

516.61
858

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ им. П. Ф. ЛЕСГАФТА

На правах рукописи

ЭМ
КРЮЧЕК
Елена Сергеевна

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ОВЛАДЕНИЯ
ТЕХНИКОЙ ГИМНАСТИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ
НА БРУСЬЯХ РАЗНОЙ ВЫСОТЫ
(на примере движений разгибом)**

13.00.04 — теория и методика физического воспитания
и спортивной тренировки

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

ЛЕНИНГРАД
1978

Диссертация выполнена в Государственном ордена Ленина и ордена Красного Знамени институте физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (ректор института — кандидат философских наук, и. о. профессора В. У. АГЕЕВЕЦ) на кафедре гимнастики (зав. кафедрой — кандидат педагогических наук, доцент, С. А. АЛЕКПЕРОВ)

Научный руководитель —
кандидат педагогических наук, доцент А. В. Зинковский.

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук, профессор В. К. Бальсевич,
кандидат педагогических наук, профессор В. И. Силин.

Ведущее учреждение — Латвийский Государственный институт физической культуры, г. Рига.

Защита диссертации состоится *«21» декабря* 1978 г. в *17* часов на заседании специализированного совета К 046.03.01 Государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (Ленинград, 190121, ул. Декабристов, 35, голубой зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан *«21» ноября* 1978 г.

Ученый секретарь
специализированного совета, доцент

Г. И. Черняев

7695

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Непрерывный рост соперничества на Всесоюзных и международных соревнованиях, повышение трудности соревновательных программ, а также требований к качеству исполнения упражнений стимулируют поиски новых путей повышения эффективности тренировочного процесса. Поэтому проблему совершенствования содержания и методов спортивной тренировки можно считать актуальной. Важной предпосылкой для ее успешного решения является познание закономерностей становления движений. Это особенно важно в гимнастике, где к систематическим занятиям привлекаются девочки с 7 лет, а иногда и с более раннего возраста. Наблюдаемая в практике тенденция ранней специализации приводит к тому, что в программу обучения начинающих гимнасток включаются сложные упражнения. Необоснованный перенос методов обучения сложным упражнениям, разработанных для взрослых гимнасток на детский контингент, приводит порой к снижению эффективности тренировки юных гимнасток. В настоящее время из-за недостатка научных данных специалисты часто эмпирически решают задачу освоения техники, особенно на начальных стадиях становления двигательного навыка. Поэтому важно определить особенности формирования техники упражнений у юных гимнасток.

Предмет исследования. Исследование было направлено на изучение и разработку проблем управления процессом обучения гимнасток 8—9 лет упражнениям на брусьях разной высоты на основе использования данных биомеханического анализа.

Гипотеза, цель и задачи исследования. Предполагалось, что на эффективность процесса технической подготовки на брусьях разной высоты окажет положительное влияние использование данных о биомеханических характеристиках движений юных гимнасток и их способностях к оценке различных компонентов движений при определении содержания тренировки.

Целью работы явилось обоснование путей повышения эффективности технической подготовки юных гимнасток на основе изучения динамики спортивной техники при формировании двигательного навыка (на примере подъемов, выполняемых разгибом на брусьях разной высоты).

В исследовании были поставлены следующие задачи:

1) определить кинематическую и динамическую структуру техники движений разгибом гимнасток высокой квалификации и уточнить биомеханические критерии оптимальной техники для данной группы упражнений;

2) исследовать закономерности формирования техники у юных гимнасток на основе биомеханического анализа и выявить информативные показатели уровня обученности на различных этапах овладения движением;

3) разработать методику обучения упражнениям структурной группы разгибом с применением системы подводящих упражнений и использованием технических средств обучения.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение литературных данных; педагогические наблюдения; педагогический эксперимент; кинография; акселерография; циклография; хронометрия; тензодинамография; механография; математико-статистический анализ.

Объект исследования. В процессе биомеханических исследований и педагогических экспериментов участвовало 94 спортсменки (мастера спорта СССР и юные гимнастки).

Научная новизна. В исследовании впервые реализуется идея управления процессом технической подготовки юных гимнасток на брусьях разной высоты на основе анализа биомеханических характеристик движений.

В работе впервые проведены: а) исследование кинематической и динамической структуры упражнений, выполняемых разгибом на брусьях разной высоты в исполнении гимнасток высокой квалификации; б) анализ становления системы движений при овладении техникой упражнений юными гимнастками. В результате получены новые данные о биомеханических параметрах движений, являющихся критериями технического мастерства гимнасток и о количественных кинематических и динамических характеристиках по фазам движений. Статистический анализ количественных параметров движений гимнасток высокой квалификации позволил определить оптимальные варианты техники изучаемых упражнений. На основе показателей, определяющих эффективность движений разгибом, проведен сравнительный анализ элементов тех-

ники высококвалифицированных и начинающих гимнасток.

В исследовании впервые выявлены некоторые биомеханические закономерности процесса становления системы движений и определены наиболее информативные показатели структуры упражнений на различных этапах формирования двигательного навыка.

В работе была конкретизирована методика обучения юных гимнасток технике упражнений с учетом возрастных особенностей в восприятии и оценке параметров движения, а также соответствия биомеханической структуры подводящих упражнений основному движению.

Практическая значимость. Рекомендованные в работе критерии техники упражнений можно использовать для оценки эффективности как целостного движения, так и отдельных фаз его выполнения, а также для объективного определения трудности элементов в классификационной таблице.

Полученные в диссертации данные о количественных кинематических и динамических характеристиках движений при становлении техники служат основанием для расширения теоретических представлений о биомеханических особенностях формирования сложных двигательных навыков у юных гимнасток.

В исследовании рекомендована эффективная методика обучения, содержащая систему подводящих упражнений, соответствующих основным элементам биомеханической структуры движений разгибом и способностям юных гимнасток оценивать отдельные параметры целостного движения.

Установленные в работе особенности оценки параметров движений, показывают целесообразность применения информации о пространственных положениях звеньев тела при технической подготовке юных гимнасток.

По представленным в работе биомеханическим параметрам движений разгибом с учетом данных о степени их изменчивости при становлении техники возможно управление процессом обучения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и выводов, изложенных на 136 страницах машинописного текста. Она содержит 60 рисунков, 14 таблиц и 10 приложений. Библиографический указатель включает 366 наименований, из них 38 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Анализ литературных данных показал, что в настоящее время практически не имеется работ по изучению особенностей становления техники гимнастических упражнений у юных спортсменок на начальном этапе их тренировочной деятельности, во время которого и наблюдается наибольший отсев занимающихся, связанный с неумением правильно подобрать методы обучения, оценить возможности и способности спортсменок к обучению в гимнастике.

Особую сложность для юных гимнасток представляют упражнения на брусьях разной высоты. Педагогические наблюдения, проведенные на соревнованиях спортсменок разной квалификации, позволили установить объем элементов, составляющих основу упражнений на брусьях разной высоты. С этой целью было проанализировано более 250 комбинаций гимнасток. Процентное соотношение элементов в комбинациях показывает, что в обязательной программе кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта СССР упражнения разных структурных групп распределены почти равномерно, исключение составляет несколько большее число движений разгибом (до 28,4%). В произвольных упражнениях эти движения тоже встречаются чаще, чем другие элементы. У гимнасток высокой квалификации увеличивается количество перелетов и движений дугой. Почти все элементы, определяющие трудность произвольных и обязательных комбинаций, начинаются или заканчиваются каким-либо подъемом (в произвольных комбинациях юных гимнасток они составляют 34,2%, у квалифицированных спортсменок увеличиваются до 42%).

В качестве модели для изучения особенностей становления техники были выбраны подъем двумя в упор сзади и подъем разгибом.

Первым этапом работы явилось исследование, направленное на изучение основных закономерностей техники движений разгибом. В основе техники упражнений на брусьях разной высоты лежит взаимодействие опорных и маховых звеньев тела гимнастки, образующих открытую биокинематическую цепь. Части двигательного аппарата — биокинематические звенья движутся вращательно вокруг оси сустава и в отдельных случаях поступательно с суставом. Взаимосвязанность звеньев двигательного аппарата обеспечивает иерархический порядок их взаимодействия.

Биомеханический анализ возможных вариантов движений звеньев позволил выявить обобщенные параметры, характеризующие структуру движения системы и звеньев. В процессе исследования были уточнены фазы упражнений, что дало возможность оценить эффективность решения двигательной задачи. Рассмотренные упражнения — подъем разгибом и подъем двумя имеют следующие фазы движения:

I фаза (подготовительные действия) — от исходного положения до крайнего положения маха вперед;

II фаза (основные действия) — от крайнего положения тела впереди до момента прохождения плечами горизонтали в висе согнувшись (висе согнувшись спереди при подъеме разгибом);

III фаза (завершающие действия) — непосредственный выход в упор сзади (упор при подъеме разгибом).

При анализе суставных движений было выявлено, что характер изменения углов в плечевых и тазобедренных суставах (амплитуда, средние скорости сгибания и разгибания) в целом является общим для гимнасток. В наибольшей степени различаются характеристики быстроты перехода от разгибания к сгибанию в суставах в начале основной фазы движения.

Биомеханические исследования показали, что для рационального исполнения движений разгибом необходимо достигнуть определенного запаса кинетической энергии системы к моменту прохождения вертикального положения в подготовительной фазе движения (более 500 Дж). В фазе активных действий в движениях туловища и нижних конечностей можно выделить опорную и энергетикообеспечивающую части биокинематической цепи. Движение туловища в этот момент позволяет сохранить момент количества движения системы вперед-вверх. Заканчивать сгибание в тазобедренных суставах следует до момента прохождения вертикального положения. При рациональной технике на эти действия затрачивается минимальное время (около 0,3 с). Эффективность действий гимнасток характеризуется величиной кинетической энергии системы, затраченной на завершение упражнения (средние величины у мастеров спорта близки к 1500 Дж).

Исследования кинематики движений разгибом показывают, что рациональную технику упражнений характеризует амплитуда и траектория движения центров масс звеньев и системы, которые имеют плавный характер перехода от близкой к круговой в направлении вперед-книзу к круговому

движению в направлении назад-кверху. Для рациональной техники каждого из упражнений характерна и определенная структурность годографа вектора ускорения.

Изучение акселерограмм и энергетических характеристик движений позволило выявить акценты во времени в действиях гимнасток. Сравнение начального и конечного уровней потенциальной энергии показывает, что гимнастки должны развивать дополнительные мышечные усилия для выполнения движений разгибом. Конечная величина потенциальной энергии превышает начальную почти на 50%. Отношение кинетических энергий $\frac{E_{зв}}{E_c} \cdot 100\%$ характеризует влияние: движений нижних конечностей (КФ), биокинематической цепи — туловище, нижние конечности (КВ), поступательного движения плечевых суставов (КО) на общую кинетическую энергию центра масс системы. Обнаружена обратно пропорциональная зависимость между показателями КФ и КО. Изменения величин отношений кинетической энергии звеньев и кинетической энергии системы объективно отражают энергетическую стоимость движения звена в различные моменты выполнения упражнения.

Энергетические параметры движений, наряду с их элементами — пространственно-временными характеристиками, были объектом изучения при сравнительном анализе движений разгибом спортсменок высокой квалификации. Такой подход к изучению движений позволил определить оптимальный ритм и ведущие звенья движений разгибом по фазам (табл. 1).

Таблица 1

Фазы движения	Время		Ведущее звено	Сопутствующие звенья
	Подъем двумя	Подъем разгибом		
I	0,8—0,9 с	0,8—0,9 с	нижние конечности	туловище, верхние конечности
II	0,9 с	0,8 с	нижние конечности	туловище, верхние конечности
III	0,3—0,4 с	0,3—0,4 с	туловище	нижние и верхние конечности

Следующим этапом исследования было изучение влияния движения определенного звена и биокинематической цепи

на целостное движение. Для этого нами использовался корреляционный анализ, позволивший оценить наличие и силу связи между двумя показателями. Выбор и деление факторов (биомеханических характеристик) на случайные и неслучайные имеет условный характер. На основе предшествующего логического анализа за главный фактор была принята кинетическая энергия центра масс системы (E), имеющая большое количество связей с другими биомеханическими характеристиками (при подъеме двумя — 11, при подъеме разгибом — 9). Изучались упражнения в исполнении высококвалифицированных гимнасток, характеристики движений которых наиболее рациональны с точки зрения биомеханики.

Наибольшая величина связи отмечена между основным энергетическим показателем и кинетической энергией цепи — туловище, нижние конечности (при подъеме двумя $r=0,97$, при подъеме разгибом $r=0,99$). Влияния энергетических показателей звеньев, составляющих эту цепь, также являются значимыми. Отмечена большая корреляционная связь между кинетической и потенциальной энергией системы (при подъеме двумя и разгибом соответственно, $r=-0,63$ и $r=-0,74$). Обратная величина коэффициента корреляции показывает, что с уменьшением потенциальной энергии происходит увеличение кинетической энергии системы. Коэффициент детерминации показывает процент изменения кинетической энергии системы, обусловленный использованием потенциальной энергии (при подъеме двумя до 39%, при подъеме разгибом до 54%).

Коэффициенты корреляции между модулями действующих сил в центрах масс звеньев, цепи и системы при исполнении разных упражнений одной структурной группы характеризуют неодинаковые связи между движениями звеньев и системы. Высокие коэффициенты корреляции при исполнении подъема разгибом свидетельствуют о тесном взаимодействии звеньев. При подъеме двумя связь между модулем действующих сил в центре тяжести цепи и аналогичным показателем в центре тяжести ног не наблюдается, что свидетельствует об относительной самостоятельности движения данного звена и о том, что двигательная задача этого упражнения тесно связана с движением нижних конечностей.

Изучение взаимосвязей между кинетической энергией центра масс системы и моментами инерции биокинематических цепей и звеньев в упражнениях, относящихся к одной структурной группе, показывает существенное различие

между подъемами двумя и разгибом. В первом упражнении между рассматриваемыми характеристиками отмечены значимые отрицательные корреляционные связи, а во втором упражнении характер связей положительный. Поскольку момент инерции является характеристикой движения, косвенно отражающей наличие и величину мышечных усилий, то можно считать, что для подъема двумя существенное значение имеют не абсолютные величины мышечных усилий в ходе исполнения упражнения, а своевременность их приложения и четкая координация в движениях биокинематических звеньев. Исполнение подъема разгибом во многом зависит от силовых возможностей гимнасток.

Исследование кинематики, динамики движений разгибом назад в исполнении гимнасток высокой квалификации и взаимосвязей между однородными показателями движений различных частей тела показало, что к параметрам эффективности упражнений на брусках разной высоты относятся: 1 — амплитуда и траектория движения системы и звеньев; 2 — ускорение перемещения системы; 3 — кинетические энергии биокинематических звеньев и системы. Эти характеристики могут являться критериями технического мастерства движений разгибом на брусках разной высоты.

Следующим этапом работы было исследование возможностей управления движениями при обучении технике упражнений гимнасток 8—9 лет. Для того, чтобы обосновать последовательность упражнений, примененных при обучении юных гимнасток и установить наиболее информативные параметры для управления процессом обучения движениям, в лабораторном эксперименте были изучены способности к пространственным, временным и силовым оценкам движений у гимнасток 8, 10 и 12 лет (30 человек). Испытуемые запоминали и воспроизводили динамические, пространственные и временные характеристики движений большой, средней и малой величин, а также выполняли заданные величины движений в различных сочетаниях (комбинациях: 1 — средняя-малая-большая; 2 — большая-малая-средняя; 3 — малая-большая-средняя величины). В процессе эксперимента было зарегистрировано и обработано 3240 тензограмм и хронограмм, а также 1500 показателей механографии.

Анализ результатов исследования свидетельствует о том, что в оценке отдельных характеристик движений разной величины (большой, средней и малой) у гимнасток 8, 10 и 12 лет прослеживается общая тенденция (табл. 2). Во всех

Таблица 2

Величины ошибок, допускаемых гимнастками 8, 10 и 12 лет при оценке параметров движения (в %)

Возраст	Задание	Угловое перемещение			Усилие в % от максимального			Временно́й интервал		
		45°	90°	135°	30%	50%	70%	0,3 с	0,6 с	1,0 с
8 лет	единый параметр	3,3	8,3	10,9	7,22	22,3	15,9	20,0	26,1	23,0
	1 комбинация	6,0	12,1	15,4	34,1	13,2	21,6	41,0	34,0	24,6
	2 комбинация	6,1	8,3	12,0	14,1	23,3	20,6	25,8	17,9	23,6
10 лет	3 комбинация	6,0	13,4	12,0	20,9	27,3	18,8	21,4	16,8	16,8
	единый параметр	3,5	9,4	3,5	7,8	12,0	10,3	12,8	21,0	23,6
	1 комбинация	7,6	11,7	7,6	9,8	18,6	21,3	18,8	22,2	33,9
12 лет	2 комбинация	13,5	11,2	13,6	8,8	14,3	11,5	17,7	19,5	31,4
	3 комбинация	4,3	11,7	4,3	7,9	16,5	8,3	25,6	11,8	31,4
	единый параметр	6,3	4,7	6,3	8,9	8,9	12,9	15,5	17,4	7,7
12 лет	1 комбинация	4,3	12,3	4,3	10,6	4,8	20,9	19,3	21,5	16,1
	2 комбинация	5,6	13,2	5,6	9,7	9,4	14,6	13,2	13,3	18,3
	3 комбинация	9,2	6,2	9,2	14,4	17,7	17,6	25,9	11,2	20,2

группах точность оценки пространственных перемещений лучше, чем силовых и временных характеристик. Следует отметить, что девочки 8 и 10 лет точнее воспроизводят малые величины характеристик движений ($P > 0,05$ при t от 2,09 до 2,21). При сопоставлении точности оценок показателей движения гимнасток изучаемых возрастных групп установлено улучшение результатов у девочек 10 лет. У гимнасток 12 лет результаты также несколько улучшаются, однако, не наблюдается стабильности в оценке характеристик движения. Такие изменения связаны как с возрастным развитием девочек, обусловленным формированием их центральной и периферической нервной системы, так и со специфическим влиянием занятий гимнастикой. По-видимому, именно в возрасте 10 лет девочки могут успешно осваивать сложные технические упражнения. Высказанное предположение согласуется с практикой обучения юных гимнасток, а также находит подтверждение в специальных исследованиях, направленных на изучение возрастных особенностей элементов биодинамики движений на примере локомоций (Н. А. Бернштейн, 1947; В. К. Бальсевич, 1971).

Для гимнасток всех возрастных групп выполнение задания по комбинации мышечных усилий, угловых перемещений и временных интервалов значительно труднее, чем воспроизведение единичных параметров движения. Изменение задания (уменьшение или увеличения времени воспроизведения) угловых перемещений, усилий приводит к снижению точности оценки всех показателей — больших, средних и малых. Наиболее трудным заданием для всех гимнасток оказалось определение временных интервалов. Это необходимо учитывать при постановке задач обучения и коррекции движений.

Исходя из сказанного выше, на начальном этапе обучения наиболее целесообразной будет информация о пространственных перемещениях звеньев тела и об изменениях их взаиморасположения.

В педагогическом эксперименте на основе биомеханических исследований изучалось становление сложного двигательного навыка у юных гимнасток. Основной задачей первого этапа эксперимента (продолжительность 11 месяцев, контрольная и опытная группы — 15 гимнасток 8—9 лет) был анализ особенностей формирования техники подъема двумя в упор сзади и проверка рациональности предложенной методики обучения. На втором этапе педагогического эксперимента (продолжительность 11 месяцев, контрольная

и опытная группы — 24 гимнастки 8—9 лет) определялись изменения биомеханических характеристик движений испытуемых при обучении подъему разгибом. Оценка физической и технической подготовки подтвердила идентичность контрольных и опытных групп в начале эксперимента ($P > 0,05$). Педагогический эксперимент завершался проверкой эффективности обучения гимнасток двух контрольных и двух опытных групп. При составлении программы обучения для опытных групп в основу ее был положен принцип последовательного усвоения основных элементов техники с учетом особенностей оценки гимнастками отдельных компонентов движения. Применялся расчлененный метод обучения в следующей последовательности: 1 — освоение пространственного взаиморасположения звеньев тела по фазам движения; 2 — выполнение отдельных фаз движений в облегченных условиях с максимально возможной степенью подобия пространственных компонентов основному упражнению; 3 — выполнение отдельных фаз движений в условиях, приближенных к исполнению упражнения. После этого проводилось обучение целостным методом, начиная с исполнения упражнения в облегченных условиях (с помощью) и постепенным изменением их до обычных. Для контроля за степенью соответствия формируемого движения оптимальному варианту при целостном обучении использовались технические средства. При исправлении ошибок основное внимание акцентировалось на точность и своевременность изменения взаиморасположения звеньев тела. По мере освоения упражнений необходимость в коррекции движений снижается.

При обучении гимнасток контрольных групп использовалась стандартная методика обучения, включающая метод подводящих упражнений и метод целостного исполнения.

В ходе педагогического эксперимента в опытных группах периодически регистрировались кинематические и динамические характеристики движений.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что становление сложного двигательного навыка с биомеханических позиций проходит в три этапа.

Первый этап — (с 1-го по 8—13 занятие) характеризуется большим количеством ошибочных действий, неуверенностью и излишней напряженностью движений, нарушением временного ритма (I фаза движения выполняется за 0,5—0,6 с, II — за 0,58 с). В исходном положении у юных гимнасток высота подъема общего центра тяжести недостаточна

(около 0,75—0,88 м), т. е. спортсменки не успевают приобрести необходимый для данного положения запас потенциальной энергии. Они стремятся выполнить основные действия, но не могут рационально использовать движения, обеспечивающие эти действия в первой фазе упражнения. В этом периоде обучения для днийжений гимнасток характерна недостаточная амплитуда перемещений, нерациональное применение мышечных усилий. Попытки принимать правильные пространственные положения звеньев наблюдаются только в начале движения (в исходном положении углы в плечевых и тазобедренных суставах соответственно близки к 160° , 119°). Стремление к сохранению приобретенного положения и низкий уровень сочетания движений звеньев тела ведут к ограничению степеней свободы. Чрезмерная напряженность мышц сопровождается дополнительными движениями (сгибание и разведение ног, отведение головы назад в момент прохождения вертикального положения в висилом). Упражнение в целом не освоено и не завершается конечным положением.

Эту фазу становления двигательного навыка можно рассматривать как начало формирования кинематической структуры. В этот период при обучении целесообразна информация о пространственных перемещениях звеньев и амплитуде движения. Эти же показатели можно использовать в качестве критериев, позволяющих оценить целесообразность формируемого движения.

Второй этап формирования техники движений разгибом (с 8—13 по 23—38 занятие) характеризуется уменьшением числа ошибочных действий при выполнении упражнений. Это дало основание предположить, что в системе движений произошли существенные изменения. В этот момент был произведен «биомеханический срез». Результаты проведенного анализа показывают, что в этот период обучения продолжает уточняться кинематическая структура по фазам движения. В исходном положении взаиморасположение звеньев ближе к оптимальному варианту, чем на предыдущем этапе. Угол в плечевых суставах близок к 150° , а в тазобедренных к $140—150^\circ$. Увеличивается время выполнения подготовительной фазы движения до $—0,75$ с, основная фаза движения продолжается при подъеме двумя $—0,58$ с, при подъеме разгибом $—0,41—0,66$ с.

Исследования динамической структуры движений показывают, что одной из характерных черт взаимодействия звеньев

тела гимнасток, проявляющихся на данном этапе обучения технике, является появление соподчинения в движениях частей тела, т. е. наблюдаются попытки управлять движениями звеньев.

Изучение структуры движений юных гимнасток позволило определить связи между биомеханическими показателями, сопоставить их с данными анализа упражнений в исполнении мастеров и уточнить, какие же механизмы движения формируются прежде всего. При исполнении движений разгибом на данном этапе обучения установлена связь показателей поступательного движения с действующими силами в центрах масс звеньев и системы. Для большинства исполнений характерны значительные величины кинетических энергий звеньев и системы, что свидетельствует о приложении больших мышечных усилий (в первой фазе движения кинетическая энергия системы превышает 1000 Дж). Использование потенциальной энергии для увеличения энергетической стоимости системы очень невелико (при подъеме двумя — 9,85%, при подъеме разгибом — 1,02%). Связь между основным энергетическим показателем (E) и действующими силами в центрах масс звеньев в этот период формирования движений низкая. Для осуществления движений структурной группы разгибом важным является действие биокинематической цепи — туловище, нижние конечности. Выявленные особенности структуры движений разгибом позволяют заключить, что для раннего периода обучения характерно формирование координации движений звеньев, составляющих эту цепь.

При обучении целесообразной является информация об амплитуде движения звеньев и об изменениях скорости перемещения системы. Последний показатель позволяет контролировать своевременность действий гимнасток по фазам упражнения. В качестве критерия техники движений на данном этапе можно использовать баланс кинетической и потенциальной энергии системы.

Третий этап формирования техники движений разгибом (с 23—30 занятия по 48—70) был определен нами как период относительной стабилизации кинематических и динамических показателей и экономизации двигательных действий. Биомеханический анализ, проведенный после 10—12-кратного самостоятельного исполнения показал, что кинематические и динамические характеристики движений приближаются к оптимальным. Юные гимнастки уже могут при исполнении упражнений достигать нужного оптимального запаса

кинетической энергии в первой фазе движения. В этот период обучения начинают проявляться ведущие звенья по фазам движения. Отмечено более рациональное, чем на предыдущем этапе, использование потенциальной энергии для увеличения кинетической (при подъеме двумя до 15,88%, при подъеме разгибом до 9,73%) и появление вариативности в движениях отдельных звеньев. Проявления действующих сил становятся более организованными. Наблюдается увеличение связей между кинетической энергией центра масс системы и действующими силами в центрах масс звеньев.

Важным фактором, обуславливающим эффективность управления элементами структуры движений на данном этапе обучения, является изменение характеристик движений системы за счет: а) увеличения амплитуды движения звеньев в подготовительной фазе упражнения; б) сокращения времени сгибания и разгибания в тазобедренных суставах в основной фазе движения.

Для контроля за формируемыми действиями в этот период целесообразно применять показатели акселерографа. В качестве критериев рациональности техники следует использовать показатели энергетической стоимости движений звеньев и системы.

Результаты исследования процесса формирования техники движений разгибом позволяют предположить, что выявленные закономерности будут проявляться и при становлении любого сложного двигательного действия.

Совершенствование движений, а также способность выполнять их в связи с другими элементами является задачей дальнейшего обучения гимнасток, решаемой в течение всего периода спортивной деятельности.

Биомеханические характеристики целостного исполнения упражнений юными гимнастками и спортсменками высокой квалификации не имеют существенных различий. По мере освоения техники кинематические и динамические показатели стабилизируются и по абсолютным величинам приближаются к оптимальным.

Эффективность рекомендуемой методики обучения устанавливалась по результатам педагогической оценки качества исполнения изучаемых упражнений и продолжительности сроков обучения гимнасток контрольных и опытных групп.

Статистический анализ результатов педагогического эксперимента подтвердил целесообразность применения средств и последовательности освоения движений, использованных

в тренировке гимнасток опытных групп. Все юные гимнастки опытных групп овладели техникой и выполнили изучаемые упражнения, а в контрольных группах подъем двумя научились выполнять 71% и подъем разгибом 83% занимающихся. Помимо этого, оценки за технику подъемов в исполнении гимнасток опытных групп оказались достоверно лучшими ($P > 0,05$). Время, затраченное гимнастками опытных групп на выполнение отдельных заданий, не увеличило общую продолжительность обучения по сравнению с контрольными группами. Девочки опытных групп научились выполнять подъем двумя в среднем за 61 занятие, затратив на целостное исполнение упражнения 413 попыток, а подъем разгибом за 57—58 занятий, использовав 353 попытки. Гимнастки контрольных групп затратили соответственно 75 занятий и 630 попыток; 72 занятия и 549 попыток ($P > 0,01$). Это позволяет считать, что примененная методика обучения способствовала повышению эффективности тренировочного процесса.

ВЫВОДЫ

1. В исследовании получены данные о биомеханических показателях, характеризующих технику движений разгибом гимнасток высокой квалификации. Рассмотрена целесообразность движений разных исполнительниц с энергетических позиций, уточнены ведущие и сопутствующие звенья по фазам движения. Для оптимального (с точки зрения биомеханики и современных требований к качеству исполнения) варианта движения характерны следующие показатели:

— большая амплитуда, плавные изменения траектории движения биокинематических звеньев и системы при переходе от одной фазы упражнения к другой;

— среднее время выполнения подъема двумя и подъема разгибом соответственно: 2,23 и 2,06 с;

— синхронное изменение величины кинетической и потенциальной энергии по фазам упражнения.

2. Изучение внутренней организации параметров движения показало сложную картину их взаимодействия, специфичную для каждого упражнения и позволило определить показатели, имеющие наибольшее количество значимых связей с другими биомеханическими характеристиками (кинетическая энергия системы — 11, потенциальная — 12).

3. В качестве критериев техники упражнений структурной группы разгибом можно использовать:

— отношение величин кинетической энергии биокинематических звеньев и системы. Отношение $\frac{E_{зв}}{E_c} \cdot 100\%$ отражает энергетическую стоимость движения звена;

— баланс кинетической и потенциальной энергии системы;

— траекторию движения общего центра тяжести системы и звеньев;

— ускорение системы, имеющее характерную для каждого упражнения структурность годографа ускорения по величине и направлению.

Последние два показателя можно регистрировать с помощью акселерографа и циклографии и использовать для педагогической оценки рациональности движений в целом и по фазам.

4. Корреляционные связи внутри одного целостного исполнения показывают обратную зависимость между кинетической и потенциальной энергией системы и дают возможность определить, какое количество одного вида энергии преобразуется в другой. Гимнастки-мастера при выполнении упражнений структурной группы разгибом используют до 54% запаса потенциальной энергии. Характер связей между показателями поступательного и вращательного движения звеньев и системы изменяется в ходе формирования навыка.

5. Процесс формирования сложного двигательного навыка у юных гимнасток с биомеханических позиций проходит в три этапа:

- а) начала формирования кинематической структуры;
- б) формирования основного механизма координации;
- в) относительной стабилизации кинематической и динамической структуры движения.

6. Изучение механизма формирования спортивной техники позволяет рекомендовать применение отдельных показателей движения для информации на различных этапах образования навыка. Такими показателями являются:

— на первом этапе — показатели пространственных перемещений звеньев и амплитуды движения;

— на втором этапе — ускорение системы в различные моменты движения, баланс кинетической и потенциальной энергии;

— на третьем этапе — показатели баланса кинетической и потенциальной энергии, а также показатели энергетической стоимости звеньев для движения системы.

7. Основы техники упражнений структурной группы разгибом у юных гимнасток не имеют существенных отличий от техники взрослых. Структура движений и ритм выполнения отдельных фаз и всего упражнения в целом сходны.

8. Полученные экспериментальные данные о процессе формирования двигательного навыка позволяют считать применение акселерографа и циклографии целесообразным при обучении юных гимнасток сложным упражнениям. Интерпретацию полученных данных необходимо проводить с учетом возрастных особенностей в восприятии и оценке параметров движений.

9. Установлено, что у юных гимнасток оценка различных величин пространственных характеристик более точна, чем временных и силовых. Оценка комбинаций задаваемых характеристик движений затруднена. Изменение задания (уменьшение или увеличение времени воспроизведения малых, средних и больших величин) значительно снижает качество оценки пространственных и силовых характеристик движений.

10. Применение предложенной методики обучения упражнениям, построенной с учетом возрастных особенностей гимнасток в оценке параметров движений, позволило ускорить процесс становления техники на 2—2,5 месяца, при лучшем качестве исполнения упражнений ($P > 0,05$).

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Исследование способностей к пространственным, временным и динамическим дифференцировкам движений у девочек 8—12 лет. Сборник научных работ молодых ученых за 1971 г., ГДОИФК, Л., 1971, с. 60.

2. Управление процессом обучения на основе комплексного биомеханического анализа спортивной техники. Сборник докладов II Всероссийской конференции «Управление процессом спортивной тренировки», Л., 1974, с. 139 (в соавторстве с А. В. Зинковским).

3. О динамике биомеханических показателей при формировании спортивной техники. Материалы XXIV научно-методической конференции по физическому воспитанию студентов Вузов Ленинграда. Изд. ЛГУ, 1974, с. 63 (в соавторстве с А. В. Зинковским).

4. Определение критериев техники гимнастических упражнений. Сборник научных трудов молодых ученых «Методы и средства тренировки квалифицированных спортсменов». Л., ГДОИФК, 1975, с. 68.

5. Исследование внутренней структуры сложного двигательного действия на начальном этапе его формирования. Сборник научных работ «Научные основы физического воспитания и спорта», Л., ГДОИФК, 1976, с. 78.

Материалы диссертации доложены:

1. На научных конференциях молодых ученых ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта 1971, 1973 гг.
2. На конференциях ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта по итогам научно-исследовательской работы 1975, 1976 гг.
3. II Всероссийской конференции «Управление процессом спортивной тренировки»; Ленинград, 1973.