

Возрастные изменения кинематики скоростного бега детей младшего и среднего школьного возраста

Кандидат педагогических наук С.А. Баранцев

Доктор педагогических наук В.В. Зайцева

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

Введение. Бег является одним из важнейших видов естественных циклических локомоций, необходимых в повседневной жизни и в качестве средства развития сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем, повышения физической подготовленности и оздоровления. Поэтому обучение технике бега включено в Программу физического воспитания школьников. Однако методики совершенствования техники бега детей в основном заимствованы из спорта и не учитывают возрастных особенностей формирования циклических движений. В то же время нет сомнений, что организация учебного процесса с учетом возрастнo-половых особенностей формирования движений - еще не востребованный резерв повышения эффективности физического воспитания детей и подростков. Закономерности развития и становления кинематики двигательных действий у детей до сегодняшнего дня изучены недостаточно. Анализу подвергались только некоторые из них, прежде всего скорость бега, в меньшей степени - длина и частота беговых шагов, притом лишь в отдельных возрастных группах (Н.А. Лупандина, 1949; В.И. Беликов, 1984; В.К. Бальсевич с соавт., 1987). На основании таких данных трудно судить о возрастнo-половых кинематических особенностях техники бега мальчиков и девочек в возрастном диапазоне 7-13 лет.

В этой связи задачей настоящего исследования было изучение возрастных особенностей формирования кинематики скоростного бега у мальчиков и девочек младшего и среднего школьного возраста в условиях традиционной организации уроков физической культуры.

Методы и материалы. Киноциклография. Киносъемка производилась модифицированной кинокамерой "Киев-16УЭ". Это позволило проводить киносъемку изучаемого движения с частотой до 120 кадр/с. До и после эксперимента скорость лентопротяжного устройства кинокамеры тарировалась частотомером ЧЗ-33 с точностью до 0,001 с. Маркировка центров вращения суставов проводилась по методике В.М. Зациорского с соавт. (1981) по совпадающим антропометрическим точкам. Киносъемка осуществлялась на фоне тест-объекта. Проявленные киноматериалы с помощью фотоувеличителя "Азов" и устройства ввода графической информации "СМП-6410" (с точностью до 0,01 мм) вводились в ЭВМ и обрабатывались по специальным программам. Была проведена метрологическая оценка используемого измерительного комплекса, включающего кинокамеру и устройство ввода графической информации. Она показала, что используемый измерительный комплекс отвечает необходимым требованиям для изучения данного вида движений (С.А. Баранцев с соавт., 1993).

Кинематику бега изучали по 53 показателям, включая временные, угловые, скоростные (вертикальная, продольная, результирующая) характеристики, механическую энергию, мощность отталкивания, амплитуду перемещения ОЦМТ и отдельных звеньев тела в начале и в конце фазы амортизации и в конце фазы отталкивания, а также длину и частоту беговых шагов. Момент окончания фазы амортизации определялся по наименьшему углу сгибания опорной ноги в коленном суставе за период опоры (Д.Д. Донской, 1975; А.А. Шалманов, 1986, и др.).

Таблица 1. Тесты для определения двигательных способностей

№ п/п	Название теста	Условия	Колич.	Ед.	Кем обоснован
-------	----------------	---------	--------	-----	---------------

		проведения	повторений	измерения	
1	Измерение силы мышц -разгибателей спины (становая динамометрия)	И.п. - стоя согнувшись (ноги прямые), ручка динамометра удерживается в руках на уровне коленей. Фиксируется лучший результат с точностью до 1 кг	3	кг	В.М. Зациорский (1970), А.М. Шлемин, А.Г. Дежников (1977)
2	Измерение силы мышц - разгибателей бедра правой и левой ноги	И.п. - лежа на спине, туловище фиксировано, угол в коленном суставе 90 °. Фиксируется лучший результат с точностью до 1 кг	3	кг	В.М. Зациорский(1979), А.Г. Дежников (1977)
3	Наклон вперед (гибкость)	И.п. - стоя на скамейке. Выполнить наклон вперед, не сгибая ног. Кончиками пальцев как можно ниже опустить подвижную планку на линейке. Ноль на линейке расположен на 0,2 м выше уровня края скамейки. Фиксируется лучший результат с точностью до 0,005 м	3	м	Е.П. Васильев (1966), С.А. Дешле (1982)
4	Прыжок в длину с места (скоростно-силовые возможности)	И.п. - стоя, ноги на ширине плеч. Толчком двумя с одновременным махом руками - прыжок в длину на максимальный результат. Фиксируется лучший результат прыжка с точностью до 0,01 м	3	м	Е.Я. Бондаревский (1970), С.А. Дешле (1982)
5	Прыжок в длину с места на 50% от максимального	Прыжок в длину с места на линию (реальный			

	результата -K1 (способность дифференцировать движения в пространстве)	результата), нарисованную на расстоянии 50% (должный, заданный). Отношением реального результата к заданному и умноженному на 100% вычисляли K1 каждой из трех попыток, а затем средний коэффициент K1			
6	Прыжок вверх с места (скоростно-силовые возможности)	Прыжок вверх выполняется толчком двумя ногами с махом руками. Фиксируется лучший результат с точностью до 0,005 м	3	м	В.М. Абалаков (1960)
7	Прыжок вверх с места на 50% от максимального результата - K3 (способность дифференцировать движения по степени мышечных усилий)	Прыжок вверх с места на 50% от максимального результата (реальный результат). По отношению реального результата к заданному, равному половине максимального результата прыжка вверх, умноженному на 100%, вычисляли K2 каждой из трех попыток, а затем средний коэффициент K2	3	с	И.М. Вайнер (1972)
8	Бег на 10 м с ходу	Разбег 13-15 м. Время регистрируется при помощи измерителя скорости и временных	2	с	С.А. Дешле (1982)

		интервалов (ИСВИ) с точностью до 0,01 с			
9	Бег на 10 м со скоростью 50% от максимальной -КЗ (способность дифференцировать движения во времени)	Бег со скоростью 50% от максимального (реальный результат). Отношением реального результата к должному, равному двойному времени выполнения теста № 8, умноженному на 100%, вычисляли КЗ каждой из трех попыток, а затем - средний коэффициент КЗ	3	с	

Таблица 2. Количество испытуемых, участвовавших в эксперименте

Испытуемые	Классы					
	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
	Возраст, лет					
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13
Кинематика скоростного бега						
Мальчики	21/2	25/2	21/2	23/22	23/22	21/25
6	2	2				
Девочки	26/2	22/2	21/2	20/22	20/22	22/16
4	4	2				
Двигательная подготовленность						
Мальчики	31/3	20/2	28/2	13/31	32/30	25/23
1	3	3				
Девочки	24/2	19/2	23/2	25/28	25/27	26/25
4	3	1				

Примечание. Цифра слева от косой линии — испытуемые, участвовавшие в эксперименте в начале учебного года, цифра справа — в конце.

Тестирование двигательных способностей. Двигательная подготовленности определялась по тестам, описание которых представлено в табл. 1.

Методы математико-статистического анализа. Результаты исследования обрабатывались методами вариационной статистики на ЭВМ по стандартным программам: определялись средние значения ($\bar{X}$), квадратическое отклонение от них (σ). При $n > 30$

нормальность распределения результатов исследования оценивалась по коэффициентам асимметрии (As) и эксцесса (Ex), при $n < 29$ - по хи-квадрат критерию. Достоверность отличий определялась по t-критерию Стьюдента, а в случае отсутствия нормального распределения использовался непараметрический критерий Вилкоксона -Манна-Уитни.

Организация исследования. На базе школы № 710 г. Москвы был проведен шестилетний лонгитудинальный эксперимент, в ходе которого изучали кинематические показатели скоростного бега (СБ) у учащихся II-VII классов в условиях применения на уроках физической культуры традиционных методик совершенствования движения (ТМ). В условиях ТМ во II классе детей обучали основам техники бега, далее использовались разновидности беговых упражнений с их постепенным усложнением: во II классе - бег с высокого старта; в III - бег с изменением длины и частоты шагов, с преодолением препятствий, с высокого старта на 30 м; в IV - бег 60 м, в V - бег 60 м с низкого старта и т.п.

Киноциклографию и тестирование двигательных способностей проводили в каждом классе в начале и в конце учебного года на протяжении шести лет. В табл. 2 представлено количество испытуемых, принявших участие в эксперименте.

Все испытуемые по состоянию здоровья относились к основной медицинской группе.

Результаты исследования и их обсуждение. Основой для анализа компонентов техники движений послужили информативные кинематические характеристики скоростного бега, динамика которых позволяет судить об улучшении или ухудшении техники движений как у спортсменов, так и у школьников. При этом результаты анализа исследуемых кинематических характеристик бега (53 показателя) пересчитывали в интегральный показатель изменения техники (ИПТ) движения (по схеме табл. 3), графическое представление которого было использовано при анализе динамики кинематической структуры движений. Достоверное улучшение показателя отмечали плюсом, достоверное ухудшение - минусом, отсутствие достоверных изменений - пробелом или "-". Суммированием плюсов и минусов получали ИПТ движения. Значимые изменения в технике движения соответствуют значениям интегрального показателя 3 и более, отсутствие изменений в технике движения - значениям интегрального показателя 2 и менее.

В условиях применения ТМ у мальчиков (табл. 3) от начала к концу учебного года во II и особенно в III классах на фоне отсутствия изменений показателей скорости бега происходит ухудшение параметров техники исследуемого движения.

Во II классе (7-8 лет) - это увеличение угла сгибания толчковой ноги в коленном суставе во время опоры ($p < 0,05$), снижение эффективности отталкивания ($p < 0,05$), кинетической энергии исследуемого движения ($p < 0,01$) и мощности отталкивания ($p < 0,01$), кинетической энергии исследуемого движения ($p < 0,01$), скорости и амплитуды движения маховой ноги ($p < 0,01$) и рук ($p < 0,01$) во время бега и др.

В 9-10 лет (IV класс) у мальчиков наблюдается стабилизация ($p < 0,05$) показателей скорости бега, эффективности отталкивания и многих других кинематических характеристик исследуемого движения. Отмечены как позитивные, так и негативные изменения отдельных компонентов. В 10-11 лет (V класс) на фоне стабилизации показателей скорости бега, эффективности отталкивания происходят существенные позитивные изменения в технике бега на скорость. В частности, увеличиваются амплитуда ($p < 0,01$) и скорость движения бедра маховой ноги ($p < 0,01$), сгибание ее в коленном суставе ($p < 0,01$), эффективность отталкивания в фазе амортизации ($p < 0,01$), уменьшаются угол отталкивания ($p < 0,01$) и вертикальные колебания тела во время бега ($p < 0,01$) и др.

С 11-12 до 12-13 лет (VI и VII классы) у мальчиков от начала к концу учебного года отмечено достоверное улучшение компонентов техники бега: увеличиваются показатели скорости, длины и частоты беговых шагов, эффективности отталкивания, амплитуды движений ног во время бега, снижение вертикальных перемещений тела во время бега и др.

Таблица 3. Изменения в течение учебного года компонентов техники скоростного бега у учащихся II-VI классов

Показатели	Мальчики						Девочки					
	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
V _{ср}					+	+					+	+
Эффективность отталкивания	-	-		+	+	+	-	+	+			+
Амплитуда движ. ног		-	-	+	+			-	+	+		
Амплитуда движ. рук		-										
КС/МНЗ		-							+	+		
Б/МНЗ		-						-	-	+		
Вертикальные колебания тела	-		+	+		+	+	-	+	+		
КС/ОНЗ												
ГСС/ОНЗ												
V _{мн}		-	-				-		+		+	
Длина бегового шага			-		+							
Частота беговых шагов			+			+					-	+
Экономичность бега		+					+					
S _y (п-в)			-		+	-				-	+	-
ИПТ	-2	-5	-2	4	5	2	0	-2	3	2	5	3

Примечание. «+» - достоверное улучшение показателя, «-» - достоверное ухудшение показателя, пропуск - отсутствие достоверных изменений.

Таким образом, в условиях применения традиционных методик совершенствования движения у мальчиков в 8-9 лет (III класс) наблюдается период ухудшения техники СБ, в 7-8 лет (III класс) и 9-10 лет (IV класс) отмечена стабилизация или тенденция к ухудшению компонентов техники исследуемого движения. С 10-11 до 12-13 лет (V-VII классы) - период улучшения техники СБ.

В условиях ТМ у девочек 7-9 лет (II и III классы) отсутствуют существенные изменения ($p > 0,05$) показателей скорости бега. В 7-8 лет снижаются эффективность отталкивания ($p < 0,05$) и скорость махового движения ноги ($p < 0,01$) во время бега. Экономичность бега повышается ($p < 0,01$) благодаря уменьшению вертикальных перемещений ОЦМТ во время опоры ($p < 0,05$) и улучшению равномерности скорости бега ($p < 0,01$). Примерно такой же характер изменения показателей техники бега отмечен у девочек 8-9 лет, т.е. от начала к концу учебного года происходят как негативные, так и позитивные изменения в компонентах техники исследуемого движения. При этом зарегистрировано значительное повышение показателей быстроты, силовых, скоростно-силовых возможностей у девочек 7-9 лет.

С 9-10 до 12-13 лет (IV-VII классы) у девочек наблюдается улучшение компонентов техники СБ, но показатели скорости бега значительно растут только в 11-13 лет (VI и VII классы).

Следовательно, в условиях ТМ у девочек 7-9 лет (II-III классы) отмечается период ухудшения компонентов техники скоростного бега. Техника исследуемого движения улучшается с 9 до 13 лет (IV-VII классы).

С целью установления причины ухудшения компонентов техники бега у учащихся 8-9 лет (III класс) был проведен анализ изменений показателей двигательной подготовленности учащихся. У мальчиков 8-9 лет от начала к концу учебного года достоверно улучшаются значения абсолютной силы мышц - разгибателей ног ($p < 0,05 - 0,01$). Стабилизируются ($p < 0,05$) показатели абсолютной и относительной силы мышц - разгибателей спины и относительной силы мышц - разгибателей ног, гибкости, скоростно-силовых способностей, быстроты, а также способности дифференцировать движения в пространстве, во времени и по степени мышечных усилий.

Между должными и реальными показателями коэффициентов K1, K2 и K3 как в начале, так и в конце учебного года не отмечено достоверных отличий. Следовательно, мальчики 8-9 лет достаточно точно дифференцируют движения в пространстве, по степени мышечных усилий и во времени.

У девочек 8-9 лет (III класс) от начала к концу учебного года улучшаются быстрота ($p < 0,01$), скоростно-силовые возможности ($p < 0,05$) и абсолютная сила мышц - разгибателей ног ($p < 0,05$). Стабилизируются ($p < 0,05$) характеристики абсолютной и относительной силы мышц - разгибателей спины, относительной силы мышц - разгибателей ног, гибкости, а также способности дифференцировать движения в пространстве, во времени и по степени мышечных усилий.

Между должными и реальными показателями коэффициентов K1, K2 и K3 как в начале, так и в конце учебного года не отмечено достоверных отличий. Следовательно, девочки 8-9 лет достаточно точно дифференцируют движения в пространстве, по степени мышечных усилий и во времени.

Полученные результаты свидетельствуют о стабилизации или улучшении двигательных способностей учащихся 8-9 лет. В то же время техника скоростного бега ухудшается (мальчики) или имеет тенденцию к ухудшению (девочки).

У девочек 11-12 лет (VI класс) наблюдается достоверное уменьшение показателей абсолютной ($p < 0,05$) и относительной ($p < 0,01$) силы мышц - разгибателей ног и относительной силы мышц - разгибателей спины ($p < 0,05$), а также ухудшаются показатели, характеризующие способность дифференцировать движения во времени ($p < 0,01$). В то же время именно в этом возрасте у девочек отмечается наиболее значительное совершенствование компонентов техники СБ.

Следовательно, совершенствование циклических локомоций - самостоятельный процесс, который непосредственно не зависит от развития двигательных способностей.

Закключение. В процессе возрастного развития кинематики СБ у детей и подростков происходит чередование периодов стабилизации, улучшения и ухудшения компонентов техники движения.

В условиях применения ТМ у девочек и мальчиков 7-8 лет (II класс) наблюдается стабилизация, а в 8-9 лет (III класс) - ухудшение техники СБ. Период значительного совершенствования компонентов техники СБ (чувствительный период) у мальчиков отмечается с 10 до 13 лет (V-VII классы), а у девочек он наступает на год раньше - с 9 лет.

Совершенствование циклических локомоций учащихся младшего и среднего школьного возраста является самостоятельным процессом, который непосредственно не зависит от развития двигательных способностей.

Список литературы

1. Абалаков В.М. Новая аппаратура для изучения спортивной техники. - М.: ФиС, 1960 - 40 с.
2. Бальсевич В.К., Запорожанов В.А. Физическая активность человека. - Киев: Здоровье, 1987. - 224 с.
3. Баранцев С.А., Якунин Н.А. Комплекс технических средств для изучения локомоций человека и его метрологическая оценка // Сб. науч. тр. Новые методы и средства обучения / Под общ. ред. Н.Н. Евтихьева. М., 1993, с. 98-101.
4. Беликов В.И. Особенности проявления взаимосвязи двигательных качеств и техники бега у детей школьного возраста. М., 1984.- 162 с.
5. Бондаревский Е.Я. Надежность тестов, используемых для характеристики моторики человека // Теория и практика физ. культуры. 1970, № 5, с. 15-18.
6. Букреева Д.П., Косилов С.А., Тамбиева А.П. Возрастные особенности циклических движений детей и подростков. - М.: Педагогика, 1975. - 159 с.
7. Вайнер И.М. Использование количественной информации в совершенствовании управления безопорной фазой прыжка: Автореф. канд. дис. М., 1972. - 24 с.
8. Васютина А.И. Изучение пространственной оценки движений у детей дошкольного и школьного возраста //Тр. II науч. конф. по вопросу возрастной морфологии, физиологии, биохимии. М. 1955. - 279 с.
9. Дешле С.А. Методика педагогического контроля за уровнем физической подготовленности учащихся I-III классов: Автореф. канд. дис. М., 1982 - 23 с.
10. Донской Д.Д. Биомеханика: Учеб. пос. для студ. фак. физ. воспитания пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1975. - 239 с.
11. Зациорский В.М., Аруин А.С., Селуянов В.Н. Биомеханика двигательного аппарата человека. - М.: ФиС, 1981. - 143 с.
12. Лупандина Н.А. Развитие основных движений у школьников (бег, прыжки, метание) // Физическое воспитание детей дошкольного и школьного возраста. М.- Л., 1949, с. 96-121.
13. Любомирский Л.Е. Возрастные особенности движений у детей и подростков. НИИ физиологии детей и подростков АПН СССР. - М.: Педагогика, 1979. - 96 с.
14. Масальгин Н.А. Математико-статистические методы в спорте. - М.: ФиС, 1974. - 151 с.
15. Шалманов А.А. Взаимодействие с опорой как предмет обучения: Автореф. канд. дис. М., 1986. - 20 с.

Для подготовки данной работы были использованы материалы с сайта <http://lib.sportedu.ru>