышцах и крови молочной кислоты и других метаболитов [2-5]. Эти трансформации, в целом отражающие гетерохронию созревания гликолитического механизма в онтогенезе, дополняются специфическими нагрузками силового характера в режиме работы субмаксимальной мощности. Поэтому дзюдоисты всех возрастных групп превосходят по тесту в разгибании рук до предела «отказа» своих нетренированных сверстников примерно в два раза [9-11, 13].

Совершенствование гликолитического механизма под влиянием спортивной подготовки приводит к некоторому угнетению аэробного источника энергопродукции. Подобная реципрокность и антагонизм связаны с процессами дифференциации в мышечных волокнах и с изменением метаболизма субстратов [5-8]. Как следствие этих преобразований – аэробное обеспечение мышечной деятельности дзюдоистов ничем не отличается от такового у их нетренированных сверстников [9-12,14] и в целом отражает общие закономерности развития кислородной функции [2,3,7]. Период расцвета аэробных возможностей у дзюдоистов 10 лет сменяется некоторым регрессом ($p < 0,05$) этой функции в 12 лет с последующей стабилизацией к 15-16 годам (табл. 3).

Таблица 3.

Показатели аэробного обеспечения дзюдоистов

Возрастные группы, лет	Бег 6 мин, м	МПК мл уд/кг	ИГСТ, ед	Показатели эффективности транспорта кислорода	
				Утилизация кислорода	Кислородный пульс, мл уд/кг
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$
9-11	1283±11,0	51,3±0,89	92,0±14,0	3,2±0,13	0,21±0,011
12-13	1232±14,0	48,0±0,34	87,0±2,3	3,29±0,11	0,17±0,012
14-16	1304±13,0	52,0±0,84	94,0±1,8	4,10±0,22	0,23±0,011

Эти закономерности связаны с различиями в работе механизмов транспорта кислорода к тканям. В ответ на 5-минутную нагрузку на уровне МПК эффективность транспорта кислорода, судя по значениям кислородного пульса (табл.3), у дзюдоистов средней возрастной группы ниже ($p < 0,05$) в сравнении с младшими и старшими спортсменами. Очевидно, спортивная подготовка по дзюдо с

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ЭНЕРГЕТИКИ У СПОРТСМЕНОВ 9-16 ЛЕТ

четко выраженными эргометрическими параметрами тренировочных нагрузок существенно изменяет соотношение аэробных и гликолитических источников энергопродукции в сторону последних. Вскрытые зависимости, с одной стороны, отражают специфику тренировочных нагрузок у дзюдоистов различного возраста и, с другой, свидетельствуют о начальной стадии формирования исполнительных звеньев функциональной системы обеспечения спортивной деятельности [9].

Преобразования механизмов энергообеспечения неоднозначно связаны с успешностью спортивной деятельности дзюдоистов в группе. Связь рейтинга спортсмена с мощностью фосфагенного механизма энергопродукции у дзюдоистов 9-11 лет достаточно низкая, на уровне $0,33 < r < 0,49$. У дзюдоистов средней возрастной группы эти зависимости возрастают до $0,71 < r < 0,81$ и вновь снижаются до уровня средних ($0,51 < r < 0,58$) в 14-16 лет. Показатели мощности и ёмкости гликолитического источника энергопродукции (табл.2) связаны с успешностью спортивной деятельности на всех этапах подготовки. Особенно значимо ($0,63 < r < 0,78$) они проявляются у дзюдоистов 14-16 лет и выражаются через тест в разгибании рук «до отказа». У них же существуют некоторые зависимости ($0,40 < r < 0,62$) между их рейтингом и показателями кислородного обеспечения мышечной работы.

Вскрытые закономерности, отражающие возрастную динамику формирования энергетического потенциала для детей и подростков в процессе спортивной подготовки по дзюдо, позволяют сформулировать определенные выводы.

ВЫВОДЫ

1. Аэробное обеспечение мышечной деятельности дзюдоистов отражает общие закономерности формирования этого механизма в онтогенезе: период расцвета кислородной функции в 10 лет сменяется существенным регрессом этой функции в 12 лет с последующей стабилизацией к 15-16 годам.

2. Наиболее высокие темпы прироста мощности и ёмкость фосфагенного и гликолитического механизмов энергопродукции отмечены на этапе перехода от подросткового к юношескому возрасту. Ускоренному формированию гликолитического источника энергопродукции способствуют специфические нагрузки силового характера в режиме работы субмаксимальной мощности.

3. Между эффективностью спортивной деятельности дзюдоистов, мощностью и ёмкостью механизмов энергообеспечения существуют неоднозначные зависимости. В возрасте 12-13 лет эффективность деятельности в наибольшей мере связана с фосфагенным источником энергопродукции. Гликолитический механизм определяет эффективность деятельности во всех возрастных группах, особенно средней. В реализации спортивной деятельности этой группы определённое место принадлежит и аэробным источникам энергопродукции.

Список литературы

1. Зайцева В.В., Сонькин В.Д., Тиунова О.В. Тренировка силы и силовые тренажеры // Теоретическая и практическая физическая культура. – 1993. -№ 8. – С.7-13.

2. Зайцева В.В., Сонькин В.Д., Маслова Г.М. Новый взгляд на старую проблему: конституция человека и физическое воспитание. Сообщение 1. Теоретико-методологические подходы // Теория и практика физической культуры. – 1995. – №3. – С.54-57.
3. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Энергетическое обеспечение циклической работы верхними и нижними конечностями // Новые исследования по возрастной физиологии. – М.: Педагогика, 1987. – №2 (29). – С.49-53.
4. Сонькин В.Д. Развитие энергетического обеспечения мышечной деятельности подростков // Физиология человека. – 1988. – Т. 14. – № 2. – С. 248-255.
5. Сонькин В.Д., Тиунова О.В. Зоны мощности: взгляд спустя 50 лет // Теория і практика фізичної культури. – 1989. – №5. – С.56-68.
6. Сонькин В.Д., Зайцева В.В. Возрастная динамика физических возможностей школьников (биоэнергетический аспект) // Теория и практика физической культуры. 1990. – №9. – С.26-32.
7. Zaitseva V.V., Sonkin V.D., Nikishin J. Synthetic view on human constitution and physical performance // Proc. Of, the 3-rd intern. Conference "Sport Kinetics 93". – Poznan. Warsaw, 1994. – P. 249-256.
8. Sonkin V.D., Kormienko J.A. Age development of muscle energetic // Inter. Conference "Youth, Leisure and Physical Antivity". – Brussels. – 1990. – V. III. – 346 p.
9. Іванюра І.О. Вплив тривалих фізичних навантажень на серцево-судинну систему учнів середнього шкільного віку. – Фізіологічний журнал. – 1999. – №6. – С. 67-74.
10. Круцевич Т.Ю. Возрастная динамика физического состояния подростков 13-14 лет г. Киева с 1983 по 1997 г. // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта: Сборник научных работ / Под редакцией С.М. Ефремова. – Харьков: ХХП, 2000. – №2. – С. 48-57.
11. Романенко В.А. Двигательные способности человека. – Донецк: УКЦентрб, 1999. – 336 с.
12. Astrand P.O., Ryhming I.A., Njmjgram for calculation of aerobic capacity. (physical fitness) from pulse rate during submaximal work // J.Appl physiol. – 1954. – V. 7. – №13. – P.218-221.
13. Shephard R.I. Human rights and the older workes: Chenges in worrt capa-eitu with age // Med, Sci Sports Exere. – 1987. – Vol. 19, №2. – P. 168-173.
14. Бошелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика. 1980. – 263 с.

Поступила в редакцию 20.11.2005 г.