

ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ПОДРОСТКОВ 13-14 ЛЕТ С РАЗЛИЧНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

Сушецкий Валерий Константинович

Доцент, УО «Гродненский государственный университет
имени Янки Купалы»
vsukhetski@mail.ru

PHYSICAL PERFORMANCE AND PREPAREDNESS OF ADOLESCENTS 13-14 YEARS OLD WITH VARIOUS STAGES OF PUBLIC MATURITY

V. Sukhetski

Summary: The article presents the results indicating that biological age determines the specificity of physical fitness and working capacity of adolescents. It has been shown that teenage boys 13-14 years old with different stages of puberty differ significantly in terms of physical performance and fitness. In the course of the study, it was found that adolescents of the same calendar age with stages II and III of puberty do not have significant differences in terms of the studied indicators, which allows us to assert a certain similarity between boys of these stages in terms of physical fitness and working capacity. The results obtained must be taken into account to increase the efficiency of the process of physical education of adolescents and to ensure a rational dosage of the applied physical loads in accordance with the functional capabilities of the trainees, based on the characteristics of their biological age.

Keywords: boys, adolescents, physical fitness, physical performance, load power, ergometric indicators, puberty, stages of puberty.

Аннотация: В статье представлены результаты, свидетельствующие о том, что биологический возраст определяет специфику физической подготовленности и работоспособности подростков. Показано, что мальчики-подростки 13-14 лет с различными стадиями полового созревания, существенно отличаются по показателям физической работоспособности и подготовленности. В ходе исследования установлено, что подростки одного календарного возраста со II и III стадией полового созревания не имеют значимых отличий по изучаемым показателям, что позволяет нам утверждать об определенной схожести мальчиков данных стадий по физической подготовленности и работоспособности. Полученные результаты необходимо учитывать для повышения эффективности процесса физического воспитания подростков и обеспечения рационального дозирования применяемых физических нагрузок в соответствии с функциональными возможностями занимающихся, опираясь на особенности их биологического возраста.

Ключевые слова: мальчики, подростки, физическая подготовленность, физическая работоспособность, мощность нагрузки, эргометрические показатели, половое созревание, стадии полового созревания.

Пубертатный период характеризуется бурным физиологическим скачком, количественного и качественного роста, выраженной перестройкой эндокринной, вегетативной, половой сфер и интенсификацией всех функциональных систем [1; 2; 7; 10; 16; 19]. Развитие половых признаков у школьников начинается в различные календарные сроки и это обстоятельство необходимо учитывать, так как в одной возрастной группе могут находиться дети с разной степенью биологической зрелости [2; 9; 21; 22].

Многие авторы указывают на необходимость дифференцировать физиологические особенности организма в подростковом периоде развития по биологическому возрасту, учитывая стадийность полового созревания [9; 10; 18; 21]. У школьников одного календарного возраста выявлена большая вариабельность индивидуальных антропометрических и физиометрических показателей, адаптивных возможностей, энергетики мышечных волокон, уровня физической работоспособности и подготовленности [3; 4; 5; 13; 18; 20]. В этой связи, выявление особенностей аэробной производительности и физической

подготовленности подростков 13-14 лет в зависимости от биологического возраста представляет немаловажный интерес.

Целью нашего исследования явилось выявление особенностей физической работоспособности и подготовленности мальчиков 13-14 лет с учетом стадий полового созревания.

Исследование проводилось на базе СШ №31, г. Гродно. В нем приняли участие мальчики 7 классов ($n=162$), отнесенные по состоянию здоровья к основной медицинской группе.

В исследовании использовались функциональные и эргометрические тесты, которые позволяют оценить адаптационные возможности испытуемых в различных зонах мощности. Физическая работоспособность изучалась по тесту PWC_{170} в модификации В.Л. Карпмана [6]. При нахождении индивидуального уровня МПК использовался непрямой способ определения данного показателя по формуле Добельна с учетом возраста и пола

испытуемых. Для оценки эргометрических критериев физической работоспособности использовали работу «до отказа» (t_3 , t_5) нагрузок большой (3 Вт/кг) и субмаксимальной (5 Вт/кг) мощности на основании уравнения Muller [8; 14]. Определялась мощность нагрузок, с различным максимальным временем реализации: 1 с (W_1), 40 с (W_{40}), 240 с (W_{240}), 900 с (W_{900}); интенсивность накопления пульсового долга (ИНПД); коэффициенты, отражающие емкость аэробного и анаэробно-гликолитического источников энергии и их соотношение («б», «а»).

Физическая подготовленность определялась с помощью следующих контрольных тестов: наклон вперед, подтягивание в висе, челночный бег 4х9 м, прыжок в длину с места, шестиминутный бег, бег 20 м с хода, станковая динамометрия.

Определение степени полового созревания (СПС) мальчиков осуществлялось совместно с врачом-эндокринологом по методике, предложенной J.M. Tanner, в модификации Д.В. Колесова и Н.Б. Сельверовой [7]. На основе выраженности первичных и вторичных половых признаков выделялось пять стадий полового созревания: 1 стадия – препубертатный период, 2 стадия – период активации гипофиза, 3 стадия – период активации гонад, 4 стадия – период активного стероидогенеза, 5 стадия – завершения пубертата [1; 2; 12]. В обследуемой выборке подростков 13-14 лет были выявлены все пять стадий полового созревания. Мальчики распределились следующим образом: I стадия – 4, II стадия – 63, III стадия – 57, IV стадия – 35, V стадия – 3 школьника. Результаты подростков с I и V стадиями не анализировались из-за малой численности групп. Среди подростков 13-14 лет доминируют мальчики со II и III СПС, что подтверждается научными исследованиями других авторов [12; 18; 19], а IV и V СПС свойственны для 15-16 летних подростков. Эти данные подтверждают результаты нашего исследования.

Полученные результаты свидетельствуют об отчетливом ($p < 0,05-0,001$) повышении абсолютных значений

PWC_{170} и МПК в динамике полового созревания (от II к IV стадии). Наиболее существенные различия выявлены между мальчиками, находящимися на II и IV, III и IV СПС (табл. 1).

Статистически значимых изменений относительных показателей PWC_{170} у подростков сопоставляемых групп не обнаружено. В динамике полового созревания величины МПК, отнесенные к весу тела, отражают прямо противоположную тенденцию. Различия между II-III и II-IV стадиями полового созревания являются существенными ($p < 0,01-0,001$). Полученные данные находятся в соответствии с результатами других работ, содержащих сведения о том, что по мере полового созревания у подростков возрастает роль анаэробных источников энергии при мышечной деятельности, тогда, как аэробные возможности изменяются пропорционально увеличению массы тела [11; 14; 23; 24]. Снижение относительного показателя МПК на IV СПС согласуется с исследованиями других авторов [12; 14; 15; 26], и связано с результатом дифференцировочных процессов в мышечных волокнах в период пубертата и изменением активности гликолитических ферментов [12; 14; 17].

Эргометрические показатели функционального состояния, характеризующие аэробные и анаэробные компоненты работоспособности, по мере перехода от II к IV СПС изменяются разнонаправлено (табл. 2.).

Предельное время выполнения нагрузки мощностью 3 Вт (t_3) у подростков с IV СПС достоверно ниже ($p < 0,05$), чем у мальчиков с III СПС. В то время как продолжительности реализации работы мощностью 5 Вт (t_5) во всех исследуемых группах было практически одинаковым. Интегральный показатель возможностей механизмов функциональной устойчивости – ИНПД, после нагрузки мощностью 3 и 5 Вт наибольшим ($p < 0,05$, $0,01$) был у школьников с IV СПС в сравнении с подростками со II и III СПС.

Разнонаправленность изменений эргометрических

Таблица 1.

Особенности физической работоспособности и МПК подростков 13-14 лет с различными стадиями полового созревания ($M \pm m$).

Показатель	Стадии полового созревания		
	2	3	4
1. PWC_{170} (кгм/мин)	$535,65 \pm 17,21^+$	$588,02 \pm 17,51^x$	$758,28 \pm 33,94^*$
2. PWC_{170} (кгм/мин/кг)	$13,52 \pm 0,46$	$12,76 \pm 0,34$	$13,19 \pm 0,51$
3. МПК (л/мин)	$2,02 \pm 0,03^+$	$2,16 \pm 0,04^x$	$2,53 \pm 0,06^*$
4. МПК (мл/мин/кг)	$51,20 \pm 0,95^+$	$47,13 \pm 0,93^x$	$44,35 \pm 0,85^*$
5. Вес (кг)	$40,15 \pm 0,96^+$	$46,35 \pm 1,08^x$	$57,25 \pm 1,28^*$

Примечание: *, +, x – достоверность различий между 2 и 4, 2 и 3, 3 и 4 СПС.

показателей в зависимости от стадий полового созревания подтверждается достоверным уменьшением мощности работы, предельное время которого составляет 900 с (W_{900} , $p < 0,05$) и значимым увеличением у подростков с IV СПС продолжительности выполнения нагрузки максимальной анаэробной мощности (W_1 , $p < 0,05$). Коэффициенты, характеризующие емкость аэробного энергообеспечения («а») и преобладание того или иного источника энергии мышц («b»), значимо ниже ($p < 0,05$, $0,01$) у мальчиков с IV СПС, чем на II и III СПС. Это связано с тем, что на IV СПС в соотношении механизмов энергообеспечения наблюдается сдвиг в сторону увеличения доли анаэробных источников в структуре энергетики скелетных мышц [12; 14; 17; 23; 24].

Анализ физической подготовленности подростков 13-14 лет показал, что между группами мальчиков с раз-

ными СПС имеются существенные отличия (табл. 3).

Показатели физической подготовленности по мере полового созревания улучшаются. Мальчики с IV стадией полового созревания достоверно ($p < 0,05$ – $0,001$) превосходили своих сверстников со II стадией по результатам выполнения челночного бега, бега на 20 м с хода, шестиминутного бега, становой динамометрии и прыжка в длину с места. Но уступали по показателю поднимания туловища из положения лежа на спине ($p < 0,001$), что связано со снижением на IV СПС доли медленных окислительных волокон в скелетной мускулатуре, отвечающей за динамическую силовую выносливость мальчиков. Подростки со II и III стадией полового созревания отличались между собой только по показателю становой динамометрии ($p < 0,01$). Между группами подростков с III и IV стадиями по физической подготовленности раз-

Таблица 2.

Эргометрические показатели функционального состояния подростков 13-14 лет с различными стадиями полового созревания ($M \pm m$).

Показатель	Стадии полового созревания		
	II	III	IV
1. t_z , Вт/кг, с	858,51±97,75	938,32±104,95 ^x	628,50±80,30*
2. t_{5r} , Вт/кг, с	42,43±2,33	46,70±2,80	46,50±3,57
3. Коэффициент «а», отн.ед.	5,49±0,19	5,53±0,20 ^x	4,83±0,16*
4. Коэффициент «b», отн.ед.	12,50±0,30	12,67±0,33 ^x	11,51±0,27*
5. W_1 , Вт/кг	10,51±0,39	10,33±0,30 ^x	11,45±0,37
6. W_{40r} , Вт/кг	5,01±0,06	5,07±0,07	5,08±0,07
7. W_{240r} , Вт/кг	3,55±0,05	3,63±0,07	3,46±0,07
8. W_{400r} , Вт/кг	3,22±0,05	3,30±0,07	3,10±0,07
9. W_{900r} , Вт/кг	2,76±0,06	2,84±0,08 ^x	2,61±0,07
10. ИНПД _{3Бт/кг} , уд/с	0,44±0,05	0,47±0,09	0,65±0,06*
11. ИНПД _{5Бт/кг} , уд/с	3,75±0,27	3,72±0,26 ^x	4,59±0,27*

Примечание:*, +, x – достоверность различий между 2 и 4, 2 и 3, 3 и 4 СПС.

Таблица 3.

Физическая подготовленность подростков 13-14 лет с различными стадиями полового созревания ($M \pm m$).

Показатель	Стадии полового созревания		
	II	III	IV
1. Наклон вперед, см	0,62±0,81	2,14±1,32	-1,00±1,82
2. Челночный бег 4х9 м, с	10,53±0,07	10,52±0,08	10,33±0,06*
3. Прыжок в длину с места, см	173,00±1,92	176,70±2,75 ^x	190,90±1,56*
4. Шестиминутный бег, м	1261,89±17,83	1275,27±18,74	1319,00±13,88*
5. Становая динамометрия, кг	64,87±2,10 ⁺	74,73±2,09 ^x	99,90±2,86*
6. Бег 20 м с хода, с	3,78±0,03	3,74±0,04 ^x	3,47±0,02*
7. Подтягивание в висе, кол-во раз	2,17±0,42	2,22±0,47	2,60±0,38
8. Поднимание туловища, кол-во раз	45,43±0,99	44,59±1,22 ^x	40,20±1,48*

Примечание:*, +, x – достоверность различий между 2 и 4, 2 и 3, 3 и 4 СПС.

личия были менее выраженными ($p < 0,05$, $0,001$) и зафиксированы лишь по уровню проявления физических качеств, обусловленных анаэробной производительностью организма.

Выявленные различия в отношении показателей физической подготовленности между подростками с разными темпами полового созревания, подтверждают научные данные о влиянии СПС на морфофункциональные показатели и физические качества подростков одного паспортного возраста [8; 16]. Повышенная активность половых желез, увеличение массы тела и изменение нервно-мышечных структур на заключительных стадиях полового созревания создают благоприятные условия для воспитания физических качеств [25]. Увеличение анаэробной производительности организма подростков с IV СПС способствует эффективному развитию силовых, скоростных и скоростно-силовых качеств [9; 12; 13;

14].

Таким образом, физическое состояние подростков 13-14 лет со II и III СПС не имеет значимых отличий, что позволяет нам утверждать об определенной схожести мальчиков II и III СПС по физической подготовленности и работоспособности. Для подростков со II и III СПС, в отличие от мальчиков с IV СПС, свойственны более высокие показатели аэробной производительности организма, динамической силовой выносливости и низкие величины максимальной анаэробной мощности, силы, скоростно-силовых качеств и общей выносливости. Поэтому особенности полового созревания необходимо учитывать для повышения эффективности процесса физического воспитания и обеспечения рационального дозирования применяемых физических нагрузок в соответствии с функциональными возможностями занимающихся.

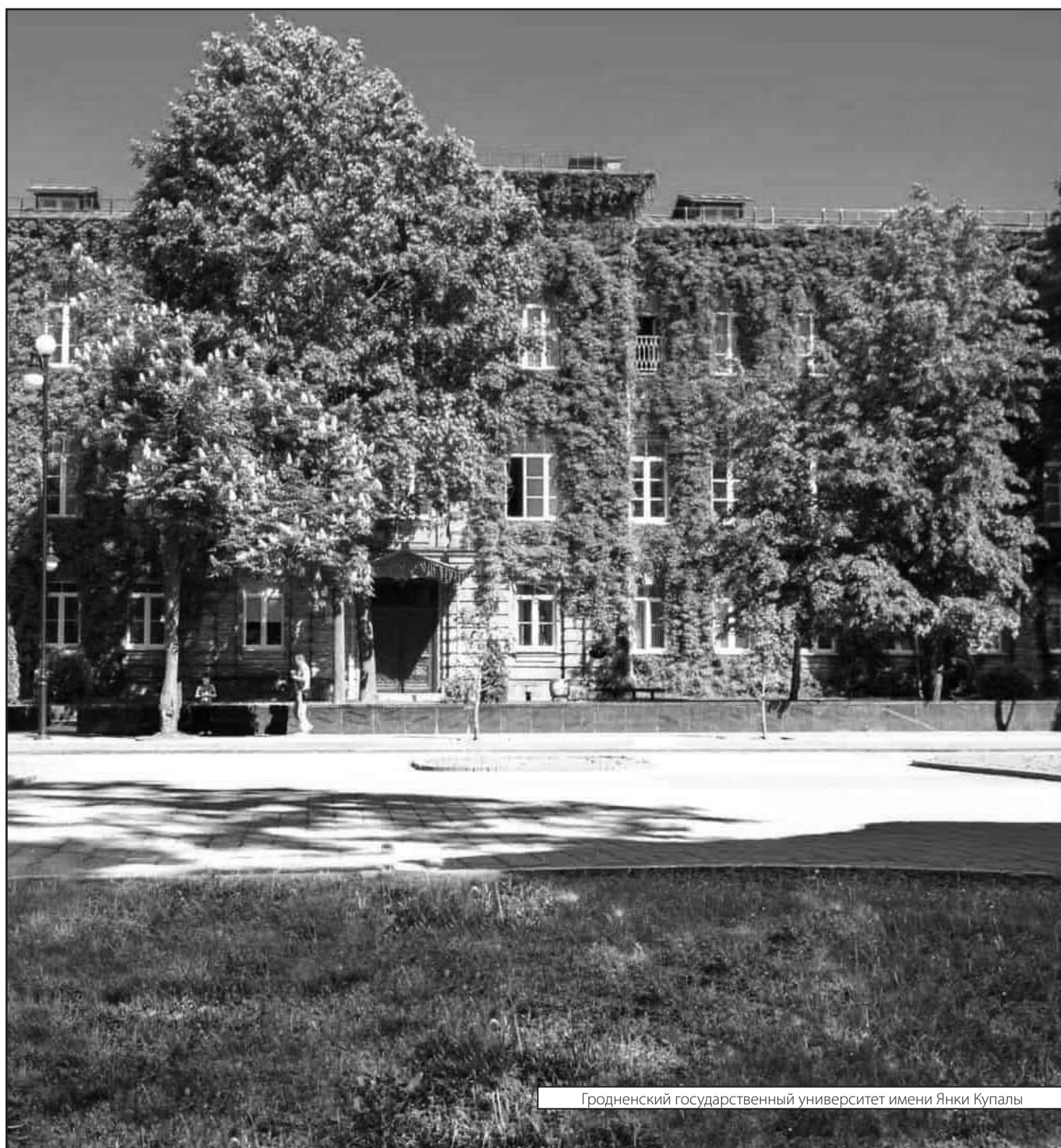
ЛИТЕРАТУРА

1. Безруких М.М. Возрастная физиология (Физиология развития) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.
2. Безруких М.М. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии / М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2010. – 768 с.
3. Волков В.М. Спортивный отбор / В.М. Волков, В.П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 176 с.
4. Волков Л.В. Система направленного развития физических способностей учащихся в разные возрастные периоды: Автореф. дисс....д.п.н. – М., 1986. – 37 с.
5. Дайлидене Н.К. Состояние здоровья учащихся 7 и 8 классов (не занимающихся спортом) в зависимости от учебного процесса физического воспитания: Автореф. дисс. ...к.м.н. – Вильнюс, 1981. – 23 с.
6. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
7. Колесов Д.В. Физиолого-педагогические аспекты полового созревания / Д.В. Колесов, Н.Б. Сельверова. – М.: Педагогика, 1978. – 224 с.
8. Корниенко И.А. Возрастное развитие энергетики мышечной деятельности / И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева: Итоги 30-летнего исследования. Сообщение I. Структурно-функциональные перестройки // Физиология человека. – 2005. – Т.31, №4. – С. 42–46.
9. Криволапчук И.А. Оптимизация функционального состояния детей и подростков в процессе физического воспитания: монография / И.А. Криволапчук. – Гродно: ГрГУ, 2007. – 606 с.
10. Левина Л.И. Подростковая медицина / Л.И. Левиной. – СПб.: Специальная литература, 1999. – 731 с.
11. Любомирский Л.Е. Нормирование нагрузок в физическом воспитании школьников / Л.Е. Любомирский. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
12. Ремшмидт Х. Подростковый и юношеский возраст: проблемы становления личности / Х. Ремшмидт. М.: Мир, 1994. – 320 с.
13. Садырин С.Л. Планирование нагрузок на уроках физической культуры в VII - VIII классах общеобразовательной школы : автореф. дис. ... канд. пед. наук: М., 1991. 23 с.
14. Сонькин В.Д. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе / В.Д. Сонькин, Р.В. Тамбовцева. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 368 с.
15. Сонькин В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников: автореф. дис. ...д-ра биол. наук: 03.00.13 / В.Д. Сонькин; НИИ физиологии детей и подростков АПН СССР. – М., 1990. – 50 с.
16. Тихвинский, С.Б. Детская спортивная медицина / С.Б. Тихвинский, С.В. Хрущев. М.: Медицина, 1991. 560 с.
17. Уилмор Дж. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Уилмор, Д. Костилл. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.
18. Фарбер, Д.А. Физиология подростка / Д.А. Фарбер. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.
19. Фарбер Д.А. Физиология школьника / Д.А. Фарбер, И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин. — М.: Педагогика, 1990. – 64 с.
20. Фомин Н.А. Морфофункциональные основы адаптации школьников к физической нагрузке / Н.А. Фомин – Челябинск, 1984. – 86 с.
21. Хоружев А.Г. Критерии нормы и патологии функционального состояния и физической подготовленности человека в постнатальном онтогенезе от 3 до 65 лет: Автореф. дисс. ... д.б.н. – Челябинск, 1994. – С. 18–27.
22. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология: Учеб. пособие для студ. небиол. спец. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1978. – 287 с.
23. Armstrong N. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? / N. Armstrong, A. Barker, A. McManus //

- Br. J. Sports Med. – 2015, 49(13), P. 860-864.
24. Danis A. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins / A. Danis, Y. Kyriazis, V. Klissouras // Eur J Appl Physiol. – 2003. – Vol. 89, № 3 4. – P. 309-318.
25. Kraemer W.J. Strength training for young athletes / W.J. Kraemer, S.J. Fleck // Champaign, IL: Human Kinetics, 1993. – P. 184-197.
26. Rowland T.W. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis / T.W. Rowland // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1985. № 17. – P. 493-497.
-

© Сухецкий Валерий Константинович (vsukhetski@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Гродненский государственный университет имени Янки Купалы