

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI

TOIMETISED

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

525

**ОСНОВЫ СПОРТИВНОГО
МАСТЕРСТВА**

Труды по физической культуре

X

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS
ALUSTATUD 1893.a. VIHK 525 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ В 1893.г.

ОСНОВЫ СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА

Труды по физической культуре

X

ТАРТУ 1980

Редакционная коллегия:

А.А. Виру, С.М. Оя, А.А. Вайн, Я.Л. Локо (отв. ред.).

Арх.

Tartu Riikliku Ülikooli
Ruumatukogu

6028

СВЯЗИ МЕЖДУ БИОМЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ МЫШЦ И
СПОРТИВНЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ
ЛЕГКОАТЛЕТОВ В ПЯТИБОРЬЕ

А. А. В а й н

Кафедра физиологии спорта

Основой прогресса спортивных результатов являются: отбор одарённых юношей и девушек для данного вида спорта, применение больших тренировочных нагрузок для развития физических качеств, обучение спортсменов оптимальной технике реализации физического потенциала и умение управлять процессом становления биомеханических свойств нервно-мышечной системы - мотором опорно-двигательного аппарата (ОДА). Соответствующие научные исследования и опыт тренеров в методике тренировки делают возможным применение тренировочных нагрузок большого объема и интенсивности, но нерешенным вопросом до сих пор является дифференцирование нагрузок с учетом индивидуальных особенностей конкретного спортсмена и специфики восстановительных процессов. Без сомнения, центральную роль в этом играют функциональное состояние и биомеханические свойства нервно-мышечного аппарата спортсмена. Особенно большое значение имеют биомеханические свойства мышц в скоростно-силовых видах спорта.

Многие научные исследования показывают, что от биомеханических свойств нервно-мышечной системы зависит её работоспособность /25, 26, 14, 19/. Особый интерес учёных представляют вопросы работоспособности спортсменов /13, 1, 17, 23, 22, 2, 16, 3/ и выявления возможности возникновения спортивных травм /8, 9/. От биомеханических свойств мышц во многом зависит возможность утилизации энергии упругости ОДА при выполнении физических упражнений /34, 42, 31, 24/.

Хотя показатели биомеханических свойств мышц являются весьма информативными при управлении тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов, имеются серьёзные методические трудности измерения этих показателей ввиду большой трудоёмкости и длительности времени измерения. Анализ соответствующей литературы показал, что процесс измерения тонуса /36, 15, 38, 20, 37, 12, 39, 10/, жёсткости /41, 33, 35, 7,

4, 32, 40/ и демпферных свойств /27, 28, 6, 29/ мышц человека является технической весьма трудной задачей, учитывая, что биомеханические свойства мышц зависят от разных типов последних /30/, возраста /18, II/ и состояния поверхностных мышц /23/. Основным недостатком всех имеющихся методов и приборов является большая трудоёмкость и продолжительность процесса измерения жёсткости и демпфирования поверхностных мышц. Этот недостаток значительно ухудшает проведение соответствующих обследований спортсменов в процессе спортивной тренировки. Учитывая вышесказанное, в Тартуском государственном университете была разработана полуавтоматическая установка для измерения жёсткости и демпферных свойств поверхностных скелетных мышц /5/, которая позволяет получить срочную информацию о жёсткости и демпферных свойствах мышц и в несколько раз сокращает время их измерения.

Установка состоит из электромиотонометра УТ 7735, электронного измерительно-преобразующего блока, блока цифровой индикации, транскриптора Ф 5033, пишущей машинки ЭУМ 23, перфоратора ПЛ-80 и блока питания. Для измерения экспериментатор определяет точку электрической активности исследуемой мышцы и накладывает на это место конус ударника электромиотонометра. Нажатием переключателя на рукоятке электромиотонометра включается измерительно-преобразующий блок. Пусковой механизм включается в конце нажатия, в результате чего совершается дозированный удар по мышце. На индикаторе появляются цифры длительности периода колебания мышечных волокон. После регистрации и сброса данных переключается рычаг, и на индикаторе появляются цифры декремента затухания колебаний мышечных волокон. Следует регистрация и сброс, после чего цикл повторяется.

По описанной методике было проведено исследование с 17 высококвалифицированными женщинами-пятиборками в условиях тренировки. Регистрировались электромиотонограммы при тонусе и при максимальном произвольном напряжении следующих мышц: *m. tibialis anterior*, *m. rectus femoris*, *m. biceps brachii*, *mm. gastrocnemius lateralis et medialis*, *m. biceps femoris*. Жёсткость мышц характеризовалась частотой колебаний (γ) в герцах и демпфирование (θ) натуральным логарифмом из соотношения первой амплитуды к третьей, т.е. логарифмическим декрементом затухания колебания. Размах жёсткос-

Таблица I.

Характеристика Название мышц	Частота колебаний $X \pm m_x$ [гц]		Декремент затухания колебаний $X \pm m_x$		Тонус		Разница	
	γ_T	напряжение γ_H	$\Delta \gamma$	тонус θ_T	напряжение θ_H	$\Delta \theta$	разница $\Delta \theta$	
1. m.tibialis anterior	16,29 \pm 0,43	27,91 \pm 1,48	10,38 \pm 1,60	0,899 \pm 0,030	0,861 \pm 0,051	0,025 \pm 0,046		
2. m.rectus femoris	11,38 \pm 0,22	15,48 \pm 0,44	4,51 \pm 0,52	1,331 \pm 0,062	1,194 \pm 0,038	0,137 \pm 0,064		
3. m.biceps brachii	10,46 \pm 0,13	17,76 \pm 0,55	7,31 \pm 0,53	1,031 \pm 0,059	1,023 \pm 0,101	0,007 \pm 0,078		
4. m.gastrocnemius later.	11,39 \pm 0,43	16,99 \pm 0,58	5,72 \pm 0,51	1,144 \pm 0,086	1,147 \pm 0,074	0,020 \pm 0,100		
5. m.gastrocnemius medial.	11,43 \pm 0,32	18,80 \pm 0,88	6,87 \pm 0,85	1,321 \pm 0,126	1,282 \pm 0,086	0,121 \pm 0,202		
6. m.biceps femoris	11,77 \pm 0,22	16,67 \pm 0,52	4,96 \pm 0,47	1,582 \pm 0,109	1,359 \pm 0,087	0,245 \pm 0,114		

ти и демпфирования вычислялись по формулам:

$$\Delta \gamma = \gamma_{\max} \text{ напряжение} - \gamma \text{ тонус,}$$
$$\Delta \theta = \theta \text{ тонус} - \theta_{\max} \text{ напряжение.}$$

Данные, приведённые в таблице I, показывают, что биомеханические свойства исследованных мышц имеют существенное различие. В соответствии с преимущественно выполняемой деятельностью можно перечисленные мышцы разделить на три группы: а) тонические мышцы - *m. tibialis anterior*, *mm. gastrocnemius lateralis et medialis*; б) фазные - *m. biceps brachii*; в) смешанные *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris*.

Наиболее высокой демпфируемостью при тонусе обладают *m. biceps femoris*, *m. rectus femoris*. Наименьшей - *m. tibialis anterior*. Наибольшее уменьшение демпфируемости при произвольном максимальном напряжении у *m. rectus femoris* и наименьшее - у *m. biceps brachii*. Наибольшей жёсткостью обладает *m. tibialis anterior* как при тонусе, так и при максимальном произвольном напряжении. У фазной мышцы наименьшая жёсткость при тонусе, относительно большая амплитуда увеличения жёсткости при максимальном произвольном напряжении. Разница показателей биомеханических свойств при максимальном напряжении и тонусе отражает уровень функциональных возможностей данной мышцы. Средняя арифметическая группы мышц ($\Delta \sqrt{\gamma}$ и $\Delta \theta$) - потенциал функциональных возможностей нервно-мышечного аппарата данного спортсмена.

Корреляционный анализ показателей биомеханических свойств мышц и спортивных результатов выявил, что между ними существуют статистически достоверные связи, особенно у мышц, несущих основную скоростно-силовую нагрузку. Наибольшее число корреляционных связей имеют бег на 200 м, барьерный бег и прыжок в длину.

M. rectus femoris. Показатель жёсткости при тоническом напряжении коррелирует с результатами (в очках) отдельных видов многоборья отрицательно, кроме прыжка в высоту и в длину. Наиболее тесная связь с результатами барьерного бега -0,54 и спринтом на 200 м -0,47. Показатели жёсткости при максимальном напряжении коррелируются отрицательно с суммой очков в прыжке в длину -0,53. Эти данные указывают на то, что у этой мышцы важным показателем является биомеханическое свойство, способствующее максимальному расслаблению при беговых видах многоборья.

Показатель демпфируемости при тонусном напряжении положительно коррелирует с результатом толкания ядра $+0,56$; бегом на 200 м $+0,77$ и суммой многоборья $+0,62$. Это говорит о сложной функции этой двухсуставной мышцы. При максимальном напряжении статистически достоверная положительная связь имеется только с результатом прыжка в длину, причём разница демпфируемости коррелируется отрицательно $-0,49$. Это свидетельствует о разносторонних требованиях к биомеханическим свойствам этой мышцы.

M. biceps brachii. При тоническом напряжении показатель жёсткости не коррелирует со спортивными результатами. При максимальном напряжении имеются положительные корреляционные связи с результатом барьерного бега $+0,57$, прыжком в длину $+0,46$ и суммой многоборья $+0,46$. Разница показателей жёсткости положительно коррелирует с бегом на 200 м $+0,44$, барьерным бегом $+0,60$, прыжком в длину $+0,46$ и суммой многоборья $+0,47$. Это говорит о большой информативности биомеханических свойств этой мышцы. Показатель демпфируемости при тоническом напряжении имеет положительную корреляцию с бегом на 200 м, суммой многоборья и с прыжком в высоту. При напряжённом состоянии он коррелирует с результатом прыжка в длину. Разница показателей демпфируемости положительно коррелирует с результатом барьерного бега $+0,57$ и прыжком в длину $+0,57$, что указывает на меньшую демпфируемость этой мышцы при напряжённом состоянии.

M. tibialis anterior. Показатель жёсткости при тоническом напряжении отрицательно коррелирует с результатом барьерного бега $-0,57$. Это указывает на важность умения расслабить мышцу при тоническом напряжении и способности максимально напрячь мышцу, так как разница жёсткости положительно коррелирует с суммой многоборья $+0,47$.

M. gastrocnemius lateralis. Жёсткость при тоническом напряжении отрицательно коррелирует с результатом в очках за толкание ядра $-0,71$, 200 м $-0,60$ и 100 м с/б $-0,52$ и суммой очков $-0,47$. Способность хорошо расслабиться при тоническом напряжении является признаком хорошей спортивной формы. Положительно коррелирует показатель жёсткости при максимальном напряжении с очками за прыжок в длину $+0,60$. Разница коррелирует с последним $+0,66$. Показатель демпфируемости при напряжении положительно коррелирует с суммой $+0,59$ и прыж-

ком в высоту +0,50, а разница - с последним -0,69, что может указывать на механизм использования упругих свойств самой мышцы, а особенно ахиллова сухожилия при отталкивании. Этот процесс можно представить в следующем виде. При ударном взаимодействии в тканях, обладающих большей демпфируемостью, удлинение запаздывает относительно роста напряжения. Ахиллово сухожилие имеет всегда меньшую демпфируемость, чем мышечная ткань, и вследствие этого в значительной мере растягивается в фазе амортизации при отталкиваниях. Рекуперированную механическую энергию упругих деформаций опорно-двигательный аппарат может в значительной мере реализовать в фазе отталкивания, если положение тела спортсмена технически верно и мышечная система обеспечивает передачу энергии с высоким значением коэффициента передачи.

M.gastrocnemius medialis. Показатель жёсткости при напряжённом состоянии положительно коррелирует с результатом барьерного бега +0,48, разница - с толканием ядра +0,53 и барьерным бегом +0,46. Демпфируемость при тоническом напряжении коррелирует с суммой многоборья +0,54, при напряжении с барьерным бегом -0,65, разница - с последним +0,58 и очками за 200 м +0,44. Можно думать, что названная мышца не участвует в механизме использования энергии упругих деформаций.

M. biceps femoris. Жёсткость при тонусном напряжении коррелирует с результатом бега на 200 м -0,45, что указывает на важность хорошего расслабления этой мышцы для результата бега. С другой стороны, это является важным условием предотвращения травм мышц задней поверхности бедра /8, 9/. При напряжении имеется статистически достоверная корреляция с очками за прыжок в длину -0,53. Эта закономерность подтверждает вышесказанное, так как названная мышца является при отталкивании антагонистом мышц разгибателей нижней конечности.

Демпфируемость при тонусе имеет положительные корреляции с очками за бег 200 м +0,70, толкание ядра +0,62, 100 м с/б +0,54, прыжком в длину +0,45. Этот факт можно объяснить той ролью, которую играет повышенная демпфируемость этой мышцы при использовании упругих деформаций мышц разгибателей нижней конечности. При напряжённом состоянии эта мышца имеет положительные корреляционные связи с результатом бега на 200 м +0,52 и суммой очков +0,66.

Сумма разниц показателя жёсткости ($\Delta\sqrt{}$) имеет высокую положительную корреляцию с результатом многоборья +0,72 и аналогичный показатель демпфируемости +0,46, причём корреляция между ними равняется +0,47. Результаты факторного анализа показали, что в факторе спортивного результата, кроме константы Каупа с факторным весом 0,890, высокие факторные нагрузки имели сумма разниц ($\Delta\sqrt{}$) +0,885 и ($\Delta\theta$) +0,567 при описании дисперсии этого фактора на 21,3% (из суммарной дисперсии описано 63%).

Резюмируя вышеизложенное можно констатировать, что биомеханические свойства мышц, в первую очередь фазных и смешанных мышц, коррелируют как с результатами (в очках) отдельных видов многоборья, так и их суммой. Это обстоятельство позволяет следить за срочными адаптационными реакциями мышц на объём и интенсивность тренировочных нагрузок и тем самым изменять методику тренировки так, чтобы нервно-мышечная система была подготовлена для достижения рекордных результатов.

Кроме того, на основе динамики перечисленных показателей можно дать оценку эффективности восстановительных средств и процедур (в том числе и массажа), а также предотвратить возникновение спортивных травм, своевременно выявить патологические состояния нервно-мышечного аппарата. Эти проблемы могут быть реализованы только при наличии данных, зарегистрированных для каждого цикла подготовки и соревнований в течение длительного времени.

Л и т е р а т у р а

1. Апарин В.В. Исследование мышечного тонуса у тяжелоатлетов и гимнастов. — В кн.: Физическое воспитание и спорт, врачебный контроль и лечебная физическая культура. Горький, 1963, с. 12.
2. Аруин А.С., В.М. Зацюрский, Г.Я. Пановко, Л. М. Райцин. Эквивалентные биомеханические характеристики мышц голеностопного сустава. — "Физиология человека", т. 4, 1978, № 6, с. 1072-1079.
3. Байбуртская С.К. К вопросу изучения тонуса мышц у вьных фигуристов в процессе тренировочного макроцикла. — Тезисы XIX Всесоюзной конференции по спортивной медицине. М., 1978, с. 109.

4. Блохин И.П. Твёрдость мышц у человека как показатель, отражающий силу изометрического напряжения. - В сб.: Управление движениями. Л., 1970, с. 148-155.
5. Вайн А.А., Хумал Л.А. Полуавтоматическая установка для измерения упруго-вязких свойств мышц. - Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции "Электроника и спорт" У. М., 1979, с. 45.
6. Васюков Г.В. Сейсмография - новый метод для определения упруго-вязких свойств скелетных мышц. - Материалы Всесоюз. конф. по изобрет. и применению различных аппаратов в области спорта. М., 1966, с. 137.
7. Васюков Г.В. Исследование механических свойств скелетных мышц человека. Автореф. канд. дисс. М., 1967.
8. Высоцин Ю.В. Полимиография в диагностике функционального состояния нервно-мышечной системы и изучение этиопатогенеза некоторых специфических травм и заболеваний у спортсменов. Автореф. канд. дисс. Тарту, 1974, с. 21.
9. Высоцин Ю.В. Полимиография - метод исследования функционального состояния нервно-мышечной системы спортсменов. - "Теория и практика физ. культуры", 1978, № 6, с. 26-29.
10. Вьюгин Ю.В. Графическая регистрация мышечного тонуса у человека. - Уч. зап. ЛПИ им. Герцена, 1973, с. 124.
11. Головинская Н.В. О применении тонометра новой конструкции в детской ортопедии. - Сб. науч. тр. Института им. Турнера. Л., 1948, с. 383.
12. Гурфинкель В.С. и Сафронов В.А. Устройство для исследования тонуса мышц в динамике. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 177586, - "Бюллетень изобретений", 1965, № 1.
13. Дариданова А.В., Корякина А.Ф. Миотонический профиль спортсменов. - В сб.: Научн. конф. по итогам работы за 1959 г. Тезисы докл. на секцион. заседаниях каф. физиол., спорта медицины, гигиены (ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта), Л., 1959, с. 17.
14. Жуков Е.К. Исследования о тонусе скелетных мышц. Л., 1956.
15. Замятина О.Н. Исследования мышечного тонуса у человека. - "Физиол. ж. СССР", 1948, 6, с. 271.

16. Защиорский В.М., Аруин А.С. Биомеханические свойства скелетных мышц (обзор: методы и результаты исследований).— "Теория и практика физ. культуры", 1978, № 9, с. 21-25.
17. Зимкин Н.В., Похомова Т.Г. О взаимосвязи между твёрдостью, вязкостью и биоэлектрической активностью мышц человека. — "Физиол. ж. СССР", 1972, 58, 7, с.1099-1108.
18. Ильин Е.П. Возрастные изменения тонуса мышц обеих рук. Труды Лен. Сан.-Гиг. Мед. института. т. 64. Л., 1961. с. 212-221.
19. Караев М.Г. Исследование функционального состояния сегментарного аппарата спинного мозга и скелетных мышц при статической работе, выполняемой до утомления. Автореф. канд. дисс. М., 1972.
20. Кесарева Е.П. Методика мионографии у человека. — "Физиол.ж. СССР", 1957, 43, 8, с. 801.
21. Курляндский В.Ю., Садыков И.Б. и Яковлев С.И. Мионодинамометрограф. Описание изобретения к авторскому свидетельству № 133977, — "Бюллетень изобретений", 1960, № 23.
22. Панов В.Г. Об особенностях одиночного и тетанического сокращения мышц человека до и после физических упражнений. Дисс. Л., 1977.
23. Пахомова Т.Г. О взаимосвязи между твёрдостью, вязкостью, силой и биоэлектрической активностью мышц человека. Дисс. Л., 1973.
24. Тальшев Ф.М., Федина Т.И., Васюков Г.В. Современные представления об упруго-вязких свойствах мышц и их роли в механизмах движения. — В сб.: Физиологические основы управления движениями. М., 1977, с.102-160.
25. Уфлянд Ю.М. Влияние профессионального труда на так называемый мышечный тонус. — "Гигиена труда", 1927, 8, с. 3.
26. Уфлянд Ю.М. Физиология двигательного аппарата человека. Л., 1965. 363 с.
27. Фёдоров В.П., Тальшев Ф.М. Сейсмография — новый метод для изучения мышечной системы человека. — Матер. У научной конф. по вопр. возрастной физиол. морф. и биохим. 1961.

28. Федоров В.Л., Тальшев Ф.М. Прибор для определения упруго-вязких свойств мышц. - "Бюллетень изобретений", 1962.
29. Федоров В.Л. Упруго-вязкие свойства напряженных и расслабленных мышц. - "Теория и практика физ. культуры", 1970, № I, с. 32.
30. Штранкфельд И.Г. Механические свойства разных типов мышц. - В сб.: Физ.-хим. и структурные основы биол. явлений. М., 1960, с. 45-51.
31. Asmussen, E. and Bonde-Peterson F. Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscles in Man. Acta physiol. scand. 1974, 91, 385-392.
32. Blange' T., Karemaker, J.M., Kramer A.E., J.L. Elasticity of Skeletal Muscle in Relation to the "Sliding Filaments" Medicine and Sport, vol. 6, 1971: Biomechanics II, pp. 146-153.
33. Buchthal F. and Kaiser E. The rheology of the cross striated muscle fibre with particular reference to isotonic conditions. Dan. Biol. Medd. 21, N 7, 1951.
34. Cavagna, G.A., Komarek, L., Citterio, G. and Margaria, R. Power Output of the Previously Stretched Muscle. Medicine and Sport, vol. 6: Biomechanics II, pp. 159-167 (Karger, Basel 1971).
35. Esslen, E. Objective Kinesiologic and Electro-tonomyographic Observations on Spasticity and Rigidity. Biomechanics, I, 1-st Int. Seminar, Zürich, 1967, Karger, Basel / New York, 1968, pp. 339-343.
36. Exner A., Tandler J. Über die Messung des Muskeltonus und die Bedeutung des Tonus. Mitt. a.d. Grenzgeb.d. Med.u. Chirurgie, 1909, 20, с. 458.
37. Göpfert H. Über den Tonus der Skelettmuskulatur. Med. Grundlagenforschung Band III von Bauer K.F. Thieme Stuttgart, 1960.
38. Ingle, D.C., Mezamis, G.E. Method to measure muscle firmness or tone. Act. Endocrinol., 1953, 14, pp. 93-107.
39. van der Laarse W.D. and Oosterveld W.J. Muscular Tonus Measurements. Medicine and Sport, vol. 6: Biomechanics II. Karger, Basel 1971, pp. 308-315.

40. Lammert, O., Jørgensen, F. and Einer-Jensen N. Accelerometermyography (AMG) I: method for measuring mechanical vibrations from isometrically contracted muscles. Int. Series on Biomechanics, vol. A, Biomechanics V-A, University Park Press Baltimore, London, Tokyo. 1976, pp. 152-158.
41. Novons A., Uexküll J. Die Härte der Muskeln. *Zsch. Biol.*, 1911, 56, s. 139.
42. Thys, H.T., Faraggiana, and Margaria R. Utilization of muscle elasticity in exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 32, N 4, April 1972, pp. 491-494.

CONNECTION BETWEEN THE RESULTS OF SPORT
PERFORMANCE AND BIOMECHANICAL QUALITIES
OF SKILLED WOMAN PENTATHLONISTS' MUSCLES

A. Vain

S u m m a r y

Biomechanical qualities of muscles characterize the work-capacity and functional condition of the neuro-muscular system.

The present study presents the indices of rigidity and spasticity on tone and maximal voluntarily effort of the following surface muscles of woman pentathlons: m. tibialis anterior, m. rectus femoris, m. biceps brachii, mm. gastrocnemius lateralis et medialis, m. biceps femoris. The level of the functional condition of muscles is characterized by different above described indices. The linear coefficients of correlation and four-factor factor-matrix between biomechanical characteristics and results of performance are computed for each described muscle.

The results of present study reveal that biomechanical qualities of muscles are correlated with the results of performance both in the single event of pentathlon and pentathlon as a whole. The sum of amplitudes of variability of rigidity correlates with the pentathlon result ($r = + 0.72$)

and also with the sum of amplitudes of spasticity ($r = + 0.46$). In factor of performance's result the described indices have factorloadings +0.885 and +0.567 at general variance of factor 21.3%.

The results of the present study enable us to conclude that biomechanical qualities of the described muscles may be used as informative indices in the training planning and fitness timing.

ОБ ОЦЕНКЕ ПЕРЕДАЧИ УСИЛИЙ В БИОКИНЕМАТИЧЕСКОЙ
ЦЕПИ "ГОЛЕНЬ-БЕДРО-ТАЗ" У БЕГУНОВ В РАЗЛИЧНЫХ
УСЛОВИЯХ

Л. К у у з е
Кафедра физиологии спорта

Наиболее характерной чертой современного спорта являются все увеличивающиеся тренировочные нагрузки. Это в свою очередь требует соответствующей подготовленности организма спортсмена. Последняя достигается главным образом повышением объема и интенсивности тренировок в соответствии с адаптационными возможностями человека. Повышенные требования предъявляются в первую очередь к опорно-двигательному аппарату. Если действительно нагрузки окажутся выше уровня биомеханических свойств опорно-двигательного аппарата в данной ситуации их индивидуального развития, то в результате появятся повреждения. По данным многих авторов /23, 12, 14, 15, 6, 13/, последние можно считать одним из главных факторов, которые делают невозможным использование заранее запланированных тренировочных нагрузок и тем притормаживают рост спортивных достижений атлета. Поскольку бесконечное повышение тренировочных нагрузок нереально в первую очередь с учетом возможности опорно-двигательного аппарата человека /17, 3/, то следовательно, большее значение в формировании высоких спортивных результатов имеет техника спортивных движений /9/. Совершенствование технического мастерства спортсмена открывает дополнительные возможности для повышения спортивных достижений.

В статье уделено внимание одному из самых распространенных циклических видов спорта - бегу.

Известно, что при постановке ноги на опору при отталкивании нижние конечности испытывают довольно существенные нагрузки /4, 15, 1/. Поэтому особое внимание при исследовании бега надо уделять именно опорной фазе, точнее, ее первой части - фазе амортизации по схеме цикла локомоции по В.К.Бальсевицу /2/.

Невозможно переоценить важность фазы амортизации при циклических видах, особенно при беге. В данной фазе амортизации решаются не только задачи остановки падения общего

центра тяжести тела, но и задача смягчения удара, неизбежно возникающего при активной постановке стопы на опору и задачи подготовки нервномышечного аппарата к последующему активному отталкиванию для сообщения телу вертикального и горизонтального ускорения /2/. Эту фазу взаимодействия спортсмена с опорой можно рассматривать как ударный процесс /5/. Критериями для оценки техники движений спортсмена в этой фазе являются механический импеданс /7/ и коэффициент передачи усилий /16, 18/. Определение последнего имеет большое значение как с точки зрения спортивной техники данного вида, так и биомеханики движений человека и спортивных травм /16, 22/. От величины передачи усилий зависит экономичность мышечной работы, т.е. энергетика бега. Поэтому есть основание считать коэффициент передачи усилий одним из наиболее характерных показателей свойств опорно-двигательного аппарата и технического мастерства бегуна.

Оказывается, что двигательную структуру бега на средние и длинные дистанции нельзя рассматривать как неизменяемую, так как фактор утомления существенно изменяет двигательную структуру бега /21, 10/.

Целью настоящей работы было установить влияние разных грунтов и спортивной обуви на величину ускорений, возникающих при постановке ноги на грунт и на механизм передачи усилий в биокинематической цепи "голень-бедро-таз", а также определение влияния утомления на вышеописанные показатели.

Эксперименты проводились на стадионе после обычной разминки. Для определения влияния утомления проводился эксперимент перед сильной интервальной тренировкой и после нее. В эксперименте участвовало 5 опытных бегунов-средневикиков. Перед ними была поставлена задача при постоянных внешних условиях пробежать 50 м со скоростью 7,2 м/с, т.е. со средней скоростью личного рекорда на своей основной дистанции 800 м, притом скорость бега проверялась на отрезке длиной 29 м в зоне съемки кинокамеры.

Механизм передачи усилий в биокинематической цепи оценивался сравнением векторов ускорений в двух точках при помощи индуктивных датчиков типа ДУ-5С. Датчики прикреплялись при помощи специальных фиксаторов и лейкопластыря на дистальной части голени 3 см выше голеностопного сустава и на поясничной части туловища. Сигналы датчиков регистрировались на быстросрабатывающем самопишущем приборе Н 338-6. Скорость движе-

ния бумаги в самописце 250 мм/с. Однонаправлено снимались движения бегунов при помощи кинокамер "Красногорск" и КС-50Б с частотой съемки 32 кадра/с, а также ККС-1 с частотой съемки 1000 кадров/с. Камеры были синхронизированы с самописцем. Биомеханическому анализу и последующей статистической обработке подвергались 1 ... 5 беговых шага каждого спортсмена в 2 ... 5 экспериментах, всего 147 беговых шагов в 41 эксперименте.

При анализе кинограмм бега выяснилось, что вертикальные ускорения при постановке ноги на опору оказались максимальными в фазе амортизации перед моментом вертикали. Продольные оси чувствительности датчиков на дистальной части голени и туловища находились в этот момент параллельными, что позволяло сравнивать непосредственно величины вертикальных ускорений в рассматриваемых двух точках тела без необходимых промежуточных вычислений /20/.

Для установления величины передачи усилий в продольном направлении в биокинематической цепи "голень-бедро-таз" человека при беге использовался коэффициент передачи /19, 18/.

$$K = \frac{a_y \text{ (туловище)}}{a_y \text{ (голень)}}$$

где a_y - продольное ускорение.

Значения коэффициента передачи K вычислялись для каждого бегового шага.

Для определения свойств опорно-двигательного аппарата измерялось на осциллограмме время распространения продольных волн в биокинематической цепи "голень-бедро-таз", обозначаем в дальнейшем t_L . Для определения значений коэффициента K и времени измерялись соответствующие показатели максимальных величин ускорений. Результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Во-первых, надо подчеркнуть довольно большие индивидуальные особенности сравниваемых бегунов. Как видно из таблицы 1, регистрируемые ускорения оказались (при беге без обуви и в шиповках на газоне) выше, чем на спортсмене, а также значения коэффициента K при беге без обуви. При беге в шиповках его значения изменяются у данных испытуемых в другую сторону - у бегуна Д на спортсмене повышаются, у бегуна Е уменьшаются. Это может служить доказательством зависимости коэффициента передачи K в первую очередь от техники бега,

Таблица I

Испытуемый	Обувь	Грунт	Голень		Туловище		$K \pm m_k$	
			$a_y \pm m_{ay}$	(m/c^2)	$a_y \pm m_{ay}$	(m/c^2)		
Д	без обуви	газон	I33, 7 \pm 3, 1		34, 3 \pm 3, 1		0, 264 \pm 0, 03	
		спортан	I23, 8 \pm 2, 5		30, 9 \pm 3, 2		0, 254 \pm 0, 04	
	шиповки	газон	I55, 2 \pm 3, 2		38, 4 \pm 1, 7		0, 248 \pm 0, 03	
		гаревая	I29, 0 \pm 2, 1		35, 3 \pm 1, 9		0, 276 \pm 0, 05	
	кроссовки	спортан	I43, 0 \pm 2, 0		39, 1 \pm 2, 4		0, 273 \pm 0, 04	
		газон	I40, 4 \pm 1, 9		32, 4 \pm 3, 4		0, 232 \pm 0, 02	
		гаревая	I39, 8 \pm 2, 4		33, 0 \pm 1, 7		0, 231 \pm 0, 03	
		спортан	I38, 7 \pm 2, 1		32, 3 \pm 0, 9		0, 235 \pm 0, 01	
	Е	без обуви	газон	I47, 9 \pm 3, 4		24, 7 \pm 3, 4		0, 161 \pm 0, 02
			спортан	I38, 9 \pm 2, 0		17, 8 \pm 0, 9		0, 124 \pm 0, 01
шиповки		газон	I34, 9 \pm 2, 2		22, 0 \pm 2, 1		0, 218 \pm 0, 03	
		гаревая	I28, 1 \pm 2, 2		22, 7 \pm 1, 9		0, 177 \pm 0, 02	
кроссовки		спортан	I35, 9 \pm 0, 8		23, 9 \pm 2, 0		0, 173 \pm 0, 01	
		газон	I21, 6 \pm 1, 1		24, 0 \pm 1, 9		0, 217 \pm 0, 02	
		гаревая	I34, 8 \pm 2, 8		22, 6 \pm 2, 2		0, 180 \pm 0, 03	
		спортан	I34, 0 \pm 3, 1		21, 9 \pm 1, 6		0, 160 \pm 0, 01	

Таблица 2

Время проведения эксперимента	Испытуемый	Голень $\bar{a}_y \pm m_{\bar{a}_y}$ (м/с ²)	Туловище $\bar{a}_y \pm m_{\bar{a}_y}$ (м/с ²)	$K \pm m_K$	$t_L \pm m_{t_L}$ (с · 10 ⁻³)	Голень $\bar{a}_x \pm m_{\bar{a}_x}$ (м/с ²)	Туловище $\bar{a}_x \pm m_{\bar{a}_x}$ (м/с ²)
Перед тренировкой	А	118,56±0,39	33,43±2,66	0,281±0,022	25,40±0,67	102,44±8,10	18,25±2,04
	В	117,92±0,46	27,44±3,11	0,231±0,025	24,40±0,81	114,34±6,54	12,10±1,09
	С	110,32±2,79	24,40±2,54	0,219±0,02	25,45±1,61	95,43±7,36	12,20±1,99
	Группа	115,08±1,35	28,34±1,70	0,239±0,013	25,54±0,85	101,68±4,67	14,08±1,15
После тренировки	А	110,27±1,04	39,61±1,43	0,358±0,012	19,78±1,07	123,11±7,56	18,44±3,45
	В	114,89±1,08	26,30±2,05	0,227±0,016	24,95±0,86	115,97±10,81	19,18±4,50
	С	104,80±0,45	23,82±1,39	0,233±0,013	20,31±1,27	139,40±3,12	13,71±1,49
	Группа	108,87±0,85	30,41±1,60	0,282±0,014	21,29±0,75	128,59±4,07	17,06±1,88

только затем лишь от внешних условий (грунт, обувь). Влияние последних в наибольшей степени оказывается в регистрируемых продольных ускорениях на голени.

Из таблицы 2 видно, что сагитальные ускорения голени и туловища, направленные против движения испытуемого, увеличиваются под воздействием утомления у всех бегунов, так же как и значения коэффициентов K . Время распространения продольных волн t_L уменьшается у бегунов А и С. Используя трехкомпонентную несбалансированную модель дисперсионного анализа, мы установили:

1/ не имеется существенных различий между результатами отдельных экспериментов в одинаковых условиях ($P < 0,05$) и поэтому есть основание считать результаты экспериментов в одинаковых условиях равнозначными, имеющаяся вариация в регистрируемых параметрах свойственна для данного вида локомоции и для исследуемых бегунов;

2/ фактор взаимодействия утомления на значения коэффициентов K и времени оказался существенным ($P < 0,05$);

3/ достоверным оказалось и значение линейного коэффициента корреляции $r = 0,35$ ($\alpha = 0,05$; $n = 56$) между коэффициентами K и сагитальными ускорениями, направленными против движения бегуна. Таким образом, резкое торможение в фазе амортизации служит причиной высоких значений коэффициентов K .

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1/ биокинематическая цепь "голень-бедро-таз" у бегунов ведет себя как самоорганизующая система, которая приспосабливается к различным грунтам и типам обуви, обеспечивая в то же время нужную скорость передвижения. К сожалению, в этом исследовании не было возможностей показать энергетическую стоимость такого рода приспособления;

2/ коэффициент передачи усилий K в первую очередь зависит от техники бега, затем от внешних условий;

3/ под воздействием утомления значения коэффициентов K существенно увеличиваются и длительности распространения продольных волн существенно уменьшаются. Это является свидетельством снижения роли нижних конечностей в амортизации ударов, возникающих при постановке ноги на опору;

4/ поскольку коэффициент K имеет достоверную корреляционную связь с ускорением торможения движения бегуна, то при увеличении значений коэффициентов K увеличиваются расходы

мышечной энергии при сообщении телу горизонтальных и вертикальных ускорений;

5/ в силу вышесказанного коэффициент передачи K можно считать одним из наиболее информативных показателей уровня технического мастерства бегунов.

Литература

1. Аруин А. С., Запирский В. М., Райцин Л. М. Биомеханические свойства мышц нижних конечностей. - "Теория и практика физ. культуры", 1977, № 9, с. 8-14.
2. Бальсевич В. К. Биодинамические характеристики некоторых видов спортивных и естественных локомоций. - В. сб.: Вопросы биомеханики физических упражнений. Омск, 1974, с. 19-54.
3. Башкиров В. Ф., Щукин А. А. Некоторые анатомо-физиологические особенности позвоночника у спортсменов и их связь с остеохондрозом. - "Теория и практика физ. культуры", 1978, № 8, с. 35-36.
4. Бернштейн Н. А. Исследования по биодинамике ходьбы, бега и прыжка. М., 1940.
5. Вайн А. А. Исследование механического импеданса тела человека при ударном взаимодействии опорно-двигательного аппарата с опорой. - Материалы I Всесоюзной научной конф. по биомеханике спорта. Часть I, М., 1974, с. 20-22.
6. Воробьев Г. Р. Профилактика травматизма. - "Лёгкая атлетика", 1976, № 7, с. 31-32.
7. Гирке Х. Э. Биодинамическое поведение тела человека. Механика, 1966, № 1, 95, с. 146-164.
8. Крачевский Н. И. Анализ спортивного травматизма у легкоатлетов высокой квалификации. - В кн.: Основные проблемы физической культуры и спорта (сборник научных трудов молодых учёных ВНИИФК за 1976 г.), М., 1978, с. 78-79.
9. Козлов И., Нотман А. Бег на средние дистанции: координация работы мышц. - "Лёгкая атлетика", 1971, № 5, с. 14.
10. Комаров А. И. Изменение двигательной структуры бега на средние дистанции под влиянием утомления и методы её коррекции. Автореф. дисс., М., 1974.

11. Лесгафт П. Ф. О значении толчков и сотрясений в организме человека и животных (1898). - В кн.: Избранные труды по анатомии. Под ред. Д. А. Жданова. М., 1968, с. 188-193.
12. Миронова З. С., Богущкая Е. В., Меркулова Р. И., Кондратенко В. Ф. Препатологические и патологические состояния опорно-двигательного аппарата при занятиях спортом. - Тезисы I Всесоюз. съезда по врачебному контролю и лечебной физкультуре. М., 1975, с. 167.
13. Миронова З. С., Морозова Е. М. Спортивная травматология. М., 1976, 152 с.
14. Никитин М. Н., Егоров Г. Е., Вересов В. Н. Некоторые виды патологических состояний опорно-двигательного аппарата спортсменов вследствие интенсивных и длительных тренировок. - Тезисы I Всесоюз. съезда по врачебному контролю и лечебной физкультуре. М., 1975, с. 202.
15. Прокоп Л. Что таит в себе тартановая дорожка? - "Спорт за рубежом," 1975, № 10, с. 12-14.
16. Рагов И. П. Проблемы, гипотезы и перспективы ряда исследовательских направлений биомеханики спорта. - В кн.: Проблемы биомеханики спорта. ВНИИФК, М., 1974, с. 5-41.
17. Arndt K. H. Achillessehnenruptur im Sport. Sportmedizinische Schriftenreihe. Bd. 10, Johan Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1976.
18. Dupuis H., Draeger J., Hartung E. Vibration transmission to different parts of the body by various locomotions, Biomechanics V-A, edited by Paavo V. Komi, University Park Press, 1976, pp. 537-543.
19. Nigg B. M. and Neukomm P. A. Erschütterungsmessungen beim Skifahren. Medizinische Welt, Forschung und Praxis, 24, 1973, S. 1883-1885.
20. Smidt G. L., Arora J. S. and Johnston R. C. Accelerographic analysis of several types of walking. Am. J. Phys. Med. 50, 1971, pp. 285-300.
21. Vain, A. Jooksjate tehnika aktselerograafilisest analüüsist. - Eesti NSV XII Vabariiklik teaduslik-metoodiline Konverents kehakultuuri alal. Teesid. Tln., 1969, lk. 11-12.

22. Vain A. Biomechanical Characterisation of the Behaviour of an Athlete's Support - Motor System under Impact. International Series on Biomechanics, vol. I B, Biomechanics V-B. University Park Press. Baltimore, London, Tokyo, 1976, pp. 58-61.

ON IMPACT TRANSMISSION IN BIOKINEMATIC CHAIN
"SHANK-THIGH-HIP" OF RUNNERS UNDER DIFFERENT CONDITIONS

L. Kuuse

S u m m a r y

The aim of the present study was to elucidate the influence of various conditions (such as surface and shoes) and fatigue on the action of biokinematic chain "shank-thigh-hip" during running. To determine the biomechanical qualities of the described biokinematic chain the coefficient of vibration transmission K from the shank to the trunk was calculated. The time of vibration transmission from the shank to the trunk was accounted by shifts between the corresponding peak values.

The results of the present study reveal a statically essential influence of surface and sportshoes on the magnitudes of the impacts going through the biokinematic chain "shank-thigh-hip" during running. The influence of fatigue on the magnitudes of the coefficient K and on the time of going through the impact is also essential. Since the magnitudes of the coefficient K were essentially correlated with the magnitudes of the acceleration against the direction of movement during the first part of support phase, the coefficient K is one of the most informable characteristics of the skill of runner's performance and of the condition of the runner's support-motor system.

О МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕДАЧИ УСИЛИЙ ПРИ ОТТАЛКИВАНИИ В ОПОРНЫХ ПРЫЖКАХ У ГИМНАСТОВ

Т.Е. К у м с, А.А. В а й н
Кафедра физиологии спорта

В большинстве видов спорта результат целевого действия достигается посредством ударного взаимодействия с внешней средой: прыжки в спортивной гимнастике, акробатике, прыжки в воду с вышки, упражнения на батуте. Ударные действия спортсмена относятся к группе специфических двигательных навыков, при выполнении которых внутренняя структура движений принимает особую специфическую форму. Особенностью движений спортсмена при ударном взаимодействии является: малая продолжительность, наличие больших перегрузок, отсутствие сознательного управления отдельными действиями опорно-двигательного аппарата (ОДА) со стороны центральной нервной системы /3, 1/. В связи с этим управление движениями при ударном взаимодействии представляет собой очень сложную двигательную задачу. Для этого необходимо располагать реальными средствами, при помощи которых можно было бы "удерживать в повиновении всю совокупность тех сил, которые возникают и разыгрываются при движении биокинетической цепи" /2/.

Известно, что мышечные напряжения, возникающие в результате раздражения проприоцепторов, вызывают ускорения звеньев биокинематической цепи и в результате изменения силового поля происходит движение. При ударе внешняя сила, действуя на ОДА, сообщает ускорение лишь точкам, лежащим на поверхности контактного слоя, вследствие неоднородности перемещения элементов массы тела. Отсюда основная нагрузка при ударном взаимодействии падает на контактное звено биокинематической цепи. Величина сообщаемого телу ускорения в несколько раз превышает ускорение силы тяжести, что влечет за собой возникновение упругих деформаций, т.е. упругих сил, усилий, распространяющихся по тканям биокинематической цепи (костям, сухожилиям, мышцам и т.д.), и несущих ускорение вышерасположенным звеньям /5, 1, 4/.

Энергия ударной волны, возникающая в результате ударного взаимодействия, распространяется по биокинематической цепи в направлении снизу вверх от дистальных звеньев к проксималь-

ным. В результате рассеивания энергии, происходящего в суставах, на проксимальные звенья переходит лишь часть первоначальной энергии. Ее потеря тем меньше, чем жёче закреплены суставы /2, 5, 4/. Одним из условий оптимальности отталкивания от упругой опоры является обеспечение наименьшей потери количества движения, в результате чего происходит достижение максимальной мощности движения.

С целью выявления механизма передачи усилий через ОДА спортсмена при отталкивании от упругой опоры в опорных прыжках был проведен эксперимент, в котором участвовало 2 гимнастки в возрасте 14 лет. Спортивная квалификация МС и МС международного класса. Обе спортсменки выполняли базовый прыжок "переворот вперед". Всего проанализирован 21 эксперимент.

Методика

Как упоминалось выше, ударное взаимодействие ОДА с опорой связано с возникновением больших перегрузок на контактное звено. По Савину /5/, мерой перегрузки может служить ускорение, приобретенное телом за единицу времени, по Бернштейну /2/, между ускорением органа и мышечным напряжением существует тесная взаимосвязь, следовательно, ускорение служит вполне информативной характеристикой для решения поставленной задачи. На основе этого нами была выбрана акселерографическая методика, которую мы использовали синхронно с киносъемкой (кинокамера КС-50В с частотой 32 1/с) /9/. Индуктивные двухкомпонентные датчики ДУ-5С крепились на дистальной части голени и голове гимнастки. Регистрировали модули проекции продольного (a_y) и сагитального (a_x) ускорений звеньев биокинематической цепи, на основе которых мы могли судить о механизме передачи усилий, возникающих при ударном взаимодействии гимнастки с опорой. Оценка величины передачи усилий через звенья биокинематической цепи двумя точками голень-голова в продольном и сагитальном направлениях производилась посредством коэффициента передачи усилий (К) /8,6/:

$$K = \frac{a_1}{a_2} \cdot 100\%$$

где: a_1 - модуль проекции ускорения головы,
 a_2 - модуль проекции ускорения дистальной части голени.

Таблица I

Гим- наст	У Д А Р Н О Е В З А И М О Д Е Й С Т В И Е				Деформация мостика	
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	н а ч а л о	к о н е ц		$\Delta L \pm m$ [мм]	$t \pm m$ [с]
	$\alpha_x [M/\epsilon]$	$\alpha_y [M/\epsilon]$	$\alpha_x [M/\epsilon]$	$\alpha_y [M/\epsilon]$		
ГОЛОВА	-20,7±2,3	-61,1±2,6	119,0±35,9	-49,6±3,2		
дистальная часть голени	326,2±20,4	-429,5±19,6	134,4±11,4	-126,9±24,04	83±0,406	0,129±0,002
I K (%)	7,1±2,5	15,0±1,2	93,4±2,1	42,9±5,7		
Δt /с/ между пи- ками ускорений	0,006±0,002	0,025±0,002	0,020±0,005	0,028±0,004		
ГОЛОВА	12,0±1,8	-46,1±6,8	118,9±8,6	-33,4±6,8		
дистальная часть голени	133,3±21,0	-423,0±32,7	190,0±14,3	-173,2±11,9		
II K (%)	10,3±1,9	11,7±2,3	63,3±3,4	19,4±1,4	100±0,644	0,121±0,005
Δt /с/ между пи- ками ускорений	0,009±0,003	0,021±0,004	0,005±0,005	0,031±0,012		

На основе датчика смещения ДП-2СМ было разработано приспособление для регистрации величины деформации мостика (ΔL). Ударное взаимодействие с упругой опорой рассматривается как процесс, состоящий из двух периодов, начального и конечного, где критерием служил момент максимальной деформации мостика на осциллограмме.

Результаты и их обсуждение

Полученные данные показали, что наибольшее усилие возникает в продольном направлении дистальной части голени, в начальный период ударного взаимодействия (см. табл. I). Перегрузка на голове в 7 раз меньше. Коэффициенты передачи усилий как в продольном, так и сагитальном направлениях увеличиваются в конечном периоде взаимодействия с упругой опорой (см. табл. I). Это говорит о том, что свойства ОДА в передаче усилий во время ударного взаимодействия изменяются.

В результате сравнительного анализа и статистической обработки данных выяснилось, что показатели обеих спортсменок имеют существенные различия. Обнаружилась статистически достоверная разница в коэффициентах передачи усилий в конечном периоде ударного взаимодействия (см. табл. I). Это дает основание утверждать, что у I гимнастки имеются меньшие потери энергии, и взаимодействие с упругой опорой у нее происходит оптимально. Максимум сагитального ускорения дистальной части голени в начальном периоде у I гимнастки выше (см. табл. I), что позволяет судить о наличии большего количества движения в начале ударного взаимодействия. Имея сравнительно низкое значение сагитального ускорения дистальной части голени в конечном периоде ударного взаимодействия, I гимнастка передает такое же усилие на проксимальное звено (голова) как и II, имея сравнительно высокое ускорение нижерасположенного звена (см. табл. I). Этот факт подтверждает и статистически достоверная разница в коэффициентах передачи усилий. У I спортсменки он выше на 30,1%. Такая же ситуация наблюдается и с продольными ускорениями в конечном периоде взаимодействия с опорой. I гимнастка, имея меньшее ускорение дистального звена биокинематической цепи, способна передать на проксимальное звено большее ускорение, чем II, которая имеет большее ускорение дистального звена. Разница в коэффициентах передачи усилий 23,5% (см. табл. I). Вышеизложенное объяс-

няется тем, что при передаче усилий от дистального звена ОДА к проксимальному у II гимнастки происходит неверное перераспределение усилий между звеньями биокинематической цепи. Если распределение усилий у I гимнастки происходит в ритме быстро-медленно-медленно-быстро, то у II - медленно-быстро-быстро-медленно. Мы можем утверждать это на основе временных характеристик между пиками максимумов ускорений (Δt) в начальном и конечном периодах ударного взаимодействия (см. табл. I). В то же время обращает на себя внимание тот факт, что время ударного взаимодействия у I гимнастки больше и деформация мостика меньше, чем у II-ой. Исходя из этого можно предполагать, что II спортсменка развивает большие усилия, чем I, но вследствие неверного перераспределения последних у нее не происходит достаточно жесткого закрепления звеньев биокинематической цепи в суставах /7/. В конечном итоге рассеивается больше энергии и результат действий хуже.

Анализ коэффициентов корреляции показал, что у I и II спортсменки статистически достоверные связи образовались между различными показателями, что говорит о разном характере в технике движений исследуемых спортсменок.

Наиболее сильная корреляция +0,82 у I гимнастки имелась между временем достижения максимума ускорения дистальной части голени относительно головы в продольном направлении в начальном периоде ударного взаимодействия и сагитальном направлении в конечном периоде у датчика на голове. Это свидетельствует об однонаправленном влиянии результата действия толчка ног в момент вращения спортсменки вокруг точки опоры. У второй спортсменки этой связи не обнаружено. Коэффициент корреляции, вычисленный по данным I и II спортсменки, равняется +0,69, что показывает наличие этого механизма при выполнении опорного прыжка.

У второй спортсменки наибольшие корреляционные связи имеют между показателями коэффициента передачи усилий в продольном направлении и длительностью конечного периода +0,95. Это говорит о том, что у этой спортсменки биомеханические свойства ОДА существенно отличаются по сравнению с I гимнасткой, так как у последней статистически достоверной корреляции нет. Такая же тесная корреляционная связь имеется между коэффициентом передачи усилий в сагитальном направлении в начальном периоде и длительностью достижения максимального ускорения головы в продольном направлении относи-

тельно максимума продольного ускорения дистальной части голени. Это подтверждает вышесказанное о биомеханических свойствах ОДА. На основе полученного материала можно сделать следующие выводы.

1. При передаче усилий в период ударного взаимодействия с опорой биомеханические свойства ОДА изменяются и зависят от уровня этих свойств конкретного спортсмена.

2. Временные характеристики между пиками максимумов ускорений в начальном и конечном периодах ударного взаимодействия отражают ритмическую структуру передачи усилий по звеньям биокинематической цепи.

Литература

1. Агашин Ф. К. Биомеханика ударных движений. М., 1977, с. 12-23, 55-58.
2. Бернштейн Н. А. О построении движений. М., 1947, с. 20.
3. Вайн А. А. Исследование механического импеданса тела человека при ударном взаимодействии опорно-двигательного аппарата с опорой. - Материалы I Всесоюз. конф. по биомеханике спорта. М., 1974, с. 20-22.
4. Иванова Г. П., Першин А. П. Роль суставной жесткости био-системы и пути её изучения по материалам исследования взаимодействий в спорте. - Тезисы докладов II Всесоюз. конф. по проблемам биомеханики. Рига, 1979, с. 133-135.
5. Савин Б. М. Гипервесомость и функция центральной нервной системы. Л., 1970, с. 24-57.
6. Dupuis H., Draeger J., Hartung E. Vibration transmission to different parts of the body by various locomotions. Biomechanics V-A, Edited by Paavo V. Komi, University Park Press, 1976, pp. 537-543.
7. Hochmuth G. Biomechanik sportlicher Bewegungen. Sportverlag, Leipzig, 1967, 215 S.
8. Nigg E. M. und Neukomm P. A. Erschütterungsmessungen beim Skifahren. Medizinische Welt, Forschung und Praxis, 24, 1973, S. 1883-1885.
9. Vain, A. Liigutuste biomehaanikast toeta olekus. Väite-kiri, Trt., 1969.

VOM MECHANISMUS DER SPANNUNGSÜBERTRAGUNGEN
BEIM ABSTOß DER PFERDSPRÜNGE (der Frauen)

T. Kums, A. Vain

Z u s a m m e n f a s s u n g

Während des Abstosßes bei den Pferdsprüngen wirken in kurzer Zeitspanne auf den Stütz-Bewegungsapparat große Überlastungen. Deshalb kann man die Tätigkeit des Sportlers im Moment des Abstosßes als Schlag betrachten. Die größten Spannungen entstehen auf der Kontaktfläche und sie übertragen sich auf die distalen Körperteile. Sie verändern sich je nach den biomechanischen Eigenschaften des Stütz-Bewegungsapparates und der Technik des Abstosßes.

Um die Gesetzmäßigkeiten der Spannungsübertragungen von der elastischen Stützfläche zu erklären, wurden 21 Experimente mit zwei qualifizierten Turnsportlerinnen durchgeführt.

Infolgedessen wurde festgestellt, daß die in den distaleren Teilen des Stütz-Bewegungsapparats entstandene Überlastung bis siebenmal kleiner ist, als die Überlastungen, die in der Nähe der Kontaktfläche wirken. Bei den Spannungsübertragungen verändern sich die biomechanischen Eigenschaften des Stütz-Bewegungsapparats. Das zeitliche Verspäten der Maxima der Beschleunigungen in verschiedenen Punkten des Stütz-Bewegungsapparats widerspiegelt den Rhythmus der Anstrengungen.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У МОЛОДЫХ ПЛОВЦОВ И ПЛОВЧИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗНЫХ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ СБОРОВ

Т.А. Ю р и м я э

Кафедра физического воспитания и спорта,
кафедра физиологии спорта

В плавательном спорте, как и в других видах спорта важную роль среди многочисленных этапов тренировки играют тренировочные сборы. Следует отметить, что в литературе имеются существенные разногласия по вопросу о влиянии разных тренировочных средств при сборах на физическую работоспособность у спортсменов. Например, одни авторы отмечают увеличение МПК /2, 8/, а другие, наоборот, уменьшение /3/. При этом некоторые указывают на отсутствие изменений в течение сбора /10/.

Настоящая работа выполнена с целью выяснить изменения в показателях внешнего дыхания и физической работоспособности во время 25- и 10-дневных плавательных сборов у 10-14-летних пловцов и пловчих.

Методика исследования

В работе изучали учащиеся специальных классов по плаванию. Все обследуемые имели спортивную квалификацию от юношеского до I разряда. Исследовали влияние тренировочных сборов, проводившихся 3 раза:

1. 25-дневный лагерь по плаванию в августе;
2. 10-дневный лагерь по плаванию в марте;
3. 10-дневный лагерь по плаванию в ноябре.

Исследования проводились до и после сборов, а в лагере в ноябре дополнительно изучали физическую работоспособность через одну и две недели после окончания сбора.

Во время сборов тренировки проводились в основном в аэробном режиме. В течение 25-дневного сбора 10-11-летние мальчики проплыли в среднем $61,4 \pm 4,0$ км, а девочки - $70,2 \pm 4,2$ км; юные спортсмены 12-13 лет проплыли соответственно $80,8 \pm 7,5$ и $86,9 \pm 5,6$ км. В марте 12-14-летним мальчикам было дано задание проплыть в среднем $53,4 \pm 5,2$ км, а девочкам - $62,9 \pm 6,3$ км, на сборе в ноябре мальчики проплыли в

среднем $66,0 \pm 3,3$ км.

Из показателей внешнего дыхания определяли ЖЕЛ и показатели пневмотахометрии (тип ПТ-2) при вдохе и выдохе. Максимальная вентиляция легких определялась во время ступенчато повышающихся нагрузок на велоэргометре.

Максимальное потребление O_2 определялось при ступенчатом повышении нагрузки заключительным одноминутным спуртом педалирования на велоэргометре /6/. Для выявления RWC_{170} у мальчиков мы использовали две 3-минутные нагрузки с 1-минутной паузой отдыха на велоэргометре.

Во время 10-дневного сбора по плаванию в ноябре для характеристики анаэробной работоспособности применялся показатель алактатной емкости организма, исходя из формулы, предложенной Fox /11/.

В сборе по плаванию в марте использовали модифицированный тест Купера в воде - плавание в течение I и 10 мин, а также заплыв на дистанцию 25 м.

Результаты исследований и их обсуждение

Средние показатели внешнего дыхания и аэробной работоспособности до и после 25-дневного плавательного сбора приведены в таблице I. Из показателей внешнего дыхания следует, что больше всего повышалась МВЛ. Повышение максимальной вентиляции легких обуславливает главным образом увеличение МПК, так как процент использования O_2 практически оставался без изменений. Другие показатели внешнего дыхания (ЖЕЛ, ПТМ) за этот период изменились незначительно.

Из наших исследований следует, что к концу сбора во всех обследованных группах наблюдалось существенное увеличение МПК (табл. I). Следует отметить, что величины кислородного потолка до сбора у юных спортсменов являлись относительно низкими, они были сходны с данными у лиц, не занимающихся спортом /4, 7, 9, 12/. Низкий уровень аэробных возможностей связан, очевидно, с тем, что пловцы до сбора отдыхали в течение 5 недель или тренировались умеренно. У мальчиков-пловцов в период сбора существенно увеличился и показатель RWC_{170} (соответственно 17,3 и 22,8% для 10-11-летних и 12-13-летних мальчиков-пловцов).

Индивидуальный анализ динамики МПК/кг показал, что у юных пловцов, имевших до сбора относительно низкий уровень

Таблица I

Динамика физиологических показателей в течение 25-дневного плавающего сбора
у 10-13-летних пловцов и пловчих (X ± m)

	Группа	10-11 лет				12-13 лет					
		n	До сбора	В конце сбора	Сдвиги (%)	n	До сбора	В конце сбора	Сдвиги (%)		
МДЛ (мл)	М	18	2946±81	3080±60	+4,5	>0,05	12	3438±141	3557±137	+3,4	>0,05
Х	15	2662±137	2750±120	+3,3	>0,05	16	3454±246	3782±229	+9,4	>0,05	
ПТМ _{вд} (л/сек)	М	18	3,67±0,11	3,74±0,12	+1,9	>0,05	12	4,11±0,09	4,24±0,13	+3,1	>0,05
Ж	15	2,98±0,16	3,36±0,17	+12,7	<0,1	16	4,07±0,18	4,38±0,21	+7,8	>0,05	
ПТМ _{вн} (л/сек)	М	18	3,62±0,10	3,59±0,09	-0,8	>0,05	12	3,74±0,13	3,73±0,14	-0,2	>0,05
Ж	15	3,35±0,19	3,46±0,15	+3,2	>0,05	16	4,15±0,23	4,22±0,23	+1,6	>0,05	
МБД (л/мин)	М	18	77,0±3,1	89,3±3,3	+15,9	<0,05	12	86,3±4,3	106,7±4,1	+23,6	<0,01
Ж	15	68,9±3,6	83,1±3,9	+20,6	<0,05	16	87,7±4,7	103,7±6,2	+18,2	<0,1	
МПК (л/мин)	М	18	1,663±0,040	2,017±0,060	+21,2	<0,001	12	1,910±0,130	2,429±0,120	+27,0	<0,001
Ж	15	1,497±0,060	1,823±0,070	+21,7	<0,01	16	1,921±0,080	2,437±0,120	+26,8	<0,01	
МПК/кг (мл/мин.кг)	М	18	45,2±1,3	53,9±1,6	+19,2	<0,001	12	43,1±2,0	54,4±1,6	+26,2	<0,001
Ж	15	39,6±1,0	47,6±1,6	+20,2	<0,001	16	40,2±1,5	51,7±1,0	+28,6	<0,001	

Таблица 2

Изменения физиологических показателей в течение 10-дневного плавательного сбора у 12-14-летних пловцов и пловчих в марте месяце

($\bar{x} \pm m$)

	Группа	n	До сбора	В конце сбора	Сдвиги (%)	P
ЖЕЛ (мл)	М	20	4318±241	4333±202	+0,3	>0,05
	Ж	20	3718±172	3819±173	+3,2	>0,05
ПТМ _{БД} (л/сек)	М	20	5,00±0,31	5,10±0,32	+2,0	>0,05
	Ж	20	4,24±0,24	4,35±0,23	+2,5	>0,05
ПТМ _{БВ} (л/сек)	М	20	4,40±0,16	4,37±0,17	-0,6	>0,05
	Ж	20	4,19±0,18	4,21±0,16	+0,4	>0,05
МВЛ (л/мин)	М	20	113,1±6,6	10,67±7,3	-5,9	>0,05
	Ж	20	105,5±6,8	106,9±6,5	+1,3	>0,05
МПК (л/мин)	М	20	2,585±0,160	2,501±0,140	-3,3	>0,05
	Ж	20	2,185±0,100	2,189±0,090	+0,2	>0,05
МПК/кг (мл/мин.кг)	М	20	50,2±1,5	48,9±1,2	-2,6	>0,05
	Ж	20	45,3±1,2	45,6±0,7	+0,6	>0,05

кислородного потолка, увеличение его в течение сбора выражено больше, чем у пловцов, имевших до сбора высокие показатели. Например, в группе, 10-11-летних пловцов, имевших МПК выше 50 мл/мин.кг, показатель повышался в среднем на 4,6 мл/мин.кг, при этом в группе спортсменов, у которых МПК ниже 50 мл/мин. кг, данные увеличивались в среднем на 10,2 мл/мин. кг.

Результаты тестирования физической работоспособности у юных пловцов до и после 10-дневных плавательных сборов показали, что в большинстве показателей существенных сдвигов не отмечалось (табл. 2 и 3). По нашему мнению, это обусловлено тем, что период сбора слишком короткий, интенсивность же тренировок очень высокая.

Анализ индивидуальной динамики МПК показал, что изменения не всегда связаны с общим километражем в течение кратковременных сборов. В исследованиях наблюдали как увеличение, так и уменьшение кислородного потолка вне зависимости от тренировочных объемов в течение сбора. Из наших результатов следует, что влияние сбора на физическую работоспособность во многом зависит от состояния тренированности пловца. У мало тренированных объем за период сбора оказался слишком большим, в результате чего МПК у них уменьшалось. В исследовании С.А. Бакулина /1/ тоже указывается, что у пловцов утомительные тренировки могут уменьшить кислородный потолок. Из работы Р.Е. Мотылянской и Л.И. Стоговой /5/ следует, что с ростом тренированности небольшие изменения в МПК можно компенсировать значительным замедлением максимальной ЧСС. Такая же тенденция наблюдалась в наших исследованиях в группе мальчиков-пловцов до и после 10-дневного сбора в марте, за этот период максимальное ЧСС уменьшилось в среднем на 6,7 уд/мин ($p < 0,05$). Cumming с соавт. /10/ также обнаружили уменьшение максимальной ЧСС у 13-16-летних легкоатлетов в течение однонедельного сбора.

Повторные исследования во время 10-дневного сбора по плаванию еще раз доказали, что у мальчиков-пловцов изменения в исследуемых показателях в течение кратковременного сбора и в период после сбора в течение 2 недель несущественные (табл. 3).

Выяснилось, что анаэробная работоспособность по данным алактатной емкости организма в исследуемый период изменилась несущественно (табл. 3). При этом наши средние данные ниже

Таблица 3

Изменения физиологических показателей в течение и после 10-дневного плавательного сбора у 12-14-летних мальчиков-пловцов в ноябре ($n = 10; \bar{x} \pm m$)

	До сбора	В конце сбора	Через 1 неделю после сбора	Через 2 недели после сбора
У.ЕЛ (мл)	3751±212	3894±198	4059±194	3730±158
ПП ₁₀ ВД (л/сек)	4,13±0,27	4,22±0,22	4,48±0,25	4,32±0,17
ПП ₁₀ ВН (л/сек)	3,88±0,15	3,92±0,14	4,08±0,14	4,10±0,18
АБЛ (л/мин)	88,9±3,3	93,5±4,8	96,8±3,6	84,7±5,5
МПК (л/мин)	2,121±0,159	2,143±0,143	2,225±0,098	2,158±0,081
МПК/кг (мл/мин.кг)	45,8±1,3	46,8±1,3	48,5±1,5	50,6±2,3
АЛКАТЕН. емкость (кал/кг)	71,0±6,1	67,8±4,0	86,0±7,4	77,3±7,0

результатов, полученных автором теста /II/ при исследованиях взрослых бегунов.

Результаты проведения плавательных тестов во время 10-дневного плавательного сбора в марте представлены в таблице 4. Плавание в течение I и 10 мин связано с МПК у мальчиков - $r = 0,80$ и $r = 0,57$ и у девочек соответственно $r = 0,58$ и $r = 0,47$. Обнаружить корреляционную связь между МПК и результатами плавания на дистанцию 25 м в группе пловчих не удалось, тогда как у мальчиков-пловцов она существует - $r = -0,61$.

Таблица 4
Результаты плавательных тестов $\bar{x} \pm m$

Исследуемые	25 м /сек/	I мин /м/	10 мин /м/
Мальчики	15,3±0,3	82,3±1,7	662,6±17,2
Девочки	16,6±0,3	77,5±1,4	614,9±11,8

Повторные исследования 13 мальчиков-пловцов и 11 девочек-пловчих в возрасте 10-11 лет показали, что I- и 10-минутные плавательные тесты имеют хорошую повторяемость. У пловцов коэффициент вариации между данными двух наблюдений при I-минутном плавании 5,0% и 10-минутном плавании - 3,9%. У пловчих эти данные составляли соответственно 4,7% и 4,1%. Таким образом, рассмотренные тесты можно рекомендовать для спортивной практики при изучении скоростной выносливости и выносливости у юных пловцов.

Выводы

1. Сдвиги максимального потребления O_2 в течение плавательных сборов у 10-14-летних пловцов и пловчих зависят от продолжительности сбора и от начальных данных до них. Величина МПК может существенно увеличиваться во время 25-дневного сбора по плаванию, 10-дневные плавательные сборы являются слишком кратковременными для увеличения аэробной работоспособности.

2. Использование I- и 10-минутных плавательных тестов в максимальном темпе позволяет изучить скоростную выносливость и общую выносливость у 10-14-летних пловцов и пловчих. Результаты проведения теста имеют хорошую повторяемость.

Литература

1. Бакулин С. А. Динамика максимального потребления кислорода на разных этапах тренировки высококвалифицированных спортсменов. - XII Всес. науч. конф. по физиол., морф., биомех. и биохим. мышечн. деятельн. Львов, 1972, 93-94.
2. Бакулин С. А., Кудрявцева Н. Я., Чуксин Ю. В., Шепилов О. П. Опыт использования термометрии и определения максимальных аэробных возможностей в управлении тренировкой высококвалифицированных пловцов. - Вопросы управл. тренир. процес. подготовки спортсменов высших разрядов. Материалы респ. науч.-метод. конф. Л., 1972, 180-183.
3. Васильева В. В., Трунин В. В. Изменение аэробных возможностей и функционального состояния магистральных артерий у квалифицированных спортсменов в разные периоды тренировки. - Вопр. общей и спец. работоспособности спортсмена. Сб. тр. по физиологии спорта. Л., 1974, 5-15.
4. Гуминский А. А., Елизарова О. С., Хуркова Н. Н., Золотайко Г. А., Новожилова А. Д., Прокудин Б. Ф. Компоненты массы тела и максимальное потребление кислорода у подростков. - Новые исследования по возрастной физиологии. - "Педагогика", № 2 (9), 1977, 34-37.
5. Мотылянская Р. Е., Стогова Л. И. Врачебно-физиологические показатели выносливости у спортсменов. - Тезисы конф. по итогам науч.-исслед. работы ВНИИФК за 1969 г. М., 7-9.
6. Пярнат Я. П. Деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем и сдвиги кислотно-щелочного баланса в условиях возрастающих нагрузок. Автореф. канд. дисс. Тарту, 1970.
7. Пярнат Я. П., Виру А. А. Возрастные особенности физической (аэробной и анаэробной) работоспособности. - "Физиология человека", 1975, № 4, 692-696.
8. Скернавичюс И. П., Милашюс К. М. Исследование динамики мочевины в крови у лыжников-гонщиков под влиянием различных тренировочных нагрузок. - "Теория и практика физ. культуры", 1976, № 12, 42-43.

9. Тихвинский С. Б. Физическая работоспособность детей и подростков. - Пробл. лечебн. контр. и лечебн. физкульт. в детск. возрасте. Ленингр. педиатр. мед. ин.-т. Труды, Т. 74. Л., 1976, II-27.
10. Cumming, G. R., Goodwin, A., Baggley, G., Antel, J. Repeated measurements of aerobic capacity during a week of intensive training at a youth's track camp. - Canad. J. Physiol. Pharmacol., 1967, 45, 5, 805-811.
11. Fox, L. Measurement of the maximal alactic /phosphagen/ capacity in man. - Med. Sci. in Sports. 1973, 5, 1, 66.
12. Seliger, V., Macek, M., Skranc, O., Piric, J., Handzo, P., Horak, J., Rous, J., Jirka, Z. und Mitarb. Die physische Leistungsfähigkeit der Population in der CSSR im Alter von 12 bis 55 Jahren. - Med. u Sport, 1977, Nr. 5. 159-160.

THE DYNAMICS OF RESPIRATORY FUNCTION AND PHYSICAL
WORKING CAPACITY IN VARIOUS SWIMMING CAMPS
IN YOUNG SWIMMERS

T. Jürimäe

S u m m a r y

The effects on respiratory function and indices of physical working capacity of swimming camps with various duration have been studied in young swimmers aged 10-14 years. To determine the aerobic work capacity the progressive exercise test on bicycle ergometer was used.

Analysis of the results showed, that only the swimming camp of 25-day's duration has significantly increased the maximal oxygen intake and PWC₁₇₀. The aerobic power was unchanged during 10-day's swimming camps and 2 weeks period after the end of the training camp.

О ЗАВИСИМОСТИ СПОРТИВНОГО РЕЗУЛЬТАТА ОТ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ В СТРЕЛЬБЕ

Х.А. С е л ь г

Кафедра тяжелой атлетики и водных видов спорта

Результаты многих исследований говорят о том, что успешность соревновательной деятельности существенно зависит от психического состояния спортсменов /1, 2, 3, 4, 7, 8 и мн. др./ . Необходимо формировать у спортсменов такое психическое состояние, при котором они могут в полной мере использовать в соревновании свою функциональную и специальную подготовленность и противостоять многим предсоревновательным и соревновательным факторам, оказывающим сбивающее влияние и вызывающим рассогласование функций /6/ .

Особенности эмоциональных переживаний спортсменов и их влияние на результат действий чрезвычайно сложные и разнообразные, так как носят глубоко индивидуальный характер и в разных видах спорта имеют свою специфику /5/ . Практически значимой задачей в каждом виде спорта является установление оптимальных границ эмоционального напряжения.

Целью данной работы явилось исследование эмоционального состояния пятиборцев в условиях тренировок и соревнований по стрельбе и определение зависимости между уровнем эмоционального напряжения и результатом стрельбы.

Исследования проводились на тренировках и на контрольных соревнованиях летом 1977 и 1978 г. в Тарту, в Таллине и в Москве. Основная группа состояла из 24 пятиборцев Эстонии и дополнительная группа из 8 членов сборной команды СССР. Для исследования эмоционального состояния пятиборцев в экспериментальной мастерской ТГУ была сконструирована оригинальная аппаратура, позволявшая непосредственно во время стрельбы регистрировать и изучать следующие показатели: частоту сердечных сокращений (ЧСС); частоту и характер дыхания; частоту, амплитуду и характер колебаний пистолета во время прицеливания и совершения выстрела; время и характер динамических усилий указательного пальца при нажатии на спусковой крючок.

Результаты исследований показали, что уровень эмоционального напряжения пятиборцев на контрольных соревнованиях существенно выше, чем на тренировках. ЧСС увеличивалась на

контрольных соревнованиях в среднем на 13,26% по сравнению с тренировкой (соответственно 96,1 и 84,3 уд/мин) и частота дыхания на 6,77%. Существенно ухудшилась устойчивость оружия на контрольных соревнованиях. Амплитуда и частота колебаний пистолета на контрольных соревнованиях увеличивались соответственно на 25,53% и 18,87%.

Повышение эмоционального напряжения проявлялось в ухудшении качества обработки спуска. Время нажима на спусковой крючок уменьшалось на 6,37%, а средняя оценка за качество нажима снизилась до 10,31%. Повышенное эмоциональное напряжение оказывало отрицательное влияние на результативность стрельбы. Средний результат стрельбы на контрольных соревнованиях оказался почти на 3 очка ниже, чем на тренировках (соотв. 185,97 и 188,82 очков). 18 пятиборцев из 24 показали на контрольных соревнованиях результат ниже, чем на тренировках. При этом некоторые пятиборцы ухудшили свой результат на 5-9 очков.

В исследованиях принимали участие 8 членов сборной команды СССР по современному пятиборью. Эта группа отличалась медленным пульсом, хорошей устойчивостью оружия и высокой результативностью. Однако во время ответственных контрольных соревнований перед первенством Мира в 1977 году в этой группе произошло значительное ухудшение устойчивости оружия по сравнению с тренировочными данными. Амплитуда и частота колебаний пистолета увеличилась соответственно на 75,00% и на 39,13%. Несмотря на высокую степень эмоционального напряжения, результат стрельбы в группе сборной команды ухудшился на 2,12 очка, т.е. на 0,73 очка меньше, чем в основной группе. Это свидетельствует о хороших адаптационных способностях к соревновательному стрессу и о наличии высоких волевых качеств.

Данные исследования свидетельствуют о существенном влиянии эмоционального состояния на результат стрельбы. Большинство пятиборцев показали на тренировках результаты выше, чем на контрольных соревнованиях. Хотя получены достоверные данные о влиянии ЧСС на результат стрельбы, нельзя утверждать, что между ЧСС и результатом стрельбы имеется прямая зависимость. Вероятно, для каждого пятиборца существует свой оптимальный диапазон ЧСС, при котором возможны высокие результаты.

Колебания пистолета, причиной которых является тремор

руки, также имеют широкий диапазон индивидуальных различий. Установлено, что результат стрельбы в большей степени зависит от того, насколько увеличивается тремор у одних и тех же пятиборцев в зависимости от уровня эмоционального напряжения и в меньшей степени от его абсолютной величины. Но в тех случаях, когда пятиборцы с относительно высоким тремором добились хороших результатов в стрельбе, обычно наблюдались оценки за качество нажима на спусковой крючок выше средних. Очевидно, в стрельбе возможно компенсировать одни качества за счет других, например, плохую устойчивость оружия за счет качественного спуска курка. Но все же пятиборцы с небольшой амплитудой тремора имеют лучшие предпосылки к успешной соревновательной деятельности в стрельбе.

Литература

1. Алексеев А. В. Проблемы психологии спорта. М., 1971, 65-67.
2. Дашкевич О. В. Эмоции в спорте и их регуляция. Автореф. канд. дисс. М., 1970.
3. Кретти Б. Дж. Психология в современном спорте. М., 1978, 123-154.
4. Оя С. М. Психология и современный спорт. М., 1973, 206-217.
5. Оя С. М. Тезисы XX республиканской научно-мет. конфер. по физкультуре "От науки к спорту". Таллин, 1979, I¹⁴-II⁷.
6. Психология спорта высших достижений. Под ред. А. В. Родионова. М., 1979, 103.
7. Пуни А. Ц. Вопросы психологической подготовки к соревнованиям в спорте. Л., 1972, 3-9.
8. Черникова О. А. Психология и современный спорт. М., 1973, 190-206.

ON THE DEPENDENCE OF SHOOTING RESULTS
ON EMOTIONAL STRAIN

H. Selg

S u m m a r y

Studying sportsmens emotional state and making it more optimistic is of great importance in sports.

In the given research 9 have studied pentathlonists emotional state and its influence on the shooting results during training sessions and competitions.

The results of the research show that the increase of emotional strain influences shooting results in the negative way. The score gained at competitions was lower than at training periods. The rise of the emotional strain causes the increase in the shaking of the gun and worsens the quality of pressing the trigger that in its turn greatly influences the shooting results.

ЭНДОКРИННЫЕ ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ СПОРТИВНУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

А.А. В и р у

Кафедра физиологии спорта

Спортивная работоспособность обеспечивается сложной совокупностью различных факторов, среди которых важное место занимают эффективность и устойчивость гормональной регуляции обменных процессов. В частности, это проявляется в мобилизации функций и ресурсов организма, пластическом обеспечении усиленной деятельности организма гомеостатической регуляции водно-электролитного обмена и обеспечении работы ионных насосов. Гормональная регуляция играет важную роль также в управлении адаптивным синтезом белков и тем самым в морфофункциональном усовершенствовании клеточных структур.

Спортивный результат всегда является итогом скоординированной деятельности многих органов в пределах их огромного количества клеток. Эффективность выполнения своих функций определяется на уровне клетки тремя основными факторами:

- 1) функциональной мощностью соответствующих клеточных структур,
- 2) энергетическим обеспечением функций,
- 3) пластическим обеспечением функций.

Функциональная мощность клеточных структур выражает особенности, определенные генетической программой, и уровень морфофункционального усовершенствования в виде долговременной адаптации к систематически действующим факторам. Для энергетического и пластического обеспечения функции в клетках имеются свои собственные ресурсы. Однако по мере нарастания интенсивности и продолжительности функционирования клеточный энергетический и пластический резерв оказывается недостаточным. В этих случаях необходимо энергетическое и пластическое обеспечение функций за счет ресурсов всего организма. Мобилизация энергетических и пластических ресурсов (а также защитных способностей) всего организма является основным компонентом механизма общей адаптации, активация которого характеризует появление состояния стресса.

Выполнение функций, лежащих в основе деятельности спортсмена на соревнованиях, всегда требует предельной или около-

предельной активности соответствующих клеточных структур. В энергетическом и пластическом обеспечении этой активности мобилизация ресурсов всего организма неизбежна. Мобилизация энергетических ресурсов организма - это главная функция симпато-адреналовой системы как в процессах адаптации вообще, так и во время мышечной деятельности. В мобилизации пластических ресурсов организма и управлении адаптивным синтезом белков первенствующую роль играет гипофизарно-адренокортикальная система. Естественно, что эти ведущие системы взаимодействуют со многими другими гормональными и негормональными факторами в выполнении своей мобилизующей роли. Особо сложным является взаимодействие в управлении адаптивным синтезом белков и тем самым морфофункциональным совершенствованием клеточных структур. Но участие совокупности эндокринных факторов в механизмах мобилизации энергетических и пластических ресурсов организма и в управлении адаптивным синтезом белков и через них в определении уровня спортивных достижений бесспорно. Кроме того, гормоны участвуют также в некоторых специфических гомеостатических механизмах, эффективность которых также оказывает свое влияние на спортивную работоспособность.

Подчеркивая роль гормонов в тех или иных обменных процессах нельзя сопоставить гормональную регуляцию с клеточной авторегуляцией и нервной регуляцией в плане исключения друг друга. Гормональная регуляция является одним из каналов осуществления нервной регуляции. Она заключается в изменениях условий клеточной авторегуляции и тем самым способствует или более значительному выходу из состояния равновесия и усилению неравновесных реакций /28/, или, наоборот, более быстрому возвращению к состоянию равновесия.

Гормональные механизмы энергетического обеспечения мышечной деятельности. Как отмечено, первостепенная роль в энергетическом обеспечении приспособительных процессов принадлежит симпато-адреналовой системе. Ее функция заключается в усилении активности кислородтранспортирующей функциональной системы, в ускорении транспорта электронов в дыхательной цепи, а также в гликогенолитическом и липолитическом действии, мобилизующем углеводные и жировые ресурсы.

Более чем полвека назад было установлено повышение работоспособности утомленных мышц под влиянием введения адреналина /61,76/ или раздражения симпатических нервов /10, 29/.

Затем выяснилось, что в последнем случае на мышечные клетки действует норадреналин, освобождающийся из симпатических нервных окончаний стенок кровеносных сосудов в мышцах /II/. В целом организме введение адреналина не приводило к увеличению работоспособности подопытных животных /60/. Очевидно, эндогенная продукция адреналина была достаточная у подопытных животных для обеспечения работоспособности, или же приток эндогенного адреналина не совпадал во времени с тем периодом, в течение которого количество катехоламинов определяет работоспособность. В действительности, если собаки бегали до истощения, то введением адреналина становилось возможным продолжение работы и расходование дополнительно 17-44% энергии от затрат до истощения.

Разрушение мозгового слоя надпочечников несколько снижает работоспособность крыс /83, 93/, а введение адреналина нормализует ее /83/. Более значительно работоспособность падает при блокаде освобождения норадреналина из симпатических нервных окончаний /93/. В этой работе критерием работоспособности было предельное время медленного бега (II, 2 м/мин). По-видимому, предельная длительность аэробной работы больше зависит от воздействий, опосредованных освобождением норадреналина из симпатических нервных окончаний, чем от влияния адреналина. Но нельзя забывать, что отсутствие адреналина возможно компенсировать большей активацией симпатических нервов (большим освобождением норадреналина) и продукцией других гуморальных агентов (гликогем и др.), хотя при этом теряется экономичность регуляции.

Опыты с перерезкой различных симпатических нервов у собак показали, что денервация надпочечников и скелетных мышц не оказывает влияния на предельную длительность бега у собак. Денервация печени и еще больше одновременная денервация надпочечников, печени и сердца обуславливали снижение работоспособности. В этих случаях введение адреналина в значительной мере восстанавливало работоспособность /60/. Очевидно, и адреналин может компенсировать локальные недостатки в продукции норадреналина.

У крыс как после разрушения мозгового слоя надпочечников, так при блокаде освобождения норадреналина из симпатических нервов содержание глюкозы падает, а содержание свободных жирных кислот в крови увеличивается во время работы меньше, чем у интактных /93/. Эти результаты свидетельствуют

о важном значении симпато-адреналовой системы в мобилизации углеводных и жировых ресурсов. По данным P.D. Gollnick e.a. /75/, блокада β -адренергических рецепторов не предотвращает наступления усиленного гликогенолиза во время работы. Следовательно, симпато-адреналовая система не является единственным путем мобилизации углеводных ресурсов. Как показали опыты на адреналэктомированных и гипофизэктомированных крысах, содержание гликогена в печени и мышцах понижается во время работы, а также после выключения гормонов коры надпочечников и гипофиза и при полном исключении возможности секреции адреналина. То же самое наблюдалось и тогда, когда у адреналэктомированных и гипофизэктомированных животных производили блокаду β -адренергических рецепторов. В этих случаях ответственным за гликогенолиз в печени наряду с клеточной авторегуляцией могла быть усиленная продукция гликогена. Физические нагрузки обуславливают усиленную секрецию этого гормона поджелудочной железой /57, 70/, причем блокада β -адренергических рецепторов не устраняет этого изменения /72/.

B. Issekutz /84/ в опытах на собаках подтвердил, что блокада β -адренергических рецепторов не исключает гликогенолиз в печени, но в отличие от вышеприведенных данных он отметил выключение гликогенолиза в мышцах, в результате которого уровень молочной кислоты в крови снижался.

В мобилизации липидных ресурсов гормональная регуляция имеет исключительно важное значение. Разрушение мозгового слоя надпочечников не устраняет усиленного поступления свободных жирных кислот в кровь /108/, но физическая нагрузка не сопровождается усиленным липозом, если гипофизэктомией и блокадой β -адренергических рецепторов было одновременно исключено липолитическое действие кортикотропина, соматотропина и катехоламинов /75/. У тренированных крыс в отличие от нетренированных блокада β -адренергических рецепторов без гипофизэктомии не предотвращала усиленной мобилизации свободных аминокислот из жировой ткани при длительной работе /74/. Такое различие возможно связывать с большей функциональной устойчивостью аденогипофиза в отношении повышенной продукции соматотропина у тренированных. У людей установлено, что повышенный уровень соматотропина в крови, отмеченный через 40 мин работы, возвращается к исходному по мере дальнейшего продолжения работы. После периода тренировки этого больше не наблюдалось, и высокий уровень соматотропина в

крови сохранялся до отказа от работы /78/. Если путем инфузии глюкозы предотвращать повышение уровня соматотропина в крови во время работы, то отсутствует и увеличение поступления свободных жирных кислот в кровь /80/. У нетренированных людей блокада β -адренергических рецепторов устраняла увеличение содержания свободных жирных кислот и глицерина в крови при длительной работе, несмотря на повышение уровня гликогена /71/. По данным J.R. Sutton e.a. /110/, напряженная 30-минутная работа приводила у более тренированных людей (МПК от 50 до 78 мл/мин на 1 кг веса тела) к увеличению содержания свободных жирных кислот вместе с тенденцией к повышению уровня гликогена в крови. У менее тренированных (МПК от 24 до 32 мл/мин на 1 кг веса тела) содержание жирных кислот в крови несколько снижалось, а уровень гликогена не изменялся. Концентрация соматотропина достигала к концу работы более высокой величины у нетренированных. Очевидно, мобилизация липидных ресурсов может быть осуществлена в разных случаях с помощью разного взаимодействия между липолитическими факторами.

Поступление свободных жирных кислот в кровь зависит также от угнетения липолиза высокой концентрацией лактата и инсулином. Снижение pH артериальной крови до 7,0 угнетает и липолитическое действие норадреналина /97/. Во время кратковременной работы, вызывающей у нормальных собак понижение содержания свободных жирных кислот в крови, у депанкреатизированных собак наблюдалось повышение их содержания /85/. Окисление жирных кислот в мышцах во время их работы у депанкреатизированных собак в несколько раз выше, чем у нормальных животных.

Благоприятные возможности для мобилизации жирового депо создаются после снижения содержания инсулина в крови, наступающей во время длительной работы /70, 79, 100/. Снижение содержания инсулина в крови не только результат уменьшения его секреции. Во время мышечной работы усиливается и инактивация инсулина /27/. При снижении концентрации инсулина затрудняется транспорт глюкозы через мембрану мышечных клеток. В соответствии с этим потребление мышцами свободной глюкозы снижается при длительной работе /48/. Таким образом, снижение содержания инсулина в крови можно рассматривать как регуляторное средство, обеспечивающее переключение от использования углеводов на использование жиров в качестве субстрата

окисления. Глюкоза резервируется для нервных клеток, мембрана которых пропускает ее без содействия со стороны инсулина.

Повышение интенсивности расщепления гликогена в мышцах под влиянием адреналина имеет первостепенное значение в мобилизации возможностей анаэробного гликогенолиза и тем самым анаэробной работоспособности вообще. Аргументацию в пользу этого приводил Н.Н. Яковлев еще в 1938 году /47/. Отражением этого является и более значительное увеличение концентрации лактата в крови, если во время работы ввести людям /52, 65/ и подопытным животным /60/ адреналин. Согласно этому после разрушения мозгового слоя работа больше не обуславливала увеличение содержания лактата в крови у крыс, а после блокады освобождения норадреналина оно было менее выраженное, чем у интактных /93/. Связь между анаэробной работоспособностью и реакцией симпато-адреналовой системы подтверждается данными А. Vendsalu /112/ и J. Häggendal e.a. /77/. У тех исследуемых, которые были в состоянии выполнить наиболее мощные работы, наблюдалось и наиболее выраженное повышение концентрации адреналина и норадреналина в крови /112/. Особо резкое повышение содержания норадреналина в крови обнаруживалось во время выполнения надкритических нагрузок, при которых кислородный запрос превышает уровень максимального потребления кислорода. Чем больше индивидуальная разница между уровнем максимального потребления кислорода и достигнутым наивысшим кислородным запросом (при постепенном увеличении мощности нагрузки), тем выше содержание норадреналина в крови /77/.

Подытоживая роль симпато-адреналовой системы как фактора спортивной работоспособности, можно утверждать, что несмотря на возможности дублировать и компенсировать ее функции, она, безусловно, занимает важное место в ситуациях, где организм должен раскрыть свои предельные возможности. Спортивная работоспособность зависит от функциональных возможностей симпато-адреналовой системы в первую очередь в упражнениях, требующих предельного уровня энергетического обеспечения функции как в отношении интенсивности, так и длительности этого процесса. Как указывают вышеизложенные данные, предельная возможность активации симпато-адреналовой системы связывается с анаэробной работоспособностью спортсмена. В свою очередь данные А.Л. Горохова /12/ показывают, что в тренированном организме кратковременная напряженная физическая нагрузка приводит к более значительному повышению кон-

центрации адреналина и норадреналина в крови. Но в реакции симпато-адреналовой системы на кратковременные и длительные спортивные нагрузки наблюдаются и качественные особенности. У спортсменов при выполнении упражнений максимальной и субмаксимальной мощности (бег на 100 м и гребля на байдарках на 500 м) повышается экскреция катехоламинов, их предшественников и метаболита ванилинминдальной кислоты с преимущественным нарастанием экскреции адреналина, а при длительных упражнениях (спортивная ходьба на 20 км и марафонский бег), преимущественно увеличивается выделение норадреналина /12/.

В отношении предельной длительности мобилизации энергетических ресурсов организма наряду с их объемом важное место занимает функциональная устойчивость симпато-адреналовой системы. Изменения активности симпато-адреналовой системы характеризуются при длительном действии стрессов трехфазностью /13, 19/:

1) фаза быстрой активации проявляется сразу после начала воздействия и характеризуется освобождением норадреналина в гипоталамусе и других отделах центральной нервной системы, а также усилением секреции адреналина мозговым слоем надпочечников (содержание адреналина в самой железе при этом не изменяется);

2) фаза устойчивой, длительной активации характеризуется продолжающимся увеличением секреции адреналина в кровь на фоне постепенного снижения содержания адреналина в мозговом слое надпочечников; наблюдается выброс норадреналина из адренергических нервных окончаний сердца и активируется синтез норадреналина; в печени отмечается значительное повышение содержания адреналина, что ведет к усиленному распаду гликогена и к повышению снабжения органов и тканей глюкозой; значительное количество адреналина поступает в гипоталамическую область и другие отделы центральной нервной системы через гемато-энцефалический барьер;

3) фаза истощения функций характеризуется снижением симпато-адреналовой активности, преимущественно в гормональном и периферическом медиаторном звене; содержание адреналина в надпочечниках резко падает, секреция адреналина в кровь уменьшается, в сердце снижается уровень норадреналина, уменьшается также содержание предшественников катехоламинов в тканях.

Эти фазы четко проявляются также во время мышечной работы, в том числе и фаза истощения функций симпато-адреналовой

системы, наступающая в состоянии значительного утомления (20, 21). Однако опытами на белых крысах было установлено, что в процессе тренировки возрастает запас катехоламинов в надпочечниках и создаются условия для поддержания на высоком уровне их синтеза в железе при длительных физических нагрузках /22/. Это, безусловно, имеет важное значение в определении спортивной работоспособности в условиях длительного спортивного соревнования. У велосипедистов наблюдалось сочетание извращения реакции симпато-адреналовой системы на тестовую физическую нагрузку со снижением спортивной работоспособности. У десятиборцев неустойчивая активность симпато-адреналовой системы также связывалась с недостаточно высокой результативностью в соревнованиях /14/.

Влияние катехоламинов, а также гликогена и гипофизарных гормонов на тканевые ферменты реализуется посредством образования циклической 3,5-АМФ (цАМФ). Для этого перечисленные гормоны активируют аденилатциклазу, катализирующую образование цАМФ. По данным Н.Н. Яковлева /49/, кратковременная интенсивная мышечная работа повышает активность аденилатциклазы в мышцах, не изменяя ее в печени и жировой ткани. Более длительная работа, выполненная в условиях устойчивого состояния, характеризуется отсутствием существенных дальнейших изменений активности этого фермента в мышцах и увеличением ее активности в печени и жировой ткани. Еще более длительная работа, приводящая к развитию утомления, вызывает резкое снижение активности аденилатциклазы в мышцах и печени при возрастании ее в жировой ткани. У тренированных крыс степень повышения активности аденилатциклазы существенно больше, ее активация наступает в печени и жировой ткани уже при кратковременной работе, а при длительной работе наблюдается не снижение, а лишь нормализация ее активности. Это не только результат разных реакций симпато-адреналовой системы. В результате тренировки возрастает также чувствительность аденилатциклазы мышц, печени к жировой ткани, к активирующему действию адреналина, прибавленного *in vitro* /49/. Таким образом, в процессе тренировки наступают и изменения в механизме действия гормонов, причем от этих изменений зависит мобилизация углеводных и липидных ресурсов и тем самым уровень спортивной работоспособности.

Содержание цАМФ в тканях зависит не только от скорости ее образования, а также от скорости ее распада, катализируе-

мого цАМФ-фосфодиэстеразой. Активность этого фермента повышается под влиянием инсулина. Под влиянием тренировки повышается чувствительность цАМФ-фосфодиэстеразы к активирующему воздействию инсулина /26, 27/, чем увеличивается гибкость управления мобилизацией углеводных и липидных ресурсов организма. Глюкокортикоиды со своей стороны ингибируют синтез цАМФ-фосфодиэстеразы /62, 105/, причем без этого нельзя достигнуть достаточного для появления эффекта катехоламинов количества цАМФ /94, 96/. Следовательно, реализация гормональных воздействий, опосредованных образованием цАМФ, зависит от отношения между уровнями инсулина и глюкокортикоидов в организме.

Важное значение в энергетическом обеспечении мышечной деятельности принадлежит также гормонам щитовидной железы, оказывающим непосредственное действие на перенос электронов в дыхательной цепи /31, 41/. Исследование функции щитовидной железы в процессе тренировки показало, что вместе с повышением работоспособности активность щитовидной железы в покое снижается. Лишь при выполнении мышечной работы содержание тиреоидных гормонов в крови достигает уровня, наблюдаемого у нетренированных в покое. В то же время у нетренированных содержание тиреоидных гормонов в крови при нагрузке не изменяется /38, 39/. Очевидно, лишь тренированный организм, отличающийся высокой экономичностью обменных процессов, обеспечивает в покое понижение щитовидной активности. Вместе с тем функция щитовидной железы приобретает повышенную лабильность и экономичность, а также повышенные функциональные резервы. О последнем говорят данные, что при истощающих физических нагрузках у тренированных поддерживается высокая активность железы, у нетренированных же выявляется снижение уровня тиреоидных гормонов в крови /36/. Важное значение повышенной тиреоидной активности в обеспечении работоспособности подтвердилось в опытах с введением трийодтиронина. Предельная длительность плавания крыс линии Вистар с дополнительным грузом в 10 г в воде 33° увеличивалась при введении трийодтиронина /40/.

При отсутствии тиреоидных гормонов нарушается мобилизация и окисление свободных жирных кислот. У тиресидектомированных собак во время мышечной работы уровень свободных жирных кислот и их кругооборот значительно отстает от того, который наблюдается у интактных /99/.

Значение гипофизарно-адренокортикальной системы в обеспечении работоспособности. Т. Аддисон /50/ описывая в 1855 году болезнь, обусловленную поражением надпочечников, указал, что значительная утомляемость, слабость и адинамия — типичные симптомы этой болезни. К настоящему времени снижение работоспособности из-за отсутствия источника адренокортикальных гормонов тщательно изучено. Установлено, что потеря работоспособности после патологического поражения надпочечников или их экспериментального удаления обусловлена недостаточностью глюкокортикоидов /5/. Для дальнейшего подтверждения взаимосвязи между работоспособностью и адренокортикальной функцией было показано, что у крыс работоспособность падает и тогда, когда ежедневным введением дексаметазона в течение 3 недель обуславливать резко выраженную атрофию надпочечников, в частности их пучковой зоны, продуцирующей глюкокортикоиды. У этих животных во время работы концентрация кортикостерона резко снижалась, составляя в конце работы лишь 49% от уровня контрольной группы, а предельная длительность плавания с грузом в 5 г составляла только 37% (у адреналектомизированных крыс 20%) от продолжительности плавания у интактных животных /35/.

Во время выполнения напряженных спортивных упражнений продукция глюкокортикоидов увеличивается. Если же длительность мышечной работы большая, то первоначальное усиление адренокортикальной активности переходит в ее угнетение /3, 5/. Под влиянием тренировки в клетках коры надпочечников происходит усовершенствование аппарата биосинтеза гормонов /37, 69/, результатом чего является возможность поддерживать высокую интенсивность гормонпродукции в течение длительного времени. Характерным результатом тренировки и является повышение функциональной устойчивости гипофизарно-адренокортикальной системы /3, 5, 16/, имеющей связь и с динамикой спортивной работоспособности в условиях длительного спортивного соревнования. В первую очередь такая связь обнаруживается у представителей циклических видов спорта. Связь между спортивной работоспособностью и возможностями поддерживать длительное время высокий уровень адренокортикальной активности установлена у лыжников /4, 14, 24, 25/, бегунов на средние и длинные дистанции /7, 14, 24/ и пловцов /14/. Обследуя марафонцев, повышение выделения с мочой 17-оксикортикоидов отметили только у двух спортсменов, показавших наи-

лучшие результаты. У остальных наблюдалось значительное понижение экскреции 17-оксикортикоидов /113/. Устойчивый характер усиления глюкокортикоидной функции сочетается с хорошими спортивными упражнениями и у представителей ациклических видов спорта, если у них соревнование длится долго, как при художественной гимнастике /46/ и легкоатлетическом десятиборье /9, 14, 33/.

Понижение адренкортикальной активности при длительных физических нагрузках сочетается с расстройством в регуляции артериального давления и водно-электролитного обмена /5/. Анализ механизма снижения работоспособности адреналектомизированных животных также приводит к заключению, что способность работать при недостатке глюкокортикоидов падает из-за циркуляторного кризиса, обусловленного нарушением водно-электролитного обмена. Вместе с тем не исключено также нарушение пластического обеспечения функций при неадекватном снабжении организма глюкокортикоидами. Установлено также нарушение биосинтеза катехоламинов при длительной мышечной работе вследствие недостатка глюкокортикоидов /23/.

Гормональные механизмы пластического обеспечения мышечной деятельности. Пластическое обеспечение функции заключается в мобилизации аминокислотных ресурсов и предшественников нуклеиновых кислот для синтеза структурных и ферментных белков и в осуществлении этих синтезов. Синтез структурных белков должен обеспечить клеточным структурам высокую надежность, предотвращая результаты физиологического изнашивания структурных элементов. Синтез ферментов должен обеспечить достаточную интенсивность биохимических реакций, лежащих в основе выполнения функции.

В мобилизации аминокислотных ресурсов важная роль принадлежит глюкокортикоидам. В основном это связано с индукцией глюкокортикоидами синтеза ферментов, участвующих в обмене аминокислот. Мобилизация аминокислотных ресурсов выражается в освобождении аминокислот из мышечной /87, 106/, лимфоидной /109/ и некоторых других тканей. Освобождение свободных аминокислот из мышечной ткани связано с угнетением синтеза белков /59, 101/ и тем самым смещением равновесия между синтезом и расщеплением белков в пользу последнего. Во время работы в мышцах протеинсинтез угнетается и просто из-за отсутствия возможности затратить энергию АТФ на синтетические процессы. Во время мышечной работы угнетение синтеза

белков в мышечной ткани наблюдается и тогда, когда уровень глюкокортикоидов в крови не изменяется /42/. Таким образом, хотя мышцы сами нуждаются в обновлении интенсивно функционирующих клеточных структур, это невозможно осуществить, пока они расходуют энергию АТФ для выполнения механической работы. Поэтому во время работы мышцы жертвуют свои аминокислотные ресурсы для синтетических процессов в других тканях.

В лимфоидной ткани под влиянием глюкокортикоидов угнетается не только синтез белков /56, 92/, но и синтез ДНК и РНК /92/. Наступает и лизис клеток /66/. Важным итогом является снабжение других тканей аминокислотами и нуклеиновыми кислотами, создание возможности реутилизации ДНК.

Транспорту аминокислот содействуют инсулин, соматотропин и адреналин.

Освобожденные аминокислоты находят во время мышечной работы основное применение в печени. Если действовать кортиколом на крыс, которым заранее вводили меченные аминокислоты, то радиоактивность лимфоидных органов снижается, а печень увеличивается за счет появления радиоактивного гликогена и белков /15/. Ускорение синтеза белка отмечается уже через 15 мин. после введения кортизола в изолированные микросомы клеток печени /91/. Концентрация свободных аминокислот после введения глюкокортикоидов не обязательно увеличивается. Если интенсивность синтетических процессов превышает приток аминокислот, то их концентрация может даже снижаться. Это наблюдалось у крыс вместе с повышением активности аланин-аминотрансферазы в печени при 3-часовом плавании, обуславливающим увеличение концентрации кортикостерона в крови.

У адреналэктомированных крыс как содержание аминокислот, так и активность аланин-аминотрансферазы не изменялись при той же нагрузке. Эти же изменения появлялись у них, если до плавания вводили кортикостерон /8/.

Благодаря повышению концентрации трансаминаз в печени при повышении адренкортикальной активности /67, 73, 103/ усиливается переаминирование аминокислот. Надо думать, что этот процесс заключается в целенаправленной подготовке "строительных блоков" - аминокислот - для синтеза конкретных белков в соответствии со стратегией и тактикой адаптационного процесса. Переаминирование аминокислот сопровождается дезаминированием части из них с двумя сопряженными результатами - повышением продукции небелкового азота и усилением гликолиза вместе с увеличением концентрации гликогена в печени.

Новообразованию гликогена в печени глюкокортикоиды способствуют также путем индукции ферментов гликонеогенеза /43, II4/, включая гликогенсинтетазы /107/. Важность глюкокортикоидной регуляции гликонеогенеза во время мышечной работы подтверждается данными, что у адреналэктомированных крыс во время бега на тредбане до отказа содержание гликогена в печени снижалось более резко, чем у интактных /108/.

Влияние глюкокортикоидов на белковый обмен совершается воздействием на генетический аппарат клетки /16, 45, III/, результатом чего является усиление синтеза ряда ферментов /30/.

Важное значение пластического обеспечения мышечной деятельности и роль гормонального механизма в этом не вызывают сомнения. Но все же нет конкретных данных, свидетельствующих о непосредственной связи между спортивной работоспособностью и эффективностью пластического обеспечения функций. Можно привести лишь некоторые косвенные данные.

Прогестерон, а также тестостерон конкурируют с глюкокортикоидами за одни и те же места цитоплазматического рецептора /55, 104/, связывающего их и обеспечивающего возможность действовать на генетический аппарат клетки. Следует думать, что при избытке в организме прогестерона или андрогенов регуляторная мощность глюкокортикоидов снижается. Так, путем прибавления прогестерона к культуре клеток гепатомы можно предотвратить индукцию дексаметазоном фосфоэнолпируваткарбоксихиназы и тирозин-аминотрансферазы /54/. У адреналэктомированных животных введение глюкокортикоидов, естественно, нормализует работоспособность. Однако этого не наблюдалось, когда вместе с кортизолом вводили большие дозы прогестерона /34/.

Эстрогены усиливают продукцию транскортина /44, 64/. В результате увеличивается связывание глюкокортикоидов с белками плазмы, уменьшается доля свободного кортизола и снижается поступление его в клетки. Не исключено, что снижение эффективности реализации глюкокортикоидной функции является причиной того, что работоспособность в фазе овуляции меньше, чем в других фазах менструального цикла /32/.

Эти данные подтверждают роль глюкокортикоидов в обеспечении работоспособности, но не свидетельствуют безусловно, что эта роль осуществляется только через пластическое обеспечение функций.

Гормональные механизмы водно-электролитного гомеостаза.

Работа мышц связана с теплопродукцией, приводящей к повышению температуры тела. Но температура тела обыкновенно не повышается больше чем на $1,5-2^{\circ}$; несмотря на увеличение теплопродукции на 3-9 и более раз /2/. Более значительное повышение температуры тела предотвращается гомеостатическими мероприятиями, среди которых у людей наиболее важным является интенсивное потоотделение. Усиленное потоотделение приводит к значительным потерям воды (иногда до 4-6 литров) и явлением дегидратации. Если потеря воды составляет 2-4% от веса тела, то результатом является существенное снижение физической работоспособности /51, 63, 98/. На фоне дегидратации организма мышечная работа обуславливает более резкое, чем обыкновенно, повышение температуры тела /95/.

Возможность бороться с наступлением дегидратации заключается в понижении диуреза. Основным путем осуществления этой гомеостатической реакции является усиление секреции вазопрессина. Во время работы, в частности, если она сопровождается выраженным усилением потоотделения, уровень вазопрессина в крови повышается /36, 53/. Эффективность этой гомеостатической реакции не ограничивается возможностями продукции вазопрессина, а тем, что угнетением диуреза можно за час запастись не более 40-60 мл воды (от нормального уровня диуреза до полной анурии), что значительно уступает интенсивности потоотделения.

Тем не менее функция задней доли гипофиза связывается с работоспособностью даже у крыс, у которых потоотделение отсутствует и потери воды во время работы обусловлены только усиленным дыханием. После удаления гипофиза работоспособность падает. Однако ни экстракт коры надпочечников, ни кортикотропин не обеспечили полной нормализации работоспособности гипофизэктомированных крыс, хотя соответствующая доза экстракта коры надпочечников полностью нормализовала работоспособность у адреналектомированных крыс /81/. Если была удалена только передняя доля гипофиза, то введением экстракта коры надпочечников достигалось полное восстановление работоспособности подопытных крыс. После же удаления задней доли гипофиза введение экстракта коры надпочечников не оказалось эффективным. После тотальной гипофизэктомии и адреналектомии удавалось полностью нормализовать работоспособность подопытных животных, если им вводили совместно экст-

ракт коры надпочечников и вазопрессин /82/. Следовательно, наряду с дисфункцией гипофизарно-адренокортикальной системы за пониженную работоспособность гипофизэктомированных животных отвечает также недостаток вазопрессина.

Влияние вазопрессина на работоспособность может быть связано, кроме регуляции диуреза, также влиянием на кровеносные сосуды с целью согласовать тонус сосудов с объемом внутрисосудистой жидкости.

В результате усиленного потоотделения теряется и значительное количество электролитов. Марафонцы теряют во время бега с потом в среднем 210 мэкв натрия и 26 мэкв калия /113/. Этим создается опасность снижения ионного градиента по натрию, что затрудняет входение этого катиона в клетку при ее возбуждении. Чтобы препятствовать понижению натрия в плазме крови и межклеточной жидкости, в гомеостатическую регуляцию включается альдостерон, усиливающий реабсорбцию натрия из почечных канальцев в плазму крови. Хотя возможности этого механизма тоже ограничены, но у марафонцев все же не наблюдалось понижения натрия в плазме крови /113/.

Экскреция альдостерона увеличивается у спортсменов при длительных упражнениях, сопровождающихся усилением потоотделения /58, 68/. У пловцов, у которых водная среда создает хорошие возможности теплоотдачи и необходимость в потоотделении незначительная, экскреция альдостерона не увеличивается при напряженных упражнениях /1/. Если продукция глюкокортикоидов во время длительной мышечной работы характеризуется угнетением после первоначального усиления /5/, то продукции альдостерона свойственна более высокая устойчивость. При длительной работе снижение экскреции глюкокортикоидов сочетается с повышенным уровнем экскреции альдостерона /58/. Возможности запасаения натрия под влиянием альдостерона ограничены.

Под влиянием альдостерона выделение калия усиливается. Это способствует поддержанию ионного градиента по калию, ибо во время мышечной работы распад гликогена и тканевых белков ведет к освобождению ионов калия в больших количествах. Однако обеспечение постоянного ионного состава с помощью усиленного выведения ионов может в конце концов привести к недостатку этого иона не только во внеклеточной, но и во внутриклеточной жидкости. Падение содержания калия в клетках неизбежно приводит к потере функциональной способности клетки.

Свою роль в регуляции водно-электролитного обмена глюко-

кортикоиды реализуют на уровне управления трансмембранными сдвигами ионов. Именно в этом заключается важное значение глюкокортикоидов в обеспечении работоспособности. В опытах на крысах установлено, что снижение кортикостерона в крови через длительный период работы сопровождается накоплением натрия и воды в клетках скелетных мышц и миокарда /88, 89/. Обусловленность накопления натрия и воды в мышечных клетках от неадекватного уровня глюкокортикоидов основывается на их влиянии на активность Na, K -АТФазы.

Определение активности Na, K -АТФазы микросомальной фракции миокарда у подопытных крыс показало, что при плавании до 15 мин она существенно не изменяется. Активность фермента заметно повышается после 1,5 и 3 часов плавания и понижается во время предельной нагрузки (16-20 часов). В последнем случае наблюдалось накопление воды и натрия в клетках миокарда, причем между повышением содержания натрия в клетках миокарда и понижением активности Na, K -АТФазы в микросомальной фракции установлена существенная корреляция /16, 90/. Динамика активности Na, K -АТФазы в миокарде хорошо согласуется с изменением адренкортикальной активности.

После плавания в течение 18-20 часов у тренированных крыс снижения активности Na, K -АТФазы не наблюдалось /17/, а содержание кортикостерона в крови повышалось.

Опыты с избирательным включением глюко- и минералокортикоидной функции (опыты на адреналэктомированных крысах с введением соответственно альдостерона или кортизола) показали, что в обоих случаях в сарколемме клеток миокарда можно поддерживать нормальную активность Na, K -АТФазы /17/. В обоих случаях установлена зависимость предельной длительности работы от скорости снижения активности Na, K -АТФазы во время нагрузки. При глюкокортикоидной недостаточности предельная длительность работы была меньше и активность Na, K -АТФазы снижалась значительно быстрее. Следовательно, адаптация сердца, а вместе с тем и всего организма к большой нагрузке в значительной степени зависит от стабильности и мощности работы Na, K -насоса сарколеммы клеток миокарда. Последняя, в свою очередь, регулируется глюкокортикоидами /17/. В результате тренировки, очевидно, увеличивается возможность поддержания необходимого уровня активности Na, K -АТФазы в течение длительной мышечной работы. Эта возможность во многом зависит от функциональной устойчивости гипофизарно

-адренокортикальной системы, увеличивающейся в ходе тренировки /3, 5, 16/.

Гормональные механизмы в усовершенствовании функциональной мощности клетки. Успехи в изучении процессов адаптации вообще и, в частности, в изучении их молекулярно-биологических основ позволили проникнуть в тайны механизмов морфофункционального усовершенствования организма и его работоспособности в процессе спортивной тренировки. Решающим в процессе тренировки является воздействие на генетический аппарат клетки, приводящее к усиленному образованию структурных и энзимных белков. Тренировочные нагрузки обеспечивают необходимое влияние на генетический аппарат с помощью клеточно-тканевых индукторов (метаболиты, тканевые биологически активные соединения) и гормонов. Для изменения гормонального спектра тренировочные нагрузки должны оказывать стрессорное воздействие и тем самым обеспечивать активацию механизма общей адаптации /6/.

В гормональной индукции адаптивного синтеза белков важное место принадлежит глюкокортикоидам. Наряду с этим адаптивный синтез белков индуцирует еще целым рядом других гормонов. Среди них в отношении мышечной ткани важную роль играют соматотропин /101/ и инсулин /115/, способствующие включению аминокислот в мышечные белки, андрогены, активирующие процессы транскрипции и трансляции в синтезе миофибрилярных и саркоплазматических белков /59/ и тироксин, усиливающий синтез митохондриальных белков /102/. Таким образом, гормональный механизм адаптивного синтеза отражает принцип полииндукторного характера регуляции передачи генетической информации /45/. Взаимодействие влияния разных метаболитов со спецификой изменения гормонального спектра во время и после тренировочных нагрузок, очевидно, определяет специфическую направленность адаптивного синтеза белков и тем самым характер усовершенствования функциональной мощности функций.

Литература

1. Батыршина А.А. Механизм регуляции электролитного обмена при мышечной деятельности. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 419, Тарту, 1977, с. 153-156.
2. Веселкин П.Н. Изменение уровня температурного гомеостаза в норме и патологии. - В кн.: Гомеостаз. М., 1976, с. 363-375.

3. Виру А.А. Деятельность коры надпочечников при физических нагрузках. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, т. I, с. 21-71.
4. Виру А.А. Об изменениях экскреции 17-оксикортикоидов во время тренировочных занятий. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 267, Тарту, 1971, с. 3-21.
5. Виру А.А. Функция коры надпочечников при мышечной деятельности. М., 1977, 176 с.
6. Виру А.А. Положительное значение стрессовой реакции в механизме развития тренированности. - "Теория и практика физ. культуры", 1977, № 9, с. 28-30.
7. Виру А.А. Писуре А.П. Изучение приспособления организма бегунов к нагрузкам интервальной тренировки. - В кн.: Медицинские проблемы физической культуры. Вып. I. Киев, 1971, с. 22-27.
8. Виру А.А., Эдлер А.К. Адренкортикальная регуляция белкового обмена при длительных физических нагрузках. - "Бюлл. эксп. биол. мед." 1976, т. 82, с. 1436-1439.
9. Виру А.А., Кырге П.К., Тийк Х. Изучение функции коры надпочечников у десятиборцев. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 267. Тарту, 1971, с. 22-32.
10. Гинецинский А.Г. Влияние симпатической нервной системы на функции поперечнополосатой мышцы. - "Русск. физиол. журн." 1923, т. 6, с. 139-150.
11. Говырин В.А. Трофическая функция симпатических нервов сердца и скелетных мышц. Л., 1967, 132 с.
12. Горохов А.Л. Активность симпато-адреналовой системы при мышечной деятельности в зависимости от адаптированности к ней. - "Физиол. ж. СССР", 1970, т. 56. с. 1002-1007.
13. Кассиль Г.Н., Матлина Э.Ш. Симпато-адреналовая система при стрессе. - В кн.: Стресс и его патогенетические механизмы. Кишинев, 1973, с. 24-26.
14. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. М., 1978, 304 с.
15. Кендыш И.Е., Мороз Б.Б. О пластической роли лимфоидной ткани в механизме индукции гидрокортизоном синтеза гликогена и белка в печени крыс. - Докл. АН СССР, 1970, т. 190. с. 1254-1256.

16. Кырге П.К. Катионный обмен миокарда и его гармональная регуляция при истощающих физических нагрузках и тренировке. Автореф. докт. дисс. Тарту, 1974.
17. Кырге П.К. Функция Na, K-ATPазы и его кортикостероидная регуляция как факторы, лимитирующие адаптацию сердца к большой нагрузке. - "Кардиология", 1976, т. 16.
18. Кырге П.К. Роль рецепторов в механизме действия глюкокортикоидов. - Уч. зап. Тартуск.гос. ун-та, вып. 419, 1977, Тарту, с. 21-33.
19. Матлина Э.Ш. Обмен катехоламинов в гормональном и медиаторных звеньях симпато-адреналовой системы при стрессе. - "Успехи физиол. наук" 1972, т. 3, № 4, с. 91-130.
20. Матлина Э.Ш. Влияние физической деятельности на катехоламины в организме человека и животных. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып.381, Тарту, 1976, с. 3-49.
21. Матлина Э.Ш. Обмен катехоламинов при физическом утомлении. - Уч. зап. Тартуск.гос. ун-та, вып.419, Тарту. 1977, с. 40-44.
22. Матлина Э.Ш., Пухова Г.С., Галимов С.Д., Алмаева С.Н., Галенчик А.И. Обмен катехоламинов при адаптации к мышечной деятельности. - "Физиол. ж. СССР" 1976, т.62, с. 431-437.
23. Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л., Войнова М.Х., Дунаева Л.П. Взаимосвязь катехоламинов и кортикостероидов в процессе мышечного утомления. - "Физиол. ж. СССР, 1978, т. 64, с. 171-176.
24. Матсин Т.А., Виру А.А. Функциональная устойчивость регулирующих и регулируемых систем, как фактор спортивной работоспособности и основа выносливости. - "Теория и практика физ. культуры". 1978, № II.
25. Матсин Т.А., Виру А.А., Пярнат Я.П. Функциональная устойчивость организма при выполнении длительной нагрузки равномерного характера. - Уч. зап.Тартуск.гос. ун-та, вып. 381, Тарту, 1976, с. 219-232.
26. Ниязмухамедов М.Б. К анализу повышения чувствительности организма к действию инсулина. - "Физиол. ж. СССР", 1976, т. 62, с. 626-630.
27. Ниязмухамедов М.Б., Яковлев Н.Н. Активность 3,5-АМФ фосфодиэстеразы и инактивации инсулина при мышечной деятельности. - "Физиол. ж. СССР", 1976, т.62, с. 768-775.

28. Ньёсколм Э., Старт К. Регуляция метаболизма. М., 1977, 408 с.
29. Орбели Л.А. Обзор учения о симпатической иннервации скелетных мышц, органов чувств и центральной нервной системы. - "Физиол. ж. СССР", 1932, т. 15, с. 1-22.
30. Протасова Т.Н. Гормональная регуляция активности ферментов. М., 1975, 240 с.
31. Рачев Р.Р. Митохондрии и тиреоидные гормоны, Л., 1969, 224 с.
32. Рейлент М. Влияние возрастающих нагрузок на женский организм в зависимости от фаз менструального цикла. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 410, Тарту, 1977, с. 39-46.
33. Сави Т.К., Виру А.А. Функциональная активность коры надпочечников при соревновательной нагрузке у десятиборцев. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1975, т. 5, с. 107-115.
34. Смирнова Т.А. К вопросу о механизме адаптационного действия глюкокортикоидов. - В кн.: Стресс и адаптация. Кишинев, 1978, с. 138-139.
35. Смирнова Т.А., Виру А.А. Зависимость физической работоспособности от состояния кортикоидной функции и характера тканевого распределения кортикостерона. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 419, Тарту, 1977, с. 130-133.
36. Сээне Т.П. Изменения функции почек во время физических нагрузок разной интенсивности и продолжительности, зависимо от работоспособности спортсменов. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1975, т. 5, с. 212-222.
37. Сээне Т.П., Массо Р.А., Окс М.С., Виру А.А., Сеппет Э. Функциональные изменения в коре надпочечников при адаптации к разным режимам двигательной активности. - "Физиол. ж. СССР", 1978, т. 64, с. 1140-1150.
38. Томсон Э.К. О сдвигах в тиреоидном гомеостазе при физических нагрузках различного характера. Автореф. канд. дисс. Тарту, 1978.
39. Томсон Э.К., Калликорм А.П. Влияние физической нагрузки на содержание связанного с белками йода в плазме крови тренированных и нетренированных крыс. - "Проблемы эндокринологии" 1974, т. 20, № 5, с. 58-61.

40. Томсон Э.К., Калликорм А.П. Влияние однократного введения экзогенного 3,3,5 - трийодтиронина на работоспособность белых крыс. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 419, Тарту, 1977, с. 183-186.
41. Туракулов Я.Х. Действие тиреоидных гормонов на метаболизм клетки. - В кн.: Механизмы действия гормонов. Ташкент, 1976, с. 5-15.
42. Эллер А.К., Вирв А.А. Аминокислотный обмен и адренкортикальная активность у крыс при длительной физической нагрузке. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 381, Тарту, 1976, с. 145-157.
43. Одаев Н.А. О роли коры надпочечников в процессах адаптации глюкозо-6-фосфатазы печени у крыс. - "Вопросы мед. химии", 1963, т. 9, с. 267-273.
44. Одаев Н.А., Розен В.В., Микоша А.С. О связывании гидрокортизона плазмой эстрогенизированных морских свинок. - "Проблемы эндокринологии", 1964, т. 10, № 2, с. 72-78.
45. Одаев Н.А., Покровский В.В., Протасова Т.Н. Механизм действия гормонов. - В кн.: Биохимия гормонов и гормональной регуляции, М., 1976, с. 326-373.
46. Яансон Л.О. О функциональной устойчивости коры надпочечников в зависимости от стажа и мастерства у спортсменок по художественной гимнастике. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, т. 1, с. 109-115.
47. Яковлев Н.Н. Роль инсулина и адреналина в анаэробной фазе обмена углеводов в мышцах. - Изв. научного инст. им. П.Ф. Лесгафта, 1938, т. 21, в. 3, с. 63-185.
48. Яковлев Н.Н. Биохимические процессы при утомлении и значение их исследования для спортивной практики. - "Теория и практика физ. культуры", 1963, т. 26, № 12, с. 31-34.
49. Яковлев Н.Н. Влияние систематической мышечной деятельности на активность аденилатциклазы и 3,5-АМФ-фосфодиэстеразы в тканях. - "Украин. биохим. ж.". 1974, т. 46, с. 18-24.
50. Addison T. On the constitutional and local effects of the disease of the suprarenal capsules. London, S. Highley, 1955 (copyright by 1855).

51. Adolph E.F. Physiology of Man in the Desert. New York, 1947.
52. Asmussen E., Wilson J.W., Dill D.B. Gormonal influences on carbohydrate metabolism during work. - "Amer. J. Physiol." 1940, v. 130, p. 600-607.
53. Baisset A., Montastruc P. Augmentation de la secretion antidiuretique apres courses de 100, 400 et 1000 metres. - "Med. educ. phys. et sport", 1962, v. 6, p. 119-126.
54. Barnett C.A., Wicks W.D. Regulation of phosphoenol pyruvate carboxykinase and tyrosine transaminase in hepatoma cell cultures. - "J. biol. Chem." 1971, v. 246, p. 7201-7206.
55. Beato M., Schmid W., Brandle D., Biesewig D., Sekeris C.E. Binding of ^3H -cortisol to macromolecular components of rat liver cells and its relation to the mechanism of action of corticosteroids. - "Advances in Bio-sciences" 1971, v. 7, p. 343-364.
56. Blecher M., White A. Effects of steroids on the metabolism of lymphoid tissue. - "Recent Progress in Hormone Research", 1959, v. 15, p. 391-418.
57. Böttger I., Schlein E.M., Faloonia G.F., Knochel J.P., Unger R.D. The effect of exercise on glucagon secretion. - "J. clin. Endocrin." 1972, v. 35, p. 117-125.
58. Bugard P., Henry M., Plas F., Chailley-Bert P. Les corticoides et l'aldostérone dans l'effort prolongé du sportif. - "Rev. pathol. gen. et physiol. clin." 1961, v. 61, p. 159-174.
59. Bullock G., White A.M., Worthington J. The effects of catabolic and anabolic steroids on amino acid incorporation by skeletal-muscle ribosomes. - "Biochem. J." 1968, v. 108, p. 417-425.
60. Campos F.A. de M., Cannon W.B., Lundin H., Walker T.T. Some conditions affecting the capacity for prolonged muscular work. - "Amer. J. Physiol." 1929, v. 83, p. 680-701.
61. Cannon W.B., Nice L.B. The effect of adrenal secretion on muscular function. "Amer. J. Physiol.", 1913, v. 32, p. 44-60.

62. Chen T.L., Feldman D. Glucocorticoid potentiation of the adenosine 3', 5'-monophosphate response to parathyroid hormone in cultured rat bone cells. - "Endocrinology", 1978, v. 102, p. 589-596.
63. Craig F.N., Cumming E.G. Dehydration and muscular work. - "J. appl. Physiol." 1966, v. 21, p. 670-674.
64. Daughaday W.H. Steroid protein interaction. - "Physiol. Rev.", 1959, v. 34, p. 885-902.
65. Dill D.B., Edwards H.T., de Meio R.H. Effects of adrenalin. infections in moderate work. - "Amer. J. Physiol." 1935, v. 111, p. 9-20.
66. Dougherty T.F. Effect of hormones on lymphatic tissues. - "Physiol. Rev." 1952, v. 32, p. 379-401.
67. Feigelson M., Feigelson P. Metabolic effects of glucocorticoids as related to enzyme induction. - "Advances in Enzyme Regulation", 1965, v. 3, p. 11-27.
68. Follenius M., Brandenberger G. Effects de l'exercice musculaire sur les excretions urinaires d'hormones surrénaliennes chez l'homme normal. - "Arch. Sci. physiol.", 1972, v. 26, p. 315-324.
69. Frenkl R., Csalay L. Csákváry G. Further experimental results concerning the relationship of muscular exercise and adrenal function. - "Endokrinologie" 1975, v. 66, p. 285-291.
70. Galbo H., Holst J.J., Cristensen N. J. Glucagon and plasma catecholamine responses to graded and prolonged exercise in man. - "J. appl. Physiol." 1975, v. 38, p. 70-76.
71. Galbo H., Christensen N.J., Holst J.J. Catecholamines and pancreatic hormones during autonomic blockade in exercising man. - "Acta physiol. scand." 1977a, v. 101, p. 428-437.
72. Galbo H., Christensen N.J., Holst J.J. Glucose-induced decrease in glucagon and epinephrine responses to exercise in man. - "J. app. Physiol." 1977b, v. 42, p. 525-530.
73. Goldstein L., Stella E.J., Knox W. E. The effect of hydrocortisone on tyrosine--ketoglutarate transaminase and tryptophan pyrrolase activities in the

- isolated, perfused rat liver. - "J. biol. chem." 1962, v. 237, p. 1723-1726.
74. Gollnick P.D. Exercise, adrenergic blockage and free fatty acid mobilization. - "Amer. J. Physiol." 1967, v. 213, p. 734-738.
 75. Gollnick P.D., Soule R.G., Taylor A.W., Williams C., Ianuzzo C.D. Exercise-induced glucogenolysis and lipolysis in the rat: hormonal influence. - "Amer. J. Physiol." 1970, v. 219, p. 729-733.
 76. Gruber C.M. The fatigue threshold as affected by adrenalin and increased arterial pressure. - "Amer. J. Physiol.", 1914, v. 33, p. 335-355.
 77. Häggendal J., Hartley L. H., Saltin B. Arterial nor-adrenaline concentration during exercise in relation to the relative work levels. - "Scand. J. clin. Lab. Invest." 1970, v. 26, p. 337-342.
 78. Hartley L.H., Mason J. W., Hogan R. P., Jones L. G., Kotcher T.A., Mougey E.H., Wherry F. E., Pénnington L.L., Ricketts P.T. - "J. appl. Physiol." 1972, v. 33, p. 607-610.
 79. Hunter W.M., Sukkar M.Y. Changes in plasma insulin levels during muscular exercise. - "J. Physiol." 1968, v. 196, 110P-112P.
 80. Hunter W.M., Fonseka C.C., Passmore R. Growth hormone. Important role in muscular exercise in adults. - "Science" 1965, v. 150, p. 1051-1053.
 81. Ingle D.J. Effect of endocrine glands on normal muscle work. - "Amer. J. Med." 1955, v. 19, p. 724-728.
 82. Ingle D.J. Work performance of rats following partial hypophysectomy. - "Endocrinology" 1957, v. 61, p. 173-176.
 83. Ingle D.J., Lukens F.P. Reversal of fatigue in the adrenalectomized rat by glucose and other agents. - "Endocrinology", 1941, v. 29, p. 443-453.
 84. Issekutz B. Role of beta-adrenergic receptors in mobilization of energy sources in exercising dogs. - "J. appl. Physiol." 1978, v. 44, p. 869-876.
 85. Issekutz B., Miller H.J., Rodahl K. Effect of exercise

- of FFA metabolism of pancreatized dogs. - "Amer. J. Physiol.", 1963, v. 205, p. 645-650.
86. Issekutz B., Paul P. Intramuscular energy sources in exercising normal and pancreatectomized dogs. - "Amer. J. Physiol." 1968, v. 215, p. 197-204.
 87. Kaplan S.A., Shimizu C.S.N. Effects of cortisol on amino acids in skeletal muscle and plasma. - "Endocrinology", 1963, v. 72, p. 267-272.
 88. Körge P., Viru A. Water and electrolyte metabolism in skeletal muscle of exercising rats. - "J. appl. Physiol." 1971a, v. 31, p. 1-4.
 89. Körge P., Viru A. Water and electrolyte metabolism in myocardium of exercising rats. - "J. appl. Physiol." 1971b, v. 31, p. 5-7.
 90. Körge P., Roosson S., Oks M. Heart adaptation to physical exertion in relation to work duration. - Acta cardiol. 1974, v. 29, p. 303-320.
 91. Leon H.A. Early effects of corticosterone on amino acid incorporation by rat liver systems subsequent to its in vivo injection. - "Endocrinology" 1966, v. 78, p. 481-486.
 92. Makman M.H., Nakagawa S., White A. Studies of the mode of action of adrenal steroids on lymphocytes. - "Recent Progress in Hormone Research", 1967, v. 23, p. 195-219.
 93. Malig H., Stern D., Altland P., Highman B., Brodie B. The physiologic role of the sympathetic nervous system in exercise. - "J. pharmacol. Exper. Ther." 1966, v. 154, p. 35-45.
 94. Manganiello V., Vaughan M. An effect of dexamethasone on adenosine 3', 5'-monophosphate content and adenosine 3', 5'-monophosphate phosphodiesterase activity in cultured hepatoma cells. - "J. clin. Invest." 1972, v. 51, p. 2763-2767.
 95. Monagle J.E., Grande F., Buskirk E., Brozek J., Taylor H.L., Keys A. Body temperature during work in man on restricted water intake and low caloric carbohydrate diet. - "Fed. Proc.", 1956, v. 15, p. 132.

96. Moskowitz J., Fain J.N. Stimulation by growth hormone and dexamethasone of labeled cyclic adenosine 3', 5'-monophosphate accumulation by white fat cells. - "J. Biol. Chem." 1970, v. 245, p. 1101-1107.
97. Nahas G.G., Poyart C. Effect of arterial pH alterations on metabolic activity of norepinephrine. - "Amer. J. Physiol.", v. 212, p. 765-772.
98. Olsson K.E. Total Body Water and Turnover Rate of Water. Stockholm, 1970.
99. Paul P. Uptake and oxidation of substrates in the intact animals during exercise. - In: "Muscle metabolism during exercise". N.Y., Lond., 1971, p. 225-247.
100. Pruett E.D.R. Glucose and insulin during prolonged work stress in men living on different diets. - "J. appl. Physiol." 1970, v. 28, p. 199-208.
101. Reiss E., Kipnis D. The mechanism of action of growth hormone and hydrocortisone on protein synthesis in striated muscles. - "J. Lab. clin. Med." 1959, v. 54, p. 937-938.
102. Roodyn D.B., Freeman K.B., Tata J.R. The stimulation by treatment in vivo tri-iodothyronine of amino acid incorporation into protein by isolated rat liver mitochondria. - "Biochem. J.", 1965, v. 94, p. 928-941.
103. Rosen F., Nichol C.A. Corticosteroids and enzyme activity. - "Vit. a. Horm." 1963, v. 21, p. 135-214.
104. Samuels H.H., Tomkins G.M. Relation of steroid structure to enzyme induction in hepatoma tissue culture cells. - "J. Mol. Biol." 1970, v. 52, p. 57-74.
105. Senft G., Schultz G., Munske K., Hoffmann M. Effects of glucocorticoids and insulin on 3', 5'-AMP phosphodiesterase activity in adrenalectomized rats. - "Diabetologia", 1968, v. 4, p. 330-335.
106. Sheffner A.L., Bergeim O. Effects of adrenocorticotrophic hormone (ACTH) upon free amino levels of plasma and tissues. - "Arch.Biochem.Biophys." 1952, v. 49, p. 327-334.

107. Sie H.-G., Hablanian A., Fishman W. H. Divergent effects of actinomycin D on cortisol and on glucose stimulation of glucogenesis in mouse liver. - "Biochem. J." 1967, v. 102, p. 103-109.
108. Struck P.J., Tipton C.M. Effect of acute exercise on glucogen levels in adrenalectomized rats. - "Endocrinology" 1974, v. 95, p. 1385-1391.
109. Sutherland E.W., Haynes R. C. Increased release of amino acids from rat thymus after cortisol administration. - "Endocrinology", 1967, v. 80, p. 288-296.
110. Sutton J.R., Young J.D., Lazarus J.B., Hickie J.B., Maksyytis J. The hormonal response to physical exercise. - "Austr. Ann. Med." 1969, v. 18, p. 84-90.
111. Tomkins G.M., Gelehrter T.D., Granner D., Martin D., Samuels H.H., Thompson E.B. Control of specific gene expression in higher organisms. - "Science" 1969, v. 166, p. 1474-1480.
112. Vendsalu A. Studies on adrenaline and noradrenaline in human plasma. - "Acta physiol. Scand." 1960, v. 49, suppl. 173.
113. Viru A., Körge P. Metabolic process and adrenocortical activity during marathon races. - "Int. Z. angew. Physiol." 1971, v. 29, p. 173-183.
114. Weber G., Singhal R. L., Srivastava S.K. Action of glucocorticoids as inducer and insulin as suppressor of biosynthesis of hepatic gluconeogenic enzymes. - "Advances in Enzyme Regulation", 1965, v. 3, p. 43-75.
115. Wool J.G., Cavicchi P. Insulin regulation of protein synthesis by muscle ribosomes. - "Proc. Nat. Acad. Sci. USA", 1966, v. 56, p. 991-998.

ENDOCRINE FACTORS LIMITING THE LEVEL OF SPORTS RESULTS

A.A. Viru

S u m m a r y

The level of sports results are determined by a complex of various factors including the important role of efficiency and stability of the hormonal regulation of metabolic processes. The role of endocrine factors is particularly pronounced in the mobilization of body functions and resources, the plastic attending of increased functional activity, the homeostatic regulation of water and electrolyte metabolism and the attending of the work of ionic pumps. Hormonal regulation plays an important role also in the guidance of the adaptive protein synthesis and thus of the morpho-functional accomplishment of cellular structures.

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

Я. Л. Л о к о

Кафедра тяжелой атлетики и водных видов спорта

Проблема спортивного отбора тесно связана с прогнозированием. Совершение спортивного отбора связано с решением следующих задач /3/:

- 1) формирование идеала
- 2) прогнозирование
- 3) классифицирование
- 4) организация.

Спортивный отбор представляет собой многолетний процесс, целью которого является определение уровня потенциальных возможностей и их прогнозирования. Прогнозирование этих возможностей основано на всестороннем изучении спортсменов высокого класса, на определении тех показателей, от которых зависит спортивный результат и динамика развития юных спортсменов.

Прогнозирование спортивных способностей может быть сделано на основе стабильности показателей или изучении наследственности /1/. При изучении стабильности показателей могут быть применены следующие методы:

- 1) метод динамических наблюдений, корреляции между ювенильными и дефинитивными показателями,
- 2) анализ спортивной биографии,
- 3) динамические наблюдения за лучшими на соревнованиях детьми и юношами.

Если измерим у группы 8-летних детей уровень развития целого ряда показателей (рост, сила, скорость и др.), то неизвестно, останутся ли через 10 лет эти данные столь же высокими, сохраняют ли они хорошую силовую подготовленность? Окажутся ли стабильными соответствующие показатели в процессе развития? Если они будут стабильными, то можно прогнозировать их развитие, в обратном случае невозможен прогноз и отбор. Показатели в начале периода наблюдения будем называть ювенильными, а в конце наблюдения - дефинитивными. Вопрос состоит в следующем: возможно ли по ювенильным показателям прогнозировать дефинитивные? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно провести массовые исследования в течение многих лет.

Способности являются стабильными, если ювенильный и дефинитивный показатели имеют между собой достоверную положительную корреляцию. Но не всегда ювенильные и дефинитивные показатели коррелируются достоверно. При функциональных показателях иногда наблюдается и отрицательная корреляция. Следовательно, в данном случае нельзя прогнозировать дефинитивный показатель по данным ювенильного. Исследования показали, что в плавании невозможно по начальным результатам давать прогноз на будущее - уже через определенное время некоторые из самых слабых перемещаются в группу сильнейших и, наоборот /2/.

Из этого вытекает важный вывод о прогнозировании дефинитивного показателя по результатам темпов прироста. Каким должен быть этот период? Исследования показали, что в возрасте 13-17 лет прогноз на удовлетворительном уровне возможен на основе прироста в течение 1,5 года /4/.

Для определения стабильности физических качеств применялся метод динамических наблюдений. Наблюдаемыми явились ученики общеобразовательных школ г. Тарту в возрасте 11-15 лет. Мы следили за развитием физических качеств в 5 возрастных группах в течение 4 лет. В начале эксперимента группы наблюдаемых имели возраст 11, 12, 13, 14 и 15 лет, а в конце соответственно 14, 15, 16, 17 и 18 лет. В группах насчитывалось от 43 до 48 человек. Уровень развития физических качеств по различным возрастам определялся по разработанным нами оценочным таблицам /5/. Оценки были следующие: очень слабые (0С), слабые (С), удовлетворительные (У), хорошие (Х) и отличные (О).

Далее рассмотрим изменения в оценках в течение 4 лет относительно основных физических качеств (скоростная сила, абсолютная сила, скорость, выносливость и гибкость).

Скоростную силу определяли на основе прыжков в длину и толкания набивного мяча от груди в положении сидя. Мы следили за тем, какими явились изменения в балловых оценках в течение 4 лет в каждой возрастной группе. Цифровые данные приведены в таблице I.

Из таблицы видно, что с возрастом увеличивается число сохранивших балловую оценку исходного уровня. Так, в возрасте 11-14 лет сохранили оценку исходного уровня 37,5% из числа наблюдаемых, в возрасте 14-17 и 15-18 лет соответственно 62,8% и 58,1%. Это значит, что наблюдаемые, имевшие в

начале эксперимента очень слабый, слабый, и т.д. исходный уровень, сохранили такой же уровень в балловых оценках и через 4 года. Наибольшие внутригрупповые изменения в оценках произошли в возрасте 12-15 лет. Начиная с 13-летнего возраста в течение 4 лет число изменений уменьшается. Наибольшие внутригрупповые изменения в возрасте 12-15 лет обоснованы активным развитием физических качеств в этом возрасте. Следовательно, при прогнозировании показателей скоростно-силовых качеств нужно учесть, что с 13-летнего возраста в 46,5 - 62,8% случаев исходный уровень имеет прогностическое значение.

Таблица I

Изменения показателей скоростно-силовых качеств
(в процентах от числа исследуемых)

Возраст		Не изменились		Повысились		Понизились	
		прыжок	толчок	прыжок	толчок	прыжок	толчок
11-14	48	37,5	37,5	50,0	28,0	12,5	34,5
12-15	48	39,6	33,4	33,3	43,7	27,1	22,9
13-16	48	58,3	47,9	31,2	45,8	10,5	6,3
14-17	43	62,8	46,5	25,6	37,2	11,6	16,3
15-18	43	58,5	53,5	20,9	34,9	20,9	11,6

Вторым важным фактором является величина прироста. Во всех группах от 27,1 до 50% из наблюдаемых переместилось в число тех, которые имели высшую балловую оценку, а только в 12,5-34,5% случаев наблюдаемые переместились в группу имевших низшую балловую оценку. С точки зрения спортивного отбора нас более всего интересует та часть наблюдаемых, которая в результате интенсивного развития переместилась в группу, имевшую более высокую оценку. В таблице 2 характеризованы особенности повышения балловых оценок скоростно-силовых качеств. В основном оценку уровня развития в течение 4 лет повысили те наблюдаемые, которые имели очень слабый и слабый исходный уровень (43,7-69,2%). С удовлетворительного уровня развития смогли повысить оценку от 23,0 до 43,7% от наблюдаемых. Повышение с хорошего уровня на отличный наблюдалось очень редко. Редки были и случаи, когда со слабого исходного уровня достигали хорошего уровня или с удовлетворительного - отличного.

Таблица 2

Динамика повышения оценок скоростно-силовых показателей с различных исходных уровней (в процентах от числа повысивших оценку)

Возраст	Прыжок в длину с места Толчок набивного мяча								
	оценку по-высили	ОС.,С.	У.	Х	оценку по-высили	ОС.,С.	У.	Х.	
II-14	48	24	62,5	37,5	0	13	69,2	30,0	0
12-15	48	16	43,7	43,8	12,5	21	57,1	38,1	4,8
13-16	48	15	60,0	40,0	0	22	68,2	27,3	4,5
14-17	43	11	63,6	27,3	9,1	16	62,5	25,0	12,5
15-18	43	9	66,7	33,3	0	15	66,6	26,7	6,7

Оценка уровня развития понижалась чаще всего у тех наблюдаемых, которые имели хороший и отличный исходный уровень. Цифровые данные приведены в таблице № 3.

Таблица 3

Динамика понижения оценок скоростно-силовых показателей с различных исходных уровней (в процентах из числа понизивших оценку)

Возраст	Прыжок в длину			Толчок набивного мяча			
	оценка понизилась	О.,Х.	У.	оценка понизилась	О.,Х.	У.	
II-14	48	6	83,3	16,7	17	47,0	41,2
12-15	48	13	61,5	15,4	11	54,5	27,3
13-16	48	5	40,0	40,0	3	0	66,6
15-18	43	9	55,5	33,3	5	40,0	60,0

Эти данные свидетельствуют о том, что хороший и отличный уровень развития относительно нестабильные. Аналогичное положение создается и при других тестах скоростной силы (прыжок вверх с места, пятерной прыжок). Наши исследования показали, что с 13-летнего возраста показатели скоростной силы относительно стабильны и исходный уровень имеет прогностическую значимость в среднем в 50% случаев. За динамикой развития оценок абсолютной силы будем следить на примере динамо-

метрии спины и приседания со штангой на плечах. Цифровые данные приведены в таблице № 4.

Таблица 4

Изменения оценок показателей абсолютной силы
(в процентах из числа наблюдаемых)

Возраст	Не изменились		Повысились		Понизились		
	присе- дание	динамо- метрия	присе- дание	динамо- метрия	присе- дание	динамо- метрия	
11-14	48	33,3	39,6	37,5	52,1	29,2	8,3
12-15	48	39,6	33,3	45,8	52,1	14,6	14,6
13-16	48	50,0	39,3	35,4	52,1	14,6	8,3
14-17	43	53,5	62,9	37,2	30,2	9,3	6,9
15-18	43	53,5	74,3	44,2	23,4	2,3	2,3

В показателях абсолютной силы достигается наибольшая стабильность начиная с возраста 14 лет. В течение 4 лет 53,5 - 74,7% из числа наблюдаемых сохранили оценку исходного уровня. Динамика повышения и понижения оценок показателей абсолютной силы аналогична динамике развития показателей скоростно-силовых качеств.

Динамику развития оценок силовой выносливости и скоростных качеств рассмотрим на примере подтягивания и бега на 30 м. Цифровые данные приведены в таблице 5.

Таблица 5

Изменения оценок силовой выносливости и скоростных качеств (в процентах из числа наблюдаемых)

Возраст	Не изменились		Повысились		Понизились		
	подтяги- вание	30 м	подтяги- вание	30 м	подтяги- вание	30 м	
11-14	48	50,0	27,1	29,2	56,2	20,8	16,7
12-15	48	31,2	41,7	52,1	52,1	27,1	16,7
13-16	48	43,7	52,1	47,9	33,3	8,4	14,6
14-17	43	32,6	39,6	60,5	55,8	6,9	4,6
15-18	43	48,8	46,5	41,9	29,9	9,3	32,6

При подтягивании нет ярко выраженного возраста, при котором достигается наибольшая стабильность в оценках. Это связано прежде всего с особенностями динамики развития подтяги-

вания. Так, в возрасте 11-14 лет этот показатель развился всего лишь на 17,1% от прироста в возрасте 11-18 лет. Поэтому и в возрасте 11-14 лет наблюдается относительно большая стабильность в развитии. Можно предположить, что интенсивное развитие подтягивания до 18 лет еще не закончилось и наибольшая стабильность не достигнута. В оценках бега на 30 м можно относительную стабильность заметить в возрасте 13-16 лет. Зато нужно отметить, что при скоростных качествах уровень стабильности оценок не достигает столь высокого уровня, как при показателях скоростно-силовых качеств и абсолютной силы. Это объясняется тем, что скорость является качеством более неустойчивым. Поэтому и характер повышения оценок отличается от динамики повышения других качеств. При подтягивании относительно часто достигается очень слабый и слабый исходные уровни. Поэтому и повышение происходит больше всего от этих уровней. Цифровые данные приведены в таблице 6.

Таблица 6

Динамика повышения оценок скоростных качеств и силовой выносливости с различных исходных уровней (в процентах из числа повысивших оценку)

Возраст	Подтягивание					Бег на 30 м			
	оценку по-высили	ОС.,С	У.	Х.	оценку по-высили	ОС.,С	У.	Х	
11-14	48	14	50,0	35,7	14,3	27	88,9	11,1	-
12-15	48	20	75,0	25,0	-	25	76,0	20,0	4,0
13-16	48	23	82,6	8,7	8,7	16	62,5	37,5	-
14-17	43	26	84,6	11,5	3,8	24	50,0	41,7	8,3
15-18	43	18	66,7	27,8	5,5	9	77,8	22,2	-

Видно, что развитие в основном происходит от очень слабого и слабого исходного уровня. Динамику развития оценок выносливости и гибкости проследим на примере педалирования на велоэргометре в течение 5 минут и по наклону вперед. Цифровые данные приведены в таблице 7. При выносливости число сохранивших исходную оценку намного меньше, чем при показателях других физических качеств. Стабильность в оценках также не достигает столь высокого уровня. Это связано, по-видимому, с интенсивным развитием выносливости и в старшем школьном воз-

Таблица 7

Изменения оценок выносливости
(в процентах из числа наблюдаемых)

Возраст	Педалирование на велоэргометре 5 мин			
	не изменилось	повысилось	понижилось	
11-14	48	18,7	72,9	8,3
12-15	48	22,9	77,1	-
13-16	48	18,7	79,2	2,1
14-17	43	32,6	67,4	-
15-18	43	34,9	60,5	4,6

расте. Существенную роль могут сыграть при тестировании выносливости и волевые качества. Относительную стабильность можно отметить с 14-летнего возраста.

Зато в оценках гибкости (исследовали в течение 3 лет) наибольшая стабильность наблюдается уже с 13 до 16 лет (60,4-65,1%). Следовательно, к этому времени развитие гибкости заканчивается.

Выводы

1. При прогнозировании физических качеств нужно учесть, что в определенном возрасте достигается относительная стабильность в оценках соответствующих показателей. По нашим исследованиям, таким периодом для показателей скоростной силы и скорости оказался 13-летний возраст, а для показателей абсолютной силы - 14 лет. В 50% и более случаев соответствующий исходный уровень сохранился. Значит, с возраста 13 лет с вероятностью 50% и больше по ювенильному показателю можем прогнозировать дефинитивный показатель скоростных и скоростно-силовых качеств, с 14-летнего возраста - уровень абсолютной силы. Относительно наибольшая стабильность выносливости достигается в возрасте 14-17 и 15-18 лет (32,6 и 34,9%), что намного ниже показателей других качеств. Следовательно, прогнозирование выносливости по ювенильным показателям у школьников не имеет достаточной достоверности и тут нужно продолжить исследования. Ювенильный показатель гибкости в 13

лет имеет **достаточную достоверность при прогнозировании.**

2. Достоверность прогноза поднимает значительно учет темпов приростов в течение определенного времени. Отличный уровень развития может быть достигнут при отличном исходном уровне и высоком темпе прироста в течение 2 лет. Хороший уровень развития может быть достигнут при хорошем исходном уровне и среднем темпе прироста или при среднем исходном уровне и отличном темпе прироста. Средний исходный уровень и низкие и средние темпы прироста, как правило, не гарантируют высокого уровня дефинитивного показателя. Наши исследования показали, что школьники с очень слабым и слабым исходным уровнем, несмотря на высокие темпы прироста, в течение 4 лет очень редко сумели показать хороший и отличный уровень. Чаще всего хороший и отличный уровень достигнуты при среднем и хорошем исходных уровнях и при хорошем и отличном темпами прироста.

3. Наши исследования показали, что наибольшие внутригрупповые перестановки в течение 4-летнего развития происходили в возрасте II-I4 и I2-I5 лет. Следовательно, ювенильные показатели в контрольных тестах в возрасте II и I2 лет не имеют достаточной прогностической значимости.

4. При прогнозировании физических качеств целесообразно применять два основных метода:

- а) долгосрочное (4 года и больше) исследование развития
- б) краткосрочное (1-2 года), неоднократное исследование развития.

С точки зрения спортивного отбора второй метод перспективнее, поскольку позволяет поэтапно совершать отбор и исключать неспособных после каждого прогноза.

5. Целью спортивного отбора является не только определение способностей для каждого вида спорта, но и выяснение потенциальных возможностей, в чем и заключается содержание прогнозирования.

Литература

1. Булгакова Н.Ж., Воронцов А.Р. Изучение стабильности показателей как основа для прогнозирования спортивных способностей. - "Теория и практика физ. культуры", 1976, № I, с. 30-33.
2. Булгакова Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов. М., ФИС, 1978.

3. Защирский В.М., Булгакова Н.Ж., Рагимов Р.И., Сергиенко Л.В. Проблема спортивной одаренности и отбор в спорте: направления и методология исследований. - "Теория и практика физ.культуры", 1973, № 7, с. 59-66.
4. Сирис П.З. Темпы прироста физических качеств - фактор, определяющий потенциальные возможности спортсмена. - "Теория и практика физ.культуры", 1973, № 4, с. 19-22.
5. Loko J. Eesti kooliõpilaste kehaliste võimete hindetabelid. - "Nõukogude Kool", 1977, nr. 8, lk. 672-676.

ON PROGNOSTICATING THE DEVELOPMENT
OF PHYSICAL FITNESS

J.Loko

S u m m a r y

While prognosticating physical fitness one must remember that a relative stability of evaluations is achieved at a certain age. According to our research this age is: 13 years in case of power, speed and flexibility and 14 years in case of strength and stamina. In more than 50 % of cases the same valuation was valid during the next 4 years as well. Consequently the initial level of physical fitness is of some importance for prognostication. The reliability of the prognosis is considerably increased by taking into account the increase rates during a certain period of time (1 - 2 years).

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У ЭСТОНСКИХ ШКОЛЬНИЦ В ВОЗРАСТЕ 10-17 ЛЕТ

Р. А у л е

Кафедра легкой атлетики

Для определения двигательной подготовленности в настоящее время используется множество различных тестов. Наилучшими будут тесты, которые позволяют с минимальной тратой времени при помощи простейших измерительных инструментов вести контроль за процессом физического воспитания. Для оценки уровня двигательной подготовленности школьниц целесообразно выбирать простые по исполнению и не требующие специального разучивания естественные движения.

Методика

Для выявления физических качеств у эстонских школьниц в 1977-78 учебном году были проведены контрольные тесты на уроках физической культуры в средних школах г. Тарту и Пылва. В эксперименте участвовала 1081 школьница.

Возраст	10	11	12	13	14	15	16	17
г. Тарту	114	140	133	95	86	87	53	53
Пылва	30	58	37	47	36	36	46	30
Итого	144	198	170	142	122	123	99	83

Для определения уровня развития физических качеств у эстонских школьниц были обследованы следующие показатели:

1. тесты скоростной силы - прыжок в длину с места, толчок набивного мяча (2 кг) двумя руками от груди в положении сидя,
2. тесты скорости - бег на 30 м с высокого старта,
3. тесты абсолютной силы - динамометрия спины,
4. тесты гибкости - наклон вперед,
5. тесты скоростной выносливости / педалирование на велоэргометре в течение 1 минуты.

Результаты и их обсуждение

Средние результаты эстонских школьников (табл. I) показывают, что во всех возрастах абсолютные величины параметров

Таблица I

Средние результаты эстонских школьников

В о з р а с т	Прыжок в длину с места (см)	Толчок набивного мяча ст груди (см)	Бег на 30 м (сек)	Динамометрия спины (кг)	Наклон вперед (см)	Педалирование на велоэргометре (кол-во оборотов)
I0	160,3	230,3	5,85	51,8	5,2	90,8
II	165,9	258,1	5,65	55,5	4,2	86,2
I2	176,5	288,1	5,52	61,9	5,6	102,7
I3	176,9	325,8	5,47	68,0	7,1	108,5
I4	178,7	340,1	5,45	71,0	8,2	109,4
I5	179,5	350,7	5,40	74,9	9,7	111,5
I6	179,9	372,3	5,44	77,9	9,9	112,2
I7	180,0	375,2	5,49	83,2	11,2	114,1

двигательных возможностей девочек ниже, чем у мальчиков. Умеренные нагрузки, нефорсированное совершенствование всех сторон двигательной функции не только не противопоказаны, но и полезны в течение всего периода обучения в школе.

Скоростная сила. У эстонских школьников в прыжках в длину самый бурный прирост результатов наблюдается в возрасте 10-12 лет, а в толкании набивного мяча - в возрасте 10-13 лет. Полученные нами результаты в среднем на 6-12 см превышают соответствующие данные школьников г. Ульяновска /6/. Г.И. Мызган /4/ в г. Хабаровске получил результаты, которые в среднем и младшем возрасте ниже на 25-30 см, а в старшем школьном возрасте - на 10-15 см. Почти такие же результаты как у эстонских школьников, показали школьники г. Мурманска /7/.

Скорость. Известно, что быстрота наиболее бурно развивается до 12-13 лет /1/. И у нас самый большой прирост скорости в возрасте 10-12 лет. В возрасте 15-17 лет результаты

в беге на 30 м даже улучшаются. Л. Тарасов и С. Пущкарев /7/ в г. Мурманске получили результаты, которые в среднем на 0,2 сек лучше, чем у школьниц Эстонии.

Абсолютная сила. Показатели абсолютной силы достигают наибольших величин в 17 лет, а наибольшие темпы естественно-го прироста силы - в 11-13 лет. Такие же данные получили В.Т. Чичикин и Л.Н.Поездник /8/. В.Г. Мелоян /3/ утверждает, что если относительная сила школьниц увеличивается скачкообразно, то абсолютная сила - равномерно. З.И. Кузнецова /1/ утверждает, что сила мышц спины девочек интенсивно возрастает с 9-10 лет и почти прекращается после наступления менструации.

Гибкость. Для воспитания гибкости наиболее благоприятный возраст 10-12 лет. У девочек в 11-13 лет активная подвижность в суставах достигает максимальных величин /5/. У эстонских школьниц самый большой прирост гибкости наблюдается в возрасте 11-13 и 14-15 лет.

Скоростная выносливость. В 12-13 лет с началом полового созревания результаты в беге субмаксимальной мощности резко улучшаются. Затем наступает плато, результаты стабилизируются /2/. А З.И. Кузнецова /1/ отмечает, что наиболее бурно развивается скоростная выносливость после 16-18 лет. У эстонских школьниц самый большой прирост в возрасте 10-13 лет. Нужно напомнить, что существуют биологические периоды, наиболее благоприятные для развития физических качеств (и формирования двигательных навыков). Поэтому необходимо способствовать развитию тех двигательных качеств, которые наиболее эффективно и естественно развиваются в данном возрасте. В.И. Шапошникова /9/ отмечает, что особенно бурный прирост основных показателей физической подготовленности отмечается у девочек-девушек через год - в 9, 11, 13, 15, 17 лет.

Выводы

1. Величины годовых приростов различны в разные возрастные периоды, а также отличаются по относительным величинам, если сравнить приросты разных двигательных качеств.
2. Самые существенные изменения в развитии двигательных качеств происходят у девочек до 12-13 лет.
3. Результаты эстонских школьниц немного превышают данные школьниц других городов Советского Союза.

Литература

1. Кузнецова З.И. Когда и чему. Критические периоды развития двигательных качеств школьников. - "Физическая культура в школе". 1975, № 1, с. 7-9.
2. Логинов Э.М. Исследование развития и совершенствования выносливости в беге субмаксимальной мощности у девочек и девушек в условиях различного динамического режима. Дисс. Тарту, 1975.
3. Мелоян В.Г. Исследование динамической силы и ее воспитание у школьниц 7-18 лет на уроках физической культуры. Дисс. М., 1974.
4. Сызан Г.И. Двигательная подготовленность школьников г. Хабаровска. - Вопросы теории и методики физического воспитания. Хабаровск, 1974, с. 43-49.
5. Сермеев Б.В. Воспитание гибкости. - "Физическая культура в школе". 1968, № 6, с. 26-27.
6. Смыков А.С. Контроль и самоконтроль за физической подготовленностью школьников. - "Физическая культура в школе". 1978, № 6, с. 24-27.
7. Тарасов Л., Пушкарев С. Надо изучать ученика. - "Физическая культура в школе", 1968, № 8, с. 17-19.
8. Чичикин В.Т., Поездник Л.Н. О развитии силы у девочек. - "Физическая культура в школе". 1968, № 6, с. 33.
9. Шапошникова В.И. Наука - практика. - "Физическая культура в школе". 1968, № 8, с. 4.

ON THE DEVELOPMENT OF THE PHYSICAL FITNESS OF
THE 14-17-YEARS-OLD GIRLS IN THE ESTONIAN SSR

R. Aule

S u m m a r y

The research was carried out to study the level of the girls' physical fitness (power, speed, strength, flexibility, speed endurance) in our republic. I studied girls between 10 and 17 years of age, 1081 in all, from Tartu secondary school and Põlva Secondary School.

The more noticeable annual increase rates in the girls' physical fitness proved as follows:

power - 10 - 13 years of age

speed - 10 - 12 years of age

strength - 11 - 13 years of age

flexibility - 11 - 13 and 14 - 15 years of age

speed endurance - 10 - 13 years of age.

One should pay special attention to the development of the girls' physical abilities at the above-mentioned ages.

О РАЗВИТИИ СПОРТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ У ПЛОВЦОВ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Т. С и й г у р
Кафедра физиологии спорта

В общей системе физического воспитания дошкольный возраст занимает особое место. Обусловлено это тем, что именно в дошкольном возрасте закладываются основы крепкого здоровья, правильного физического развития, высокой работоспособности; в эти годы происходит становление двигательной деятельности, а также начальное воспитание физических качеств.

Важным средством физического воспитания дошкольников является плавание, которое содействует всестороннему физическому развитию детей-дошкольников, закаливанию и оздоровлению их организма. Плавание имеет большое прикладное значение. Многие тысячи детских жизней можно спасти от несчастных случаев на воде, если все дети с самых малых лет будут обучены плаванию. Навык в плавании, приобретенный в детстве, сохранится на всю жизнь. Все эти положительные черты плавания и возможность применения плавания в системе физического воспитания дошкольников научно обоснованы и практически доказаны Т.И. Осокиной уже в конце 50-х годов /7, 8/. Этим вопросам посвящены и работы В.С. Васильева /4, 5/, Г. Левина /6/ и др.. Во всех этих исследованиях перед плаванием в дошкольном возрасте ставится основная цель содействовать гармоническому развитию ребенка. Уже тогда Т.И. Осокина писала /7, с. II/ : "Массовое обучение плаванию детей дошкольного возраста создает перспективы для совершенствования в этом навыке наиболее одаренных детей при переходе их в дальнейшем к спортивной тренировке. Это не может не оказать благоприятного влияния на успешное развитие спортивного плавания в СССР, на повышение спортивного мастерства советских пловцов".

Таким образом, преследуемая цель гармонического развития ребенка не исключает возможности уже в дошкольном возрасте определить спортивные способности детей для дальнейших занятий в различных видах спорта. Н.Ж. Булгакова /1, 2, 3/ отводит важное место в системе отбора антропометрическим призна-

кам, а также плавучести, гибкости, чувству ритма. Здесь многое зависит от исходного уровня, а также от темпа развития этих качеств у каждого ребенка.

Задачей нашей работы было изучить динамику развития некоторых показателей физического развития дошкольников, играющих важную роль в системе отбора в спортивном плавании.

Методика исследования

Для решения поставленной задачи в течение четырех лет проводился педагогический эксперимент. Испытуемыми были 25 девочек и мальчиков из детского сада-ясли № 33 гор. Тарту, который имеет свой закрытый плавательный бассейн в размерах 750 x 300 x 90 см. В течение четырех лет дети занимались плаванием под руководством автора настоящей статьи. Занятия по плаванию проводились с октября до мая месяца по два раза в неделю продолжительностью 15-20 минут. Целью плавательной подготовки было содействовать гармоническому развитию и обучать детей плаванию способами кроль на груди и кроль на спине. Кроме того, дети занимались общей физической подготовкой один раз в неделю.

В начале эксперимента (осенью 1974 года) в конце первого, второго, третьего года (осенью) и в конце эксперимента (весной 1978 года) измерялись следующие показатели: рост, вес, окружность грудной клетки, подвижность стопы (пассивное сгибание ноги в голеностопном суставе) и жизненная емкость легких (в последнем году). В начале эксперимента средний возраст детей составлял $41,9 \pm 1,9$ месяцев, вес $15,4 \pm 2,0$ кг., рост $97,7 \pm 4,7$ см., окружность грудной клетки $51,9 \pm 2,7$ см, подвижность стопы $168,3 \pm 4,8^\circ$.

Для измерения пассивного сгибания ноги в голеностопном суставе использовался специальный угломер. Испытуемый находился в положении стоя и ставил правую выпрямленную ногу на гимнастическую скамейку. При этом отмечались точки измерения (центр лодыжки и основание большого пальца ноги). Желательно, чтобы этот показатель у высококвалифицированных пловцов составлял не менее $180^\circ / 9/$.

Испытуемые (25 девочек и мальчиков) были разделены на две подгруппы с учетом темпа овладения плавательными навы-

ками. Первую подгруппу составляли 15 мальчиков и девочек, которые относительно быстро овладевали плавательными навыками. Вторую подгруппу составляли 10 мальчиков и девочек, которые медленнее овладевали плавательными навыками по сравнению с первой подгруппой.

Результаты и их обсуждение

Сравнивая средние показатели первого измерения всей группы и средние показатели двух подгрупп (таблица I) видим, что уже во время первого измерения средние показатели физического развития и подвижности стопы у детей первой подгруппы выше средних показателей второй подгруппы. Разница в средних показателях между первой и второй подгруппой сохраняется и в конце эксперимента. При этом средние весовые приросты и средний прирост окружности грудной клетки в течение всего эксперимента выше у детей первой подгруппы. Ростовой прирост в течение эксперимента выше у детей первой подгруппы на втором и третьем году и ниже в первом и четвертом году. Но общий ростовой прирост в течение эксперимента (сравнивая средние показатели первого и последнего измерения) почти одинаковый (24,7 см в первой и 24,9 см во второй подгруппе). Средний годовой прирост показателей подвижности стопы у детей первой подгруппы выше во втором и четвертом году, а в первом и третьем году ниже среднего прироста детей во второй подгруппе. Средний показатель второй подгруппы даже в последнем году уменьшается на 2,3⁰. Средние показатели жизненной емкости легких несколько выше в первой подгруппе.

Заключение и выводы

Из анализа результатов явствует, что с возрастом увеличиваются все зарегистрированные нами показатели у детей обеих подгрупп. При этом у детей первой подгруппы средние показатели физического развития и подвижности стопы значительно выше уже в начале эксперимента. Таким образом, можно предположить, что:

- темп овладения плавательными навыками в дошкольном

Таблица I
Средние показатели и прирост показателей физической развития
детей первой (I) и второй (II) подгруппы

Время измерения	Вес		Рост		Окр. грудной клетки		Подв. стопы		ЖЕЛ	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Осень 1974 г.	16,3	14,0	99,5	94,9	53,0	50,4	168,4	167,9	-	-
прирост I г.	2,5	2,2	6,3	7,4	3,8	1,5	2,7	4,9	-	-
Осень 1975 г.	18,8	16,2	105,8	102,3	53,8	51,9	171,1	172,8	-	-
прирост II г.	2,0	1,7	7,6	7,2	1,8	1,5	3,5	2,0	-	-
Осень 1976 г.	20,8	17,9	113,4	109,5	55,6	53,4	174,6	174,8	-	-
прирост III г.	3,1	2,3	7,9	6,3	2,4	2,2	1,5	2,7	-	-
Осень 1977 г.	23,9	20,2	121,3	115,8	58,0	55,6	176,1	177,5	1,0	0,9
прирост IV г.	1,9	1,6	2,9	3,5	1,7	1,0	0,2	-2,3	0,5	0,5
Весна 1978 г.	25,8	21,8	124,2	119,3	59,7	56,6	176,3	175,2	1,5	1,4

возрасте тесно связано с общим физическим развитием ребенка и происходит у более физически развитых детей быстрее,

- подвижность стопы не оказывает существенного влияния на темп овладения плавательными навыками в дошкольном возрасте.

Литература

1. Булгакова П. Отбор в спортивном плавании. - В сб.: Плавание, вып. 2. М., 1973, с. 25-29.
2. Булгакова Н.Ж. О прогнозировании способности к плаванию. - В сб.: Плавание, вып. 1. М., 1976, с. 26-29.
3. Булгакова Н.Ж., Вайцеховский С.М., Филимонова И.Е. Морфофункциональные особенности пловцов высокого класса. - В сб.: Плавание, вып. 1. М., 1977, с. 26-31.
4. Васильев В.С. Обучение маленьких детей плаванию. М., 1961, 69 с.
5. Васильев В.С. Процесс становления навыка плавания у детей 5-7 лет и обоснование методики обучения. Канд. дисс. М., 1962, 201 с.
6. Левин Г. Плавание для малышей. М., ФИС, 1974, 96 с.
7. Осокина Т.И. Проблема формирования навыка плавания у детей дошкольного возраста и пути ее решения в детском саду. Канд. дисс. М., 1958, 175 с.
8. Осокина Т.И. Как научить детей плавать. Изд. 2-е, испр. и доп. М., АПН РСФСР, 1962, 79 с.
9. Ягомяги Г.О. Определение специальной гибкости у пловца. - В сб.: Плавание, вып. 1. М., 1978, с. 15-16.

ABOUT THE EVOLUTION OF FITNESS FOR SPORTS
AMONG CHILDREN, INVOLVED IN SWIMMING

T. Siigur

S u m m a r y

The pre-school physical education possesses a considerably remarkable role in the general network of sports. Herewith its primary aim is posed in the upbringing of physically and mentally harmonic persons. Swimming is one of those significant kinds of sports whose impact on the harmonic development of a child can hardly ever be overrated. The fitness of children for various kinds of sports can be determined in their pre-school period already.

The present paper has the purpose to outline a few indices concerning children's physical development, which, according to the views of several specialists and theoreticians, are utterly relevant in the choice of children for swimming. To give a response to the question of interest I have carried out a special experiment with 25 boys and girls from Tartu Children's Day-Care Centre N. 33 who attended my swimming lessons twice a week within four years. Beforehand their weight, height, thoracic circumference, the flexibility of metatarsus as well as their capacity of lungs were measured. Due to the difference in taking up the essential skills of swimming, the children were divided into two subgroups. The first group involved the fifteen children who were more rapid in acquiring necessary techniques and thus outdistanced the second group, including 10 less capable boys and girls.

Finally I came to the conclusion that all the indices of the children's physical development were improved. In both times of measuring the indices of the children in the first group were remarkably higher compared to theirs in the second one.

ОСОБЕННОСТИ ЧУВСТВА РИТМА У СПОРТСМЕНОВ РАЗНОЙ СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

А.В. Шальтянене, С.М. Оя
Кафедра теории и методики физического воспитания
Вильнюсского государственного педагогического
института, кафедра физиологии спорта ТГУ

Трактовка чувства ритма движения в спортивной литературе различна. Одни авторы пишут, что ритм движения характерен только циклическим видам спорта /1, 8, 10, 14 и др./ Они определяют ритм движения только как закономерное, периодическое повторение отдельных циклов. Другие авторы /4, 5, 13, 20 и др./ утверждают, что ритм характерен как циклическим, так и ациклическим видам спорта и определяют его как соотношение отдельных фаз и элементов в отношении времени, пространства и динамики.

Значение чувства ритма как для освоения техники физических упражнений, так и для достижения высоких спортивных результатов подчеркивается при описании техники выполнения отдельных видов спорта /2, 3, 4, 6, 7, 9, 18 и др./.

Целью данной работы являлось исследование особенностей чувства ритма у спортсменов разной спортивной квалификации и специализации.

Методика

В литературе приводится множество методик для определения чувства ритма, но многие из них пригодны лишь при проверке людей, имеющих специальное музыкальное образование /15, 17, 21, 22 и др./, а некоторые характеризуют скорее чувства темпа, чем чувства ритма движения /19/. В связи с этим надо было выработать методику, применительную к лицам, не имеющим музыкального образования. Так как по данным К. Бюхера /16/ и Б.М. Теплова /11/, чувство ритма движений и чувство акустического ритма тесно связаны, то нами измерялся акустический ритм. При исследовании акустического ритма испытуемых использовалось шесть тестов, из которых два имели размер $2/4$ и продолжительность 4 секунды, два теста - $3/4$ и продолжительность 6 секунд и два теста - $4/4$ и продолжительность 8

секунд. Все эти тесты состоят из четырех тактов и в них использованы половинные, четвертные, восьмые и шестнадцатые ноты.

Все шесть тестов были использованы одностонно с ударным инструментом и записаны на магнитную ленту. Одностонное исполнение ритмических тестов рекомендовано и Б.М. Тепловым /II/. Такое исполнение ритмических тестов является необходимым для того, чтобы испытуемые с хорошо развитой музыкальной памятью и мелодическим слухом не имели бы преимущества перед остальными, у которых эти свойства слабее развиты.

При регистрации воспроизведения ритмических тестов мы пользовались телеграфным ключом, присоединенным к быстродействующему самопишущему аппарату /тип Н 300/. Скорость движения ленты 5 см/сек.

Все исследования проводились в лаборатории кафедры теории и методики физического воспитания Вильнюсского государственного педагогического института.

В начале опытов мы инструктировали испытуемого и проводили пробные испытания. Испытуемый слушал каждый тест дважды /пауза между повторением теста 10 секунд/, после чего экспериментатор включал самопишущий аппарат и испытуемый должен был воспроизвести прослушанный ритм с помощью телеграфного ключа. Испытуемому разрешалось во время прослушивания записи теста с магнитофона пользоваться любыми движениями рук, ног, головы, а также речью /проговаривать, петь про себя и пр./.

За отличное, безошибочное выполнение всех тестов испытуемый мог получить максимум 600 баллов /всего шесть тестов, в каждом из них 4 такта, а за каждый правильно воспроизведенный такт испытуемый получал 25 баллов/.

Наши предыдущие исследования, проведенные с 520 спортсменами и неспортсменами, показали, что музыкальное образование испытуемых играет большую роль при выполнении ритмических тестов. Отмечалось, что лица, не занимающиеся спортом, но имеющие музыкальное образование, выполняли тесты заметно лучше, чем мастера спорта, не имеющие музыкального образования. Для того, чтобы сравнить чувство ритма у спортсменов разной спортивной специализации мы решили включить в исследуемый контингент лишь спортсменов, не играющих на музыкальных инструментах.

Исследованию подверглись 228 спортсменов, из которых 11

заслуженных мастеров спорта и мастеров спорта международного класса, 55 мастеров спорта, 57 кандидатов в мастера спорта и 105 перворазрядников.

Результаты и их обсуждение

В таблице I представлено распределение всех испытуемых по полученным оценкам за выполнение всех шести тестов. Мастера спорта показали относительно больше более высоких результатов, чем перворазрядники. Это подтверждают и средние данные, по которым средние показатели чувства ритма ($x \pm m$) у мастеров спорта статистически достоверно лучше /414,5 \pm \pm 4,61 балл/, чем средние кандидатов в мастера спорта /365,7 \pm 5,74/ и у перворазрядников /349,6 \pm 4,48/. Различия между средними данными кандидатов в мастера спорта и перворазрядников также статистически достоверны / $p < 0,05$ /.

Таблица I

Распределение испытуемых по полученным баллам за выполнение тестов

Интервал баллов	МС	КМС	I разряд	Всего
241-270	-	-	3	3
271-300	-	3	10	13
301-330	-	11	30	41
331-360	4	11	26	41
361-390	19	15	16	50
391-420	18	11	12	41
421-450	15	5	5	25
451-480	6	1	3	10
481-510	4	2	-	4
Итого:	66	57	105	228

Дальнейший анализ результатов исследования показал, что результаты, полученные спортсменами циклических, ациклических и комбинированных видов спорта также различаются. При этом различия в группе мастеров спорта менее заметны, чем в группах перворазрядников и кандидатов в мастера спорта. Выявлено, что среди мастеров спорта представители ациклических видов спорта достигли в среднем 419 баллов, спортсмены цик-

лических видов спорта - 415,7 и комбинированных - 411 баллов. В группе кандидатов в мастера спорта различие между средними спортсменов, занимающихся ациклическими /383,6/, циклическими /368,9/ и комбинированными видами спорта /354,7/, еще более заметные.

У спортсменов I разряда результаты мало отличаются. Средние результаты представителей ациклических видов спорта следующие: 369,6; циклических видов 337,9 и комбинированных 352,4 балла. Как видно, чувство ритма у перворазрядников комбинированных видов спорта выше, чем у представителей циклических видов, хотя у мастеров спорта и кандидатов в мастера спорта наоборот. Это можно объяснить тем, что виды спорта, относимые к циклическим, в отношении ритма движений очень различные. Гребля, плавание требуют хорошо развитого чувства сложного ритма движения, в то время как в ходьбе, беге на лыжах чувство сложного ритма заметно менее важно. Так как среди проверенных спортсменов циклических видов спорта с чувством сложного ритма движений больше мастеров спорта с высокими показателями, то они и оказали влияние на окончательный результат.

Таблица 2

Средние результаты спортсменов, занимающихся различными видами спорта

Виды спорта	МС		КМС		I разряд		Всего	
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}
Плавание	3	412	7	403,3	2	353	12	398
Гребля	15	428,3	14	385,3	7	347,8	36	395,9
Легкоатл. прыжки	4	420,8	5	384,4	8	380,5	17	391,1
Легкоатл. броски	2	404	2	354,5	2	387	6	381,8
Штанга	8	413,8	1	405	5	324,8	14	381,4
Баскетб.	20	416,9	5	359,6	23	346,4	48	377,2
Футбол	-	-	1	361	16	356,4	17	356,7
Бег	4	396,5	5	356,4	11	326,1	20	347,7
Лыжи	3	413,3	-	-	14	334	17	347,2
Ручной мяч	-	-	-	-	7	335	17	335

Данные таблицы 2 подтверждают мнение Д. Дьячкова /5/ о

том, что чем сложнее техника вида спорта, тем больше развитого чувства ритма требуется для достижения высоких спортивных результатов. В то же время для представителей таких циклических, "ритмических" видов спорта, как бег, ходьба на лыжах, высокие показатели чувства ритма не характерны. Сказанное подтверждают и материалы, полученные при сравнении результатов воспроизведения более простого /в трех тестах/ и более сложного ритма /в трех последних тестах/. Отмечается, что представители таких видов спорта, как бег, лыжи и др. легче запоминают и воспроизводят тесты с несложным ритмическим рисунком. На долю этих трех тестов падает у них 58-59% из всех ими набранных баллов. В то же время представители таких циклических видов спорта, как плавание, гребля и др. набрали 50% из всех полученных баллов за выполнение тестов более сложного ритма.

Результаты нашего педагогического эксперимента показали, что чувство сложного ритма можно развить с применением на занятиях музыкального сопровождения и с помощью разных специально выбранных заданий. Но результаты педагогических экспериментов анализируются уже в других статьях.

Выводы

1. Чувство ритма заметно лучше развито у спортсменов высшей квалификации по сравнению с перворазрядниками.
2. Чувство ритма у спортсменов, занимающихся технически более сложными видами спорта развито лучше, чем у занимающихся технически менее сложными видами спорта. Таким видам спорта, как бег, ходьба на лыжах более характерно чувство темпа и, как правило, у представителей этих видов спорта чувство сложного ритма менее выражено.
3. С повышением мастерства спортсменов различия чувства ритма у представителей различных видов спорта, требующих чувства сложного ритма, нивелируются.
4. Проверка чувства ритма может быть применено, как один из тестов оценки подготовленности спортсмена.

Литература

1. Белинович В.В. Обучение в физическом воспитании. М., ФИС, 1958, с. 32-89.
2. Вишневский Э.А. Ритмовые акценты и ритмовые доли в акробатических прыжках. - "Теория и практика физ. культуры". 1972, № II, с. 34-37.
3. Воскресенская Л.П. Исследование роли чувства ритма в повышении технического мастерства спортсменов. Автореф. канд. дисс. М., 1969.
4. Донской Д.Д. Биомеханика. М., ФИС, 1971.
5. Дьячков В.М. и др. Совершенствование технического мастерства спортсменов. М., ФИС, 1967.
6. Емчук И.Ф. Гребной спорт. М., ФИС, 1976.
7. Кукандин В.М. К вопросу воспитания ритма физических упражнений. - Тезисы докладов респ. научно-методической конференции. Брест, 1975, с. 144-146.
8. Макаренко Я. Техническое мастерство пловца. М., ФИС, 1975, 101 с.
9. Петров Н.И. Конькобежный спорт. Изд. 3-е, М., ФИС, 1975, 254 с.
10. Савенков Г.И. О восприятии времени у спортсменов. - "Теория и практика физ. культуры", 1973, № 4, с. 25-27.
11. Теплов Б.М. Психология музыкальных способностей. М., 1947, с. 269-302.
12. Шальтянене А.В. Некоторые данные о связи чувства ритма со спортивными результатами. - Тезисы седьмой научно-методической конференции республик Прибалтики и Белоруссии по проблемам спортивной тренировки. Рига, 1978, с. 129
13. Шлемин А.М. Значение ритма при обучении и тренировке гимнастов. - "Теория и практика физ. культуры", 1962, № 2, с. 38-40.
14. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. М., ФИС, 1975, 206 с.
15. Aliferis, J. Aliferis Music Achievement Test. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1954.
16. Bücher, K. Arbeit und Rhythmus. 5 Aufl., Leipzig, Verlag von Emanuel Reiniche, 1915, 517 S.

17. Wing, H. Standardized Tests of Musical Intelliganen, Test of Musical Ability and Appreciation. - The British Journal of Psychology, 1948, 27, pp. 625.
18. Kudu, E. Naisvõimlemise harjutused liigutuskultuuri arendajana. - XIX vabariiklik teaduslik-metoodiline kehakultuuri konverents "Kehaline kasvatus kõrgkoolis". Teesid. Tallinn 1977, lk. 91-93.
19. Macak, I., Bezak J. Besonderheiten der Sensomotorik bei Schülern, die in Experimentalklassen für physisch begabte Jugendliche unterrichtet werden. - Psychologie im Sport. Berlin, Sportverlag, 1975, S. 130 - 143.
20. Meinel, K. Bewegungslehre. Berlin, Volkseigner Verlag Volk und Wissen, 1966, 405 S.
21. Seashore, C. The Psychology of Music. New-York, Mc Graw-Hill, 1938.

A STUDY OF RHYTHM PERCEPTION OF ATHLETES IN
VARIOUS SPORTS GROUPS

A. Shaltjanene and S. Oja

S u m m a r y

Some data of acoustic rhythm perception studies are represented in the present paper. 228 athletes were explored by means of six tests of different complicity to appreciate their rhythm perception. As a result we can affirm that the representatives of technically more complicated modes of sport possess better developed rhythm perception than those of less complicated ones.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УРОВНЯ И СВОЙСТВ ЛИЧНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ

С. О я

Кафедра физиологии спорта

Спортивные результаты с каждым годом резко повышаются. Известно, что достижение высоких спортивных результатов зависит не только от хорошо развитых физических качеств, но и от психических функций и личностных особенностей. Исследованиями, проведенными со спортсменами, показано, что занятия спортом оказывают положительное влияние на умственную трудоспособность и, что у спортсменов высшей спортивной квалификации показатели, характеризующие свойства внимания, лучше, чем у спортсменов более низкой спортивной квалификации /3, 4, 8, 9, 12 и др./. В этих исследованиях использовались в основном корректурные тесты, которые характеризуют лишь одну сторону интеллектуального уровня спортсменов. В литературе встречается относительно мало данных комплексных исследований интеллектуального уровня спортсменов разной спортивной квалификации, а также относительно мало данных по исследованию свойств личности спортсменов разной спортивной квалификации.

Задачей данной работы является исследование интеллектуального уровня спортсменов разной спортивной квалификации с помощью опросника Кателла (16 Pp).

Методика

В основном под наблюдением были занимающиеся легкой атлетикой (бег на короткие дистанции и прыжки), плаванием, баскетболом, волейболом, гандболом, лыжным спортом, гимнастикой, борьбой и гребным спортом. Так как при исследовании отдельных показателей участвовало разное количество испытуемых, то в случае каждой таблицы указано конкретное число испытуемых.

Испытуемыми являлись спортсмены в возрасте 19-21 года, которые распределялись по спортивной квалификации на две группы: 1) мастера спорта и кандидаты в мастера спорта и 2) третьеразрядники.

Исследования проводились в обычных условиях и на фоне усталости (в конце трудного учебного дня или после

трудной стандартной нагрузки). Интеллектуальный уровень испытуемых оценивали по данным интенсивности внимания, переключения внимания, пространственного представления и теста Равена. Свойства личности оценивались по данным, полученным посредством опросника Кателла (I6 PF).

Интенсивность внимания исследовалась с помощью цифрового корректурного теста в течение 8 минут. При проведении тестов и обработке результатов пользовались стандартной методикой /I7/.

Переключение внимания исследовалось с помощью цифровой таблицы II-74 /I7/. Регистрировалось время, затраченное на выполнение теста. При анализе результатов вычислялось среднее время, затраченное на поиск каждого числа для каждого опыта.

Тест Равена проводился по общепринятой методике в течение 40-45 минут. Всего в тесте насчитывалось 60 постепенно усложняющихся заданий. При инструктировании испытуемых исходили из общепринятого регламента. Максимально возможный результат состоял из 60 очков.

При оценке свойств личности спортсменов относительно широкое применение имеет личностный опросник Кателла (I6 PF), разработанный на основе факторной теории личности /2, I3, I4, I5, I6 и др./ . Нами использовалась форма А опросника Кателла I6 PF, адаптированного в центре управления и труда при Министерстве легкой промышленности ЭССР в 1976 году.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований свойств внимания и пространственного представления. Анализ данных, представленных в таблицах I, 2, показывает, что спортсмены высшей квалификации выполняли все задания, характеризующие интенсивность и переключение внимания лучше и быстрее, чем третьеразрядники ($p < 0,05$). Наличие наиболее высшего уровня трудоспособности высшеразрядников подтверждают и результаты исследования, полученные нами в начале и в конце трудного учебного дня. Из этих данных (таблица I, 2) обнаруживается, что особо заметное различие между данными интенсивности и переключения внимания третьеразрядников и высшеразрядников появляется при сравнении данных, полученных в конце трудного учебного дня и после нагрузки. Отмечается, что ухудшение результатов по

Таблица I

Средние данные интенсивности внимания у спортсменов разной спортивной квалификации
в середине и в конце трудного учебного дня

Группа	Признак	n	Е середине учебного дня						После трудного 8-10-часового учебного дня					
			I мин.		V мин.		УШ мин.		I мин.		V мин.		УШ мин.	
			I ₁	O ₁	I ₅	O ₅	I ₈	O ₈	I ₁	O ₁	I ₅	O ₅	I ₈	O ₈
II, км, I.	\bar{x}	42	323,5	0,92	301,6	0,91	308,9	0,93	310,2	0,88	280,9	0,88	186,7	0,87
	$v\%$		10,0	2,17	9,46	2,19	10,7	3,22	12,0	3,41	10,5	3,41	11,9	2,29
	$\pm m$		4,98	0,003	4,53	0,003	5,10	0,004	5,71	0,004	4,51	0,004	5,26	0,003
III	\bar{x}	42	310,5	0,92	283,0	0,90	291,1	0,92	280,2	0,84	240,4	0,85	246,1	0,83
	$v\%$		11,6	3,26	12,4	3,33	11,7	3,26	12,6	4,74	13,1	3,52	13,7	3,61
	$\pm m$		5,58	0,004	5,40	0,004	5,26	0,004	5,43	0,007	5,03	0,004	5,20	0,004

Таблица 2
Средние результаты поиска цифр в тесте II-74 у
спортсменов разной спортивной квалификации
до (I) и после (II) функциональной пробы
в секундах

Группа	Признак	n	Разряд	Среднее время	
				I	II
Гребцы	\bar{x}	28	М, КМ	7,4	7,6
	$v\%$			21,5	17,5
	$\pm m$			0,30	0,25
	\bar{x}	23	III	8,6	9,0
	$v\%$			13,9	16,0
	$\pm m$			0,25	0,30
Спортсменки	\bar{x}	18	М, КМ	6,7	6,7
	$v\%$			9,7	12,8
	$\pm m$			0,15	0,20
	\bar{x}	20	III	7,2	7,8
	$v\%$			9,4	11,4
	$\pm m$			0,15	0,20
Лыжницы	\bar{x}	19	М, КМ	7,5	7,6
	$v\%$			14,6	17,4
	$\pm m$			0,25	0,30
	\bar{x}	20	III	8,3	8,9
	$v\%$			19,0	17,7
	$\pm m$			0,35	0,35
Легкоатлетки	\bar{x}	18	М, КМ	7,5	7,5
	$v\%$			17,3	14,4
	$\pm m$			0,30	0,25
	\bar{x}	25	III	8,4	9,0
	$v\%$			17,8	19,6
	$\pm m$			0,30	0,35

сравнению с данными, полученными утром, у третьеразрядников более заметно, чем у спортсменов высшей квалификации. По-видимому, регулярные систематические занятия спортом и физиче-

скими упражнениями улучшают трудоспособность занимающихся, а повышение общей трудоспособности помогает сохранить силу, энергию и волю для успешной работы в напряженном учебном процессе, даже при усталости. Полученные нами результаты совпадают с данными исследования А.Г. Григорьевой и М.А. Шаткина /5/, которые отмечают на основании данных корректурного теста, что у занимающихся спортом к концу учебного дня утомление меньше, чем у школьников неспортсменов. А.А. Аскназий /1/, Н.Б. Зимкин, Д.К. Демяненко, Б.К. Замаинов /6/, А.Н. Крестовников /7/, В.А. Нови /10/ показали, что под влиянием значительных физических нагрузок у людей с высоким уровнем общей физической подготовленности заметных нарушений умственной работоспособности не наблюдается, в то время, как у физически слабо подготовленных умственная работоспособность ухудшается.

Сравнение результатов, характеризующих пространственное представление испытуемых (таблица 3), не обнаруживает замет-

Таблица 3
Среднее время сложения куба Лейка у спортсменов
разной спортивной квалификации в секундах

Группа	Разряд	Признак	n	I	II	III
Легкоатлетки, лыжницы и гимнастки	М, Мк, I	\bar{x}	36	311,9	244,3	199,7
		v%		24,4	48,7	37,7
		$\pm m$		12,73	21,45	12,55
	III	\bar{x}	36	322,7	251,1	209,7
		v%		24,5	52,4	38,7
		$\pm m$		13,18	21,97	13,53
Спортигроки	М, Мк, I	\bar{x}	25	299,6	240,5	210,4
		v%		20,4	45,9	37,7
		$\pm m$		12,22	22,08	15,88
	III	\bar{x}	25	306,2	258,4	215,6
		v%		22,6	51,0	39,9
		$\pm m$		13,98	26,36	17,24

ных различий между средними данными спортсменов высшей квалификации и третьеразрядниц. Общая динамика средних данных в трех опытах аналогичная. У всех групп среднее время третьего

опыта значительно меньше, чем соответствующее среднее время первого опыта ($p < 0,05$). Оказалось, что занятия спортом не оказывают влияния на развитие пространственного представления, измеряемого в опыте сложения куба Линка.

Результаты, полученные с помощью теста Равена. Анализ данных таблицы 4 свидетельствует о том, что результаты спорт-

Таблица 4

Средние данные результатов теста Равена у спортсменов разной спортивной квалификации

Группа	Разряд	Пол	n	Признаки		
				\bar{x}	± 2	$\pm m$
Лыжники-гонщики	МС, КМС		16	52,7	2,5	0,63
	III		16	52,3	2,9	0,73
	МС, КМС		16	53,1	2,7	0,68
	III		16	52,8	3,0	0,75
Спортсмены	МС, КМС		25	53,2	2,7	0,54
	III		20	53,0	2,9	0,64
	МС, КМС		25	53,7	2,8	0,56
	III		20	53,3	3,1	0,69
Легкоатлеты	МС, КМС		25	53,2	2,7	0,54
	III		25	53,4	2,9	0,58
	МС, КМС		20	53,8	3,1	0,69
	III		20	53,6	3,0	0,67
Пловцы	МС, КМС		16	53,2	2,8	0,70
	III		16	52,7	3,1	0,78
Художественные гимнастки	МС, КМС		16	53,7	3,3	0,58
	III		16	53,2	2,5	0,63
Борцы	МС, КМС		20	53,1	2,9	0,64
	III		20	52,8	3,1	0,69

сменов высшей квалификации и третьеразрядников существенно между собой не различаются. Отмечается, что во всех группах средний результат колеблется между 52,3-53,8 очками. Боль-

шинство (89:94%) индивидуальных результатов находится во всех группах между 50:60 очками, т.е. на высоком уровне или выше среднего. Во всех группах имеются также лица, получившие максимальный результат (60 очков). Результаты ниже 42 очков в наших опытах не регистрировались. Следует подчеркнуть, что все лица, имеющие результаты в пределах 43:49 очков, оказались по предварительно проведенным исследованиям флегматиками. Они работали медленно, но без ошибок и выполнили тест на высоком уровне при условии дополнительных 10-15 минут. Но эти результаты не учитывались, так как по регламенту время выполнения теста равнялось 40-45 минутам. Эти данные совпадают с нашими предыдущими результатами исследования /II/.

Результаты исследования свойств личности с помощью опросника Кателла (16 PF). Обследованы 69 легкоатлетов, 51 лыжников-гонщиков и 55 спортигров, которые распределились на группы по полу и спортивной квалификации. Анализ материалов исследования выявил, что степень выраженности личностных качеств как лыжников-гонщиков, так и спортигров и легкоатлетов высшей и более низкой спортивной квалификации может быть весьма разнообразной. Такие результаты были получены и в работе А.Д. Ганюшкина /2/ при исследовании свойств личности лыжников-гонщиков. Во всех исследованных группах большинство средних факторов личности либо укладываются в границы средней зоны (5-6 стенов), либо не намного выходят за ее пределы. Но при сравнении средних групп спортсменов высшеразрядников и третьеразрядников наблюдается, что у более квалифицированных спортсменов значительно более выражены факторы Q₃ (волевой самоконтроль) - 6,7±1,82 стенов, С (эмоциональная устойчивость) - 7,2±1,60 стенов и (подозрительность, внутреннее напряжение) - 6,8±1,55 стенов, по сравнению с третьеразрядниками.

При анализе полученных данных обращают на себя внимание большие индивидуальные отклонения от средних оценок факторов личности. Наибольшим является значение среднего квадратического отклонения фактора В (общие интеллектуальные способности). Это было показано и А.Д. Ганюшкиным /2/.

На основании данных по изучению личностных свойств испытуемых можно сказать, что несмотря на разнообразность полученных результатов, следует продолжить исследования, провести повторный опрос испытуемых и постараться выявить типич-

ные особенности спортсменов разной спортивной специализации.

Выводы

1. Занятия спортом оказывают положительное влияние на развитие интенсивности и переключения внимания. Об этом свидетельствуют заметно высшие средние данные высшеразрядников по сравнению с третьеразрядниками.

2. О наиболее высоком уровне трудоспособности высшеразрядников свидетельствуют результаты исследования, полученные в начале и в конце трудного учебного дня. Обнаружены более заметные различия между данными интенсивности и переключения внимания третьеразрядников и спортсменов высшей квалификации, которые проявляются при сравнении данных, полученных в конце трудного учебного дня. При этом ухудшение результатов в конце учебного дня по сравнению с данными, полученными утром, у третьеразрядников более заметно, чем у высшеразрядников.

3. Студенты-однокурсники одного и того же возраста, независимо от их спортивной квалификации, по общему интеллектуальному уровню, измеряемому с помощью теста Равена, и по данным пространственного представления, измеряемого с помощью сложения куба Линка, между собой не различаются.

4. Степень выраженности личностных качеств как среди высшеразрядников, так и среди третьеразрядников, весьма разнообразна. У высшеразрядников более заметно выражены волевой контроль, эмоциональная устойчивость и внутреннее напряжение по сравнению с третьеразрядниками.

Литература

1. Аскназий А.А. Протекание основных нервных процессов при выполнении физических упражнений. - "Теория и практика физ. культуры", М., 1967, № 3, с. 202-207.
2. Ганюшкин А.Д. Изучение личности лыжников-гонщиков. - *Stavnik IV Svetovy kongress ISSP. Praha*, S. 176-178.
3. Генов Ф. Исследование мобилизационной готовности спортсмена перед выполнением спортивного действия (на материалах тяжелой атлетики). Автореф. канд. дисс. М., 1967, 22 с.
4. Генов Ф. Проблема мобилизационной готовности. - Автореф. докт. дисс. М., 1969, 45 с.

5. Григорьева А.Г., Шаткин М.Я. Влияние физических упражнений на умственную работоспособность учащихся, занимающихся в спортивных секциях. - Тезисы докл. конференции по итогам научно-исследовательской работы за 1966 г. Минск, 1967, с. 85-86.
6. Зимкин Н.В., Демянченко Ю.К., Замаренов В.К. О некоторых факторах, определяющих влияние на последующую работоспособность. - "Теория и практика физ. культуры", 1963, М., № II, с. 50-54.
7. Крестовников А.Н. Изменение возбудимости коры головного мозга при физических упражнениях. - "Теория и практика физ. культуры", 1949, № 9, с. 215-217.
8. Круглый М.М. Влияние занятий спортом на подвижность нервных процессов. - Автореф. докт. дисс. Саратов, 1965.
9. Медведев В.В. К вопросу влияния состояния тренированности на интенсивность, устойчивость и переключение внимания у волейболистов. - Тезисы докл. пятой конференции молодых ученых. (ГЦОЛИФК). М., 1967, 119-120.
10. Нови В.А. К вопросу об изменении некоторых проявлений функционального состояния коры головного мозга человека при мышечной и умственной работе. - "Физиол. ж. АН УССР", т. 5. 1956, 5, 57.
11. Оя С. Результаты исследования общего интеллектуального уровня с помощью теста Равена. - Труды по психологии Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 396, Тарту, 1976, с. 159-165.
12. Романин А.Н. Особенности внимания стрелков высшей квалификации. - Проблемы психологии спорта. Сб. работ интов физической культуры. Психологическая подготовка спортсменов различных видов спорта к соревнованиям. М., 1968, с. 163-167.
13. Bird, E.I. Personality Structure of Canadian Intercollegiate Women Ice Hockey Players. - Contemporary Psychology of Sport. Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Washington, 1968, pp. 149-156.
14. Kane, J.E. Personality and Physical Abilities. - Contemporary Psychology of Sport. Proceedings of the

- Second International Congress of Sport Psychology. Washington, 1968, pp. 131-141.
15. Kroll, W., Grenshaw, W. Multivariate Personality Profiles Analysis of Four Athletic Groups. - Contemporary Psychology of Sport. Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Washington, 1968, pp. 97-106.
 16. Ogilvie, B.C., Tutko, T. Self-Perception as Compared with Measured Personality of Selected Male Physical Educators. - Contemporary Psychology of Sport. Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Washington, 1968, pp. 73-77.

A STUDY OF THE INTELLECTUAL LEVEL AND PERSONALITY
QUALITIES OF SPORTSMEN

S. Oja

S u m m a r y

The paper represents some research data on intellectual level and personality qualities of nineteen to twentyone year old sportsmen of different qualification. To appreciate the level of intellect the results of studies on attention qualities, space imagination capacity and those of Raven's test and those of Cattell 16 PF test for appreciation of personality qualities were used.

РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕСЯТИБОРЬЯ

Х.Я. Валлимяэ, Л.Л. Куузе
Кафедра легкой атлетики,
кафедра спортивной физиологии

Многоборье, главным образом десятиборье, является одним из самых любопытнейших объектов математико-статистических исследований. Известно, что одна из основных задач статистического анализа состоит в изучении зависимостей между отдельными признаками, т.е. в выяснении того, сопровождаются ли изменения значений одного признака изменениями значений другого признака, и если это так, то какое направление имеет установленное изменение.

Очевидно, что десятиборье представляет собой отличную почву для подобных статистических исследований. Поэтому первые попытки использовать методы математической статистики в спорте совершены именно по результатам десятиборья. Так, использовали корреляционный анализ М.Ж. Karvonen, М. Niemi /II/, В.М. Зациорский, М.А. Годик /2, 3/, Р.И. Лукаускас /7/, М.А. Годик /1/, Л. Хейнла /9, 10/, Н. Rieder /13/, В. Йох /5/ и др.

Главная цель вышеописанных работ состоит в создании модели десятиборья при исследовании связи между отдельными видами и суммой очков десятиборья. Хотя исследований, посвященных изучению связей между отдельными видами и суммой очков десятиборья довольно много, сравнение результатов разных авторов затруднено из-за различного контингента многоборцев. Л. Хейнла /12/ разделяет исходный материал на четыре группы:

- 1) участники Олимпийских игр
- 2) выдающиеся атлеты различных времен
- 3) развитие результатов атлетов
- 4) списки лучших результатов сезона или за все времена.

Выбор исходного материала зависит, конечно, от конкретных целей рассматриваемого анализа. Для создания модели десятиборья резонно использовать списки лучших результатов одного или нескольких сезонов (12).

Кроме связи между отдельными видами десятиборья и суммой очков, интерес представляют и связи между суммой очков и контрольными показателями (как физической, так и технической подготовленности).

Известно, что для определения должных величин результата физической подготовленности, необходимой для достижения определенного показателя в основном виде, а также для количественной оценки технической подготовленности спортсмена и для прогноза наиболее вероятного результата, который покажет спортсмен, имеющий известные величины контрольных показателей, можно с успехом использовать метод множественной регрессии /4, 8/. При этом учитывается и взаимозаменяемость различных функций: один и тот же результат может быть достигнут при различной степени развития отдельных физических качеств /4, 6/.

Цель настоящей работы состоит, во-первых, в определении контрольных показателей физической и технической подготовленности исследуемых десятиборцев, которые наиболее сильно связаны с результатом десятиборья. Во-вторых, в определении, насколько полученные нами контрольные показатели отражают действительный результат десятиборья.

Методика

В качестве исходного материала мы использовали результаты десятиборцев, занимавшихся в сезоне 1978 года и числившихся в списке лучших десятиборцев Эст. ССР (с состоянием на 1 января 1979 г.). В дальнейший анализ отобрали только атлетов с суммой очков выше 6000, их оказалось 32 спортсмена. С этими атлетами провели анкетный опрос по поводу лучших показателей физической и технической подготовленности в том сезоне, когда они достигли своего лучшего результата по десятиборью. Полученные значения 31 показателя подверглись вначале одномерному статистическому, затем корреляционному анализу.

Исследуемые контрольные показатели были следующие: вес и рост спортсмена, рывок, толчок и жим лежа штанги двумя руками, глубокий присед со штангой, бросок ядра снизу вперед и через голову назад, бег на 30 м и 60 м с низкого старта и с ходу, прыжок вверх по Абалакову, прыжок в длину с места, тройной и пятерной прыжок с места, толчок ядра с места, метание диска и копья с места; разбег в прыжках в длину и с шестом, жесткость шеста (в фунтах), высота хвата на шесте, разница между хватом и результатом, прыжок в высоту через голову, разница между бегом на 110 м с/б и 100 м гладкие, разница между бегом на 30 м со старта и с ходу, разница тол-

кания ядра со скочка и с места, разница метания диска с поворотом и с места, разница метания копья с разбега и с места, весо-ростовой индекс.

При выборе контрольных показателей, которые в наибольшей степени характеризовали результат десятиборья, использовались значения линейного и частного коэффициента корреляции. Сначала из 31 контрольных показателей по значению линейных коэффициентов корреляции выбирались те, которые оказались сильнее связаны с суммой очков (все связи статистически достоверны при $P < 0,05$). Чтобы найти минимальное количество показателей, исключить дублирующие друг друга показатели, надо вычислить значения частного коэффициента корреляции между изучаемыми показателями. Те признаки, между которыми частный коэффициент корреляции является низким, отражают разные стороны формирования результата десятиборья.

Результаты и их обсуждение

В конечном итоге осталось 5 контрольных показателей: толчок штанки двумя руками (кг), прыжок вверх (по Абалакову) (см), тройной прыжок с места (см), высота хвата на шесте (см) и разница в метании диска с поворота и с места (см).

В таблице I представлены значения линейного коэффициента корреляции между полученными показателями и суммой очков.

Таблица I

Значения линейного коэффициента корреляции контрольных показателей с суммой очков

	Сумма очков	1	2	3	4
1. Толчок шт.	0,567				
2. Пр. вверх по Абал.	0,440	0,375			
3. Тройн. пр.	0,650	0,582	0,377		
4. Хват шеста	0,746	0,410	0,084	0,423	
5. Разница в мет. диска с пов. и с мес- та	0,550	0,328	0,139	0,071	0,564

Множественный коэффициент корреляции $R = 0,9114$ отражает довольно высокую информативность рассматриваемых показателей.

С помощью множественной регрессии с этими контрольными показателями и суммой очков получено следующее уравнение:

$$y = -6,649 \cdot x_1 + 34,261x_2 + 3,659x_3 + 17,542x_4 + 0,427x_5 - 5846,82 \quad /I/$$

где y - сумма очков десятиборья

x_1 - толчок штанги двумя руками

x_2 - прыжок вверх (по Абалакову)

x_3 - тройной прыжок с места

x_4 - высота хвата на шесте

x_5 - разница в метании диска с поворота и с места

Вставляя результаты определенного спортсмена в вышеописанных показателях в уравнение /I/ мы можем сделать выводы об уровне физической подготовленности и техническом мастерстве. Например, рекордсмен (Т. Каукис - 8086 о.) республики набрал бы по этому уравнению:

$y = -6,649 \cdot 120 + 34,261 \cdot 80 + 3,659 \cdot 885 + 17,542 \cdot 460 + 0,427 \cdot 972 - 5846,82 \approx 7818,8$ очков, а например, Т.Суурвяли - (8018 о.).

$y = -6,649 \cdot 120 + 34,261 \cdot 85 + 3,659 \cdot 900 + 17,542 \cdot 460 + 0,427 \cdot 1032 - 5846,82 \approx 8070,6$ очков.

Выводы

Разница между прогнозированным и действительным результатами отражает, по мнению авторов, в какой-то мере умения реализовать свою физическую и техническую подготовленность, а также указывает направленность недостатков на пути к высоким результатам в десятиборье.

С помощью этого уравнения можно оценить и предсоревновательную подготовку в подготовительном периоде, прогнозируя себе уже "соревновательный" результат.

Данную работу можно применять как следующую попытку создать математическую модель десятиборья, где выявлено, как физическая и техническая подготовленность отражает сумму очков десятиборья, и является одним из доказательств удачного использования метода множественной регрессии о спорте.

Литература

1. Годик М.А. Исследование факторной структуры скоростных двигательных способностей человека. Дисс. М., 1966.
2. Защирорский В.М., Годик М.А. Математика и десятиборье. - "Легкая атлетика", 1962, № 10, с. 28-29.
3. Защирорский В.М., Годик М.А. Основные факторы тренированности в легкоатлетическом десятиборье. - "Теория и практика физ. культуры", 1963, № 8, с. 27-29.
4. Защирорский В.М., Годик М.А., Ярмульник Д.Н. Теоретические основы и практические пути использования математических методов для оценки специальной физической подготовленности спортсменов. - "Теория и практика физ. культуры", 1964, № 2, с. 33-37.
5. Иох В. Пути олимпийского десятиборья. - "Спорт за рубежом", 1974, № 20, с. 12-14.
6. Коробков А.В. Международная конференция по вопросам спортивной тренировки. Пленарное заседание. Доклады. М., 1962.
7. Лукаускас Р.И. Связи действительные и кажущиеся. - "Легкая атлетика", 1963, № II, с. 42-44.
8. Масальгин Н.И. Математико-статистические методы в спорте. М., 1974, с. 63-127.
9. Хейнла Л. Главное - сумма очков. - "Легкая атлетика", 1974, № 8, с. 18-19.
10. Хейнла Л. Модель десятиборья. - "Легкая атлетика", 1978, № I, с. 10-12.
11. Karvonen M.I., Niemi M. Arbeitsphysiologie, 1953, Bd. 15, S. 127. Цит. по В.М.Защирорский, М.А.Годик /3/.
12. Kudu F. Mitmevõistlus. Tln., 1975, 205 lk.
13. Rieder H. Zusammenhängen zwischen den Zehnkampfdisziplinen - Zehnkampf und Fünfkampf Frauen., Beiträge zur sportlichen Leistungsförderung. Bd. 8, herausgegeben von Prof. B. Wischmann. Bartels & Wernitz KG, 1970, S. 78-87.

DIE REGRESSIONANALYSE DER ZEHNKAMPFRESULTATEN

H. Vallimäe, L. Kuuse

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht darin:

1) mit Hilfe der Korrelationsanalyse die Kontrollkennzeichen des physischen und technischen Vorbereitung festzustellen, die mit der Punktzahl im Zehnkampf stark verbunden sind;

2) mit Hilfe der Regressionanalyse zu erklären, wie die erzielten Kontrollkennzeichen die reale Punktzahl widerspiegeln.

Durch die Befragung von 32 Zehnkämpfern der Bestenliste der Estnischen SSR im Jahre 1978, die alle mehr als 6000 Punkte erreicht haben, waren die Leistungen in 31 Kontrollkennzeichen festgestellt worden. Eine weitere Analyse gab uns eine Gleichung mit den fünf Kontrollkennzeichen:

$$Y = -6,649x_1 + 34,261x_2 + 3,659x_3 + 17,542x_4 + 0,427x_5 - 5846,82$$

wo:

- Y - Punktzahl im Zehnkampf
- x_1 - Stoßen mit der Hantel (kg)
- x_2 - Aufsprung ohne Anlauf (Abalakov) (cm)
- x_3 - Dreisprung ohne Anlauf (cm)
- x_4 - die Griffhöhe am Stab (cm)
- x_5 - der Unterschied bei dem Diskuswurf mit und ohne Umdrehung (cm)

Mit solcher Gleichung ist es möglich das Niveau der Kontrollkennzeichen mit der realen Zehnkampfleistung zu vergleichen und auf Grund des Niveaus der Kontrollkennzeichen vermutliche Zehnkampfresultate zu prognostizieren.

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕСЯТИБОРЦЕВ

Т.К. С а в и, А.А. В и р у

Научно-исследовательская лаборатория по основам мышечной
деятельности ТГУ

Полученные нами экспериментальные данные /18/ комплексного контроля функционального состояния десятиборцев высокой квалификации были подвергнуты факторному анализу (метод главных компонент с последующим вращением референтных осей по варимакскритерию).

Полученные данные свидетельствуют, что работоспособность исследуемого контингента определяется пятью обобщенными факторами. В первом факторе высокие факторные веса выявляют признаки телосложения; во-втором - морфо-функциональные показатели кардио-респираторной систем; в остальных трех факторах основные нагрузки несут показатели аэробной и анаэробной работоспособности.

Уже в 20-х годах А. Колмпере-Клумберг рассматривал самостоятельный вид легкой атлетики, который составляет одно целое и не является механическим сложением 10 видов.

Г.В. Коробков /11/ тоже подчеркивает, что - "десятиборье" - это не просто смешение десяти видов легкой атлетики. Это вид, являющийся результатом их "химического" синтеза. Будучи синтезированы, они стали совсем иными и сопряженно влияют друг на друга.

Коснувшись проблемы десятиборья А.А. Виру /3/ пишет: "Специфика видов легкой атлетики, входящих в десятиборье, с физиологической точки зрения более и менее изучена. Довольно точно можно сказать, что требуется от спортсмена для того, чтобы успешно выступать в каждом виде отдельно. Кроме высокого уровня психологической и технической подготовленности, он должен иметь высокий уровень скоростно-силовых качеств, а также высокие показатели анаэробной и аэробной работоспособности".

В настоящее время в научной литературе отсутствуют ссылки на то, в какой мере и в каких соотношениях десятиборец должен развивать свои основные физические качества.

"Если любая спортивная деятельность требует преимущест-

венного развития одного из физических качеств (силы, быстроты или выносливости), то десятиборье - их гармоничного развития /6/".

В.Я. Кацман /9/ отмечает, что в основе успехов многоборца лежит гармоничное развитие его главных физических качеств при ведущей роли скоростно-силовой подготовки.

Многие авторы /7, 13/ пришли к выводу, что в достижении высокого результата в многоборье ведущее положение занимают сила и спринтерская (т.е. скоростно-силовая) подготовка. Нужно отметить, что восемь видов из десяти в десятиборье обусловлены развитием быстроты и силы.

Исследования других авторов /4, 17/ свидетельствуют о том, что без высокой аэробной работоспособности невозможно добиться быстрого восстановления после выполнения мощных кратковременных упражнений (выполнение очередных попыток и видов десятиборья), что по словам А.А. Виру /3/, приводит нас применительно к десятиборью к понятию "функциональной устойчивости" организма - возможностью достаточно эффективно и в то же время всесторонне мобилизоваться в течение периода 2-3-дневных соревнований.

Хотя в последнее время в научной литературе появились труды, где объектом исследований стали спортивно-техническое мастерство и силовая подготовка десятиборцев /6, 13, 26/, но мало еще данных о комплексной физиологической характеристике спортивной работоспособности десятиборцев.

Методика

Для выяснения факторных весов характеристик спортивной работоспособности десятиборцев были использованы данные ранее опубликованной нами работы /18/, где 82 исследуемых прошли однократно или повторно /42/ комплексное исследование функционального состояния организма в декабре месяце 1969-1978 годов по следующей программе.

1. Определение параметров максимальной работоспособности на велоэргометре (Н.П. Пярнат /15/ - двухминутные ступенчато до индивидуального максимума повышающиеся нагрузки с окончательным спуртом на максимальное число оборотов на велоэргометре).

2. Измерение максимальной изометрической силы II основных групп мышц по А.В. Коробкову и соавт. /10/ в модификации Х.А. Унгер /19/.

3. Измерение объема сердца по методике крупнокадровой флюорографии (Т.Э. Кару /8/).

4. Определение комплекса антропометрических показателей (рост, рост сидя, вес, размах рук, динамометрия кистей, спирометрия, пневмотахометрия вдоха и выдоха).

5. Определение максимальной анаэробной мощности мышц нижних конечностей.

6. Проведение факторного анализа на ЭВМ Минск-32 (метод главных компонент с последующим вращением референтных осей по варимакскритерию).

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты (табл. I) свидетельствуют, что работоспособность исследуемого контингента (десятиборцы высокой квалификации - средний лучший результат исследуемого года равнялся $7841,7 \pm 29,9$ очкам) можно характеризовать пятью обобщенными факторами, суммарный вклад которых в обобщенную дисперсию выборки составляет 54,89%.

I фактор можно рассматривать как фактор телосложения, поскольку основные нагрузки на нем имеют такие характеристики как размах рук, вес тела, рост и рост сидя. Большие факторные веса имеют сумма очков всех метаний, спирометрия и абсолютная суммарная сила всех измеренных мышечных групп. Вклад I фактора в обобщенную дисперсию выборки составляет 13,58%. Приведенное имеет большое практическое значение, поскольку подтверждает эмпирическое предположение о том, что при спортивном отборе десятиборцев нужно руководствоваться высокими эталонными антропометрическими характеристиками. Типичными показателями роста и веса сильнейших десятиборцев мира считается рост 185-190 см и вес 78-88 кг /5/. Полученные нами средние величины роста и веса исследуемого контингента составляли $186,7 \pm 0,4$ см и $87,7 \pm 0,5$ кг. Разумеется, в практике спорта встречаются и значительные отклонения от приведенных показателей. Так, D. Bennet (США) при росте 173 см и весе 69 кг набрал 8120 очков. 20-летний Р. Хингсен (ФРГ) - 8242 очков при росте 200 см и весе 90 кг. Нами /17, 18/ была обнаружена положительная корреляционная связь между суммой очков десятиборья и суммарной максимальной силой измеряемых групп мышц ($r = 0,429$). Данные других авторов /6, 13/ тоже свидетельствуют о связи между уровнем силовой подготовленности и высоким спортивным мастерством у высококвалифициро-

Таблица I
 Результаты исследования характеристик спортивной работоспособности после
 факторного анализа

№	Характеристики	$\bar{x} \pm \sigma$	Факторы после вращения (%)						Фактор
			I%	II%	III%	IV%	V%	У%	
I:	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Размах рук (см)	197,8±0,8	61,9						
2.	Вес тела (кг)	87,7±0,5	61,2						
3.	Рост тела (см)	186,7±0,4	41,2						
4.	Рост сидя (см)	95,8±0,3	38,8						
5.	Сумма очков метаний	2260,7±15,3	36,2						I
6.	Спирометрия (мл)	6152,6±73,6	33,2						
7.	Абс. сумм. сила (кг)	1913,5±31,9	24,2						
8.	Объем сердца (мл/кг)	11,9±0,2		55,5					
9.	МОД (л/мин)	161,1±3,4		50,8					
10.	Объем сердца (см ³)	1043,0±15,1		44,0					
11.	Относ. сила кг/на вес	22,0±0,3		30,8					II
12.	O ₂ при спурте (%)	3,20±0,07		32,6					
13.	Кол. оборотов спурт (об/мин)	123,0±1,5		28,5					
14.	O ₂ долг (на кг)	55,9±1,9		18,9	26,1				23,7

ванных десятиборцев. Математический анализ /21/ свидетельствует, что при распределении десятиборцев на отдельные группы (типы) в зависимости от сильных и слабых сторон их физической подготовленности на уровне массовых разрядов (около 7000 очков) преобладают бег и прыжки. Позже - при более высоком уровне спортивного мастерства (7800 очков) удельный вес очков, набранных в метаниях, возрастает, что подчеркивает о роли высокого уровня силовой подготовленности и высоких антропометрических показателей. Доказательством сказанному служит факт, что десятиборцы - юноши "типа бегун" или "бегун-прыгун" позже часто переходят в тип "ровный" или "прыгун-метатель". Приведенное совпадает с мнением практических тренеров /16/ о периодизации (этап начальной тренировки - 14-17 лет, этап построения специального двигательного "фундамента" - 18-20 лет и этап специальной тренировки - после 20 лет) многолетней тренировки многоборца. Поскольку в последнее время на мировой арене доминируют десятиборцы "силового типа" (Г. Крачмер, А. Гребенюк, Д. Томпсон), которые имеют вес тела 90-100 кг (и тем самым значительный вес мышц), то значение высокого уровня мышечной силы становится очевидным.

II фактор - морфофункциональных показателей кардио-респираторной систем. Здесь наибольшие веса нагрузок имеют максимальный объем дыхания (МОД) во время спурта на велоэргометре и объемы сердца (абсолютный и относительный). Вклад II фактора в обобщенную выборку составляет 12,48%. Нами было заранее показана /17/ роль высокой аэробной работоспособности (высокие величины МПК) в скорости восстановительных процессов. Вполне возможно, что в реализации этого механизма весомый вклад принадлежит функции кардио-респираторной систем. Сам тренировочный процесс в десятиборье требует выполнения огромного количества разнонаправленной работы, что несомненно оказывает влияние на морфофункциональные характеристики кардио-респираторной систем (объем сердца и максимальные дыхательные объемы).

III фактор определяется как фактор аэробной работоспособности. Ее вклад в обобщенную выборку равняется 12,08%. Наибольшие значения факторных весов имеют МПК (л/мин и мл/мин/кг), O_2 пульс. Ряд авторов /4/ отмечает, что без высокой аэробной работоспособности невозможно добиться быстрого восстановления после выполнения мощных кратковременных

упражнений. Применительно к десятиборью высокий уровень аэробной работоспособности обозначает возможность противостояния отрицательному влиянию следов предшествующей деятельности /3/ и обеспечивает быстрое восстановление к очередной попытке или очередному виду. Н.Н. Яковлев отмечает /22/, что чем выше аэробная работоспособность, тем быстрее протекают процессы реституции между упражнениями. Наконец, дыхательное генерирование АТФ обеспечивает энергией адаптационные биохимические процессы, происходящие во время анаэробной фазы обмена веществ в периоде отдыха (между первым и вторым днями).

Интересно отметить, что в III факторе довольно весомую нагрузку несет кислородный долг, т.е. показатель, характеризующий анаэробную работоспособность. Нами и несколькими другими авторами /14, 17/ найдена положительная корреляционная связь ($r = 0,530-0,614$) между показателями МПК и кислородного долга при тестировании максимальной работоспособности исследуемых контингентов. Данный факт можно объяснить тем, что /14/ с ростом спортивного мастерства у спортсменов возникают тесные взаимоотношения между функциональными системами, связанными с обеспечением мышц кислородом и с поддержанием стабильности внутренней среды во время мышечной работы.

"Аэробность" III фактора подчеркивается отрицательным сочетанием высоких факторных весов таких показателей анаэробной работоспособности, как кислородный дефицит и мощность спурта.

IV и V факторы можно объединить названием - "анаэробная работоспособность". Их отдельные вклады в обобщенную дисперсию выборки соответственно 9,32% и 7,52%. Наивысшие факторные веса имеют здесь характеристики анаэробной работоспособности - максимальная анаэробная мощность мышц нижних конечностей (тест Маргария), вертикальная скорость, сумма очков на 100 и 400 метров и десятиборья, содержание лактата после спурта на велоэргометре, алактатный объем (характеризует алактатный составляющий кислородного долга) и величина образования кислородного долга (как абсолютного, так и относительного).

Выявление IV и V факторов вполне ожидаемо, поскольку 8 видов из десятиборья носят чисто анаэробный характер энергообеспечения. Возможность образовать большой кислородный долг

необходима для массивных десятиборцев с точки зрения результативности в бегах на 100, 110 м с барьерами и 400 метров. Отличительной стороной десятиборья является то, что соревновательный результат фиксируют за 8-8,5 минут, что требуется для выполнения зачетных попыток. Остальные 20-24 часа десятиборцы находятся в напряженном разминочном двигательном режиме /12/. Поэтому становится ясным, что успешное выполнение соревновательных попыток зависит непосредственно от анаэробной мощности, а скорость течения восстановительных процессов и "функциональная устойчивость" во многом определяется уровнем аэробной работоспособности.

Все полученные данные и обобщенные факторы характеризуют работоспособность десятиборцев во время подготовительного периода и не могут быть механически перенесены для физиологической характеристики спортивной работоспособности десятиборцев во время соревновательного периода /17/.

Заключение

Спортивная работоспособность десятиборцев высокой квалификации подготовительного периода характеризуется пятью обобщенными факторами - телосложением, морфо-функциональными показателями, кардио-респираторной систем и показателями аэробной-анаэробной работоспособности. При спортивном отборе десятиборцев целесообразно руководствоваться высокими показателями телосложения (рост, размах рук, вес, рост сидя). Очередность усовершенствования физической подготовленности десятиборцев как в возрастном, так и годовом циклах подготовки должна осуществляться от повышения аэробной подготовленности организма к анаэробной с окончательным усовершенствованием качеств скоростно-силовой подготовки.

Литература

1. Margaria, R., Aghemo, P., Rovelli, E. Measurement of muscular power (anaerobic) - J.appl.Physiol.21, 1966.
2. Колшере, А. Kergejüstiku õpperaamat. Tln., 1937.
3. Виру А.А. Функциональная устойчивость. - "Легкая атлетика", 1974, № 8.
4. Волков Н.И., Лапин В.И., Смирнов Ю.И. Метаболические факторы, определяющие уровень достижений в спринтерском беге. - "Теория и практика физ.культуры", 1972, № 2.

5. Дубограев И.Д. Каким быть десятиборцу. - "Легкая атлетика", 1974, № 8.
6. Дубограев И.Д. Состояние физической и спортивно-технической подготовленности квалифицированных десятиборцев и пути ее совершенствования. Канд. дисс. Тарту, 1975.
7. Зациорский В.М., Годик М.А. Основные факторы тренированности в легкоатлетическом десятиборье. - "Теория и практика физ.культуры", 1963, № 8.
8. Кару Т.Э. Приложение корреляционного анализа при изучении воздействия повторных силовых нагрузок на гемодинамику у юных спортсменов. Канд.дисс. Тарту, 1966.
9. Кацман В.Я. К олимпийскому золоту. - "Легкая атлетика", 1974, № 8.
10. Коробков А.В., Черняев Г.И., Третьяков Н.О. Методика оценки физической подготовленности спортсменов. Под общей ред. А.В. Коробкова. М., 1963.
11. Коробков Г.В. Мысли о десятиборье. "Легкая атлетика", 1974, № 8.
12. Куду Ф.О., Семиколенных Н.Л. Соревновательные нагрузки десятиборца. - "Легкая атлетика", 1971, № 4.
13. Мамаджанян В.М. Экспериментальное исследование путей рационализации специальной силовой подготовки десятиборцев. Канд. дисс. М., 1978.
14. Пярнат Я.П., Виру А.А., Писукке А.П. Взаимоотношения между показателями работоспособности сердечно-сосудистой и дыхательных систем и состава крови у бегунов при мышечной работе с повышающейся мощностью. - Физиол. ж. СССР, т. 1970.
15. Пярнат Я.П. Деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем и сдвиги кислотно-щелочного баланса в условиях возрастающих нагрузок. Канд.дисс.Тарту, 1970.
16. Рудских А.В., Алтекман Б.В. Этапы тренировки многоборца. - "Легкая атлетика". 1974, № 8.
17. Сави Т.К. Физиологическая характеристика спортивной работоспособности десятиборцев высокой квалификации.
18. Сави Т.К. Модельные характеристики десятиборца. - Тезисы XX республиканской научн. мет. конф. по физкультуре. Таллин, 1979.

19. Унгер Х.А. Зависимость результатов бега на короткие дистанции от показателей физической способности и физического развития. Канд. дисс. Тарту, 1966.
20. Филин В.П., Погиба В.Г., Максименко Г.Н. Об оценке спортивно-технического мастерства спортсменов (на примере легкоатлетического десятиборья). - "Теория и практика физ. культуры", 1979, № 1.
21. Хейнло Л.В. Главное - сумма очков. - "Легкая атлетика", 1974, № 8.
22. Яковлев Н.Н. Биохимическая основа утомления и его значение в спортивной практике. - "Теория и практика физ. культуры", 1978, № 7.

FACTOR ANALYSES OF DECATHLETS' WORK CAPACITY

T. Savi, A. Viru

S u m m a r y

Our earlier results of basical morphofunctional and physiological characteristics of decathlets work capacity were elaborated by factor analyses, which enable us to state, that the decathlets work capacity during preparative period is determined by 5 generalised factors, among which the factors of physical characteristics, morphofunctional units of cardio-respiratory system and indices of aerobic-anaerobic work capacity.

О МЕТОДИКЕ ПЕРВОГО ЭТАПА ОТБОРА ПЛОВЦОВ

Х. Л а й д р е

Кафедра тяжелой атлетики и водных видов спорта

Целью спортивного отбора является выявление из числа юных пловцов той части молодежи, которая по морфологическим, функциональным и психологическим особенностям в наибольшей степени соответствует требованиям, предъявленным к такому виду спорта, как плавание.

Но отбор в плавании способных к высоким достижениям детей тесно связан с многолетней тренировкой. Поэтому содержание каждого этапа многолетней тренировки имеет прямую связь с диагностикой пригодности. В связи с этим отбор продолжается в течение нескольких лет, на нескольких этапах, каждый из которых имеет свои задачи, сроки и критерии /2/.

Современная спортивная практика достоверно показала, что ориентировка только на спортивные результаты не позволяет правильно оценить будущие успехи детей. Исследования Н.Ж. Булгакова и В.С. Шичанина /6/ показали, что 2/3 из контингента пловцов ДЮСШ не имели перспективы в плавании.

Чтобы не ошибиться, тренер должен внимательно следить за возрастной динамикой физического развития юного спортсмена по антропометрическим, педагогическим, психологическим и врачебно-физиологическим показателям.

Как явствует из литературных источников /4, 5, 15, 20/, при первом этапе отбора мало используются врачебно-физиологические показатели, особенно показатели устойчивости к гипоксии. На основе литературных данных предлагаются разные варианты использования устойчивости к гипоксии как критерия для отбора и прогноза у юных пловцов. Так, найдено, что максимальное время задержки дыхания (проба Штанге) не позволяет прогнозировать ожидаемое развитие характеристик даже на год вперед /2/. Можно сделать достоверный прогноз развития средней точности только на 1-2 года вперед /9/, что может служить критерием при отборе спортсменов /14/.

Наши предварительные исследования /13:27, 29/ согласуются с данными авторов Ю.К. Лукашука, Ю.П. Григорьева и

О.А. Трофимова /14/, согласно которым устойчивость к гипоксии - способность организма, поддающаяся тренировке, в то же время она в некоторой степени представляет собой и генетически предопределенный фактор. Это подтверждают и данные С.А. Хоружева /19/, по которому время задержки дыхания в значительной степени генотипически детерминировано. Коэффициенты наследственности для задержки дыхания колеблются от 0,68 до 0,43.

Конечной целью исследования данной проблемы является с помощью лонгитудинальных динамических исследований выяснить в ювенильном возрасте, т.е. на первом этапе отбора стабильность критериев гипоксически направленного отбора, а также тенденции развития темпов прироста в процессе плавательной тренировки в их связи со спортивными результатами в дефинитивном возрасте.

Задачи настоящей работы сводились к следующему: на основе повторных исследований найти более достоверные исходные данные о кардио-респираторных характеристиках и выработать для них первоначальные критерии у юных пловцов на первом этапе отбора.

Методика

Исследования проводили с 9-10-летними пловцами (со средним плавательным стажем 2,5 месяца (обоих полов III классов учебных групп при спортивных обществах г. Таллина в 1978 и 1979 г. Число обследуемых составило в 1978 г. 162 ученика (72 девочки и 110 мальчиков) и в 1979 г. 167 учеников (70 девочек и 97 мальчиков).

Для характеристики физического развития обследуемого контингента фиксировали возраст, измеряли рост и вес, определяли индекс телосложения по I. Каур'а (I_K), где

$$I_K = \text{вес тела (г)} \times 100 : \text{рост тела (см}^2\text{)},$$

жизненный индекс ($I_{\text{ж}}$), где

$$I_{\text{ж}} = \text{ЖЭЛ (мл)} : \text{вес тела (кг)},$$

жизненную емкость легких (ЖЭЛ), величины которых приводились и к альвеолярным условиям ($VTPS$: температура тела, баромет-

рическое давление окружающей среды; полное насыщение водяными парами) ($\text{ЖЭЛ}_{\text{ВТР}}$), пневмотахометрические показатели при вдохе ($\text{ПТМ}_{\text{ВЛ}}$) и выдохе ($\text{ПТМ}_{\text{ВЫ}}$), а также должная величина ЖЭЛ при ВТР ($\text{ДЖЭЛ}_{\text{ВТР}}$). Подробное описание проведения исследования $\text{ДЖЭЛ}_{\text{ВТР}}$ излагалось ранее /13, 28/. Комплексное исследование гипоксических показателей было организовано следующим образом: в положении сидя на обследуемого надевали датчик фотооксигеометра 057 (который соединялся с измерителем И37 и самопишущим И 37) и носовой зажим. После словесной инструкции испытуемый совершал максимальный вдох, выдох и вдох оптимальной глубины (чтобы уменьшить энергию дыхательных мышц во время задержки дыхания на поддержание статического положения грудной клетки /7, II/.

Пробы с повторным инспираторным апноэ (ПИА) проводились трехкратно с интервалом в 45 сек. /7, 23/. Из показателей, характеризующих изменения оксигенации при проведении ПИА, на оксигеограмме регистрировали продолжительность (сек.) устойчивой (HbO_2 уф) и гипоксемической (HbO_2 гф) фазы и величину процентуального насыщения кислородом артериальной крови (HbO_2 окс) /10, 18/.

Продолжительность HbO_2 уф фиксировали с начала задержки дыхания до снижения оксигенации крови на 1% от исходного уровня (96%). Продолжительность HbO_2 гф рассчитывали от начала падения содержания оксигемоглобина до конца произвольного прекращения задержки дыхания. Степень падения HbO_2 окс. определяли по оксигеограмме в процентах.

Также был рассчитан индекс Скибинского ($I_{\text{СК}}$) в модификации Э.Ф. Васара /7/ по формуле:

$$I_{\text{СК}} = \frac{\text{ЖЭЛ}_{\text{ВТР}} \times \text{ПИА, сек}}{100 \times \text{частота пульса, мин}}$$

и индекс повторного инспираторного апноэ ($I_{\text{ПИА}}$), где $I_{\text{ПИА}} = \text{ЖЭЛ, мл} : \text{апноэ, сек.}$, представленные в нашей ранней работе /13/. Полученные данные обработаны в Вычислительном центре ТГУ на ЭВМ "Минск-32". Вычислялись: среднее арифметическое (\bar{X}), стандартное отклонение ($\pm S$), 95%-ные доверительные границы (m_{95}) и коэффициенты корреляции (r).

На основе статистического анализа были разработаны кри-

терии оценки кардио-респираторных показателей отдельно для девочек и мальчиков.

Разработали оценочные таблицы в пятибалльной системе со следующими оценками: 1 балл (слабый), 2 балла (ниже среднего), 3 балла (средний), 4 балла (хорошо), 5 баллов (очень хорошо).

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлены статистические данные для характеристик физического развития на основе показателей антропометрических данных и внешнего дыхания у лиц обоего пола.

При детальном анализе выявляется, что у девочек в разных годах (1978 и 1979) полученные показатели в большинстве не имеют достоверных различий ($p > 0,05$). Различия ($p < 0,05$) имеются только по $I_{\text{ж}}$ и $\text{ПТМ}_{\text{вд}}$. У мальчиков, как и у девочек, имеются различия между величинами по годам (1978 и 1979). Все показатели, кроме $I_{\text{ж}}$ и $\text{ПТМ}_{\text{вд}}$, не имеют достоверного различия ($p > 0,05$).

Между девочками и мальчиками при равном возрасте (9,5 лет) достоверные различия отсутствуют (по данным 1979 г.) по росту, весу и $\text{ПТМ}_{\text{вд}}$, но 95%-ные различия имеются по $I_{\text{к}}$, $I_{\text{ж}}$, ЖЕЛ , $\text{ЖЕЛ}_{\text{ВТРС}}$, $\text{ДЖЕЛ}_{\text{ВТРС}}$ и $\text{ПТМ}_{\text{вд}}$. Сравнивая данные пловцов обоего пола с данными оценочной таблицы физического развития школьников ЭССР, разработанной Ю. Ауль /21/, нашли, что на основе роста и веса тела наш контингент относится к большому оценочному классу.

По данным Н.Ж. Булгакова /3/ и П.С. Тимакова /16, 17/, наши обследуемые на основе средних показателей относятся к числу подходящего плавательного контингента.

В таблице 2 приведены статистические данные пробы ПИА у девочек и мальчиков. При анализе выясняется, что показатели у девочек, полученные в разных годах, не имеют, кроме $I_{\text{ПИА-II}}$, достоверных различий ($p > 0,05$). Особенно близки показатели $I_{\text{ск}}$, где средние величины и приведенные 95%-ные достоверные границы почти совпадают. У мальчиков, как и у девочек, почти все показатели, кроме ПИА-III и $I_{\text{ПИА-III}}$, не имеют достоверных различий ($p > 0,05$).

Из сравнительного анализа выясняется, что показатели при

Таблица I
Статистические показатели антропометрических данных и внешнего дыхания
у 9-10-летних девочек (Д) и мальчиков (М)

№	Показатели	Пол	1978 г.		1979 г.			
			\bar{x}	$\pm s$	\bar{x}	$\pm s$		
1.	Рост, см	Д	140,5	4,5	139,3-141,5	141,4	6,9	139,7-143,0
		М	142,3	5,1	141,2-143,2	141,4	5,9	140,3-142,6
2.	Вес, кг	Д	32,8	3,5	32,0-33,6	33,3	3,9	32,3-34,2
		М	34,4	4,0	33,6-35,2	33,9	4,2	33,0-34,8
3.	I_K	Д	1,66	0,15	1,63-1,70	1,65	0,15	1,61-1,68
		М	1,69	0,15	1,66-1,72	1,60	0,14	1,66-1,72
4.	$I_{\text{ж}}$	Д	63,1	8,5	61,0-65,1	61	12,0	58,0-64,0
		М	66,1	9,5	64,2-67,8	68	9,0	66,0-70,0
5.	ЖЕЛ , л	Д	2,1	0,3	2,0-2,2	2,0	0,3	1,9-2,1
		М	2,3	0,3	2,2-2,3	2,3	0,3	2,2-2,3
6.	ЖЕЛ ВПС, л	Д	2,3	0,3	2,2-2,3	2,2	0,4	2,1-2,3
		М	2,5	0,4	2,4-2,6	2,5	0,3	2,4-2,6
7.	ДЖЕЛ ВПС, л	Д	2,2	0,1	2,1-2,2	2,2	0,2	2,2-2,3
		М	2,5	0,2	2,5-2,6	2,5	0,2	2,5-2,6
8.	$\text{ПТМ}_{\text{ВН}}$, л/сек	Д	2,8	0,4	2,7-2,9	2,6	0,4	2,5-2,7
		М	2,8	0,4	2,7-2,9	2,8	0,5	2,7-2,9
9.	$\text{ПТМ}_{\text{ВД}}$, л/сек	Д	2,3	0,4	2,3-2,5	2,2	0,5	2,4-2,6
		М	2,6	0,4	2,6-2,7	2,5	0,5	2,4-2,6

Таблица 2
Статистические данные пробн ПИА у 9-10-летних девочек (Д) и мальчиков (М)

№	Показатель	Пол	1978 г.			1979 г.		
			\bar{x}	$\pm s$	шт95	\bar{x}	$\pm s$	шт 95
1.	ПИА-I, сек	Д	54	17	50 - 59	49	17	45 - 53
		М	60	18	57 - 64	55	18	51 - 58
2.	ПИА-II, сек	Д	65	22	61 - 71	58	16	55 - 62
		М	71	20	67 - 75	65	19	61 - 69
3.	ПИА-III, сек	Д	72	20	67 - 76	64	22	59 - 69
		М	76	20	72 - 79	68	20	64 - 72
4.	ИПИА - I	Д	44	13	41 - 47	49	22	44 - 54
		М	45	15	42 - 47	49	14	46 - 52
5.	ИПИА - II	Д	38	12	31 - 36	41	12	38 - 44
		М	38	12	35 - 40	41	12	39 - 43
6.	ИПИА - III	Д	34	10	35 - 41	38	14	35 - 42
		М	35	10	33 - 37	39	11	37 - 41
7.	ИСК - I	Д	16	10	14 - 18	17	14	14 - 20
		М	18	7	16 - 19	20	10	18 - 22
8.	ИСК - II	Д	17	7	16 - 19	17	7	16 - 19
		М	21	9	20 - 23	24	11	21 - 26
9.	ИСК - III	Д	19	7	18 - 21	20	11	17 - 23
		М	23	9	21 - 25	25	12	22 - 27

пробе ПИА между девочками и мальчиками не имеют достоверных различий ($p > 0,05$). Особенно совпадают данные $I_{\text{ПИА}}$, где разница практически отсутствует. Следовательно, обследуемые обоюбого пола прекращают ПИА при равном условии, т.е. когда на одну секунду продолжительности апноэ приходится равные части объема ЖЕЛ в миллилитрах. Учитывая, что показатели $I_{\text{ПИА}}$ имеют достоверные коррелятивные связи с данными физического развития, гипоксических характеристик и анаэробной и аэробной выносливости по плаванию /13, 27, 29/, их можно применять как критерии при отборе пловцов.

Полученные нами продолжительности ПИА у обследуемых приближаются к таковым, приведенным Е.В.Евсеевой /12/, Н.И. Волковым и др. /8/, при этом они несколько превышают их данные. Считаем, что одной из причин этого является используемые нами трехкратное инспираторное апноэ, которое по сравнению с однократным (проба Штанге), вызывает более обширную реакцию организма на гипоксическое состояние в результате произвольной задержки дыхания.

В результате этого каждая последующая задержка дыхания существенно ($p < 0,05$) выше. Мы нашли, что ПИА по сравнению с пробой Штанге более объективно характеризует выносливость испытуемых к гипоксии и к гиперкапнии. По данным С.Б.Тихвинского /12/, развитие выносливости к перенесению гипоксических и гиперкапнических состояний в условиях произвольной задержки дыхания можно объяснить изменениями чувствительности нейронов дыхательного центра в условиях периодически меняющейся газовой среды.

В таблице 3 приведены статистические данные оксигеметрических показателей обоюбого пола. Из анализа выявляется, что у девочек в разные годы (1978 и 1979) полученные данные в большинстве не имеют достоверных различий ($p > 0,05$), за исключением HbO_2 уф I-III ($p < 0,05$).

Аналогично девочкам, имеют и мальчики достоверные различия только по HbO_2 уф I-III. Остальные показатели не имеют различий ($p > 0,05$).

Полученные результаты согласуются с данными Т.С. Тимакова /17/ и Е.В. Евсеева /12/.

Анализируя сравнительно оксигеметрические показатели между девочками и мальчиками, можно увидеть, что достоверных различий нет ($p > 0,05$). Но по средним величинам мальчики

Таблица 3

Статистические данные оксигеметрических показателей у 9-10-летних девочек (Д) и мальчиков (М)

№	Показатель	Пол	1978 г.		1979 г.			
			\bar{x}	$\pm s$	\bar{x}	$\pm s$		
1. НьО ₂	- I, сек	М	30	10	28 - 32	26	10	24 - 28
		Д	29	9	27 - 31	25	10	22 - 27
2. НьО ₂	- II, сек	М	33	13	31 - 36	31	10	29 - 33
		Д	35	10	32 - 37	28	10	25 - 30
3. НьО ₂	- III, сек	М	40	13	37 - 42	34	12	32 - 37
		Д	39	10	37 - 41	32	11	29 - 34
4. НьО ₂	- I, сек	М	30	17	27 - 34	29	17	26 - 33
		Д	26	14	23 - 30	26	14	23 - 29
5. НьО ₂	- II, сек	М	37	16	34 - 40	34	18	30 - 38
		Д	30	18	26 - 34	30	16	27 - 34
6. НьО ₂	- III, сек	М	36	16	33 - 40	34	17	31 - 38
		Д	33	19	29 - 38	34	20	29 - 38
7. НьО ₂	- I, %	М	89	4	88 - 90	89	5	88 - 90
		Д	90	3	89 - 91	91	4	90 - 91
8. НьО ₂	- II, %	М	87	5	85 - 87	88	5	87 - 89
		Д	89	4	88 - 90	90	3	89 - 91
9. НьО ₂	- III, %	М	87	5	86 - 88	88	5	87 - 89
		Д	88	5	87 - 95	89	5	88 - 90

Таблица 4

Матрицы коэффициентов корреляции у 9-10-летних девочек и мальчиков

№№ значе- ния	Наименование значения	Д е в о ч к и												
		# з н а ч е н и я												
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Рост		589	040	230	641	491	522	208	122	466	259	097	102
2	Вес	577		784	-232	487	293	395	147	079	082	247	-017	-033
3	$I_{\text{к}}$	-040	761		-488	117	-003	128	119	-066	082	158	-008	-142
4	$I_{\text{ж}}$	069	-291	-438		701	337	278	072	315	340	-059	126	070
5	ЛЕЛ ВРПС	543	487	161	646		577	571	158	343	428	143	080	055
6	ПТМ _{ВН}	226	275	137	314	484		689	085	185	270	159	-016	0,24
7	ПТМ _{ВД}	219	302	223	272	489	624		168	122	336	092	111	-042
8	ПИА - III	115	052	-013	246	244	115	182		-811	850	370	825	-683
9	И ПИА - III	264	228	061	031	263	088	053	-764		-502	-343	-643	559
10	$I_{\text{СК}}$ - III	342	279	079	408	585	264	332	810	-451		386	658	-470
11	НвО ₂ - III	172	127	025	256	312	126	223	560	-390	608		-180	148
12	НвО ₂ - III	020	-029	-018	122	076	067	056	731	-604	511	-112		-798
13	НвО ₂ - III	-011	033	-086	011	020	-052	-119	-567	484	-326	026	-686	

М а л ь ч и к и

Примечание: Даны коэффициенты корреляции x 1000. Оценка коэффициентов корреляции
 существовавших: у девочек ($n = 72$) $r = 0,220$ при $p = 0,05$; у мальчиков
 ($n = 110$) $r = 0,196$ при $p = 0,05$.

Таблица 5

Таблица оценки кардио-респираторных показателей при первом отборе пловцов в возрасте 9-10 лет для девочек (Д) и мальчиков (М)

№	Показатель/оценка в баллах	Пол	"1"	"2"	"3"	"4"	"5"
1. МЛ	ВПС, л	Д	1,7	1,7 - 2,0	2,1 - 2,4	2,5 - 2,8	2,8
		М	1,8	1,8 - 2,2	2,3 - 2,7	2,8 - 3,2	3,2
2. ППМ _{ВН}	л/сек	Д	2,0	2,0 - 2,4	2,5 - 2,9	3,0 - 3,4	3,4
		М	2,1	2,1 - 2,5	2,6 - 3,0	3,1 - 3,5	3,5
3. ППМ _{ВД}	л/сек	Д	1,6	1,6 - 2,0	2,1 - 2,5	2,6 - 3,0	3,0
		М	1,9	1,9 - 2,3	2,4 - 2,8	2,9 - 3,3	3,3
4. ПМА - III, сек		Д	35	35 - 56	57 - 78	79 - 100	100
		М	41	41 - 61	62 - 82	83 - 103	103
5. ИПМА - III		Д	55	55 - 43	42 - 30	29 - 17	17
		М	53	53 - 43	42 - 32	31 - 21	21
6. Иск - III		Д	6	6 - 14	15 - 24	25 - 34	34
		М	8	8 - 18	19 - 29	30 - 40	40
7. НВ _{О2} уФ - III, сек		Д	19	19 - 29	30 - 40	41 - 51	51
		М	18	18 - 30	31 - 43	44 - 56	56
8. НВ _{О2} гФ - III, сек		Д	4	4 - 23	24 - 43	44 - 63	63
		М	8	8 - 25	26 - 43	44 - 61	61
9. НВ _{О2} окс - III, сек		Д	95	95 - 91	90 - 86	85 - 81	81
		М	94	94 - 90	89 - 85	84 - 80	80

имеют более продолжительные HbO_2 гв в сек и более низкие показатели HbO_2 окс в процентах.

Таким образом, мальчики по сравнению с девочками имеют в возрасте 9-10 лет способность переносить более низкое насыщение артериальной крови кислородом.

В таблице 4 приведены матрицы коэффициентов корреляции для выяснения связей между изучаемыми значениями антропометрических и кардио-респираторных характеристик. Анализ показывает, что у девочек и мальчиков имеются 95%-ные достоверные корреляционные связи, с одной стороны, между ростом и весом и показателями внешнего дыхания, с другой. Из гипоксических показателей $I_{\text{ПИА}}$ и $I_{\text{СК}}$ имеются достоверные связи ($p < 0,05$) с ростом и весом, а также показателем внешнего дыхания и другими гипоксическими критериями (ПИА , HbO_2 уф и гф, HbO_2 окс). Эти данные согласуются с результатами нашей ранней работы /25, 29/ и результатами других авторов /1, 12, 17/.

В таблице 5 приведены рекомендуемые оценки кардио-респираторных показателей при первом этапе отбора пловцов в возрасте 9-10 лет. Учитывая, что представленные критерии оценки выработаны на основе исследований 142 девочек и 207 мальчиков и оценки "4" и "5" отвечают требованиям, которые характеризуют более одаренный для плавания контингент /12, 17, 19/, рекомендуем использовать их при первом этапе отбора пловцов.

Приведенные критерии наряду с другими характеристиками отбора используются в практике комплектования спортивных спецклассов с плавательным уклоном в г. Таллине.

Выводы

Изучение исходных данных кардио-респираторной системы у 9-10-летних девочек и мальчиков для выработки критериев первого этапа отбора пловцов позволило сделать следующие выводы:

1. В разных годах полученные показатели антропометрических данных и внешнего дыхания как у девочек, так и у мальчиков не имеют достоверного различия ($p > 0,05$). Между девочками и мальчиками при равном возрасте (9,5 лет) достовер-

ные различия отсутствуют по росту и весу тела, но достоверные 95%-ные различия имеются по I_K , $I_{Ж}$, ЖЕЛ_{ВТРС}, ДЖЕЛ_{ВТРС} и ПТП_{ВН}.

2. При пробе ПИА в разные годы полученные показатели у лиц обоего пола не имеют достоверных различий ($p > 0,05$). При пробах ПИА увеличение продолжительности ПИА, HbO_2 уф и гф и значения $I_{СК}$, а также уменьшение $I_{ПИА}$ происходят в условиях одновременного спада насыщения артериальной крови кислородом. Мальчики по сравнению с девочками переносят более низкие величины оксигенации крови.

3. Функциональные показатели кардио-респираторной системы, полученные в разных годах исследования у лиц обоего пола, не имеют достоверных различий и их можно принимать за исходные данные для выработки критериев отбора юных пловцов в возрасте 9-10 лет.

4. Приведенные рекомендуемые критерии оценки кардио-респираторных показателей в диапазоне оценки "4" и "5" отвечают требованиям, которые характеризуют более одаренный для плавания контингент обоего пола в возрасте 9-10 лет, и их целесообразно использовать при первом этапе отбора пловцов.

Литература

1. Анин Ю.Л., Катков В.Г., Прянишникова М.Э., Штеренгерц А.Е. Оксигемометрия как один из методов контроля за физическим воспитанием детей. - В сб.: Материалы шестой научно-теоретической конференции по вопросам физического воспитания и спорта среди детей и молодежи. Ташкент, 1977, 3-4.
2. Булгакова Н.Ж. Проблема отбора в процессе многолетней тренировки (на материале плавания). Автореф. докт. дисс. М., 1977.
3. Булгакова Н.Ж. Отбор и подготовка юных пловцов. М., 1978.
4. Булгакова Н.Ж., Ванькова Ж.С., Ваньков Ал. А., Кремлева М.Н., Милованова И.Е. Отбор способных новичков с ориентацией на антропометрические и возрастно-функциональные характеристики пловцов высокого класса. - В сб.: Проблемы отбора юных спортсменов. М., 1976, 56-64.

5. Булгакова Н.Ж., Логунова О.И., Ваньков А.А. Основы спортивного плавания. М., 1971.
6. Булгакова Н.Ж., Шичанин В.С. В рентабельности работы ДЮСШ плавания. - "Теория и практика физ. культуры", 1976, № 7, 35-38.
7. Васар Э.Ф. Spiroграфические исследования для установления должных показателей внешнего дыхания и физиологическая характеристика пробы апноэ. Док.дисс. Тарту, 1973.
8. Волков Н.И., Кузнецов М.М., Лутовцов В.П. Возрастные и индивидуальные различия функциональной устойчивости к недостатку кислорода. - В кн.: Подросток и физическая культура. Возрастные и индивидуальные особенности. Под ред. В.М. Волкова. Смоленск, 1971, 22-41.
9. Воронцов А.Р. Определение спортивной одаренности в плавании на основе динамических наблюдений. Автореф. канд. дисс. М., 1977.
10. Лайдре Х.К. О применении повторной задержки дыхания при развитии выносливости по плаванию. Канд.дисс., Тарту, 1975.
11. Гандельсман А.Б. Оксигеметрия при задержке дыхания у спортсменов, тренирующихся в беге на длинные и сверхдлинные дистанции и спортивной ходьбе. - В сб.: Проблемы физиологии спорта. Сборник трудов институтов физической культуры, вып. I. М., 1958, 56-59.
12. Евгеньева Л.Я. Дыхание спортсмена. Киев, 1974.
13. Эвсеева Э.А. Значение функциональных проб с произвольной задержкой дыхания и максимальной вентиляцией легких для косвенного определения физической работоспособности детей и подростков. - В сб.: Проблемы врачебного контроля и лечебной физкультуры в детском возрасте. Под ред. С.Б. Тихвинского, М.И. Фонарева. Л., 1976, 50-64.
14. Лукашук Ю.К., Григорьев Ю.П., Трофимов О.Н. Устойчивость к гипоксии как критерий для отбора перспективных спортсменов. - В сб.: Тезисы докладов XV Всесоюзной конференции по физиологии и биохимии спорта (г. Баку, октябрь 1978 г.) М., 1978, 104-105.
15. Медицинский справочник тренера (составитель В.А. Геселевич). М., 1976.

16. Тимакова Т.С. Влияние занятий плаванием на организм юных спортсменов. - В сб.: Плавание, спорт юных. М., 1976, 47-73.
17. Тимакова Т.С. Морфо-функциональные критерии отбора способных к плаванию детей 9-10 лет. - В сб.: Проблемы отбора юных спортсменов. М., 1976, 71-77.
18. Тихвинский С., Пенкович А. Оксигеметрия при задержке дыхания как метод определения тренированности. - В сб.: Труды XII юбилейного международного конгресса спортивной медицины. М., 1959, 150-151.
19. Хоружева С.А. Соотношение генотипических и паратипических факторов в детерминации функциональных особенностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем детей и подростков. - В сб.: Проблемы врачебного контроля и лечебной физкультуры в детском возрасте. Л., 1976, 65-73.
20. Шустин Б.Н., Брянкин С.Б. Использование моделей сильнейших спортсменов для отбора и спортивной ориентации. - В сб.: Проблемы отбора юных спортсменов. М., 1976, II-13.
21. Aul, J. Eesti kooliõpilaste füüsilise arengu hindetabelid. Tln., 1974.
22. Huttmann, A., Mosoiu, G. Erfahrung mit dem Skibinski-Index in der kardiologischen und sportärztlichen Praxis. - Med. und Sport, 1965, 5, 4, 128-131.
23. Israel, S. Neue Gesichtspunkte zum Atemhalteversuch in Klinik und sportärztlicher Praxis. - Zschr.inn.med., 1957, 12, 22, 1048-1052.
24. Karpovich, P.V. Breath holding as test of physical endurance. ' Am. J. Physiol., 1947, 149, 720-723.
25. Laidre, H., Viik, E., Pars, M., Suursaar, R., Mäetagas, E. Füsioloogiliste näitajate hindamisest 9 - 10-a. noorujujate esmasel valikul. - XX Vabariikliku teaduslik-metoodilise kehakultuurialase konverentsi "Teaduselt spordile" teesid. Tallinn, 1979, 109-112.
26. Mithoefer, J.C. Breath holding. Handbook of Physiology. - Am. Physiol. Soc. Washington, D. C., 1965, 38, 1011-1025.

27. Vasar, E., Laidre, H. Korduvast hingamispeetusest. - "Kehakultuur", 1971, 7, 211-213.
28. Vasar, E., Laidre, H. Vitaalkapatsiteedi normväärtuste leidmine lastel ja noorukitel. - "Nõukogude Eesti Tervishoid", 1974, 5, 387-392.
29. Vasar, E., Laidre, H. Usage of Apnea Technique in Endurance Training (Official publication of the American Swimming Coaches Association). Swimming Technique, 1975, 1, 8-9.

ON THE METHODICS OF THE SWIMMERS' FIRST SELECTION

H. Laidre

S u m m a r y

The aim of the research was to find out the level of the functional indices in the swimmers' cardiac-respiratory system and to work out the evaluation criteria for the first stage of selection.

The research was carried out in 1978 and 1979 on 9 and 10-years-old young swimmers of both sexes (142 girls and 207 boys) who had practised swimming for about 2,5 months. The scale of 5 points was used. 4 and 5 points of the functional indices meet the requirements that are necessary for the young swimmers' first selection. The results of the research can be applied for swimmers' first selection.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПРЯМЫХ И КОСВЕННЫХ МЕТОДОВ

Я.П. П я р н а т
Кафедра физиологии спорта

Общеизвестно, что одним из основных показателей физической работоспособности человека является максимальное потребление O_2 /44; 10; 12; 1 и др./ . Изучение аэробных возможностей позволяет определить состояние тренированности и выносливости спортсменов разных видов спорта, прогнозировать спортивные результаты, совершить отбор юных спортсменов, а также определить физическое состояние и здоровье населения разных возрастных групп. Однако при определении аэробных возможностей организма применяются разные методы, точность и воспроизводимость которых часто явно не изучены.

В рамках данного обзора анализируются преимущества и недостатки нескольких методов определения МПК.

Основные принципы определения МПК

Методы определения аэробной работоспособности делятся на прямые и косвенные. С помощью прямых методов можно определить уровень аэробных возможностей как в лабораторных, так и в естественных условиях мышечной деятельности (бег, лыжи, плавание). При прямом определении МПК в лабораторных условиях чаще всего применяются ступенчато до максимума повышающиеся нагрузки, определяя при этом газоанализом наивысшее потребление O_2 (МПК).

При оценке аэробных возможностей необходимо следить, чтобы в работе участвовало по возможности большее число мышечных групп, а продолжительность работы была бы достаточной для полной мобилизации кровообращения, дыхания и других систем. По мнению S. Robinson /45/, для этого необходимо выполнить 4-5 минутную работу на тредбане с максимальным усилием. Из статей P.-O. Astrand и B. Saltin /14/ следует, что после предварительной разминки (10-мин. работа с 50% от МПК) время появления O_2 -потолка зависит от прилагаемой мощности. Авторы советуют выбирать длительность для субмаксимальных нагрузок в пределах 6 и более минут, а для максимальной работы - 2 минуты и более. Надо следить, чтобы для определения

МПК продолжительность работы составляла не менее 5-6 мин.

Для получения истинных величин МПК используется несколько критериев:

1. Возникновение в потреблении O_2 плато (levelling off) - потребление O_2 не увеличивается несмотря на повышение мощности нагрузки /56; 43; 61/. В то же время следует подчеркнуть, что критерий возникновения O_2 -плато не всегда отмечается у всех обследуемых /12; 35/. Показано, что во многих случаях потребление O_2 повышается одновременно с увеличением нагрузки до окончания работы. На основе этого логично обозначать под МПК наивысшее потребление O_2 при максимальных нагрузках /35/.

2. Повышение содержания лактата в крови выше 80-100 мг% /12/.

3. Во время определения МПК дыхательный коэффициент выше 1,0 /12; 66; 53/.

4. При работе частота сердечных сокращений находится в пределах максимальной величины в зависимости от возраста обследуемых /12; 53/.

Определение МПК прямым путем

1. Лабораторные тесты. В лабораторных условиях для определения аэробной работоспособности можно совершать работу на велоэргометре, на тредбане или применять степ-тесты. При сравнении величин МПК, определяемых при работе на велоэргометре и на тредбане, получены довольно противоречивые данные. Результаты В.Н. Christensen и Р. Högberg /22/ и Р.-О. Åstrand /12/ не показали существенной разницы в величинах МПК в зависимости от вида эргометра. В то же время данные последних исследований многих авторов показывают, что на тредбане фиксируются более высокие величины МПК, чем на велоэргометре /26; 52; 31/. При этом средняя разница составляет 3-8% /56; 51; 31/, в некоторых работах разница между полученными МПК достигает в среднем 9%-13% /40; 36/. В пользу применения тредбана говорит то, что мышечная работа в данном случае приближается к естественной спортивной деятельности, и в работу включаются большие группы мышц. Но велоэргометр более дешевый аппарат, дозировка нагрузки на нем более точная, а обучение обследуемых легче, чем на тредбане. Несмотря на разницу в величинах МПК при использовании этих

двух эргометров, следует согласиться с выводом L. Hermansen et al. /30/ и R.J. Shephard /53/, что при определении аэробных возможностей можно применять как тредбан, так и велоэргометр.

При совершении мышечной работы с помощью степ-теста, по данным F.W. Kasch et al. /34/, R.J. Shephard /51/, получаются одинаковые данные МПК по сравнению с тредбаном и велоэргометром, в то же время в некоторых исследованиях /62; 55/ получены более низкие величины МПК при степ-тесте. В пользу применения степ-теста говорит тот факт, что здесь не требуется специальной аппаратуры, а вид мышечной деятельности несложный. При наличии велоэргометра или тредбана все-таки целесообразно пользоваться ими, так как в этих случаях возможности варьирования и дозировки мышечной нагрузки более широкие, чем при степ-тесте.

В настоящее время наиболее широко применяемыми методами для определения МПК являются ступенчато повышающиеся нагрузки до предела /16; 32; 5; 75; 6; 49/. При этом применяют как "длинные", ступенчато повышающиеся через каждые 5-6 минут нагрузки /12; 62/, так и "короткие", повышающиеся через 1-3 минуты /16; 21; 1963 /. Наши данные /8/, а также результаты R. Bottin et al. /20/, G. Baptista et al. /18/, /36/ показывают, что с помощью коротких нагрузок можно получить такие же величины МПК, как и при 5-6-минутных нагрузках. При этом в некоторых случаях в условиях длинных нагрузок величины МПК тоже ниже, чем при коротких повышающихся нагрузках.

Применение пауз отдыха между отдельными повышающимися нагрузками не имеет преимуществ, так как при прерываемых и непрерывных тестах определения МПК получаются одинаковые величины /53; 41; 54/.

Некоторые авторы /14; 49; 48/ применяют для определения МПК комбинированные нагрузки, при которых после 2-3 "steady state test" нагрузок мощность работы увеличивается через каждую минуту до отказа ("vita maxima test").

В случае применения велоэргометра целесообразным является увеличение мощности работы путем повышения электрического или механического сопротивления при постоянном темпе педалирования - 60-80 об/мин /14; 59; 11/. Темп педалирования в пределах 80-90 об/мин предпочитают применять на последних

ступенях нагрузок /29/ и G. Schönholzer et al. /48/. Начиная с 1970 г. в лаборатории по основам мышечной деятельности ТГУ для определения физической работоспособности через каждые две минуты применяются ступенчато повышающиеся нагрузки по 50 вт при темпе педалирования 70-75 об/мин. При этом работа заканчивается заключительным одноминутным спуртом педалирования в предельном темпе. В зависимости от возраста и тренированности обследуемых целесообразно начинать с 50-150 вт, когда обследуемому станет трудно выдержать постоянный темп педалирования, а частота сердечных сокращений достигает 170 или более ударов в минуту, начинается одноминутный спурт педалирования. При спурте для тормозного сопротивления выбираются средние величины (вторая нагрузка).

В пользу применения вышеописанного метода говорят относительно короткое время проведения теста (7-11 мин.) и возможность одновременного определения показателей аэробной и анаэробной работоспособности. При изучении валидности и воспроизводимости полученных этим тестом результатов исследований было выявлено, что стандартное отклонение при определении МПК находится в пределах $\pm 1,8$ мл/мин·кг, а коэффициент вариаций между данными двух повторных измерений МПК был 3,3%. Найденная ошибка определения МПК данного метода близка к результатам H.L. Taylor et al. /56/, J.H. Mitchell et al. /43/, P.-O. Åstrand и B. Saltin /14/.

2. Тесты определения МПК в естественных условиях спортивной деятельности. С помощью тестов можно определить МПК и в естественных условиях спортивной деятельности. По данным E.H. Christensen и P. Högberg /22/, во время катания на лыжах в гору можно получить несколько высшие величины МПК, чем на велоэргометре. В то же время исследования P.-O. Åstrand и B. Saltin /14/ не показали существенной разницы в данных МПК у 6 обследуемых при совершении работы на велоэргометре и при катании на лыжах. Следует, что при езде на роликах можно получить более высокие показатели МПК, чем при работе на тредбане /58/. По данным L. Hermansen /31/, дополнительная работа с лыжными палками на тредбане позволяет показать более высокие величины МПК, чем без их применения.

Для бегунов при оценке аэробных возможностей можно применять повторные забеги в гору с максимальной скоростью. По

Нашим данным, для этого наиболее подходящими являются забеги в гору на отрезках 300-400 метров, при этом применение более коротких дистанций (150-200 м) недостаточно для мобилизации сердечно-сосудистой и дыхательной системы. Следует отметить, что данные МПК у бегунов при велоэргометрических исследованиях хорошо согласуются с соответствующими результатами при беге в гору.

Косвенные тесты определения МПК

При определении МПК косвенным путем чаще всего определяют частоту сердечных сокращений при одной или при нескольких субмаксимальных нагрузках, а предлагаемые данные аэробной работоспособности находят с помощью таблиц, номограмм или формул /13; 39; 38; 25; 2, 3, 4/. В некоторых исследованиях предлагаемые величины МПК найдены также с помощью данных вентиляции легких /24; 50/, или же использовались величины роста дыхательного коэффициента при субмаксимальных нагрузках /33/.

Более распространенными косвенными методами определения МПК являются следующие.

I. Метод по Р.-О.Åstrand и I. Ryhming /13/. Тест основан на том, что при совершении мышечной работы между данными сердечных сокращений и мощностью работы, следовательно, и потреблением O_2 , имеется линейная зависимость до максимальных величин O_2 и частоты пульса. При этом ожидаемые максимальные величины МПК находят с помощью частоты пульса и потребления O_2 (или мощности работы) при совершении одной субмаксимальной работы на велоэргометре или в виде степ-теста, экстраполируя величины O_2 на максимальную частоту пульса. Для получения "предсказанных" величин МПК можно пользоваться номограммой или таблицами /13; 15/.

Несмотря на то, что косвенный метод определения МПК по Р.-О.Åstrand и I. Ryhming /13/ нашел применение более двадцати лет назад, до настоящего времени продолжается дискуссия о точности косвенных методов.

Если по данным Р.-О.Åstrand и I. Ryhming /13/, Р. Teräslinna et al. /57/, G. Witak и K. Kibittel /60/, этот тест является достаточно точным для оценки аэробной работоспособности, то в исследованиях J.S. Maritz et al. /39/, B.L. Rowell et al. /46/, С.Т.М. Davies /23/ была явно обнаружена значимая ошибка при определении МПК этим методом.

Наши данные при динамических наблюдениях за 21 бегуном на средние и длинные дистанции убедительно показывают, что применение метода Остранд-Риминг для определения МПК у них может привести к грубым ошибкам. При этом разница между истинной и ожидаемой величиной МПК в среднем на 10-12% зависит от периода тренировок и от величин применяемых нагрузок на велоэргометре. На малую информативность величин МПК, найденных косвенным методом, указывает и отсутствие значимых корреляций между истинными и ожидаемыми величинами МПК при трех сериях исследования. Так как при использовании этого метода у тренированных лиц для оценки МПК выявлена более меньшая ошибка, чем у нетренированных /46/, то думается, что у последних ошибка метода больше 10-12%. Так как по литературным данным /46; 23; 26/, ошибка метода Остранд-Риминг может быть в пределах от 9 до 27%, то совершенно очевидно, что косвенный тест Остранд-Риминг для оценки аэробной работоспособности при динамических наблюдениях спортсменов является неприемлемым.

2. Метод по R. Margaria et al. /38/. Для оценки аэробной работоспособности при данном методе определяют частоту пульса во время двух субмаксимальных нагрузок в виде степ-теста (высота ступеней - 30 или 40 см, темп подъемов - 15 и 25 раз/мин, продолжительность нагрузки - 3-4 мин). Для получения ожидаемых данных МПК авторы используют номограмму.

По данным С.Н. Wyndham et al. /63/, J. Rutenfranz /47/, точность косвенных методов определения МПК увеличивается при использовании двух или трех субмаксимальных нагрузок. Эти мнения подтверждаются нашими исследованиями. При исследовании 14 бегунов было выявлено, что между данными МПК, найденными методом R. Margaria et al. /38/ и прямым методом, имеется значимая корреляция ($r = 0,811$). Следует, что у обследуемых с более высоким МПК косвенный метод дает более близкие результаты к истинным, чем у спортсменов с низкими данными аэробной работоспособности.

3. Тест по J.S. Maritz et al. /39/. Авторы теста находят ожидаемые величины МПК на основе определения частоты сердечных сокращений при четырех субмаксимальных нагрузках, экстраполируя данные потребления O_2 на максимальную частоту пульса (179 уд/мин).

4. Определение МПК на основе показателя W_{170} /2, 3/.

Основой для определения МПК с помощью показателя W_{170} являются корреляционные взаимоотношения между величиной W_{170} и МПК /42; 37; 2, 3/. По данным В.Л. Карпмана и соавт. /2, 3/, для получения ожидаемых показателей МПК следует применять следующие уравнения:

$$\begin{array}{l} \text{МПК} = 1,7 \times W_{170} + 1240 \text{ (нетренированные):} \\ \text{(мл/мин)} \qquad \qquad \qquad \text{(кгм/мин)} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{МПК} = 2,2 \times W_{170} + 1070 \text{ (спортсмены)} \\ \text{(мл/мин)} \qquad \qquad \qquad \text{(кгм/мин)}. \end{array}$$

Следует отметить, что в нашей стране этот косвенный метод является самым популярным, при этом точность "предсказанных" величин МПК этим методом высокая. Например, наши наблюдения за 13 спортсменами показывают, что предсказанные данные МПК отличаются в среднем от действительных только на 2,8%, при этом между данными МПК существует значимая корреляция ($r = 0,610$). Интересно отметить, что точность метода более высокая при велоэргометрических нагрузках по сравнению с применением степ-теста.

5. Метод по W. von Döbeln et al. /25/. Ожидаемые величины МПК вычисляются с помощью определения частоты пульса при одной субмаксимальной нагрузке по следующей формуле:

$$\begin{array}{l} \text{МПК} = 1,29 \frac{W}{f_h - 60} \cdot e^{-0,00884 \cdot T} \\ \text{(л/мин)} \end{array}$$

где W - совершаемая субмаксимальная нагрузка (кгм/мин)

f_h - частота сердечных сокращений при этой нагрузке (уд/мин)

e - основание натуральных логаритмов

T - возраст (годы)

6. Тест по В. Issekutz et al. /33/. Предсказанные величины МПК вычисляются с помощью расчета дыхательного коэффициента во время работы по следующей формуле:

$$\begin{array}{l} \text{МПК} = F \cdot W \frac{I}{1000} + 0,32, \\ \text{(л/мин)} \end{array}$$

где F - константа, величина которой зависит от повышения дыхательного коэффициента при работе,
 W - совершаемая субмаксимальная нагрузка (кгм/мин)
0,32 - константа (потребление O_2 в покое, (л/мин)).

7. Определение МПК по Е.Л. Фох /27/. Для оценки аэробной работоспособности этим методом определяют частоту сердечных сокращений при одной нагрузке на велоэргометре (150 вт), МПК можно найти по следующей формуле:

$$\text{МПК} = 6300 - 19,26 \times \dot{f} \text{ 150 вт}^{\circ}$$

(л/мин)

где \dot{f} 150 вт - частота сердечных сокращений при нагрузке 150 вт, уд/мин.

Литература

1. Волков Н.И. Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности. - Автореф. канд. дисс. М., 1969.
2. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г. проба для определения физической работоспособности. - "Теория и практика физ.культуры", 1969, № 10, с. 37-40.
3. Карпман В.Л., Гудков И.А., Койдинова Г.А. Непрямое определение максимального потребления кислорода у спортсменов высокой квалификации. - "Теория и практика физ.культуры", 1972, № 2, с. 37-41.
4. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков Ч.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М., 1974, с. 94.
5. Мотылянская Р.Е. Возрастные проблемы спортивной медицины. - "Теория и практика физ.культуры", 1975, № 5, с. 35-38.
6. Пярнат Я.П. Деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем и сдвиги кислотно-щелочного баланса в условиях возрастающих нагрузок. Автореф. канд. дисс. Тарту, 1970.
7. Пярнат Я.П. Определение аэробной работоспособности у спортсменов в лабораторных и естественных условиях. - В кн.: 13-я всесоюзная конференция по физиологической и биохимической характеристике циклических видов спорта. Таллин, 1974, с. 185-186.

8. Пярнат Я. Сравнение на преките и косвените методи за определение на аэробната работоспособност у спортисти (на българском языке). - "Въпроси на физическата култура", 1974, № 10, с. 610-613.
9. Пярнат Я.П. Физиология тренировки. Тарту, 1966.
10. Фарфелъ В.С. Анализ рекордов скорости и выносливости. - В кн.: Исследование по физиологии выносливости. Труды ЦНИИФК. М., 1949, 7, с. 13-37.
11. Andersen K.L., Shephard R.J., Denolin H., Varnauskas E., Maironi R. Fundamentals of exercise testing. Geneva. WHO, 1971.
12. Åstrand P.-O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Munksgaard. Copenhagen, 1952.
13. Åstrand P.-O., Tyhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. - "J. Appl. Physiol.", 1954, v. 7, p. 218-221.
14. Åstrand P.-O., Saltin B. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. - "J. Appl. Physiol.", 1961, N. 6, p. 977-981.
15. Åstrand P.-O. Polkupyöräergometri ja sen Räytö. Monark Crescent Ab, Varberg Ruotsi, 1967.
16. Balke B. Optimale körperliche Leistungsfähigkeit, ihre Messung und Veränderungen infolge Arbeitsmüdung. - "Arbeitsphysiol." 1954, Bd. 15, S. 311-323.
17. Baptista G., Alleyia J., Nagle F., Balke B., Howley E. Compatibility of progressive treadmill, bicycle and step tests based on oxygen uptake responses. - "Med. Sci. in Sports.", 1971, v. 3, p. 1q.
18. Binkhorst B.A., van Leeuwen, P. A rapid method for the determination of aerobic capacity. - "Int. Z. angew. physiol.", 1963, v. 19, p. 459-467.
19. Bottin R., Petit J.M., Deroanne R., Juchmes J., Pirnay F. Mesures comparées de la consommation maximum d'O₂ par paliers de 2 on de 3 minutes. - "Int. Z. angew. Physiol.", 1968, v. 26, p. 355-362.
21. Bruce R.A., Blackman J. R., Jones J. W., Strait J. Exercise testing in adult normal subjects and cardiac patients. - "Pediatrics". 1963, v. 32, p. 742-756.

22. Christensen E.H., Högberg P. Physiology of skiing. - "Arbeitsphysiol.", 1950, v. 14, p. 292-303.
23. Davies C.T.M. Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. - "J. Appl. Physiol.", 1968, v. 24, p. 700-706.
24. Durnin J.V.G.A., Edwards R.G. Pulmonary ventilation as an index of energy expenditure. - "Quart. J. Exp. Physiol.", 1955, v. 40, p. 370-377.
25. von Döbeln W., Astrand I., Bergström A. An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake. - "J. Appl. Physiol.", 1967, v. 22, p. 934-938.
26. Faulkner J.A., Roberts D.E., Elk R.L., Conway J. Cardiovascular responses to submaximum effort cycling and running. - "J. Appl. Physiol.", 1971, v. 30, p. 457-461.
27. Fox E.L. A simple accurate technique for predicting maximal aerobic power. - "J. Appl. Physiol.", 1973, v. 35, p. 914-916.
28. Glassford R.G., Baycraft G.H.Y., Sedgwick A.W., Macnab R. B.J. Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. - "J. Appl. Physiol.", 1965, v. 20, p. 509-513.
29. Hebbelinck M. Ergometric in physical training research. - In: 2. Internationales Seminar für Ergometrie. Berlin, 1967, p. 1-14.
30. Hermansen L., Saltin B. Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle ergometer. - "J. Appl. Physiol.", 1969, v. 26, p. 31-37.
31. Hermansen L. Oxygen transport during exercise in human subjects. - "Acta Physiol. Scand.", 1973, Supp. 399.
32. Hollmann W. Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des sportlers. München Johann Ambrosius Barth, 1963.
33. Issekutz B., Birkhead N.C., Rodahl K. Use of respiratory quotients in assessment of aerobic work capacity. - "J. Appl. Physiol.", 1962, v. 17, p. 47-50.
34. Kasch F.W., Phillips W.H., Ross W.D., Carter J.E.L., Boyer J.L. A comparison of maximal oxygen uptake by treadmill and ste-test procedure. - "J. Appl. Physiol.", 1966, v. 21, N 4, p. 1387-1388.

35. Katch V.S., Katch F.I. The relationships between aerobic power and measured work output on a progressive step increment leicycle ergometer test. - "Med. Sci. in Sports" 1973, v. 5, p. 23-28.
36. Katch F.I., McArdle, W.D., Pechar G.S. Relationships of maximal leg force and leg composition to treadmill and leicycle ergometer maximum oxygen uptake. - "Med. Sci in Sports", 1974, v. 6, p. 38-43.
37. Knuttgen H.G. Physical working capacity and physical performance. - "Med. Sci. in Sports", 1969, v. 1, p. 1-8.
38. Margaria R., Aghemo P., Rovelli E. Indirect determination of maximal oxygen consumption in man. - "J. Appl. Physiol.", 1965, v. 20, p. 1070-1073.
39. Maritz J.S., Morrison J.F., Peter J., Strydom N.B., Wyndham C.H. A practical method of estimating an individuals maximum oxygen intake. - "Ergonomics", 1961, v. 4, N 2, p. 97-122.
40. McArdle W.D., Magel J.R. Physical work capacity and maximum oxygen uptake in treadmill and bicycle exercise. - "Med. Sci in Sports", 1970, v. 2, p. 118-123.
41. McArdle W.D., Katch F.I., Pechar G.S. Comparison of continuous and discontinuous treadmill and bicycle tests for max \dot{V}_{O_2} . - "Med. Sci. in Sports", 1973, v. 5, p. 156-160.
42. Millahn H.P., Döschner I. Die maximale Sauerstoffschuld bei Männern und Frauen in Abhängigkeit vom Trainingszustand. - "Internat. Z. Angew. Physiol.", 1968, v. 25, N 1, p. 67-79.
43. Mitchell J., Sproule B.J., Chapman C.B. The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. - "J. Clin. Invest.", 1958, v. 37, p. 538-547.
44. Robinson S., Edwards H.T., Dill D.B. New records in human power. - "Science", 1937, v. 85, p. 409.
45. Robinson S. Experimental studies of physical fitness in relation to age. - "Arbeitsphysiol.", 1938, Bd. 10, S. 251-323.
46. Rowell L.B., Taylor H.L., Yang Wang. Limitations to pre-

- diction of maximal oxygen intake. - "J. Appl. Physiol.", 1964, v. 19, N. 5, p. 919-927.
47. Rutenfranz J. Exercise tests in children and adolescents. - In: Fundamentals of exercise testing. Wld. Hlth. Org., 1971, p. 105.
 48. Schönholzer G., Bieler G., Howald H. Ergometrische Methoden zur Messung der Aeroben und den Anaeroben Kapazität. - In: 3. Internationales Seminar für Ergometrie. Berlin, 1972, 1973, p. 84-97.
 49. Seliger V. Our experience from the methodic training of the laboratories for the research of physical fitness of the inhabitants within the framework of IBP. - In: Proceedings of the Second Symposium of Pediatric Group of Working Physiology. Ed. M. Máček. Praha, 1970, p. 93-96.
 50. Sharkey B.J., MacDonald J.F., Corbridge L.C. Pulse rate and pulmonary ventilation as predictors of human energy cost. - "Ergonomics", 1966, v. 9, N. 3, p. 223-227.
 51. Shephard R.J. The relative merits of the step test, bicycle ergometer and treadmill in the assessment of cardiorespiratory fitness. - "Int. Z. angew. Physiol.", 1966, v. 23, p. 219-230.
 52. Shephard R.J. Practical indices of metabolic activity. An experimental comparison of pulse rate and ventilation. - "Int. Z. angew. Physiol.", 1968, v. 25, p. 13-24.
 53. Shephard R.J. Standard tests of aerobic power. - In: Frontiers of Fitness. Ed. R.J. Shephard. C.C. Thomas. Publisher. Springfield. Illinois. U.S.A., 1971, p. 233-264.
 54. Skinner J.S., Jankowsk, L.W. Individual variability in the relationship between heart rate and oxygen intake. - "Med. Sci. in Sports", 1974, v. 6, N. 1, p. 68.
 55. Škranc O., Havel V., Bartak K. A comparison of work capacity measured by graded step-test and a bicycle ergometer. - "Ergonomics", 1970, v.14, N.6, p.675-683.

56. Taylor H.L., Buskirk E., Henschel I. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. - "J. Appl. Physiol.", 1955, v. 8, N.1, p. 73-80.
57. Teräslinna P., Ysmail A.H., McLeod D.F. Nomogramm by Astrand and Ryhming as a prediction of maximum oxygen intake. - "J. Appl. Physiol.", 1966, v. 21, N. 2, p. 513-515.
58. Vogel J., Vaage O., Hermansen L., Rodahl K. Oxygen uptake during three types of treadmill exercise. - "Med. Sci. in Sports", 1974, v. 6, N.1, p. 82.
59. Weiner J.S., Lourie J. A. IBP Handbook N. 9. Human Biology. A guide to Field Methods. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Edinburgh, 1969.
60. Witak G., Kibittel K. Über die Verwendbarkeit des Astrand - Nomogramms zur Bestimmung der maximalen Sauerstoffaufnahme an grösseren Gruppen untrainierter Männer im 3. Lebensjahrzehnt. - "Med. Sci. in Sports", 1969, v. 9, N. 12, p. 346-349.
61. Wyndham C.H., Strydom N.B., Maritz J.S., Morrison J.F., Peter J., Potgieter Z.U. Maximum oxygen intake and maximum heart rate during strenuous work. - "J. Appl. Physiol.", 1959, v. 14, N. 6, p. 927-936.
62. Wyndham C.H., Strydom N.B., Leary W. P., Williams C.G. Studies of the maximum capacity of men for physical effort. A comparison a methods of assessment the maximum oxygen intake. - "Int. Z. angew. Physiol.", 1966, v. 22, p. 285-295.
63. Wyndham C.H. Submaximal tests for estimating maximum oxygen intake. - "Canad. Ass. Med. J.", 1967, v. 96, p. 736-742.

ESTIMATION OF AEROBIC WORK CAPACITY WITH DIRECT
AND INDIRECT METHODS

J. Pärnat

S u m m a r y

In this review there was analysed the error of various direct and indirect methods to determine aerobic power. It followed that for evaluating $\dot{V}O_2$ max the direct methods are used as well in laboratory conditions as during essential training events. From indirect methods more reliable results give the tests of Margaria et al. (1965) and Karpman et al. (1969).

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ГАРВАДСКОГО СТЕП-ТЕСТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТРЕНИРОВАННОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Я. П я р н а т
Кафедра физиологии спорта

Гарвардский степ-тест как относительно простой метод нашел применение для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы как нетренированных лиц /4, 6, 3, 7/, так и спортсменов /5, 1/. Следует отметить, что во многих работах определен только индекс Гарвардского степ-теста (ИГСТ), который характеризует скорость восстановления частоты сердечных сокращений после совершения пятиминутного степ-теста. Так как в литературе имеется недостаточно сведений об информативности величины ИГСТ и об уровне физической работоспособности в зависимости от состояния тренированности, то в настоящей работе рассматривается характер взаимосвязей между величиной ИГСТ и показателями спортивной работоспособности.

Методика

Исследовались бегуны на средние и длинные дистанции (I разряд - МС), десятиборцы высокой квалификации (МС - МСМК), и юные (14-15 лет) гребцы (II-III разряд) и лыжники-гонщики (I разряд).

Обследуемые совершали Гарвардский степ-тест, причем высота ступенек равнялась 50,8 см, продолжительность работы составляла 5 мин, темп подъемов - 30 раз в минуту. При проведении степ-теста частота сердечных сокращений зарегистрировалась при помощи электрокардиографа. У группы бегунов определялись также показатели газообмена во время первой и пятой минуты степ-теста. У группы обследуемых были определены также показатели аэробной работоспособности, PWC_{170} , данные пневмотахометрии и жизненная емкость легких.

Для выявления динамики показателей дыхательной и сердечно-сосудистой системы в разные периоды тренировок проводились динамические наблюдения за 13 бегунами на средние и длинные дистанции. Для оценки состояния тренированности юные

гребцы пробегали кросс на 3000 м, а лыжники-гонщики соревновались в дистанции на 5 км по ходьбе на лыжах.

Результаты и их обсуждение

Средние данные соответствующих измерений представлены в таблицах I и 2.

Таблица I

Средние антропометрические данные и физиологические показатели спортсменов
($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Бегуны	Десятиборцы	Гребцы	Лыжники-гонщики
	23	20	16	21
Рост, см	176,6 \pm 1,4	186,1 \pm 0,8	176,5 \pm 1,1	170,2 \pm 0,8
Вес, кг	67,9 \pm 1,3	83,6 \pm 1,2	67,6 \pm 1,3	57,3 \pm 1,9
ЖЕЛ, л	5,45 \pm 0,15	-	4,20 \pm 0,13	3,83 \pm 0,14
ПТМ _{вд} , л/сек	7,5 \pm 0,4	9,7 \pm 0,5	-	5,1 \pm 0,2
ПТМ _{вн} , л/сек	0,1 \pm 0,2	6,5 \pm 0,3	-	4,9 \pm 0,2
ИГСТ	123,9 \pm 4,6	105,0 \pm 2,2	89,8 \pm 1,5	110,8 \pm 2,5

У бегунов средний показатель ИГСТ составлял 123,9 \pm 4,6 (от 81 до 170), который можно считать высоким /7/. Корреляционный анализ показывает, что величина ИГСТ у бегунов имеет существенные взаимосвязи с личным рекордом бегуна в очках ($r = 0,51$), аэробной работоспособностью ($r = 0,38$), показателем RWC_{170} ($r = 0,56$) и ЧСС при совершении степ-теста ($r = -0,43$ до $r = -0,47$). Эти корреляции указывают на большую информативность ИГСТ при оценке физической работоспособности спортсменов. Однако более детальный анализ динамики индивидуальных данных МПК и ИГСТ у 13 бегунов в разные периоды тренировок (табл. 2) выявил одинаковую динамику этих показателей только в 3 случаях, в 6 случаях наблюдались противоположные сдвиги, у 4 спортсменов сдвиги были совершенно различные.

Это показывает, что, несмотря на существование взаимосвязей между ИГСТ и показателями физической работоспособнос-

Таблица 2

Результаты повторного использования степ-теста
у 13 бегунов ($\bar{x} \pm m$)

Показатели	Декабрь	Март	Май
МПК, л/мин	4,485 \pm 0,139	4,213 \pm 0,130	4,269 \pm 0,120
МПК/кг, мл/мин \cdot кг	64,9 \pm 1,6	61,4 \pm 2,1	62,9 \pm 1,7
ИГСТ	126,9 \pm 6,6	119,8 \pm 5,4	122,4 \pm 5,8
ЧСС во время 1-ой мин работе, уд/мин	146,8 \pm 4,7	152,6 \pm 3,8	151,7 \pm 3,8
ЧСС во время 5-ой мин работе, уд/мин	154,2 \pm 4,4	155,8 \pm 3,9	156,2 \pm 3,8
V ₀₂ во время 1-ой мин. работы, л/мин	2,577 \pm 0,146	2,646 \pm 0,090	2,614 \pm 0,100
V ₀₂ во время 5-ой мин. работы, л/мин	2,840 \pm 0,175	2,887 \pm 0,115	2,913 \pm 0,155

ти, при изменениях состояния тренированности спортсменов не во всех случаях наблюдаются аналогичные сдвиги в сторону индекса Гарвардского степ-теста.

Кроме того, существенные корреляционные взаимосвязи ЧСС после окончания степ-теста (пульс-сумма восстановления) и дорабочего уровня ЧСС подчеркивают зависимость индекса степ-теста от исходных данных сердечных сокращений. Причем эта зависимость является более выраженной в тех случаях, когда индекс степ-теста превышает величину 140-145. На основе этого можно заключить, что слишком высокие данные ИГСТ (140 и выше) в большей мере характеризуют состояния сердечно-сосудистой системы тренированного организма в покое, чем характер адаптации кровообращения к физическим нагрузкам.

У группы десятиборцев средняя величина ИГСТ равнялась 105,0 \pm 2,2, которую по стандартам можно считать отличной. При этом индекс степ-теста не имеет существенных взаимосвязей с показателями спортивной работоспособности и результативностью десятиборцев высокой квалификации, что указывает на небольшую информативность ИГСТ у них при оценке состояния тренированности. Это еще раз подчеркивает, что у высокотренированных лиц только Гарвардского степ-теста для оценки функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, а также аэробных возможностей является недостаточным.

У юных гребцов средний индекс степ-теста равнялся $89,9 \pm 1,5$, что выше соответствующих средних данных для нетренированных подростков. Выяснилось, что результат бега на 3000 м в подготовительном периоде у юных гребцов хорошо коррелирует с ИГСТ ($r = -0,828$). Это говорит о том, что Гарвардский степ-тест помогает в данном контингенте оценить общую выносливость.

Результаты определения спортивной работоспособности и ИГСТ у хорошо тренированных лыжников-гонщиков 14-15 лет показывают, что между ИГСТ и величиной МК, показателями пневмотахометрии и временем прохождения дистанции на 5 км на лыжах не было найдено существенных взаимосвязей.

Можно заключить, что применение Гарвардского степ-теста у высококвалифицированных юных и взрослых спортсменов не дает необходимой информации об аэробной работоспособности и о функциональных возможностях кровообращения из-за недостаточной нагрузки на организм. В то же время для оценки физической подготовленности у малотренированных лиц этот тест является вполне достаточным.

Литература

1. Аулик И.В. Определение индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ). - "Теория и практика физ.культуры", 1973, № 8, с. 27-29.
2. Аулик И.В. Как определить тренированность спортсмена. М., 1977, 102 с.
3. Виру А., Рейнтам Ю., Пруулер А., Маароос Я., Виру Э., Кырге П. Применение Гарвардского степ-теста при изучении функциональных способностей сердечно-сосудистой системы. - В кн.: Материалы научно-методической конференции Прибалтийских республик и БССР по вопросам спортивной тренировки. Каунас, 1968, с. 15-16.
4. Brouha L. The step test. A simple method of measuring physical fitness for muscular work in young men. - "Res. Quart.", 1943, v. 14, p. 31-36.

5. Ishio T. Aerobic capacity and external criteria of performance. - "Canad. Med. Ass. J.", 1967, v. 96, p. 746-749.
6. Sloan A.W., Keen E.N. The Harvard step test of physical fitness. - "South African J. of Science", 1959, Nr. 5, p. 113-116.
7. Viru E., Viru A. Values of the Harvard step-test index in Estonian school-children and university students. - "Estonian Contributions to the International Biological Programme", II, Tartu, 1971, p. 159-164.

ABOUT OF POSSIBILITIES ESTIMATION OF PHYSICAL FITNESS
OF SPORTSMEN WITH HARVARD'S STEP-TEST

J. Pärnat

S u m m a r y

The index of Harvard's step-test was estimated on runners of middle and long distances, on decathlonists and on young skiers and rowers. It followed the dynamics of level of physical work capacity and index of step-test in various periods of trainings on runners are not similar. Our results show that for estimation physical fitness of hightrained sportsmen the step-test of Harvard is inadequate method.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФАЗЫ ТОЛЧКА РУКАМИ В ОПОРНЫХ ПРЫЖКАХ

В.А. М е д в е д е в, А.А. В а й н
Кафедра физиологии спорта

Обязательное условие выполнения всех без исключения опорных прыжков - наличие фазы толчка руками. Ее важность для реализации цели всего опорного прыжка подчеркивается рядом авторов /4, 5, 6, 8/. Однако анализ литературных источников не позволил выявить количественные параметры, характеризующие влияние фазы толчка руками на изменение движения всего тела в целом. Кроме того, неясны оптимальные условия толчка руками, способствующие реализации цели всего прыжка.

Цель конкретного опорного прыжка (как действия) является выполнение комплекса движений с заранее обусловленной формой. При этом цель отталкивания руками состоит в том, чтобы максимально способствовать выполнению программы действий последующих фаз прыжка:

1/ добиться оптимальной вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания фазы толчка руками и не допускать значительного уменьшения горизонтальной скорости во время толчка руками, так как в основном эти параметры определяют продолжительность фазы полета после толчка руками;

2/ добиться достаточной скорости вращения продольной оси системы относительно горизонтальной, проходящей через ОЦТ тела перпендикулярно плоскости его движения, так как реализация программы любого опорного прыжка связана с этим вращением в фазе полета после толчка руками.

Поскольку ОЦТ тела в безопорной фазе перемещается по параболе, то в момент начала фазы толчка руками вертикальная скорость ОЦТ тела либо положительна (направлена вверх) либо отрицательна. При первом варианте отталкивание осуществляется в преодолевающем режиме (отсутствует фаза амортизации, так как вертикальная скорость ОЦТ тела в течение всей фазы толчка руками больше нуля), а при втором - в уступающе-преодолевающем режиме работы мышц, который является более эффективным.

Для количественной оценки эффективности этих вариантов выполнения толчка руками был проведен педагогический экспе-

римент с группой гимнастов высокой квалификации. Количественные характеристики опорных прыжков определялись с применением комплексной методики регистрации /2, 7/. Экспериментальные данные обрабатывались на ЭВМ "Минск-32" /1/.

Второй вариант осуществляется с использованием гимнастической каретки /3/, в которую нами были внесены конструктивные изменения (см. рис. 1).

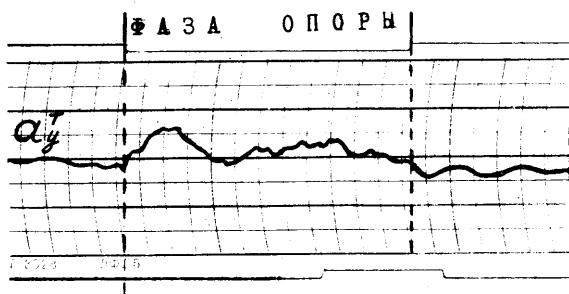
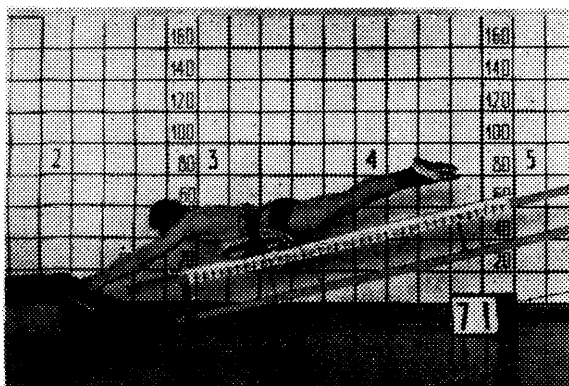


Рис. 1. Регистрация продольного ускорения туловища.

Все испытуемые выполняли прыжок переворотом вперед. В таблице I показаны средние величины вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания толчка руками. Различие между величинами \bar{x} при выполнении опорного прыжка и отталкивания

160

с применением гимнастической каретки недостоверно.

Таблица I

Квалификация	Толчок руками выполнялся	Вертикальная скорость ОЦТ тела в момент окончания толчка руками (м/с)	
		$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$	$\sqrt{}$
М.С. $n = 14$	в опорном прыжке	$1,490 \pm 0,319$	35,000
М.С. $n = 18$	с использованием каретки	$1,350 \pm 0,034$	10,600

При выполнении опорного прыжка всеми испытуемыми был реализован вариант с положительной вертикальной скоростью ОЦТ тела в момент начала толчка руками (см. таблицу 2).

Таблица 2

Квалификация	Средняя вертикальная скорость ОЦТ тела в момент начала фазы толчка руками (м/с)	Изменение величины вертикальной скорости ОЦТ тела за счет толчка руками (м/с)
М.С. $n = 14$	$1,520 \pm 0,175$	$-0,030 \pm 0,118$

Незначительное изменение вертикальной скорости ОЦТ тела в течение фазы толчка руками дает основание сделать вывод, что при реализации этого варианта основным фактором, определяющим величину вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания фазы толчка руками, является величина этой скорости в момент начала рассматриваемой фазы.

Корреляционный анализ показал существование достаточно сильной обратной связи между величиной начальной вертикальной скорости ОЦТ тела в фазе толчка руками и временем фазы полета до толчка руками. Коэффициент корреляции равен $-0,958$.

Очевидно, что с уменьшением времени фазы полета до толчка руками при прочих равных условиях возрастает начальная вертикальная скорость ОЦТ тела в фазе толчка руками.

Анализ корреляционных связей показал, что между временем

фазы полета до толчка руками и величиной вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания фазы толчка руками также существует обратная достоверная связь $-0,549$. Конечная горизонтальная скорость ОЦТ тела коррелируется с оценкой за упражнение $+0,630$. Следовательно, целесообразным является вариант отталкивания руками, при котором уменьшение горизонтальной скорости минимально.

Для выявления методов оптимизации временной структуры опорных прыжков мы разделили группу испытуемых пополам в соответствии с показанным временем фазы полета до толчка руками.

Таблица 3

Группа	Время фазы полета до толчка руками	Величина верт. скорости (м/с)		Величина гор. скорости ОЦТ (м/с)	
		сообщенной при толчке руками	в момент окончания толчка руками	в момент окончания ФТР	уменьшение скорости в ФТР
$n = 7$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$
I	$0,196 \pm 0,023$	$-0,249 \pm 0,148$	$1,790 \pm 0,099$	$3,410 \pm 0,168$	$1,070 \pm 0,195$
II	$0,307 \pm 0,005$	$0,191 \pm 0,151$	$1,200 \pm 0,211$	$3,170 \pm 0,127$	$1,074 \pm 0,152$

Данные, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о том, что выполнение толчка руками в момент, когда вертикальная скорость тела больше нуля (он поднимается) еще не гарантирует преимущества по сравнению с вариантом, когда вертикальная скорость ОЦТ тела в момент начала толчка руками меньше нуля. Лишь выполняя фазу полета до толчка руками в среднем за $0,196 \pm 0,023$ (с) гимнасты первой группы добились большей величины вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания фазы толчка руками (разность достоверна при 5% уровне значимости), чем гимнасты II группы. При этом варианте величина вертикальной скорости ОЦТ тела в фазе толчка руками уменьшается, однако, более высокий конечный результат позволяет считать этот вариант лучшим.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

I. Величина вертикальной скорости ОЦТ тела в момент окончания фазы толчка руками в значительной мере обусловлена

временем фазы полета до толчка руками, причем уменьшение времени полета до толчка руками не приводит к уменьшению горизонтальной скорости.

2. Оптимизация условий выполнения фазы толчка руками связана с выполнением полета до толчка руками продолжительностью около 0,20 секунды.

Литература

1. Вайн А. А. О методике биомеханического анализа техники физических упражнений, совершаемых в одной плоскости. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, Тарту, 1975, с. 172 - 189.
2. Вайн А. А., Медведев В. А., Куис Т. Е. Методика биомеханического исследования взаимодействия прыгуна с упругой опорой на примере опорных прыжков. - Тезисы докладов II Всесоюзной конференции "Проблемы биомеханики спорта". Киев, 1976, с. 14 - 15.
3. Джафаров М. А. Использование гимнастической каретки при разучивании сложных упражнений на кольцах. - "Теория и практика физ. культуры.", 1970, № 7, с. 75 - 76.
4. Иванов К. М. Исследование техники сложных опорных прыжков и методика обучения им. Дисс. Л., 1969.
5. Иванов К. М., Манина Т. И. Пути развития женских опорных прыжков. - Сб. Гимнастика. I. М., 1973, с. 9-10.
6. Манина Т. И. Исследование техники опорных прыжков у гимнасток и пути её совершенствования. Дисс. Л., 1972.
7. Семикоп А. Ф., Вайн А. А., Медведев В. А. Методы регистрации динамических и кинематических характеристик (на примере опорных прыжков). - Тезисы докладов I Республиканской конференции "Вопросы теории и практики физической культуры и спорта". Минск, 1976, с. 63-65.
8. Семёнов Л. П. Опорные прыжки мужчин. М., 1975, с. 72.

ON TAKE-OFF BY ARMS IN VAULTS WITH SUPPORT

V. Medvedjev, A. Vain

S u m m a r y

During vaults with support the gymnast must perform a movement with an earlier determined form. One phase of this movement is the take-off by arms, the effectiveness of which depends greatly on kinematics of the preceding phases.

In the present study the technique of the take-off by arms during vaults with support and during the performance of take-off movements on training device are elucidated.

The results reveal that the vertical speed of the sportsman's centre of gravity after take-off by arms depends most of all on the duration of the flight phase before the take-off by arms. The following regularity was observed - the result of the performance (mark) is higher when both vertical and horizontal speed after take-off by arm are higher.

Содержание

1.	Вайн А.А. Связи между биомеханическими свойствами мышц и спортивными результатами у квалифицированных легкоатлетов в пятиборье	3
	<u>Vain, A.</u> Connection between the results of sport performance and biomechanical qualities of skilled woman pentathlonsists' muscles. Summary....	13
2.	Куузе Л. Об оценке передачи усилий в биокинематической цепи "голень-бедро-таз" у бегунов различных условиях	15
	<u>Kuuse, L.</u> On impact transmission in biokinematic chain "shank-thig-hip" of runners under different conditions. Summary.....	23
3.	Кумс Т.Е., Вайн А.А. О механизме передачи усилий при отталкивании в опорных прыжках у гимнастов	24
	<u>Kums, T., Vain, A.</u> Vom Mechanismus der spannungsübertragungen beim Abstoß der Pferd-sprünge (der Frauen). Zusammenfassung.....	30
4.	Юримяз Т.А. Об изменении показателей внешнего дыхания и физической работоспособности у молодых пловцов и пловчих в результате разных плавательных сборов	31
	<u>Jurimäe, T.</u> The dynamics of respiratory function and physical working capacity in various swimming camps in young swimmers. Summary.....	39
5.	Сельг А.А. О зависимости спортивного результата от эмоциональной напряженности в стрельбе.	40
	<u>Selg, H.</u> On the dependence of shooting results on emotional strain. Summary.....	43

6. Виру А.А. Эндокринные факторы, лимитирующие спортивную работоспособность	44
<u>Viru, A.A.</u> Endocrine factors limiting the level of sports results. Summary.....	71
7. Локо Я.Л. О прогнозировании уровня развития физических качеств	72
<u>Loke, J.</u> On prognosticating the development of physical fitness. Summary.....	80
8. Ауле Р. Об особенностях развития физических качеств у эстонских школьниц в возрасте 10-17 лет	81
<u>Aule, R.</u> On the development of the physical fitness of the 14-17-years-old girls in the Estonian SSR. Summary.....	85
9. Сийгур Т.В. О развитии спортивных способностей у пловцов дошкольного возраста	86
<u>Sigur, T.</u> About evolution of fitness for sports among children, involved in swimming. Summary.	91
10. Шальтянене А.В., Оя С.М. Особенности чувства ритма у спортсменов разной спортивной специализации	92
<u>Shaltjanene, A., Oja, S.</u> A study of rhythm perception of athletes in various sports groups Summary.....	98
11. Оя С.М. Исследование интеллектуального уровня свойств личности у спортсменов	99
<u>Oja, S.</u> A study of the intellectual level and personality qualities of sportsmen. Summary..	108
12. Валимяэ Х.Я., Куузе Л.Л. Регрессионный анализ результатов десятиборья	109
<u>Vallimäe, H., Kuuse, L.</u> Die Regressionanalyse der Zehnkampfresultaten	114

I3. Сави Т.К., Виру А.А. Факторный анализ спортивной работоспособности десятиборцев	II5
<u>Savi, T., Viru, A.</u> Factor analyses of decathletes' work capacity. Summary.....	124
I4. Лайдре Х.К. О методике первого этапа отбора пловцов	I25
<u>Laidre, H.</u> On the methodics of the swimmers' first selection . Summary.....	139
I5. Пярнат Я.П. О возможностях применения Гарвардского степ-теста при определении тренированности спортсменов	I40
<u>Pärnat, J.</u> Estimation of aerobic work capacity with direct and indirect methods. Summary...	153
I6. Пярнат Я.П. Определение аэробной работоспособности с помощью прямых и косвенных методов .	I54
<u>Pärnat, J.</u> About of possibilities estimation of physical fitness of sportsmen with Harvard's step-test. Summary.....	158
I7. Медведев В.А., Вайн А.А. Технические варианты выполнения фазы толчка руками в опорных прыжках	I59
<u>Medvedjev, V., Vain, A.</u> On take-off by arms in vaults with support. Summary.....	164

Ученые записки Тартуского государственного университета.
Выпуск 525. ОСНОВЫ СПОРТИВНОГО МАСТЕРСТВА. Труды по фи-
зической культуре X. На русском языке. Реэссе на англий-
ском и немецком языках. Тартуский государственный уни-
верситет. ЭССР, г. Тарту, ул. Бликооли, 18. Ответствен-
ный редактор Я. Лоо. Корректор И. Пауска. Сдано в печать
09.04.80. Бумага печатная 30x45 1/4. Печ. листов 10,5.
Учетно-задат. листов 9,21. МВ 01300. Тираж 500. Типогра-
фия ТГУ, ЭССР, г. Тарту, ул. Пяксона, 14. Зак. № 361.
Цена I руб. 40 коп.