

**Методические рекомендации по оценке антропометрических особенностей легкоатлетов, влияющих на биомеханические параметры бега**

**Москва 2013**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	3
1. Модельные антропометрические характеристики легкоатлетов, специализирующихся на разных дистанциях.....	5
2. Модельные композиционные и физиологические характеристики легкоатлетов, специализирующихся на разных дистанциях.....	15
3. Влияние антропометрических и композиционных особенностей легкоатлетов на биомеханические параметры бега.....	19
4. Методы оценки антропометрических и композиционных особенностей легкоатлетов.....	28
Заключение.....	34

## Введение

Антропометрические и морфологические обследования в легкой атлетике позволяют установить, на сколько кандидаты для зачисления в учебно-тренировочные группы и группы спортивного совершенствования спортивных школ соответствуют тому морфотипу, который предрасполагает к наилучшей биомеханике бега и характерен для выдающихся представителей конкретной легкоатлетической специализации.

В спортивной практике выработались определенные представления о морфотипах спортсменов (рост, масса тела, тип телосложения и т.п.). Широкий диапазон соревновательных дистанций в легкоатлетическом беге (60 – 42195 м) значительно затрудняет экстраполяцию общих положений концепции индивидуализации на процессе подготовки и успешное выступление легкоатлетов высокого класса на конкретных дистанциях. С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневикиков и спринтеров, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. На основе соматотипирования выявлено, что легкоатлеты-спринтеры, характеризующиеся анаэробным типом энергетики, представлены на 62% мышечным и на 38% астено-торакальным типом конституции, а стайеры, представлены аэробным типом энергетики, в 100% случаев относятся к астено-торакальному типу. Сопоставление типов телосложения и энергообеспечения наглядно продемонстрировало тесную взаимосвязь между особенностями системы энергетического обеспечения и телосложением спортсменов спринтеров и стайеров. Это позволяет использовать тип конституции как некий маркер типа энергетического обеспечения и, как следствие, дает возможность отбора спортсменов в группу спринтеров и стайеров на основе внешних признаков.

К важным антропометрическим и композиционным особенностям легкоатлетов-бегунов, определяемым с помощью углубленной антропометрии, калиперометрии, биоимпедансометрии, воздушной плетизмографии и иммуногистохимии, следует отнести длину тела, туловища, конечностей и стоп, вес тела, соотношение мышечной и жировой тканей, состав мышечных волокон, их поперечник и др. Все эти показатели, изменяя угловые характеристики суставов и обуславливая аэробные и анаэробные возможности, влияют на биомеханические параметры бега легкоатлетов.

Вместе с тем, обучение спортивной технике бега легкоатлета должно происходить в соответствии с природными биологическими особенностями человека (слабыми и сильными сторонами). Таким образом, применение информации о структуре тела легкоатлета позволяет повысить эффективность спортивного отбора и ориентации, а также оптимизировать технику бега в легкой атлетике.

## **1. Модельные антропометрические характеристики легкоатлетов, специализирующихся на разных дистанциях**

Тренировка в любом виде спорта - многоплановый, длительный процесс, требующий не только затрат физических сил, но и приобретения обширного объема знаний по основным вопросам спортивной науки. Подготовка спортсмена будет проходить более рационально, если, начиная уже с первых шагов специализации, он представляет достаточно определенно все этапы своего роста в будущем. Ориентация на определенный результат и организация тренировочной работы будет более успешной в том случае, если мы сможем достаточно убедительно ответить на следующие вопросы:

«Идеал» - каков идеальный спринтер, его оптимальный рост и вес, пропорции тела, основные психологические и психофизиологические характеристики? «Успех» - когда наступает зона максимальных успехов у бегунов на короткие дистанции, какие результаты показывают спортсмены в различные периоды своего становления? «Результат» - из чего складывается спортивный результат, каковы основные кинематические и динамические характеристики техники стартового разгона и бега по дистанции, какие результаты должен показывать спортсмен в различных педагогических тестах, характеризующих его функциональную подготовленность?

Ответы на эти вопросы помогают составить модель высокого класса, выявить основные критерии, соответствующие рекордным достижениям. Важно выяснить, например, за счет чего спортсмен сумел поднять потолок высшего достижения, попытаться разложить его результат на составляющие. В теории спорта модельные характеристики рассматриваются в общей блок-схеме, разделенной на три уровня, тесно связанных друг с другом.

Первый уровень - модельные характеристики соревновательной деятельности. На этом уровне рассматриваются все временные и пространственные параметры спринтерского бега: время старта, скорость

прохождения отдельных отрезков дистанции, длина и частота шагов, то есть все, что формирует результат, зафиксированный судьями на финише.

Второй уровень - модельные характеристики основных сторон подготовленности. Это, прежде всего количественные значения специальной подготовленности: скоростно-силовые характеристики отдельных мышечных групп, показатели гибкости, скоростной выносливости.

Третий уровень - характеристики функционального состояния систем организма. В этом разделе рассматриваются внутренние механизмы, обеспечивающие высокую результативность спортсмена, емкость и мощность систем энергообеспечения, качественный состав мышечных волокон, особенности протекания нервных процессов и другие психофизиологические характеристики. Очевидно, что спортивные способности бегунов на короткие дистанции в значительной мере определяются именно этим уровнем общей блок-схемы.

В беге на короткие дистанции значительных успехов добивались спортсмены различного роста и веса. Если взять полярные показатели, то самыми высокими спринтерами являлись Ю.Болт 196 см - 9.58 сек, Д. Карлос 193 см (США) - 10,0 сек и С. Уильямс 192 см (США) - 9.9 сек, а самым низкорослым А. Мерчисон 156 см (США) - 10,1 сек. У женщин такие колебания менее значительны - И. Рудольф 180 см (США) - 11,2 сек, а П. Крепкина, 158 см - 11,3 сек. Таким образом, по данным роста и веса тела достаточно трудно выявить предрасположенность спортсмена к спринтерским дистанциям, однако если рассмотреть пропорции тела, то бегуны на короткие дистанции явно превосходят представителей других видов спорта по такому показателю, как соотношение длины ног к общей длине тела, который у спринтеров высокого класса достигает значений 54-55%.

На начальных стадиях отбора спортсменов для специализации в беге на короткие дистанции и целесообразно обращать внимание на соотношение

отдельных частей тела, особенно ног. Как правило, спринтер, показывающий хороший результат, имеет большую длину голени и бедра. У В.Борзова основные показатели телосложения следующие: длина тела - 179,8 см, ноги - 99,9 см, туловища - 53,4 см, голени - 41,1 см, бедра - 51,7 см, обхват плеча - 31,0 см, относительное количество костной массы - 14,92%. относительное количество общего жира - 12,68%.

Помимо антропологических признаков, которые, как известно, в основном являются генетически детерминированными, важны также и некоторые функциональные особенности, практически не изменяющиеся в процессе спортивного совершенствования. Прежде всего, это относится к тем свойствам нервной системы, которые характеризуют координационные возможности в максимально быстрых движениях.

Специальные исследования, проведенные В. К. Бальсевичем среди детей (более 2 тысяч подростков и юношей), показали, что большинство из них при максимально быстром беге производят отталкивание за 150-160 мс. В то же время встречаются подростки, которые по координации нервно-мышечных усилий, свойственных спринтерскому бегу, заметно отличаются от своих сверстников, их время отталкивания равно 80-90 мс. Такие дети по правильности и рациональности спортивной техники, а также ритму бега не уступают лучшим спринтерам и, следовательно, имеют предпосылки для успешной специализации в этом виде легкой атлетики.

Анализ лучших достижений сильнейших спринтеров мира показал, что возраст, в котором спортсмены устанавливают личные рекорды, в среднем таков: у женщин на дистанции 100 м -  $23,1 \pm 2,3$  года; 200 м -  $24,7 \pm 3,7$  года, у мужчин соответственно  $23,6 \pm 2,7$  года и  $23,4 \pm 3,5$  года, например, У.Болт устанавливал свои последние мировые рекорды как раз в сроки своего дня рождения 21 августа 2009 ему исполнилось 23 года.

Изучение спортивных биографий сильнейших спринтеров говорит о том, что в среднем путь к наивысшему успеху занимает 7-8 лет

специализации в беге на короткие дистанции. Темп прироста результатов у сильнейших бегунов мира зависит от уровня подготовленности и возраста. Однако во всех возрастных группах наиболее высокие темпы прироста отмечены в первый год специализированной тренировки. Спортивные результаты, как правило, улучшаются на протяжении 9 лет, а на 10-м году начинает заметно проявляться стабилизация достижений. Следовательно, перед начинающим спринтером лежит долгий путь с достаточно ясной конечной целью - высокий спортивный результат. Чтобы представить себе основные этапы становления бегуна на короткие дистанции, необходимо рассмотреть «модель спринтера», то есть совокупность физических качеств и параметров соревновательной деятельности, которая достаточно полно характеризует общий спортивный результат. Количественные данные позволяют ясно сформулировать общую цель подготовки, исходя из которой можно последовательно определить направленность тренировочной работы. Таким образом, отдельные показатели «модели спринтера» высокого класса представляют собой комплекс частных задач, позволяющих более конкретно формировать долгосрочную программу подготовки.

С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневигов и спринтеров, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. Спринтеры, как правило, обладают более высокими значениями роста, веса, индекса массы тела и длинными размерами тела чем средневики и стайеры (таблицы 1-13).

На основе соматотипирования выявлено, что легкоатлеты-спринтеры, характеризующиеся анаэробным типом энергетика, представлены на 62% мышечным и на 38% астено-торакальным типом конституции, а стайеры, представлены аэробным типом энергетика, в 100% случаев относятся к астено-торакальному типу.



**Таблица 1.** Длина тела (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	175,1	6,2	3,6	62	163,4	4,1	2,6
Бег на 400 м	54	177,8	4,2	2,3	32	167,4	5,7	3,4
Бег на 800 м	53	176,2	4,6	2,6	29	162,8	4,4	2,7
Бег на 1500 м	61	174,9	5,4	3,1	24	162,1	4,7	2,9
Бег на 3000 м					13	159,7	6,9	4,3
Бег на 5000 м	41	171,5	4,5	2,6				
Бег на 10000 м	41	171,5	5,4	3,2				
Бег на 100 м с/б					19	167,1	4,5	2,7
Бег на 110 м с/б	28	183,2	4,6	2,7				
Бег на 400 м с/б	21	179,3	6,6	3,8				
Бег на 3000 м с/п	21	174,3	5,1	2,9				
Спортивная ходьба, 20 км	57	174,5	5,0	2,9				
Спортивная ходьба, 50 км	39	173,7	4,9	2,8				
Марафон	131	169,6	5,5	3,2				

**Таблица 2.** Масса тела (кг) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	77,83	6,18	8,4	62	57,78	4,62	7,99
Бег на 400 м	54	70,82	5,45	7,7	32	57,82	5,76	9,96
Бег на 800 м	53	68,64	5,66	8,3	29	54,88	5,01	9,13
Бег на 1500 м	61	66,91	4,95	7,4	24	53,73	5,40	10,05
Бег на 3000 м					13	52,07	5,64	10,83
Бег на 5000 м	41	63,19	4,42	7,0				
Бег на 10000 м	41	62,85	5,08	8,0				
Бег на 100 м с/б					19	60,06	4,73	7,87
Бег на 110 м с/б	23	77,28	5,75	7,4				
Бег на 400 м с/б	21	73,66	6,06	8,2				
Бег на 3000 м с/п	21	67,82	6,45	9,5				
Спортивная ходьба, 20 км	57	69,17	5,88	8,5				
Спортивная ходьба, 50 км	39	68,85	5,73	8,3				
Марафон	131	63,93	4,46	7,0				

**Таблица 3.** Охват грудной клетки (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	95,4	4,0	4,2	62	83,4	3,3	4,0
Бег на 400 м	54	93,4	3,9	4,2	32	83,3	3,2	3,8
Бег на 800 м	53	92,9	4,1	4,4	29	82,4	3,1	3,7
Бег на 1500 м	61	91,7	3,3	3,6	24	81,7	2,9	3,6
Бег на 3000 м					13	80,4	2,9	3,6
Бег на 5000 м	41	89,4	3,9	4,4				
Бег на 10000 м	41	89,8	4,6	5,1				
Бег на 100 м с/б					19	84,2	2,9	3,4
Бег на 110 м с/б	23	94,9	4,2	4,4				
Бег на 400 м с/б	21	93,7	4,7	5,0				
Бег на 3000 м с/п	21	91,3	4,9	5,3				
Спортивная ходьба, 20 км	57	93,1	6,3	6,7				
Спортивная ходьба, 50 км	39	94,7	4,6	4,9				
Марафон	131	92,4	3,9	4,2				

**Таблица 4.** Площадь поверхности тела ( $m^2$ ) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	1,89	0,12	6,35	62	1,62	0,06	3,88
Бег на 400 м	54	1,89	0,09	4,77	32	1,65	0,11	6,67
Бег на 800 м	53	1,85	0,10	5,42	29	1,59	0,08	5,03
Бег на 1500 м	61	1,82	0,09	4,95	24	1,57	0,08	5,10
Бег на 3000 м					13	1,55	0,09	5,86
Бег на 5000 м	41	1,75	0,08	4,58				
Бег на 10000 м	41	1,74	0,09	5,17				
Бег на 100 м с/б					19	1,67	0,08	4,80
Бег на 110 м с/б	23	2,00	0,10	5,00				
Бег на 400 м с/б	21	1,94	0,13	6,70				
Бег на 3000 м с/п	21	1,83	0,11	6,13				
Спортивная ходьба, 20 км	57	1,84	0,10	5,43				
Спортивная ходьба, 50 км	39	1,82	0,10	5,49				
Марафон	131	1,73	0,08	4,62				

**Таблица 5.** Поперечный среднегрудинный диаметр грудной клетки (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	28,2	1,6	5,8	62	24,7	1,5	6,2
Бег на 400 м	54	27,8	1,5	5,5	32	24,8	1,3	5,3
Бег на 800 м	53	27,9	1,3	4,6	29	24,9	1,5	6,1
Бег на 1500 м	61	27,6	1,6	5,8	24	24,7	1,2	4,7
Бег на 3000 м					13	24,6	0,8	3,2
Бег на 5000 м	41	27,2	1,5	5,4				
Бег на 10000 м	41	26,7	1,5	5,5				
Бег на 100 м с/б					19	24,9	1,7	6,8
Бег на 110 м с/б	23	28,7	1,4	5,0				
Бег на 400 м с/б	21	28,0	1,3	4,5				
Бег на 3000 м с/п	21	27,8	1,5	5,5				
Спортивная ходьба, 20 км	57	28,5	1,7	6,0				
Спортивная ходьба, 50 км	39	28,5	1,5	5,3				
Марафон	131	27,5	1,6	5,7				

**Таблица 6.** Саггитальный среднегрудинный диаметр грудной клетки (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	19,6	1,3	6,4	62	17,3	1,3	7,3
Бег на 400 м	54	19,7	1,4	7,0	32	17,3	1,0	5,8
Бег на 800 м	53	19,6	1,3	6,9	29	17,4	1,1	6,4
Бег на 1500 м	61	19,7	1,7	8,4	24	17,5	1,1	6,4
Бег на 3000 м					13	17,4	1,1	6,4
Бег на 5000 м	41	19,3	1,3	6,9				
Бег на 10000 м	41	19,7	1,4	7,1				
Бег на 100 м с/б					19	16,7	1,1	6,4
Бег на 110 м с/б	23	20,0	1,5	7,7				
Бег на 400 м с/б	21	19,6	1,3	6,7				
Бег на 3000 м с/п	21	19,8	1,4	7,1				
Спортивная ходьба, 20 км	57	20,0	1,4	7,2				
Спортивная ходьба, 50 км	39	19,9	1,3	6,6				
Марафон	131	19,3	1,3	6,9				

**Таблица 7.** Тазогребневый диаметр (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	27,8	2,0	7,2	62	27,1	2,0	7,2
Бег на 400 м	54	27,9	1,5	5,3	32	27,1	1,9	7,0
Бег на 800 м	53	28,1	1,5	5,5	29	27,0	2,0	7,4
Бег на 1500 м	61	27,8	1,4	4,9	24	26,3	1,7	6,4
Бег на 3000 м					13	26,5	1,6	5,9
Бег на 5000 м	41	27,3	1,5	5,4				
Бег на 10000 м	41	27,1	1,3	4,9				
Бег на 100 м с/б					19	27,4	1,5	5,6
Бег на 110 м с/б	23	27,9	1,4	4,8				
Бег на 400 м с/б	21	28,8	1,5	5,3				
Бег на 3000 м с/п	21	27,8	1,2	4,1				
Спортивная ходьба, 20 км	57	27,9	1,6	5,6				
Спортивная ходьба, 50 км	39	28,0	2,1	7,5				
Марафон	131	27,6	1,8	6,7				

**Таблица 8.** Обхват спокойного плеча (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	29,4	1,5	5,2	62	24,9	1,7	6,7
Бег на 400 м	54	28,2	1,7	6,0	32	24,2	1,7	7,2
Бег на 800 м	53	27,3	1,7	6,1	29	23,7	1,5	6,5
Бег на 1500 м	61	26,6	1,3	4,9	24	23,4	1,9	8,3
Бег на 3000 м					13	23,6	1,5	6,3
Бег на 5000 м	41	25,6	1,2	4,9				
Бег на 10000 м	41	25,7	1,7	6,6				
Бег на 100 м с/б					19	25,2	1,7	6,8
Бег на 110 м с/б	23	28,8	1,9	6,5				
Бег на 400 м с/б	21	28,0	1,8	6,5				
Бег на 3000 м с/п	21	26,5	1,4	5,2				
Спортивная ходьба, 20 км	57	27,8	1,5	5,4				
Спортивная ходьба, 50 км	39	28,3	1,3	4,6				
Марафон	131	26,2	1,6	6,1				

**Таблица 9.** Обхват напряженного плеча (см)

высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	32,5	1,7	5,1	62	26,9	1,7	6,2
Бег на 400 м	54	30,8	2,3	7,6	32	26,2	1,8	7,0
Бег на 800 м	53	30,1	1,7	5,5	29	25,5	1,6	6,1
Бег на 1500 м	61	29,2	1,3	4,6	24	25,2	1,8	7,1
Бег на 3000 м					13	25,2	1,7	6,6
Бег на 5000 м	41	28,1	1,4	5,2				
Бег на 10000 м	41	28,2	1,9	6,6				
Бег на 100 м с/б					19	27,2	1,7	6,4
Бег на 110 м с/б	23	31,1	2,0	6,6				
Бег на 400 м с/б	21	30,7	2,1	6,9				
Бег на 3000 м с/п	21	29,3	1,4	4,9				
Спортивная ходьба, 20 км	57	30,5	1,6	5,2				
Спортивная ходьба, 50 км	39	31,3	1,4	4,6				
Марафон	131							

**Таблица 10.** Обхват предплечья (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	27,6	1,4	5,0	62	23,3	1,1	4,5
Бег на 400 м	54	26,6	1,2	4,6	32	23,2	1,2	5,2
Бег на 800 м	53	26,4	1,1	4,3	29	22,7	1,2	5,5
Бег на 1500 м	61	25,7	1,0	3,9	24	22,4	1,4	6,1
Бег на 3000 м					13	22,6	1,1	5,1
Бег на 5000 м	41	24,8	1,1	4,3				
Бег на 10000 м	41	25,0	1,1	4,5				
Бег на 100 м с/б					19	23,5	1,1	4,8
Бег на 110 м с/б	23	27,1	1,5	5,5				
Бег на 400 м с/б	21	26,8	1,4	5,3				
Бег на 3000 м с/п	21	25,6	1,0	3,8				
Спортивная ходьба, 20 км	57	26,6	1,2	4,4				
Спортивная ходьба, 50 км	39	27,0	1,2	4,3				
Марафон	131	25,6	1,5	5,8				

**Таблица 11.** Обхват бедра (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	57,3	2,6	4,5	62	55,4	2,6	4,7
Бег на 400 м	54	55,2	2,3	4,2	32	53,7	4,2	7,7
Бег на 800 м	53	54,0	2,1	3,9	29	52,1	2,8	5,4
Бег на 1500 м	61	52,7	2,2	4,2	24	51,8	3,1	5,9
Бег на 3000 м					13	51,7	2,1	4,0
Бег на 5000 м	41	50,7	2,1	4,1				
Бег на 10000 м	41	51,2	2,1	4,1				
Бег на 100 м с/б					19	56,2	3,6	6,3
Бег на 110 м с/б	23	57,0	2,4	4,1				
Бег на 400 м с/б	21	56,3	2,4	4,3				
Бег на 3000 м с/п	21	53,1	2,4	4,4				
Спортивная ходьба, 20 км	57	54,1	2,3	4,2				
Спортивная ходьба, 50 км	39	53,9	2,1	3,9				
Марафон	131	51,8	2,4	4,7				

**Таблица 12.** Обхват голени (см) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$	$n$	$\bar{x}$	$\sigma$	$v$
Бег на 100 м	53	38,8	2,1	5,4	62	35,7	1,8	5,0
Бег на 400 м	54	37,9	1,6	4,1	32	35,6	1,8	5,1
Бег на 800 м	53	37,3	1,9	5,0	29	35,2	1,7	4,9
Бег на 1500 м	61	36,6	1,8	5,0	24	34,6		
Бег на 3000 м					13	34,8	2,2	6,2
Бег на 5000 м	41	35,9	1,8	5,1				
Бег на 10000 м	41	35,7	1,7	4,7				
Бег на 100 м с/б					19	35,9	1,5	4,2
Бег на 110 м с/б	23	38,5	2,1	5,4				
Бег на 400 м с/б	21	38,1	1,5	3,8				
Бег на 3000 м с/п	21	37,1	2,2	6,0				
Спортивная ходьба, 20 км	57	37,8	1,8	4,7				
Спортивная ходьба, 50 км	39	38,1	2,0	5,3				
Марафон	131	36,4	1,8	4,8				

## 2. Модельные композиционные характеристики легкоатлетов, специализирующихся на разных дистанциях

Спринтеры-легкоатлеты обладают более выраженной мышечной массой, стайеры – наименьшей (Таблицы 13-14). Индекс массы тела, как суррогатный показатель мышечной массы у спортсменов, также коррелирует с предпочтениями в выборе дистанций у легкоатлетов. С ростом дистанции индекс массы тела уменьшается среди высококвалифицированных легкоатлетов. Кроме того, установлено преобладание быстрых мышечных волокон у спринтеров, и превалирование медленных мышечных волокон у стайеров, что обуславливает их способность к скорости преодоления дистанции и утомляемости.

**Таблица 13.** Абсолютная масса скелетных мышц (кг) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	38,6	4,2	10,9	62	27,4	2,4	8,8
Бег на 400 м	54	36,8	3,2	8,7	32	27,5	3,5	12,6
Бег на 800 м	53	35,0	3,2	9,0	29	25,5	2,8	11,1
Бег на 1500 м	61	33,3	2,9	8,6	24	24,7	2,9	11,6
Бег на 3000 м					13	25,2	3,7	14,7
Бег на 5000 м	41	30,5	2,8	9,2				
Бег на 10000 м	41	30,8	3,0	9,8				
Бег на 100 м с/б					19	29,4	3,9	13,1
Бег на 110 м с/б	23	38,1	4,1	10,4				
Бег на 400 м с/б	21	37,5	4,0	10,8				
Бег на 3000 м с/п	21	33,2	3,3	10,0				
Спортивная ходьба, 20 км	57	34,7	3,6	10,4				
Спортивная ходьба, 50 км	39	35,5	3,5	9,9				
Марафон	131	31,2	3,7	11,7				

**Таблица 14.** Относительная масса скелетных мышц (%) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	52,2	2,6	5,0	62	47,5	2,9	6,2
Бег на 400 м	54	51,9	2,2	4,3	32	47,5	3,3	6,9
Бег на 800 м	53	51,0	2,7	5,3	29	46,5	3,6	7,8
Бег на 1500 м	61	49,7	2,4	4,9	24	45,6	2,3	5,1
Бег на 3000 м					13	48,4	3,8	7,9
Бег на 5000 м	41	48,2	2,1	4,4				
Бег на 10000 м	41	48,9	2,6	5,2				
Бег на 100 м с/б					19	48,0	3,1	6,5
Бег на 110 м с/б	23	50,6	2,3	4,6				
Бег на 400 м с/б	21	50,9	2,4	4,6				
Бег на 3000 м с/п	21	49,0	2,5	5,0				
Спортивная ходьба, 20 км	57	50,2	2,7	5,4				
Спортивная ходьба, 50 км	39	51,2	2,8	5,3				
Марафон	131	48,9	3,7	7,6				

**Таблица 15.** Абсолютная масса жировых тканей (кг) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	7,5	1,6	21,0	62	9,9	2,4	23,9
Бег на 400 м	54	6,8	1,4	20,0	32	9,2	2,5	27,5
Бег на 800 м	53	6,5	1,3	19,6	29	8,8	2,9	33,2
Бег на 1500 м	61	6,1	1,6	26,1	24	8,7	2,1	24,3
Бег на 3000 м					13	8,0	1,8	22,5
Бег на 5000 м	41	5,9	1,0	17,7				
Бег на 10000 м	41	5,8	1,4	23,4				
Бег на 100 м с/б					19	9,4	2,5	22,7
Бег на 110 м с/б	23	8,2	2,1	26,0				
Бег на 400 м с/б	21	7,5	1,5	19,8				
Бег на 3000 м с/п	21	9,5	1,7	18,1				
Спортивная ходьба, 20 км	57	7,7	1,7	22,6				
Спортивная ходьба, 50 км	39	7,13	1,7	23,4				
Марафон	131	6,7	1,6	24,3				



**Таблица 16.** Относительная масса жировых тканей (%) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	10,2	2,1	10,2	62	17,1	3,3	19,3
Бег на 400 м	54	9,6	1,7	18,0	32	15,8	3,5	22,2
Бег на 800 м	53	9,4	1,6	16,7	29	15,9	4,6	28,9
Бег на 1500 м	61	9,1	2,3	24,6	24	16,1	3,6	22,1
Бег на 3000 м					13	15,4	3,5	22,8
Бег на 5000 м	41	9,3	1,6	17,6				
Бег на 10000 м	41	9,2	1,9	20,3				
Бег на 100 м с/б					19	15,5	3,4	22,2
Бег на 110 м с/б	23	10,9	2,6	24,3				
Бег на 400 м с/б	21	10,3	2,1	19,1				
Бег на 3000 м с/п	21	9,7	2,2	22,3				
Спортивная ходьба, 20 км	57	11,1	2,5	22,3				
Спортивная ходьба, 50 км	39	10,5	2,4	23,1				
Марафон	131	10,5	2,4	22,6				

**Таблица 17.** Абсолютная масса скелета (кг) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	11,6	1,3	11,5	62	8,4	0,9	10,6
Бег на 400 м	54	11,6	1,0	8,5	32	8,8	0,9	10,1
Бег на 800 м	53	11,3	1,0	8,5	29	8,4	1,0	11,8
Бег на 1500 м	61	11,0	1,2	10,9	24	8,3	0,9	10,4
Бег на 3000 м					13	8,2	1,2	14,2
Бег на 5000 м	41	10,3	1,1	10,7				
Бег на 10000 м	41	10,2	1,1	10,3				
Бег на 100 м с/б					19	8,6	0,7	8,4
Бег на 110 м с/б	23	11,9	1,8	15,3				
Бег на 400 м с/б	21	12,0	1,8	14,8				
Бег на 3000 м с/п	21	11,1	1,4	12,6				
Спортивная ходьба, 20 км	57	11,8	1,3	11,0				
Спортивная ходьба, 50 км	39	11,8	1,3	11,1				
Марафон	131	11,1	1,2	11,1				

**Таблица 18.** Относительная масса скелета (%) высококвалифицированных бегунов разной специализации

Спортивная специализация	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>	<i>n</i>	$\bar{x}$	$\sigma$	<i>v</i>
Бег на 100 м	53	15,7	1,2	7,3	62	14,5	1,1	7,8
Бег на 400 м	54	16,4	1,2	7,5	32	15,3	1,4	9,4
Бег на 800 м	53	16,4	1,4	8,3	29	15,4	1,5	9,5
Бег на 1500 м	61	16,5	1,2	7,4	24	15,3	1,5	9,5
Бег на 3000 м					13	15,8	1,3	8,3
Бег на 5000 м	41	16,2	1,4	8,8				
Бег на 10000 м	41	16,2	1,3	7,7				
Бег на 100 м с/б					19	14,3	1,3	8,9
Бег на 110 м с/б	23	15,4	1,7	10,8				
Бег на 400 м с/б	21	16,3	1,8	10,9				
Бег на 3000 м с/п	21	16,4	1,2	7,1				
Спортивная ходьба, 20 км	57	17,1	1,3	7,8				
Спортивная ходьба, 50 км	39	17,1	1,6	9,1				
Марафон	131	17,3	1,0	6,0				

Из таблиц 15-18 можно видеть, что у спринтеров более выражено жиросотложение и больше костная масса по сравнению со стайерами, что связано как со спецификой тренировочной деятельности, так и особенностями метаболизма (при выраженном аэробном метаболизме жировая масса снижена).

### **3. Влияние антропометрических и композиционных особенностей легкоатлетов на биомеханические параметры бега**

Взаимодействие опорно-двигательного аппарата бегуна с опорой является источником движения в спринтерском беге так же, как и во всех видах локомоций в лёгкой атлетике. Поэтому особенности взаимодействия с опорой явились предметом многочисленных исследований специалистов в области лёгкой атлетики, биомехаников. При этом специфика взаимодействия с опорой в подавляющем большинстве исследований изучалась путём анализа силовых характеристик (силы реакции опоры), или ускорений общего центра масс, или отдельных сегментов тела спортсмена. В лучшем случае рассматривалась "посадочная скорость" движения общего центра масс стопы. Достаточно хорошо исследованы в настоящее время особенности движений других сегментов тела при беге на скорость: голени, бедра, рук.

В то же время известно, что специфика взаимодействия двух тел определяется не только их массами и скоростями, но и формой, площадью, жёсткостью, упругостью непосредственно соприкасающихся поверхностей, их расположением относительно центров масс тел. Такую специфику в характер взаимодействия с опорой в спринтерском беге может вносить способ постановки стопы на опору.

Также известно, что стопа человека имеет сложное строение, обладает поперечным и продольным сводами, её подошвенная поверхность обладает рядом выпуклостей и впадин, голеностопный сустав имеет блоковидную форму. Естественно, что даже небольшое изменение способа постановки стопы на опору должно приводить к изменениям в кинематике стопы, как следствие - являться источником специфики последующих движений других сегментов тела и, естественно, определять эффективность всего взаимодействия. Следует подчеркнуть, что постановка стопы на опору,

несомненно, относится к элементам техники спринтерского бега, регулируемым произвольно, поддающимся тренировке. Движения же стопы на опоре столь скоротечны, что регулируются периферическими механизмами (в понимании И.М. Козлова) и могут только предугадываться спортсменом.

Между тем, в подавляющем числе исследований техники спринтерского бега кинематические характеристики стопы при постановке на опору и в течение всего взаимодействия с опорой выпадают из поля зрения исследователей, что во многом связано со сложностью исследований подобного рода. Это обусловило наличие в технике спринтерского бега столь же устаревшего (рекомендации о постановке стопы на опору в спринте разработаны в первой половине прошлого века и в той или иной мере воспроизведены во всех учебниках лёгкой атлетики), сколь и слабо аргументированного и во многих отношениях, даже при беглом биомеханическом анализе, спорного раздела о постановке стопы.

В то же время наличие знаний о способах постановки стопы на опору современными спринтерами различной квалификации, специфике кинематической структуры движений стопы во время взаимодействия с опорой, об эффективности различных вариантов постановки стопы позволило бы сделать технику бега спринтера более совершенной, процесс обучения технике и сам бег обучаемых спортсменов более эффективными. Сказанное позволяет считать актуальным изучение биомеханических особенностей взаимодействия стопы с опорой в спринте и на этой основе решение проблемы научного обоснования эффективности различных способов постановки стопы на опору как одного из ключевых элементов техники спринтерского бега.

Современные элитные спринтеры применяют следующие способы постановки стопы на опору: на переднюю внешнюю часть стопы и всю внешнюю часть стопы. При этом в беге по прямой в подавляющем

большинстве случаев ведущие спринтеры ставят стопу под углом к направлению движения (носками, развёрнутыми наружу). Постановка стопы на всю подошвенную часть носком прямо вперёд применяется в прыжках в длину и тройным, когда требуется приобретение значительной вертикальной скорости, резкое изменение направления движения с "вперёд" на "вперёд-вверх".

В результате биомеханического моделирования установлено, что постановка стопы носком прямо вперёд должна приводить к увеличению силы амортизации, направленной против движения, что, в свою очередь, приведёт к снижению скорости бега. Постановка стопы под углом к направлению движения должна приводить к возникновению в фазе амортизации (переднего толчка) вращательного момента и, как следствие, к выраженному вращению стопы вокруг вертикальной оси, проходящей через её переднюю (опорную) часть, что позволит уменьшить силу амортизации, и потому является более предпочтительной.

Спринтеры, имеющие квалификацию мастер спорта, кандидат в мастера спорта и первый разряд, применяют те же способы постановки стопы, что и элитные спринтеры: на переднюю внешнюю часть стопы или всю внешнюю часть стопы, при этом стопа ставится под выраженным углом к направлению движения (с носком, развёрнутым наружу). После постановки стопы на переднюю внешнюю часть происходит опускание на всю переднюю часть, а затем, в зависимости от уровня скоростно-силовой подготовленности мышц-сгибателей стопы, происходит либо не происходит касание дорожки пяткой (опускание на всю подошвенную часть).

После постановки на всю внешнюю часть стопы происходит опускание на всю подошвенную часть. Это позволяет снизить силу амортизации в начале переднего толчка и создать надёжную опору для выполнения отталкивания к его окончанию. В фазе амортизации пятка спринтера

движется внутрь, вокруг вертикальной оси, проходящей через переднюю часть стопы.

Постановка стопы на опору носком прямо вперёд, на всю переднюю часть или на всю подошвенную часть приводит у квалифицированных спринтеров к значительному снижению горизонтальной скорости в фазе амортизации (различия достоверны при уровне значимости от 0,01 до 0,001) и увеличению времени опоры (различия достоверны при уровне значимости от 0,01 до 0,001) по сравнению с постановкой на внешнюю переднюю часть, негативно сказывается на скорости бега в целом.

В период взаимодействия с опорой, вследствие постановки стопы под углом к направлению движения, угол между направлением движения и стопой растёт вплоть до момента отрыва от дорожки. Однако если в период переднего толчка увеличение этого угла является следствием разворота стопы носком наружу под действием вращательного момента, то в фазе заднего толчка оно обусловлено движением пятки вперёд-вверх-наружу.

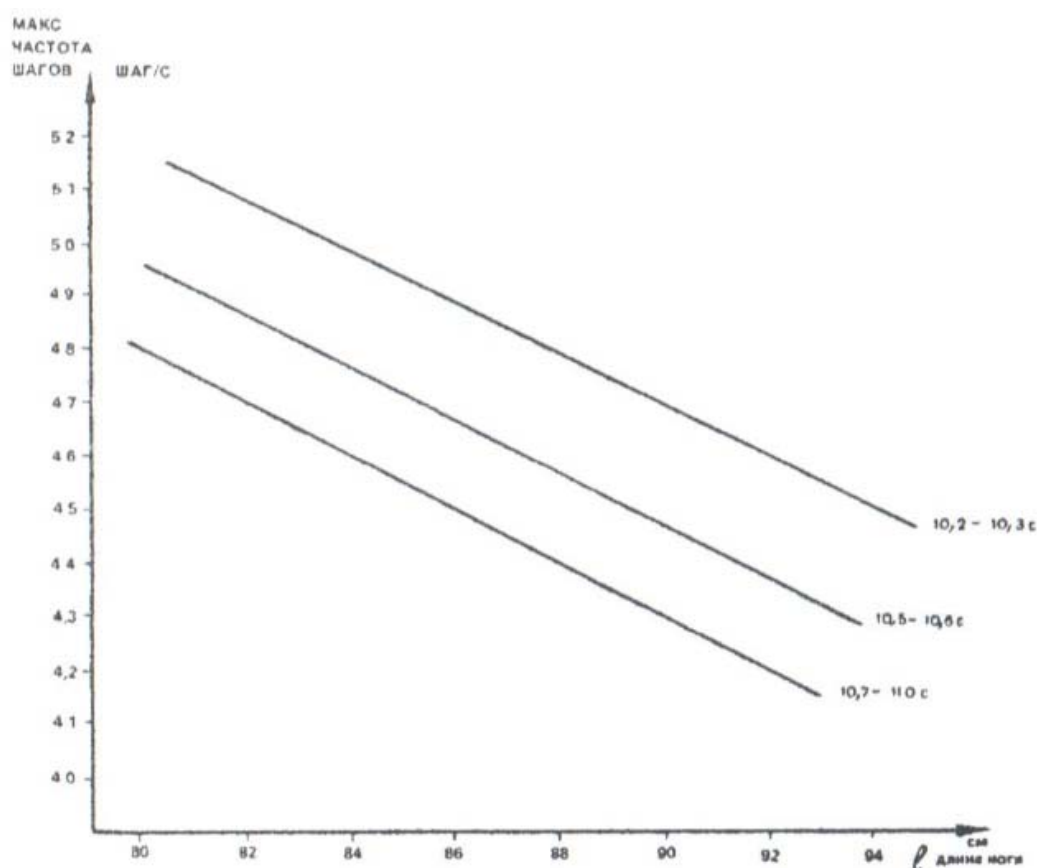
В целом постановка стопы под углом к направлению движения (с носком, развёрнутым наружу) и последующий разворот стопы под действием вращательного момента являются целесообразными элементами техники бега с максимальной скоростью, так как позволяют нивелировать ударный характер взаимодействия с опорой в момент касания дорожки, снизить силу амортизации направленную против движения, положительно сказываются на скорости всего двигательного действия.

Если рассматривать спринтерский бег как целостное спортивное упражнение, то наряду с несомненной важностью рациональной техники старта, стартового разгона и отдельно взятого бегового шага, большое значение имеет определение оптимальных взаимоотношений длины и частоты беговых шагов. Количество шагов в беге на 100 м у большинства спринтеров колеблется от 41 до 48 у мужчин и от 46 до 50 у женщин. По имеющимся данным, наибольшая частота шагов зафиксирована у советского

спортсмена А. Корнелюка - 5,50 шаг/с и у спортсменки из ГДР М Гер ср 5.08 шаг/с при соответствующей длине шага 198 см и 177 см. Наибольшая длина шага была У.Болта - 2,83 м при частоте 5,3 шаг/с.

Эти величины в первую очередь зависят от параметров тела спортсмена, особенностей нервно-мышечного аппарата, координационных способностей, уровня гибкости, техники бега и целого ряда внешних условий (состояния поверхности дорожки, ветра и других факторов). Скорость передвижения спортсмена определяется временными и пространственными характеристиками отдельного шага.

Если принимать во внимание такие морфологические показатели, как длина ноги, измеряемая от верхнего вертела бедренной кости до лодыжки, то можно, пользуясь рисунком 1, выявить соответствие частоты шагов и их длины, для результата данного спортсмена.



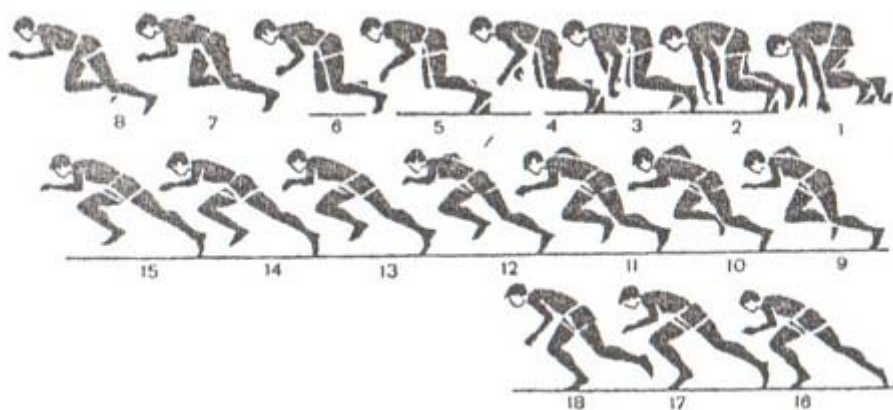
**Рис. 1.** Зависимость длины и частоты шагов от морфологических показателей

Если точка, соответствующая полученным данным, лежит на прямой, близкой к результату данного спортсмена, то можно говорить о гармоничном сочетании частоты и длины шагов: при нижнем ее расположении частота невелика и результат можно повысить за счет этого резерва. При нахождении точки выше прямой рекомендуется увеличить объем скоростно-силовой подготовки и упражнений на гибкость. Тренеры-практики нашли простой метод определения наиболее рациональной длины шага необходимо измерить расстояние от пола до кончиков пальцев вытянутой вверх руки. Эта величина и будет соответствовать оптимальной длине шага в спринте.

Исследования техники спринта, во многом показавшие основные критерии эффективного бега, проводились при участии спортсменов различной квалификации. Однако во всех случаях эталоном являлись данные спортсменов, добивавшихся выдающихся достижений. На приведенной кинограмме (рис. 2) старта и стартового разгона А. Хари (1960 г.) можно увидеть отличное выполнение основных элементов старта.

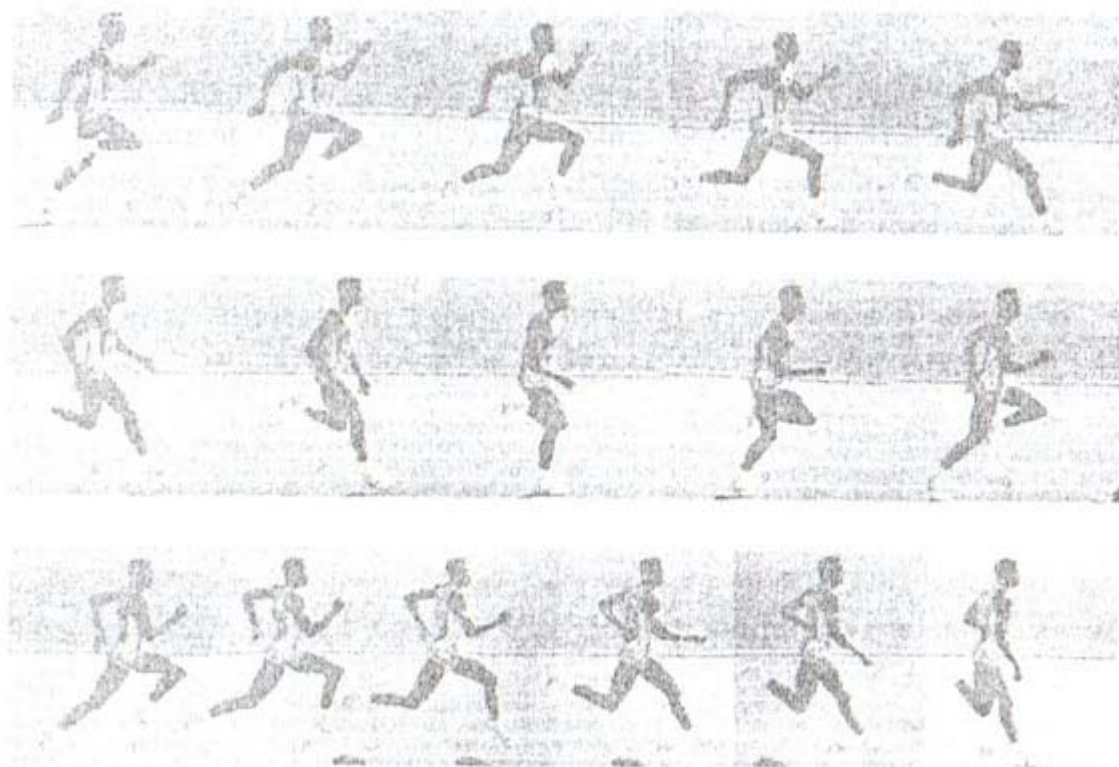
По команде стартера «На старт» спортсмен занимает положение, которое характеризуется как «обычный старт», правда, впереди стоящая нога несколько отодвинута от стартовой линии. Руки выпрямлены в локтях и расставлены на ширину плеч. Взгляд бегуна направлен в точку примерно на расстоянии 1 м от линии старта. По команде «Внимание» спортсмен выводит плечи за линию старта, равномерно распределяя массу тела на руки и ноги. В этот момент спортсмен должен реагировать на любой сигнал, который он услышит, и мгновенно стартовать. Первое заметное действие - отрыв рук от поверхности дорожки, затем активное движение вперед сзади стоящей ноги, а в завершение отталкивание впереди стоящей ногой. Характерной особенностью правильного выполнения старта является низкое перемещение маховой ноги над поверхностью дорожки и мгновенная ее постановка.





**Рис. 2.** Кинограмма старта А.Хари

Основные элементы хорошей техники по дистанции хорошо проиллюстрированы кинограммой бега К Льюиса (рис. 3).



**Рис. 3.** Кинограмма бега К.Льюиса

Спортсмен ставит ногу на поверхность дорожки близко к проекции ОЦМТ на переднюю часть стопы, хорошо заряжая напряженные мышцы голени (кадр 7). Наиболее характерной особенностью техники К.Льюиса является очень мощная работа мышц стопы. Едва пройдя положение вертикали, бегун активно поднимается на стопе, создавая условия для быстрого завершения отталкивания. О высокой эффективности маховых движений свидетельствует положение маховой ноги в момент вертикали опорной фазы (кадр 8) и активное разведение бедер в полете (кадр 3,4)

Рассматривая особенности бега на короткие дистанции, необходимо остановиться еще на двух важных частях бега: финишировании и беге по повороту. Основная двигательная установка на финише - продолжить максимально быстрый бег за линией финиша. Различные броски и наклоны на финише могут существенно отразиться на скорости бега, так как при подготовке к их выполнению спринтер может потерять ритм движений, изменить технику бега или сильно закрепоститься. При приближении к линии финиша спортсмены должны придерживаться следующих рекомендаций:

Соблюдать нормальное положение тела и длину шага при приближении и пересечении финиша;

Длина шагов должна быть такой же, как и на середине дистанции:

- Стопа маховой ноги ставиться ближе к проекции центра тяжести тела;

- Стремиться выполнять шаги быстрее, а не длиннее;

На самой финишной черте спринтер наклоняет плечи вперед-вниз, чтобы иметь некоторое преимущество (это должно выполняться в том случае, если атлет делает последний шаг за линией финиша);

- Существует две модели финиширования: а) спринтер наклоняет голову, откидывая руки назад, активно продвигает плечи вперед; б) атлет

поворачивает туловище, отводя противоположную руку назад, что помогает ему быстрее повернуть плечи.

На дистанции 200 м и в эстафете спринтерам приходится бежать по повороту. Стартовые колодки при этом располагают у внешнего края дорожки таким образом, чтобы начальную часть стартового разбега выполнять по прямой. При беге по повороту туловище наклоняется влево с тем, чтобы уравновесить действие центробежной силы, правая рука движется больше внутрь, левая - наружу, ступни ног ставятся с небольшим поворотом влево. При выходе на прямой отрезок дистанции в месте наибольшей крутизны целесообразно сместиться плавно к правой стороне своей дорожке.

#### **4. Методы оценки антропометрических и морфологических особенностей легкоатлетов**

##### *Антропометрия*

Толщину кожно-жировых складок измеряют с помощью специальных приборов – калиперов, которые позволяют производить измерение при стандартном давлении. Стандартное давление (10 г/мм<sup>2</sup>) задается пружиной.

Вес тела определяется на специальных медицинских весах.

Антропометрические измерения с помощью антропометра, скользящих и штанговых циркулей, сантиметровой лентой производится с точностью до 1 мм; калиперометрические измерения необходимо выполнять с точностью до 0,2 – 0,5 мм; вес тела определяется с точностью до 50 г.

##### *Измерение высоты анатомических точек над полом:*

Верхушечная точка – наиболее высокая точка при стандартном положении головы, определяет длину тела. Исследователь стоит справа от измеряемого, держит антропометр в правой руке в области муфты строго вертикально и линейкой фиксирует верхушечную точку на темени.

Акромиальная, лучевая, шиловидная и пальцевая точка измеряются для определения длины руки и ее сегментов (плеча, предплечья и кисти), измерения проводятся при контроле неизменности спокойно опущенного распрямленного положения руки.

Акромиальная (плечевая) точка – наружная точка акромиального отростка лопатки. Антропометр устанавливается в сагиттальной плоскости, проходящей через измеряемую точку. Лучевая точка – соответствует верхнему краю головки лучевой кости, на дне лучевой ямки под наружным надмыщелком плечевой кости. Шиловидная точка – нижняя точка шиловидного отростка лучевой кости. Пальцевая точка – наиболее низкая точка дистальной фаланги третьего пальца кисти.

##### *Измерение диаметров тела:*

Акромиальный (плечевой) диаметр – расстояние между правой и левой акромиальными точками, определяет ширину плеч. Среднегрудинный поперечный диаметр грудной клетки – горизонтальное расстояние между наиболее выступающими точками боковых поверхностей грудной клетки на уровне среднегрудинной точки. Переднезадний (сагиттальный) диаметр грудной клетки – измеряется в горизонтальной плоскости по сагиттальной оси на уровне среднегрудинной точки. Тазогребневый диаметр – наибольшее расстояние между двумя подвздошно-гребневыми точками. Поперечный диаметр дистального эпифиза плеча – наибольшее расстояние по горизонтали между наружным и внутренним надмыщелками плечевой кости, измеряется для определения костной массы. Ширина кисти – расстояние между головками 2-й и 5-й пястных костей. Длина стопы – расстояние между наиболее выдающейся кзади точкой пятки и самой дальней от нее точкой на конце первого или второго пальца. Плюсневая ширина стопы – расстояние между головками первой и пятой плюсневой кости.

#### *Измерение обхватов*

Обхват грудной клетки – лента проходит сзади под нижними углами лопаток, спереди у мужчин и детей – на уровне сосков, у женщин – по верхнему краю грудной железы. Обхват груди измеряется в трех состояниях: спокойном состоянии – паузе, глубоком вдохе, глубоком выдохе. Обхват талии – лента накладывается на 5-6 см выше подвздошных гребней. Обхват через ягодицы – лента проходит через наиболее выступающие области ягодиц. Обхват плеча в спокойном состоянии – в месте наибольшего развития мышц плеча. Рука свободно свисает. Обхват напряженного плеча – измерение выполняется при согнутом локтевом суставе с максимальным напряжением мышцы. Обхват предплечья – измеряется в месте наибольшего развития мышц. Обхват запястья – измеряется над дистальными мыщелками лучевой и локтевой костей предплечья. Обхват кисти – измеряется по дистальным мыщелкам пястных костей кисти. Обхват бедра – лента

накладывается на бедро под ягодичной складкой параллельно полу. Обхват голени – измеряется в месте наибольшего развития икроножной мышцы. Обхват лодыжки – измеряется над дистальными мышечками берцовых костей голени.

*Измерение кожно-жировых складок.*

Для характеристики степени жировотложения непрямым методом измеряют кожно-жировые складки различных участков тела и конечностей. В соответствии с требованиями антропометрии измеряемая кожно-жировая складка должна быть ориентирована определенным образом (вертикально, горизонтально или косо). Исследователь захватывает двумя пальцами левой руки участок кожи с жировым слоем (на конечности – 2-3см, на туловище – 3-5 см), слегка оттягивает и на образовавшуюся складку накладывает ножки калипера, фиксируя толщину складки. Складку необходимо измерять быстро и однократно, т.к. ее величина при длительном сжатии уменьшается. Набор складок может быть различен. В данном случае дается перечень кожно-жировых складок, используемых для определения жировой массы по схеме J.Matejka,1921, модифицированной в НИИ антропологии МГУ им. М.В.Ломоносова (Н.Ю.Лутовинова, М.И.Уткина, В.П. Чтецов, 1970) и внедренной в практику обследования спортсменов сборных команд страны с начала 80-ых годов одним из ведущих спортивных антропологов Э.Г.Мартыросовым.

*Перечень кожно-жировых складок и способ их измерения:*

На спине, под нижним углом лопатки – складка измеряется под правой лопаткой в косом направлении, сверху вниз, изнутри наружу. На задней поверхности плеча (на трицепсе) – складка измеряется при опущенной правой руке в верхней трети плеча в области трехглавой мышцы, ближе к ее внутреннему краю, вертикально. На передней поверхности плеча (на бицепсе) – складка измеряется при опущенной руке в верхней трети внутренней поверхности плеча в области двуглавой мышцы, ближе к ее

внутреннему краю вертикально. На передней поверхности предплечья – складка измеряется на внутренней поверхности предплечья, при согнутом локте, в наиболее широком месте вдоль предплечья. На тыльной поверхности кисти – складка измеряется на уровне головки 3-го пальца. На передней поверхности груди – складка измеряется под правой грудной мышцей, по передней подмышечной линии, косо, ориентировано в направлении от подмышечной впадины до грудного соска. На передней стенке живота – измеряется на уровне пупка на расстоянии 5 см, вертикально. На бедре – складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, в верхней части бедра на переднелатеральной поверхности, параллельно ходу паховой складки. На голени – складка измеряется в положении сидя на стуле, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, на заднелатеральной поверхности верхней части правой голени на уровне нижнего угла подколенной ямки, вертикально.

#### *Биоимпедансный анализ*

Импедансом ( $Z$ ) называют полное электрическое сопротивление тканей. Эта величина имеет две компоненты: активное ( $R$ ) и реактивное сопротивление ( $X$ ). Активное, или омическое, сопротивление характеризует способность тканей к тепловому рассеянию электрического тока. Реактивное сопротивление характеризуется смещением фазы тока относительно напряжения за счёт ёмкостных свойств клеточных мембран, способных накапливать электрический заряд на своей поверхности. Этот процесс практически не связан с выделением мощности.

Области применения биоимпедансного анализа. Как в клинической медицине, так и в других прикладных областях возможности применения метода постоянно расширяются, неполный их список включает:

1. Анализ и динамический контроль жировой, безжировой и мышечной массы тела, общей воды организма, для оценки и прогноза развития

метаболического синдрома, определения режима питания и оценки эффективности процедур коррекции фигуры, а также для мониторинга состояния спортсменов.

2. Анализ и динамический контроль водных секторов организма - клеточной, внеклеточной и интерстициальной жидкостей, объёма циркулирующей крови и "сухого веса" при гемодиализе, инфузионно-трансфузионной терапии, при хирургических вмешательствах, связанных с большой потерей крови, при острых токсических отравлениях и т.д.

3. Оценка состояния водного обмена перед применением диуретических препаратов и контроль результатов их применения (например, при лечении гипертонии).

4. Оценка межрегионального перераспределения внеклеточной жидкости при физиотерапевтических воздействиях и в ходе нагрузочных проб (ортостатических, дыхательных и других).

5. Мониторинг процессов восстановления при травмах, ранениях и лечении заболеваний, связанных с отёками конечностей (например, при краш-синдроме).

6. Анализ внутричерепной гидратации.

Методические рекомендации по проведению биоимпедансного анализа [по материалам конференции Национального института здоровья США по биоимпедансометрии, 1996 г. (Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: NIH Technology Assessment Conference Statement, 1996), с дополнениями].

1. Предварительный этап: а) за неделю до обследования следует отказаться от приёма диуретиков; б) за двое суток - от употребления алкоголя, кофеина и других веществ, способствующих нарушению водного обмена; в) за 3-4 ч - воздержаться от физических нагрузок, а также от приёма воды и пищи; г) за 30 мин до обследования очистить мочевой пузырь.



2. Перед началом измерений обследуемому рекомендуется провести лёжа 7-10 мин на горизонтальной поверхности.

3. Во время измерений необходимо надёжно изолировать обследуемого от окружающих электропроводящих предметов. Биоимпедансный анализатор подсоединяют к конечностям тела при помощи специальных электродов. Перед этим соответствующие участки кожи необходимо протереть спиртом, а электроды покрыть тонким слоем геля-электролита, или пользоваться одноразовыми клеящимися электродами.

4. Электроды необходимо наложить точно в соответствии с инструкцией. Обычно применяется стандартная четырёхполярная схема наложения электродов - по два на правом голенистоле и на запястье. Положение электродов имеет критическое значение, смещение их на 1 см вдоль направления зондирующего тока приводит к 2%-ной ошибке измерения импеданса. На точность измерений влияют такие биологические факторы, как воспалительные заболевания. Величина импеданса зависит от температуры тела. Например, для мышечной ткани температурный коэффициент импеданса составляет около  $2\%C^{-1}$  (Шван, Фостер, 1980; Уэбб, 1991).

5. Во время измерений обследуемый сохраняет неподвижное положение, руки и ноги разведены в стороны под углом  $30-45^\circ$  к оси тела.

## Заключение

В спортивной практике выработались определенные представления о морфотипах спортсменов (рост, масса тела, тип телосложения и т.п.). Антропометрические и морфологические обследования в легкой атлетике позволяют установить, на сколько кандидаты для зачисления в учебно-тренировочные группы и группы спортивного совершенствования спортивных школ соответствуют тому морфотипу, который предрасполагает к наилучшей биомеханике бега и характерен для выдающихся представителей конкретной легкоатлетической специализации.

С позиции антропометрии и морфологии стайеры отличаются от средневики и спринтеры, иными словами, спринтеры, средневики и стайеры высокого класса должны обладать разными модельными характеристиками. К важным антропометрическим и композиционным особенностям легкоатлетов-бегунов, определяемым с помощью углубленной антропометрии, калиперометрии, биоимпедансометрии, воздушной плетизмографии и иммуногистохимии, следует отнести длину тела, туловища, конечностей и стоп, вес тела, соотношение мышечной и жировой тканей, состав мышечных волокон, их поперечник и др. Все эти показатели, изменяя угловые характеристики суставов и обуславливая аэробные и анаэробные возможности, влияют на биомеханические параметры бега легкоатлетов. Вместе с тем, обучение спортивной технике бега легкоатлета должно происходить в соответствии с природными биологическими особенностями человека (слабыми и сильными сторонами). Таким образом, применение информации о структуре тела легкоатлета позволяет повысить эффективность спортивного отбора и ориентации, а также оптимизировать технику бега в легкой атлетике.