

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования Тверской области
«Комплексная спортивная школа олимпийского резерва « 2»

Методическая разработка

**Оценка функционального состояния подростков,
занимающихся спортивным ориентированием**

Автор:
Тренер-преподаватель
Макаров Сергей Юрьевич

Тверь 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Литературный обзор	5
1.1. Общая характеристика циклических видов спорта	5
1.2. Характеристика спортивного ориентирования как вида спорта	7
1.3. Показатели функциональных систем организма спортсменов, занимающихся спортивным ориентированием.	10
1.4. Мощность выполняемой работы и энергообеспечение мышечного сокращения	14
1.5. Анатомо-физиологические особенности подростков.....	20
1.6. Развитие выносливости, как физического качества у подростков	24
1.7. Показатели гемодинамики у подростков, в сравнении с детьми и взрослыми	27
Глава 2. Объекты и методы исследования.....	32
2.1. Общая характеристика испытуемых.....	32
2.2. Организация и методика исследования.....	33
Глава 3. Результаты исследования и их обсуждение.....	35
3.1. Оценка функционального состояния в покое подростков, занимающихся спортивным ориентированием.....	35
3.2. Оценка гемодинамических показателей у подростков, занимающихся спортивным ориентированием при выполнении непрерывной и интервальной работы.....	37
3.3. Оценка физической работоспособности подростков, занимающихся спортивным ориентированием.....	40
Заключение.....	44
Выводы.....	45
Список используемой литературы.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Спортивное ориентирование является одним из наиболее специфических видов спорта, в котором сочетаются высокие физические и умственные нагрузки на фоне больших волевых и эмоциональных напряжений, направленных на самостоятельное решение ряда практических задач. Во время тяжелой физической работы следует все время вести наблюдения из окружающей местности и карты, быть в состоянии отделять существенного от несущественного, а также приспосабливаться часто к неожиданным ситуациям и условиям. Для достижения хорошего окончательного результата спортсмену – ориентировщику надо уметь сосредоточиться, расслабляться, создавать мысленные образы из окружающей его местности. [4] Все это возможно только при оптимальном функциональном состоянии организма спортсмена, четкой работе сердечно – сосудистой системы.

Как правило, фундамент физической работоспособности спортсменов закладывается на этапах начальной и углубленной специализации (тренировочный этап). В связи с этим, исследование показателей функционального состояния подростков (в нашем случае это дети 13-15 лет, тренировочный этап 1-5 годов обучения), занимающихся спортивным ориентированием носит актуальный характер.

Использование функциональной диагностики в полном объеме характерно в основном только для спортсменов высокой квалификации, входящих в составы сборных команд России. Проводить диагностику показателей функционального состояния и физической работоспособности спортсменов на тренировочных этапах подготовки обычно не представляется возможным, хотя эти данные могут помочь тренерам в правильном планировании тренировочного процесса.

В связи с этим, **целью** нашей работы явилось изучение влияния занятий спортивным ориентированием на функциональное состояние подростков.

Задачи исследования:

1. Анализ гемодинамических показателей подростков (юношей и девушек 13-15 лет), занимающихся спортивным ориентированием.

2. Сравнительный анализ физической работоспособности по гемодинамическим показателям подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

3. Сравнительный анализ функционального состояния при выполнении непрерывной и интервальной работы подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Предметом исследования явилось влияние занятий спортивным ориентированием на функциональное состояние подростков.

Объект исследования – подростки (юноши и девушки 13-15 лет), занимающиеся спортивным ориентированием.

Теоретическая значимость. Работа вносит определенный вклад в общую теорию длительности, включающую узловые вопросы физиологии труда, а также в физиологию двигательной деятельности и физиологию управления систем.

Практическая значимость работы.

Мониторинг функционального состояния спортсменов в рамках решения задач тренировочного процесса включает оценку индивидуального уровня функциональной готовности и физической работоспособности. Эти данные необходимы для объективной оценки функционального состояния вегетативных систем организма, обоснованного выбора режима двигательной активности, эффективного контроля и самоконтроля за характером адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам.

Проведенное исследование помогло изучить вопрос влияния занятий спортивным ориентированием на функциональное состояние подростков,

занимающихся спортивным ориентированием. В результате исследования было установлено, что занятия спортивным ориентированием, как циклическим видом спорта, благотворно влияет на функциональное состояние организма спортсменов, улучшает гемодинамические показатели.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Общая характеристика циклических видов спорта

Эволюция спорта во всем мире привела к появлению и росту отдельных видов спорта, которых в настоящее время насчитывается более 200 видов. Все они характеризуются своими предметом состязания, составом действий, способами ведения соревновательной борьбы и правилами соревнований.

Самые известные и признанные виды спорта включены в программу летних и зимних Олимпийских игр. Исходя из этого, в теории спорта в основном используются «олимпийская классификация видов спорта». Она основана на учете главных закономерностей соревновательной и тренировочной деятельности, а также похожей спецификой нескольких видов спорта.

В этой классификации виды спорта подразделяются на шесть групп.

1 группа – циклические виды спорта (беговые дисциплины легкой атлетики, плавание, гребля, велоспорт, лыжный, конькобежный спорт, спортивное ориентирование и т.д.);

2 группа – скоростно-силовые виды спорта (легкоатлетические виды спорта, метание, спринтерские номера программы в различных видах спорта);

3 группа – сложнокоординационные виды спорта (спортивная и художественная гимнастика, фигурное катание на коньках, прыжки в воду и др.);

4 группа – единоборства (все виды борьбы и бокса);

5 группа – спортивные игры (футбол, хоккей, волейбол и т.д.);

6 группа – многоборья (лыжное двоеборье, легкоатлетическое десятиборье, современное пятиборье и т.д.). [28,33,36]

Исходя из данной классификации можно сделать вывод о том, что к циклическим видам относятся виды спорта с преимущественным проявлением выносливости (легкая атлетика, плавание, лыжные гонки, конькобежный спорт, спортивное ориентирование). Они отличаются дублированием фаз движений, являющихся основой каждого цикла, и тесной взаимосвязью каждого цикла между собой. Главным в циклических упражнениях является рефлекс, проявляющийся автоматически. Суть циклических видов спорта – циклическое повторение движений для перемещения собственного тела в пространстве.

Следовательно, схожесть признаков циклических упражнений выражается:

1. В многократном повторении цикла, состоящего из нескольких фаз;
2. В последовательном повторении всех фаз движений одного цикла в другом цикле;
3. Началом первой фазы движения последующего цикла является последняя фаза предыдущего цикла.

Достижение серьезных результатов в этих видах спорта напрямую зависит от функциональных возможностей дыхательной и сердечно – сосудистой систем, резистентности организма к гипоксическим сдвигам, возможности спортсмена противостоять утомлению. Следовательно, решающим фактором, влияющим на успех в циклических видах спорта, является выносливость. [6,17]

Выносливость является важнейшим физическим качеством, отражающим общий уровень работоспособности человека и проявляющимся как в спортивной, так и в повседневной жизни. Понятие «выносливость» употребляется в обыденной речи в очень широком смысле для того, чтобы охарактеризовать способность человека к продолжительному выполнению того или иного вида умственной или физической (мышечной) деятельности. Характеристика выносливости как двигательного физического качества (способности) человека относительна: она относится только к определенному

виду деятельности. Иначе говоря, выносливость специфична – она проявляется у каждого человека при выполнении определенного, специфического вида деятельности. [3,32]

Множество исследований подтверждает, что тренировка выносливости помогает улучшить аэробную способность (объем кислорода, который организм может «переработать», находясь в состоянии физической активности), повышает количество капилляров, плотность митохондрий, объем крови и снижает частоту сердечных сокращений (ЧСС) при выполнении упражнений с заданной интенсивностью. [8]

1.2. Характеристика спортивного ориентирования, как вида спорта.

Спортивное ориентирование – это вид спорта, в котором участники самостоятельно, при помощи карты и компаса, должны преодолеть дистанцию с заданным числом контрольных пунктов, расположенных на незнакомой местности. [12,19,30]

Спортивное ориентирование является одним из наиболее специфических видов спорта, в котором сочетаются высокие физические нагрузки на фоне больших эмоциональных и волевых напряжений, направленных на самостоятельное решение ряда практических задач. Этот вид спорта требует от спортсменов конкретных знаний, умений и навыков, связанных с вопросами техники, тактики, психофизиологии, а также хорошей общей и специальной подготовки. [2,18,29]

Спортивное ориентирование – это серьезное испытание силы, быстроты, выносливости и волевых качеств спортсмена, способности продуктивно мыслить и принимать решение на фоне развивающегося утомления. [1,13,14,15,21,34,49]

Различают следующие виды спортивного ориентирования:

1. Спортивное ориентирование на лыжах – проводится в условиях устойчивого снежного покрова, является видом спорта, аналогичным лыжным гонкам и требует от спортсменов высокой аэробной выносливости.

2. Спортивное ориентирование на велосипедах – вид спорта, в котором объединены навыки быстрой езды на горном велосипеде по пересеченной местности с навыками ориентирования.

3. Трейл ориентирование – вид ориентирования, в котором необходима точная интерпретация ситуации на местности с помощью карты. Рассматривается в первую очередь, как вид спорта для лиц, с ограниченными физическими возможностями.

4. Спортивное ориентирование бегом – спортсмен бежит по маршруту, обозначенному на карте, но не обозначенному на местности, при этом во время работы он должен пользоваться только картой и компасом. Соревнования в основном проводятся в летний период времени, хотя с учетом обширной географии нашей страны и большим разнообразием климатических зон, старты в этом виде спорта на территории России проходят практически круглогодично.

Виды соревнований в спортивном ориентировании:

1. Ориентирование в заданном направлении «ЗН» заключается в том, чтобы пройти дистанцию в заданном порядке. В момент старта (в отдельных случаях за одну минуту до старта) участник получает карту, на которой нанесены место старта, контрольные пункты (КП), соединенные линией, которая обозначает последовательность прохождения КП. Победитель определяется по наименьшему времени прохождения дистанции.

2. Соревнования по спортивному лабиринту (ультраспринт) проводятся на маленькой площадке среди искусственных препятствий. Длина дистанции составляет 100-500 метров, карты лабиринта обычно имеют масштаб 1:100.

3. Ориентирование по выбору «ВО» заключается в том, чтобы пройти дистанцию в произвольном порядке. Перед стартом каждому участнику

выдается карта с нанесенным местом старта, финиша и контрольными пунктами. Существует три варианта проведения соревнований такого вида:

- прохождение дистанции от старта до финиша;
- с требуемым количеством КП/ очков за наименьшее время;
- набор наибольшего количества очков/ КП за назначенное контрольное

время. Контрольным пунктам, в зависимости от сложности и дальности, назначаются баллы, а за превышение контрольного времени назначается штраф, как правило, путем вычитания из результата по одному баллу за каждую полную минуту превышения контрольного времени.

4. Ориентирование на маркированной трассе «МТ» заключается в том, что участнику предоставляется спортивная карта с обозначенным на ней местом старта. Следуя по маркированной трассе, участник вносит на карту (иголкой или специальным компостером) расположение КП, которые встречает по пути. На финише судьи проверяют точность определения расположения контрольного пункта и начисляют штраф в зависимости от ошибки участника. Штрафом могут быть дополнительное время или штрафные круги. Ориентирование на маркированной трассе, в основном, встречается только в России и странах бывшего СССР.

Различают соревнования по другим критериям:

Времени проведения соревнований (дневные, ночные);

- по взаимодействию спортсменов (индивидуальные, эстафетные, групповые);

- по способу организации старта (раздельный, гандикап, общий);

- по характеру зачета результатов (личные, лично-командные, командные);

- по способу определения результата соревнований (однократные, многократные, квалификационные).

В спортивном ориентировании, которое проходит в летний период, зачастую все время занимает бег по различной пересеченной местности. Чаще всего, спортсмены – ориентировщики преодолевают дистанции

заданного направления за 1,5-2 часа. Хотя, в настоящее время появилась новая дисциплина – городской спринт, дистанция на котором составляет не более 3-5 км и не более 20-25 минут на ее преодоление. Остановки для чтения и разбора карты и отметки на контрольных пунктах занимают у спортсменов высокой квалификации не более 4-7 % от общего времени нахождения на дистанции. Это говорит о наличии большой интенсивности нагрузки на протяжении всей дистанции и небольших интервалах отдыха «переведение духа» на КП.

1.3. Показатели функциональных систем организма спортсменов, занимающихся спортивным ориентированием.

Подготовленность спортсмена-ориентировщика – понятие чрезвычайно сложное, и связано это со сложностью соревновательной деятельности, самого процесса ориентирования, сочетающего высокую скорость бега по пересеченной местности, большую физическую нагрузку, и постоянную переработку специфической информации. Она включает такие элементы, как образное представление, прогнозирование, выбор варианта движения между контрольными пунктами (КП), принятие решения, коррекцию по ходу выполнения принятого решения. [4,34,42]

Ориентирование один из немногих видов спорта, в котором спортсмену нужно при прохождении соревнований объединить в одно целое разные факторы, относящиеся к процессу ориентирования и оказывающие комплексное воздействие, взаимно дополняя друг друга. Данные факторы можно разделить на три основные группы – физическая, технико-тактическая и психологическая подготовленность. [20]

В спортивном ориентировании соревновательный результат и его прогресс определяется скоростью передвижения спортсмена по дистанции. По сути дела все виды подготовки (физическая, технико-тактическая, психологическая и другие) в конечном итоге имеют одну общую

результатирующую задачу – способствовать повышению скорости движения в условиях соревнований. [16]

Измерения, проведенные на соревновательных трассах ориентирования, показали, что частота сердечных сокращений (ЧСС) у спортсменов колебалась в среднем от 160 до 180 уд/мин и соответствовала изменению скорости бега. При чтении карты и отметке на контрольном пункте (КП) частота сердечных сокращений (ЧСС) у ориентировщиков уменьшалась в среднем на 5-10 уд/мин, а на простых в техническом отношении участках, когда повышается скорость бега за счет упрощения техники ориентирования, ЧСС увеличивается до 180 уд/мин и более. Длительная циклическая работа переменной интенсивности при преодолении соревновательной дистанции в спортивном ориентировании предъявляет высокие требования к проявлению выносливости. [7,49]

Под выносливостью обычно понимают способность преодолевать утомление. Несомненно, что раннее наступление утомления свидетельствует о недостаточном уровне развития выносливости. [15]

Различают общую и специальную выносливость. Специальная выносливость связана с тренировкой в избранном виде спорта. Определяется, как способность обеспечивать продолжительность эффективного выполнения специфической работы в течение времени, обусловленного требованиями избранного вида спорта. [44]

Проведенные исследования показали, что для достижения высокой физической работоспособности ориентировщиков, в основе которой лежит высокий уровень специальной выносливости, необходим ряд условий, одно из которых – морфологический статус спортсмена, во многом определяющий его функциональные возможности. [50]

Квалифицированные ориентировщики имеют, как правило, достаточно высокий рост (176 см – мужчины, 163 см - женщины), длинные ноги (индекс длины ног составляет 54% - у мужчин и 53,6% - у женщин), относительно

небольшой вес тела, за счет минимального количества жировой ткани (7,9% - у мужчин, 12,9% - у женщин) и небольшого веса костного скелета. Уровень мышечной массы достаточно высок как у мужчин (55%), так и у женщин (53%). [50]

Основными компонентами модели сильнейших спортсменов также являются параметры, отражающие специфику соревновательной деятельности спортсменов и их функциональную подготовку. В спортивной практике выделяется несколько основных компонентов функционального потенциала – это мощность, подвижность, экономичность, степень реализации и устойчивости системы энергообеспечения. [13,50]

Многочисленные исследования показали, что соревновательная скорость спортсменов-ориентировщиков на дистанции близка к индивидуальной скорости бега на уровне анаэробного порога. Пороговая скорость бега у квалифицированных ориентировщиков составляет – 4,93 м/сек у мужчин и 4,01 м/сек у женщин. [7,50]

Но превышение оптимальной соревновательной ЧСС над ЧСС ПАНО более чем на 10 уд/мин существенно снижает продуктивность мыслительной деятельности и увеличивает вероятность технических и тактических ошибок. [2,7,12]

Следовательно, ориентировщик должен уметь произвольно регулировать свою скорость бега на дистанции. Способность к такой регуляции является одним из важнейших качеств, спортсменов высокого класса. [21]

Исследование функционального состояния кислородно-транспортной системы показало, что уровень максимального потребления кислорода (МПК) у высококвалифицированных ориентировщиков находится на достаточно высоком уровне (70,6 мл/мин*кг – мужчины, 57,8 мл/мин*кг – женщины). Наиболее информативным физиологическим критерием является максимальное потребление кислорода (МПК). Это интегральный показатель работоспособности всех систем, обеспечивающих организм кислородом,

особенно в видах спорта развивающих выносливость. Хороший уровень МПК имеет для ориентировщика большое значение, так как в соревнованиях иногда интенсивность работы переходит в зону максимальных нагрузок. [22,27,35,41,43]

Одним из условий достижения успеха в соревнованиях по ориентированию является обеспечение высокого уровня физической подготовленности – фундамента, на котором строится мастерство спортсмена. Степень физической подготовленности спортсмена оказывает значительное воздействие на технику и психологию ориентировщика. [51]

Под показателями физической подготовленности подразумеваются факторы, определяющие способности к ориентировочному бегу, например, выносливость, сила, быстрота, гибкость и амплитуда движений, а также владение координацией движений в процессе выполнения соревновательного упражнения. Под ориентировочным бегом подразумевается, перемещение ориентировщика в условиях соревнований. Характер ориентировочного бега и его скорость определяется с одной стороны – состоянием опоры, неровность и мягкость грунта, рельеф и степень проходимости различных участков местности, являются теми факторами, которые предъявляют специфические требования к технике бега ориентировщика и, в первую очередь к его экономичности. С другой стороны предпосылками физической подготовленности. [50]

Ориентировочный бег характеризуется относительным постоянством совершаемой работы по энергетическим затратам. Но все равно, качество ее все время меняется сообразно с изменением характера местности, задач ориентирования, а также в зависимости от технического мастерства и физической подготовленности спортсмена. [25]

Помимо описанных выше факторов, на скорость бега также влияет степень трудности задач ориентирования. Есть четкая взаимосвязь между сложностью ориентирования и скоростью бега ориентировщика. Сразу два фактора – тип местности и сложность ориентирования – формируют разницу

не только в различных соревнованиях, но и между отдельными контрольными пунктами на одной и той же дистанции.

Бег в ориентировании предполагает значительные изменения ритма в течение длительного времени. При прохождении дистанции спортсмен-ориентировщик должен варьировать скорость передвижения: снижать при подходе к контрольным пунктам, при преодолении препятствий, подъемов, высокоотравья; увеличивать на легко проходимых участках местности, при беге со спуска, по дорогам и на финише. Следовательно, для достижения высоких результатов в спортивном ориентировании нужна разносторонняя физическая подготовка.

1.4. Мощность выполняемой работы и энергообеспечение мышечного сокращения.

Физические упражнения выполняются с различной скоростью и величиной внешнего отягощения. Напряженность физиологических функций (интенсивность функционирования), оцениваемая по величине сдвигов от исходного уровня, при этом меняется. Следовательно, по относительной мощности работы циклического характера (изменяется в Вт или кг*м/мин) можно судить и о реальной физиологической нагрузке на организм спортсмена. Разумеется, степень физиологической нагрузки связана не только с измеряемыми, поддающимися точному учету показателями физической нагрузки. Она зависит и от исходного функционального состояния организма спортсмена, от уровня его тренированности и от условий среды. Например, одна и та же физическая нагрузка на уровне моря и в условиях высокогорья вызовет разные физиологические сдвиги. Иначе говоря, если мощность работы измеряется достаточно точно и хорошо дозируется, то величина вызываемых ею физиологических сдвигов не поддастся точному количественному учету. Затруднено и прогнозирование физиологической нагрузки без учета текущего функционального состояния

организма спортсмена. Физиологическая оценка адаптивных изменений в организме спортсмена невозможна без соотнесения их с тяжестью (напряженностью) мышечной работы. Эти показатели учитываются при классификации физических упражнений по физиологической нагрузке на отдельные системы и организм в целом, а также по относительной мощности работы, выполняемой спортсменом.

Циклические упражнения можно разделить в зависимости от мощности выполняемой спортсменами работы:

- максимальной мощности, в которых длительность работы не превышают 20-30 секунд (спринтерский бег до 200 м, гит на велотреке до 200 м, плавание до 50м и др.);

- субмаксимальной мощности, длящиеся 3-5 минут (бег на 1500 м, плавание на 400 м, гит на треке до 1000 м, бег на коньках до 3000 м, гребля до 5 минут и др.);

- большой мощности, возможное время выполнения которых ограничивается 30-40 минутами (бег до 10000 м, велотрек, велогонки до 30 км, плавание 800 м – женщины, 1500 – мужчины, спортивная ходьба до 5 км и др.);

- умеренной мощности, которую спортсмен может удерживать от 30-40 минут до нескольких часов (шоссейные велогонки, марафонские и сверхмарафонские пробеги).

Данная классификация опирается на изучение взаимосвязи наилучших достижений в беговых номерах легкой атлетики. В ее основу положены параметры соотношения скорости и времени ($V-t$), которые при графической интерпретации имеют четыре прямых отрезка, названных зонами относительной мощности. Критерий мощности, положенный в основу классификации циклических упражнений, является относительным. Действительно, мастер спорта проплывает 400 метров быстрее четырех минут, что соответствует зоне субмаксимальной мощности, новичок же

проплывает эту дистанцию за 6 минут и более, т.е. фактически совершает работу, относящуюся к зоне большой мощности.

Несмотря на определенную схематичность разделения циклической работы на 4 зоны мощности, оно вполне оправдано, поскольку каждая из зон имеет определенное воздействие на организм и свои отличительные физиологические проявления. Вместе с тем, для каждой зоны мощности характерны общие закономерности функциональных изменений, мало связанные со спецификой различных циклических упражнений. Это дает возможность по оценке мощности работы создать общее представление о влиянии соответствующих нагрузок на организм спортсмена. Две зоны относительной мощности можно отнести к аэробным, а две другие – к анаэробным механизмам энергообеспечения. С точки зрения биохимических механизмов можно отметить, что максимальная зона находится в сфере влияния креатинфосфатного, субмаксимальная – гликолитического, а большая и умеренная – аэробного механизма. (таб.1)

Таблица 1.

Зоны мощности и соответствующие механизмы энергообеспечения при различных уровнях

Уровни	Наименования зон мощности и механизмов энергообеспечения			
	Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная
Физиологический (на уровне механизмов)	Анаэробная		Аэробная	
	Фосфагенная (анаэробно алактатная)	Гликолитическая (анаэробно лактатная)	Аэробная (окислительная)	
Биохимический (на уровне механизмов)	Креатинфосфатный	Гликолитический (анаэробный углеводный)	Аэробный Углеводный	Аэробный Липидный

Многие функциональные изменения, характерные для различных зон мощности работы, в значительной степени связаны с ходом энергетических

превращений в работающих мышцах (таб.2). Как известно, основным источником энергии при мышечной деятельности является расщепление аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Содержание АТФ в мышце относительно невелико и постоянно. [10]

При расщеплении АТФ образуется аденозиндифосфат (АДФ). Для того чтобы мышечное сокращение могло продолжаться дальше, необходимо постоянное восстановление АТФ с такой же скоростью, с какой она расщепляется.

Анаэробные возможности организма определяются двумя взаимосвязанными биохимическими механизмами: креатинфосфатным (выделение энергии за счет фосфорсодержащих соединений) и гликолитическим (выделение энергии за счет расщепления гликогена мышц).

Таблица 2.

Энергетическая и эргометрическая характеристики аэробных упражнений в циклических видах спорта (Я.М.Коц, 1986)

Группа упражнений	Потребление O ₂ , % от МПК	Соотношение энергетических систем, %			Главные энергетические субстраты	Максимальная мощность, Дж	Максимальная продолжительность, мин
		Лактатная и алактатная	Анаэробная гликолитическая и аэробная	Аэробная			
Максимальной аэробной мощности	95-100	20	55-40	25-40	Мышечный гликоген	104,6	3-10
Околомаксимальной аэробной мощности	85-90	10-5	20-15	70-80	Мышечный гликоген, жиры и глюкоза крови	83,7	10-30
Субмаксимальной аэробной	70-80	-	5	95	Мышечный гликоген,	71,1	30-120

мощности					жиры и глюкоза крови		
Средней аэробной мощности	55-65	-	2	98	Мышечный гликоген, жиры и глюкоза крови	58,6	120-240
Малой аэробной мощности	50 и ниже	-	-	100	Мышечный гликоген, гл. крови	50,2	240

Креатинфосфатный источник является самым быстрым путем восстановления АТФ, который происходит без доступа кислорода (анаэробным путем). Он обеспечивает мгновенное восстановление АТФ за счет другого высокоэнергетического соединения – крeатинфосфата (КрФ), при этом ресинтез АТФ происходит за счет перефосфорилирования (переноса фосфата) между креатинфосфатом и АДФ (аденозиндифосфорная кислота). Содержание КрФ в мышцах в 3-4 раза выше, чем концентрация АТФ. По сравнению с другими источниками восстановления АТФ, КрФ источник обладает наибольшей мощностью, поэтому он играет решающую роль в энергообеспечении кратковременных мышечных сокращений взрывного характера. Такая работа продолжается до тех пор, пока не будут значительно истощены запасы КрФ в мышцах. На это уходит примерно 6-10 секунд. Скорость расщепления КрФ в работающих мышцах находится в прямой зависимости от интенсивности выполняемого упражнения или величины мышечного напряжения. Только после того, как запасы КрФ в мышцах будут истощены примерно на 1/3 (на это уходит примерно 5-6 секунд), скорость восстановления АТФ за счет КрФ начинает уменьшаться, и к процессу восстановления АТФ начинает подключаться следующий источник – гликолиз. Это происходит с увеличением длительности работы: к 30 секунде скорость реакции уменьшается наполовину, а к 3-й минуте она составляет лишь около 1,5% от начального значения.

Гликолитический источник обеспечивает восстановление АТФ и КрФ за счет анаэробного расщепления углеводов – гликогена и глюкозы. В процессе гликолиза внутримышечные запасы гликогена и глюкозы, поступающей в клетки из крови, расщепляются до молочной кислоты. Образование молочной кислоты – конечного продукта гликолиза – происходит только в анаэробных условиях, но гликолиз может осуществляться и в присутствии кислорода, однако в этом случае он заканчивается на стадии образования пировиноградной кислоты. Гликолиз обеспечивает поддержание заданной мощности упражнения от 30 секунд до 2,5 минут. Продолжительность периода восстановления АТФ за счет гликолиза ограничивается не запасами гликогена и глюкозы, а концентрацией молочной кислоты и волевыми усилиями спортсмена. Накопление молочной кислоты при анаэробной работе находится в прямой зависимости от мощности и продолжительности упражнения.

Окислительный (оксидативный) источник обеспечивает восстановление АТФ в условиях непрерывного поступления кислорода в митохондрии клеток и использует долговременные источники энергии, такие как углеводы (гликоген и глюкоза), аминокислоты, жиры, доставляемые в мышечную клетку через капиллярную сеть. Максимальная мощность аэробного процесса зависит от скорости усвоения кислорода в клетках и от скорости поставки кислорода в ткани.

Наибольшее количество митохондрий (центр «усвоения» кислорода) отмечается в медленно сокращающихся мышечных волокнах. Чем выше процент содержания таких волокон в мышцах, несущих нагрузку при выполнении упражнения, тем больше максимальная аэробная мощность у спортсменов и тем выше уровень их достижений в продолжительных упражнениях. Преимущественное восстановление АТФ за счет окислительного источника начинается при выполнении упражнений, длительность которых превышает 6-7 минут. [10,38]

Энергообеспечение мышечного сокращения является определяющим фактором для выделения зон мощности.

Следует учитывать, что в большинстве видов спорта и упражнений невозможно провести четкую грань между аэробным и анаэробным компонентами работоспособности.

Четкое представление энергетической «стоимости» каждой дистанции и каждого упражнения в велосипедном спорте дает возможность более правильно и целенаправленно подбирать средства и методы тренировки.

1.5. Анатомо-физиологические особенности подростков.

Одно из основных условий высокой эффективности системы подготовки спортсменов заключается в строгом учете возрастных и индивидуальных анатомо-физиологических особенностей, характерных для отдельных этапов развития ребенка. Подобный подход позволяет правильно решать вопросы спортивного отбора и ориентации, выбора средств и методов тренировки, нормирования тренировочных и соревновательных нагрузок, прогнозирования возможных достижений. [37]

В системе современного воспитания физкультурных ценностей необходимо предусматривать и осуществлять формирование мотивов, а затем и интересов к систематической физической активности. Достижение этой важной цели – дело сложное, требующее решения многих задач, существенно отличающихся для разного возраста. [11,31]

Подростковый период (пубертатный, период полового созревания) – это третий период детства. В это время в организме происходят активные физиологические изменения количественного и качественного характера, резкая перестройка всех органов и систем. Диапазон возрастной периодизацией подросткового возраста для девочек колеблется от 12 до 15 лет, у мальчиков – 13-16 лет. В этот период в регуляции процессов жизнедеятельности включаются новые гормоны, имеющие широкий спектр

действия на обменные процессы в органах и тканях, в том числе и в центральной нервной системе (ЦНС).

Важнейшей и отличительной особенностью данного периода является бурный рост организма. Его основа заключается в генетическом детерминированном увеличении количества и размеров клеток. У девочек длина тела увеличивается на 1-2 года раньше, чем у мальчиков, но прирост меньше и составляет 8-10 см в год. У подростков происходит преимущественный рост в длину трубчатых костей конечностей и позвонков, увеличивается масса и плотность костной ткани. Нарастание длины туловища отстает от роста нижних конечностей. Происходит рост мышечной массы, половых органов, некоторых внутренних органов, однако темпы роста последних отстают от антропометрических показателей.

В динамике подросткового периода мощность сердца увеличивается, проявляется некоторая экономичность в его деятельности - урежается ЧСС, удлиняется фаза изгнания, повышается систолический объем. Мышечная масса сердца преимущественно за счет левого желудочка обнаруживает прирост. Объем сердца у подростков 13-15 лет колеблется от 433 до 500 см³

За счет роста легочной, развития эластичной ткани, дыхательных мышц, повышается функциональная мощность дыхательных систем. Объем легких от 11 до 14 лет увеличивается в 2 раза. Функциональные показатели дыхания, количество эритроцитов и гемоглобина повышаются.

Развитие двигательных качеств происходит на фоне совершенствования моторики. В связи с нарастанием в пубертатном периоде мышечной массы увеличивается сила. Наибольший ее прирост совпадает с 14-17 годами. Качество быстроты в подростковом возрасте имеет положительную динамику – укорачивается время двигательной реакции, время одиночного движения, повышается частота движений.

В связи с морфологическим и функциональным созреванием систем жизнеобеспечения (ростом сердечной производительности, параметров внешнего дыхания, кислородной емкости крови) в подростковом возрасте

повышается качество выносливости. Это обусловлено наступлением достаточной зрелости симпатoadренальной системы, особенно у мальчиков-подростков. Кроме того, в пубертатном периоде, приобретает значение ацетилхолиновая система, ответная за экономизацию функций организма.

Подростковый возраст характеризуется рядом отличительных особенностей. У подростков преобладают процессы возбуждения, заметно ухудшается дифференцированное торможение, условно-рефлекторные реакции становятся менее адекватными раздражению и носят более выраженный, «бурный» характер. Отчасти этим объясняется тот факт, что двигательные действия подростка нередко отличаются большим числом дополнительных движений, сокращением ненужных мышц, излишней закрепощенностью. У детей этого возраста могут наблюдаться временные трудности в образовании условных рефлексов и дифференцировок. Подростка отличает резко повышенная эмоциональность поведения, сопровождающаяся подчас психической неустойчивостью – быстрым переходом от угнетения к радости и наоборот. Подобные изменения носят временный характер и являются следствием нейро-гормональных сдвигов, присущих данному возрастному периоду. [26,48]

Как период полового созревания подростковый возраст характеризуется активизацией гормональной функции половых желез. На фоне включения половых желез во взаимодействие с гипофизом и щитовидной железой изменяются нейроэндокринные и нейро-гуморальные соотношения в организме, характерные для предшествующего периода детства. Выявлено, что переход к юношескому возрасту связан с дальнейшим совершенствованием высшей нервной деятельности. Повышается уровень аналитико-синтетической деятельности коры большого мозга, усиливается функция обобщения, возрастает роль словесных сигналов, уменьшается латентный период на словесный раздражитель. Усиливается внутреннее торможение, нервные процессы становятся более уравновешенными. [26]

Особенность обмена веществ у детей школьного возраста состоит в том, что значительная доля образующейся энергии (больше, чем у взрослых) идет на процессы роста, развития организма, т.е. на пластические процессы. Следовательно, во время спортивной деятельности расход энергии связан не только с необходимостью восполнить ее источники, но с процессами роста, развития.

Для подростков и юношей характерны более значительные, чем для взрослых, изменения ряда показателей крови после мышечной работы (повышение содержания лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, свертывания крови) и более длительный период их восстановления. Кроме того, у подростков 12-14 лет отмечена разнонаправленность сдвигов отдельных показателей крови, что связано с перестройкой в этот период нейроэндокринной регуляции функций.

Основная направленность физического воспитания детей формирование интереса к систематической, спортивной и оздоровительной подготовке. Важным элементом физического воспитания в этот период является формирование спортивного характера, его умение мобилизовать себя на преодоление трудностей, не пасовать перед неудачами, настойчиво трудиться для достижения поставленных целей. [25]

Период полового созревания сопровождается резким усилением функций половых и других желез внутренней секреции. Это приводит к ускорению темпов роста и развитию организма. Умеренные физические нагрузки не оказывают существенного влияния на процесс полового созревания и функции желез внутренней секреции. Чрезмерные физические напряжения могут замедлить нормальные темпы развития детей, а тем самым снизить их координационные способности. [2]

При определении тренировочных и соревновательных нагрузок, осуществлении развития физических качеств подростков, обучение их технике и тактике необходимо учитывать периоды полового созревания и

сенситивные (чувствительные) фазы развития того или иного физического качества.

Примерные сенситивные (благоприятные) периоды развития двигательных качеств представлены в таблице 3.

Таблиц 3.

Морфофункциональные показатели, физические качества	Возраст, лет			
	13	14	15	16
Выносливость			+	+
Быстрота			+	+
Скоростно-силовые качества	+	+	+	
Сила	+	+		+
Координационные способности				
Равновесие	+	+		
Анаэробные возможности			+	+

1.6. Развитие выносливости, как физического качества у подростков

Возрастные особенности развития выносливости. Считается, что темпы работы для развития выносливости должен варьироваться в диапазоне от 50 до 80 % от максимального. Выносливость изменяется в зависимости от характера работы и ее интенсивности. [5,45,46]

Как известно, основу многолетнего планирования развития выносливости у детей и подростков в любом виде спорта (и особенно в циклических видах) составляют данные о закономерности развития данного качества. Суть отличий юношеского организма от организма взрослого человека состоит не столько в размерах органов, сколько в их функциональных возможностях. Поэтому одно из важнейших качеств – выносливость – формируется в течение длительного периода онтогенеза.

У девочек среднего физического развития наиболее благоприятным периодом для развития данного качества является возраст от 13 до 15 лет. У представительниц ускоренного физического развития с 13 до 15 лет показатели увеличиваются в 1,1 раза. В возрасте от 16 до 17 лет темп развития данной способности замедляется, хотя и наблюдается незначительное ее увеличение. За период с 13 до 15 лет выносливость у представителей замедленного физического развития увеличивается в 1,2 раза.

Таким образом, в подростковом возрасте (13-14 лет) более выносливы школьницы среднего физического развития, в 15-17 лет – замедленного, а в 16 лет девушки ускоренного развития. [5,24]

Развитие выносливости у мальчиков и подростков среднего физического развития активно происходит на протяжении всего школьного возраста с незначительным, но достоверным уменьшением в возрасте от 15 до 16 лет. С 12 до 13 лет нет заметного увеличения в формировании выносливости. Это увеличение наблюдается с 13 до 15 лет. Затем происходит снижение в показателях выносливости, а с 16 до 17 лет – активное увеличение. Это позволяет считать, что в возрасте 13-14 лет, а также с 14-15 и 16-17 лет есть предпосылка для целенаправленного воспитания выносливости. В развитии выносливости мальчики среднего физического развития во всех возрастах превосходят акселератов, однако достоверность этих отличий наблюдается в 12, 13 и 17 лет, а ретардантов (детей с отстающим развитием) они превосходят в 13-15 лет, в 16 и 17 лет результаты их почти одинаковы. Акселераты по выносливости уступают своим сверстникам, хотя в 13-14 лет увеличение данной способности достоверно. Стабилизация приходится на значительные возрастные периоды: 12-13, 15-16 и 16-17 лет. Прирост в развитии характерен для возрастного диапазона: 13-14 и 14-15 лет. В возрасте 12,13,17 лет акселераты уступают в развитии выносливости школьникам – ретардантам и школьникам среднего физического развития. [5,24]

Одним из первостепенных факторов, обуславливающих уровень развития выносливости, является состояние сердечно-сосудистой системы человека. У подростков, отстающих в биологическом развитии, иногда встречается так называемое малое сердце, которое является причиной их малой выносливости. [5,40]

Анализируя данные исследований, полученных за последние годы видно, что развитие выносливости можно начинать в занятиях с детьми 6-10 лет. Но все-таки тренерам нужно принимать во внимание, что в подготовке молодых спортсменов на первом плане стоит воспитание общей выносливости и, только заложив ее основы, можно переходить к воспитанию специальной выносливости.

В детском, подростковом и юношеском возрасте организм не совсем приспособлен для выполнения длительной работы, особенно если она производится с большой интенсивностью. Во многом это связано с недостаточным развитием сердца и дыхательного аппарата, а также с тем, что такая работа очень затратна в плане наличия энергетических ресурсов организма, которые в этот период обеспечивают процессы роста. Состояние нервной системы этих возрастов, ее возбудимость и неустойчивость также ограничивают способности организма к длительным напряжениям.

Если ребенок начал заниматься спортивным ориентированием в 10-11 лет, то первые два-три года отводятся, как и в другом виде спорта, в основном на воспитание общей выносливости, причем диапазон тренировочных средств должен быть весьма широк. У юношей 14-15 лет целесообразно начинать развивать специальную выносливость к упражнениям, которые длятся от 20-30 секунд до 3-5 минут. Общую выносливость можно воспитывать в упражнениях длительностью более часа. А в 17-18 лет можно повышать уровень специальной выносливости, применяя упражнения, продолжающиеся больше часа, и общей выносливости – упражнения по длительности 3-4 часа и более. [5]

1.7. Показатели гемодинамики у подростков, в сравнении с детьми и взрослыми

Одним из вопросов возрастной физиологии является изучение формирования функциональных систем в зависимости от условий естественной деятельности. К важнейшим показателям, выступающими критериями функционального состояния организма, можно отнести значения гемодинамики, показатели variability ритма сердца подростков, в зависимости от уровня двигательной активности. Состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Объем циркулирующей крови (по отношению к весу тела) зависит от возраста: у детей до 1 года – 11%, у взрослых – 7%, на 1 кг веса тела у детей 7-12 лет – 70 мл, у взрослых – 50-65 мл. Возрастные изменения характерны и для формирования элементов крови. У ребенка первого года жизни количество эритроцитов составляет 6-6,5 млн/мм³. С возрастом оно снижается до 4-5 млн/мм³. По мере развития организма увеличивается концентрация гемоглобина в крови.

Таблица 4.

Содержание гемоглобина в крови (%) у мальчиков и мужчин

Возраст, лет	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	20-25
Содержание гемоглобина в крови, %	13,8	14,4	13,7	15,1	15,1	15,5

Сниженное по сравнению с взрослыми содержание гемоглобина у детей определяет несколько меньшую кислородную емкость крови. В подростковом возрасте показатели содержания гемоглобина в крови практически одинаковы с показателями у взрослых людей.

Значительные изменения в системе крови происходит при мышечной деятельности. У подростков и юношей они более заметны, чем у взрослых. К изменениям показателей крови после мышечной работы можно отнести повышение содержания лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, свертывания крови и более длительный период их восстановления. Также, у подростков 12-14 лет наблюдается разнонаправленность сдвигов некоторых показателей крови, что в свою очередь связано с перестройкой в данный период нейроэндокринной регуляции функций.

Одним из важнейших показателей гемодинамики является частота сердечных сокращений (ЧСС). С возрастом ЧСС понижается: у новорожденных она составляет в покое 135-140 уд/мин, в 7 лет – 85-90 уд/мин, в 14-15 лет приближается к данным взрослых и составляет 70-80 уд/мин. Для детей и подростков характерен неустойчивый ритм сердечной деятельности. На его изменения влияют как внешние, так и внутренние факторы. Например, под влиянием температуры окружающей среды (повышение температуры – способствует увеличению ЧСС, понижение – уменьшению). Физические нагрузки оказывают значительное влияние на изменение частоты сердечных сокращений. У молодых спортсменов, которые выполняют упражнения для развития физического качества – выносливость, в условиях относительного покоя, как и у взрослых, может развиваться брадикардия, но выражена она будет менее заметно. Значительные возрастные различия ЧСС можно увидеть при мышечной деятельности. При одинаковой аэробной нагрузке ЧСС с возрастом снижается. Одна и та же работа выполняется более экономично за счет меньшей интенсификации сердечной деятельности.

Организм детей и подростков сложнее нежели взрослые переносит увеличение нагрузки (повышение мощности, продолжительности и числа повторений упражнений, снижение интервалов отдыха). У детей при напряженных физических упражнениях максимальная ЧСС находится в обратной зависимости от возраста: чем «младше ребенок, тем она выше. В

качестве простого правила определения максимальной ЧСС в школьном возрасте может служить следующая формула: $220 - \text{возраст}$ ». Например, у 10-летних ребят максимальная ЧСС составляет в среднем около 210 уд/мин ($220-10$). У подростков этот показатель будет уменьшаться с увеличением возраста. Следовательно, как ЧСС покоя, так и любая рабочая ЧСС при одинаковых не максимальных аэробных нагрузках и максимальная ЧСС у детей и подростков выше, чем у взрослых.

Возрастание ЧСС после физических упражнений у лиц разного возраста всецело зависит от величины нагрузки. После кратковременных упражнений максимальной мощности у детей 11-14 лет восстановление ЧСС происходит быстрее, чем у взрослых. После напряженных и продолжительных упражнений период восстановления ЧСС с возрастом укорачивается, что связано с увеличением работоспособности.

Систолический объем крови и сердечный выброс с возрастом повышаются. В 7 лет систолический объем крови составляет 23 мл, в 13-16 лет – 50-60 мл. Прирост его определяет увеличение сердечного выброса. В покое в возрасте 6-9 лет сердечный выброс равен 2,6 л/мин, в 10-12 лет – 3,2 л/мин, в 13-16 лет – 3,8 л/мин. Однако при расчете на 1 кг массы тела наблюдается иная картина: чем старше возраст, тем меньше величина сердечного выброса. Следовательно, для детей характерна более напряженная деятельность сердца.

При мышечной работе систолический объем и сердечный выброс у детей увеличиваются меньше, чем у взрослых. По мере роста и развития детей максимально возможный систолический объем становится больше. Так, в 8-9 лет он достигает 70 мл, в 14-15 лет – 100-120 мл, у взрослых в 6-7 раз. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что с возрастом потенциальные возможности сердца повышаются.

Отличительная особенность адаптации детского сердца к нагрузкам состоит в том, что увеличение сердечного выброса идет в основном за счет повышения ЧСС при незначительном увеличении систолического объема

крови. Своеобразность системы кровообращения у детей и подростков, как в покое, так и при мышечной работе тесно взаимосвязаны с обменом веществ. Высокая интенсивность энергетического обмена, увеличенное потребление кислорода на один кг массы тела предъявляют к сердцу детей повышенные требования. Исходя из этого, сердце у детей или подростков как в условиях покоя, так и при выполнении физической нагрузки функционирует значительно напряженнее, чем у взрослых.

С увеличением возраста детей повышается просвет кровеносных сосудов, за счет чего увеличивается объем циркулирующей крови и формируются благоприятные условия для лучшего кровоснабжения тканей, работающих органов кислородом и выведения продуктов распада.

Также, с расширением просвета увеличивается количество новых кровеносных сосудов. Эта тенденция особенно заметна у детей, которые активно занимаются физической культурой и спортом. Образование новых сосудов и их коллатералей в результате регулярной мышечной деятельности приводит к усилению периферического кровоснабжения.

С возрастом повышается артериальное давление (АД). Так, в 11 лет систолическое давление в покое равно 95, а в 15 лет – 109 мм рт.ст.; минимальное АД в 11-13 лет равно 83, а в 15-16 лет – 88 мм рт.ст. У подростков и юношей 13-16 лет периодически может отмечаться временное повышение систолического давления до 130-140 мм рт.ст. (юношеская гипертония), так как развитие сердца и кровеносных сосудов часто происходит не синхронно. Например, в период полового созревания рост сердца может опережать рост кровеносных сосудов, в результате чего сердцу необходимо преодолевать значительное сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов. Такие особенности развития сердца и кровеносных сосудов необходимо учитывать при планировании спортивной тренировки: тщательно дозировать и индивидуализировать тренировочные нагрузки.

У детей систолическое давление во время физических упражнений увеличивается значительно меньше, чем у взрослых. Так, у 11-12-летних школьников при выполнении упражнений максимальной мощности систолическое давление увеличивается в среднем на 32 мм рт.ст, а у подростков и юношей 15-16 лет и 18-20 лет соответственно на 45 и 50 мм рт.ст.

Возрастные изменения сердечно – сосудистой системы показывают особенности регуляции кровообращения растущего организма. В первые годы жизни заметно преобладают симпатические влияния. По мере развития организма это преобладание становится менее выраженным на фоне усиления влияния блуждающего нерва. В результате организуется такое взаимодействие симпатических и парасимпатических влияний, которое обеспечит эффективную деятельность сердечно – сосудистой системы как в покое, так и (особенно) при напряженных физических упражнениях.

У детей и подростков, занимающихся спортом, разные эмоции быстрее и сильнее влияют на сердечно – сосудистую систему, чем у взрослых. Долгие отрицательные эмоции могут навредить регуляции сердечно – сосудистой системы и, соответственно, пагубно отразиться на спортивных достижениях.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика испытуемых

В исследовании приняли участие 8 подростков (4 юноши и 4 девушки) в возрасте от 13 до 15 лет, занимающихся на отделении спортивного ориентирования в государственном бюджетном учреждении Тверской области «Комплексная спортивная школа олимпийского резерва № 2».

Средний возраст группы исследования составил 14,25 лет. Общие сведения об участниках исследования представлены в таблице.

Таблица 5.

Общие сведения об участниках исследования

№ п/п	Фамилия, инициал	Возраст детей, лет	Стаж занятий, лет	Масса тела, кг	Рост, см	Спортивная квалификация
Юноши						
1	В-к Ан.	15	6	59	183	1 разряд
2	Вас-ев Н.	15	5	55,6	172	1 разряд
3	Б-в В.	14	4	59	176	3 разряд
4	Куз-в Н.	13	3	63	180	2 разряд
Среднее значение		14,25	4,5	68,8	177,8	-
Девушки						
1	Ов-на Ол.	15	4	51,7	167,5	1 разряд
2	Тат-ва М.	15	4	51,6	150,5	2 разряд
3	Кр-ва Ал.	14	3	48,4	162	2 разряд
4	Буд-ва Ал.	13	3	54,4	166	3 разряд
Среднее значение		14,25	3,5	51,5	161,5	-

2.2. Организация и методика исследования

Исследование проводилось с мая по ноябрь 2017 года. Фиксировали показатели роста, возраста, массы тела, частоту сердечных сокращений (в покое и в работе на велоэргометре), систолическое, диастолическое давление (в покое и при работе непрерывной и интервальной мощности на велоэргометре).

Исследуя функциональные показатели сердечно – сосудистой системы определялись частота сердечных сокращений, артериальное давление (АД) – систолическое, (СД), диастолическое (ДД) в покое и после работы непрерывной и интервальной мощности на велоэргометре.

Среднее давление рассчитано по формуле (Рср):

$$P_{\text{ср}} = (C_{\text{д}} + D_{\text{д}}) : 2.$$

Пульсовое давление рассчитано по формуле (ПД):

$$ПД = C_{\text{д}} - D_{\text{д}}.$$

Систолический объем рассчитан по формуле (S):

$$S = (Пд * 100) : P_{\text{ср}}.$$

Минутный объем кровообращения рассчитан по формуле (МОК):

$$МОК = S * ЧСС.$$

Адапционный потенциал (АП):

$$АП = 0,011 * ЧСС + 0,014 * D_{\text{с}} + 0,008 * D_{\text{д}} + 0,0014 * \text{Возраст} + 0,009 * \text{Масса (кг)} - (0,009 * \text{Рост (см)} + 0,27).$$

Оценка:

Более 4,3 – очень плохо – срыв механизмов адаптации;

4,3 – 3,21 – плохо – неудовлетворительная адаптация;

3,2 – 2,11 – удовлетворительно – напряжение механизмов адаптации;

Менее 2,1 – хорошо – удовлетворительная адаптация.

Коэффициент выносливости (КВ):

$$КВ = (ЧСС * 10) : ПД.$$

В норме $KВ = 16$, превышение этой величины указывает на ослабление сердечной деятельности; меньшая величина – на тренированность сердца к физическим нагрузкам.

Показатель PWC_{170} рассчитывался по формуле Амбросимовой:

$PWC_{170абс} = N / f_2 - f_1 * 170 - f_1$, где f_1 – ЧСС в покое, f_2 – ЧСС в конце работы.

$PWC_{170отн} = PWC_{170абс} / M_T$, где M_T - масса тела.

Показатель МПК рассчитывался по формуле:

$MПК_{абс} = 2,2 * PWC_{170} + 1070$,

$MПК_{отн} = MПК_{абс} / M_T$, где M_T - масса тела.

Полученные в ходе исследования данные, обрабатывались стандартными статистическими методами с использованием компьютерных прикладных программ.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

3.1. Оценка функционального состояния в покое подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Результаты исследования показывают, что в состоянии покоя во всех исследуемых группах все изучаемые гемодинамические показатели отличаются от возрастных норм для детей, не занимающихся спортом (табл.6).

Таблица 6.

Основные гемодинамические показатели подростков, занимающихся спортивным ориентированием, в покое.

Показатели	Девушки		Юноши	
	покой	Норма покоя	покой	Норма покоя
Частота сердечных сокращений (уд/мин.)	72±6,4	79,05	71,3±5,1	80,7
Систолическое давление (мм рт.ст.)	109,3±4,3	116,4	118,5±7,1	118,4
Диастолическое давление (мм рт.ст.)	66±7,3	66,84	62,5±6,7	68,5
Среднее давление (мм рт. ст.)	87,6±3,7	91,62	90,5±5,4	93,45
Пульсовое давление (ммрт.ст.)	43,3±9,5	47,8	56,0±8,6	50,06
Сист. объем, мл	49,7±11,7	52,2	62,0±9,5	53,6
Минутный объем кровообращения (мл/мин.)	3520,4±668,7	4126,41	4406,5±672,7	4325,5

Как видно из данных, приведенных в таблице, показатели частоты сердечных сокращений, систолического давления, а также зависящий от этих показателей средний показатель давления, у юношей и девушек, занимающихся спортивным ориентированием, ниже показателей нормы покоя. Данный факт можно объяснить с позиции формирования адаптационных механизмов, позволяющих наиболее экономично использовать ресурсы организма. Это подтверждается и другими исследованиями, опубликованными в литературе. [47]

Однако, минутный объем кровообращения у юношей незначительно выше нормы покоя. Данный показатель у тренированных людей зависит в большей степени от показателя систолического объема (S), нежели от частоты сердечных сокращений (ЧСС).

У девушек минутный объем кровообращения ниже нормы покоя, так как и показатели частоты сердечных сокращений и систолический объем находится ниже показателей нормы покоя.

Анализируя представленные результаты можно сделать выводы о том, что уровень тренированности юношей выше, так как их среднее значение систолического объема превосходит аналогичный показатель у девушек, тогда как частота сердечных сокращений несколько ниже, чем у девушек.

Основываясь на этих показателях можно сделать выводы о том, что занятия циклическими видами спорта, к которым относится спортивное ориентирование, положительно влияют на гемодинамические показатели, экономизируя работу сердечно – сосудистой системы.

Также определение ряда гемодинамических параметров позволило вычислить величины, по которым можно оценить функциональное состояние сердечно – сосудистой системы. К этим показателям относят коэффициент выносливости (КВ) и адаптационный потенциал (АП)(табл.7).

Таблица 7.

Показатели функционального состояния сердечнососудистой системы у подростков, занимающихся спортивным ориентированием в покое до проведения непрерывной и интервальной работы.

Показатели	Девушки		Юноши	
	Непрерывная	Интервальная	Непрерывная	Интервальная
Коэффициент выносливости (КВ)	20,3	17,9	15,3	12,9
Адаптационный потенциал (АП)	1,7	1,7	1,7	1,7

Исходя из данных, полученных при исследовании, можно сказать, что коэффициент выносливости (КВ) у юношей ниже нормы (в норме КВ = 16, превышение этой величины указывает на ослабление сердечной деятельности; меньшая величина – на тренированность сердца к физическим нагрузкам), что свидетельствует о хорошей тренированности сердца к данной физической нагрузке. У девушек данный показатель как, при непрерывной, так и при интервальной нагрузке выше нормы, что может свидетельствовать о незначительном ослаблении сердечной деятельности.

Показатели адаптационного потенциала (АП) обеих групп находятся ниже нормы (менее 2,1 – хорошо – удовлетворительная адаптация), что говорит об удовлетворительной адаптации организма к предложенной нагрузке.

3.2. Оценка гемодинамических показателей при непрерывной и интервальной работе подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

В таблице 8 приведено сравнение гемодинамических показателей при непрерывной и интервальной работе, в обеих группах.

Таблица 8.

Гемодинамические показатели при непрерывной и интервальной работе у подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Показатели	Девушки		Юноши	
	работа		работа	
	Непрерывная	Интервальная	Непрерывная	Интервальная
Частота сердечных сокращений (уд/мин.)	100,0±12,2	115,3±5,9	97,0±3,6	109,3±5,2
Систолическое давление (мм рт.ст.)	115,5±6,6	119,8±11,1	126,5±9,1	127,0±8,8
Диастолическое давление (мм рт.ст.)	65,5±4,1	69,3±0,8	66,5±5,5	65,5±4,8
Среднее давление (мм рт.ст.)	90,5±3,9	94,5±5,7	96,5±6,5	96,3±5,8
Пульсовое давление (мм рт.ст.)	50,0±7,8	50,5±11,0	60±7,8	61,5±7,9
Сист. объем, мл	55,2±8,0	53,0±8,2	62,2±7,1	63,9±6,5
Минутный объем кровообращения (мл/мин.)	5550,7±1299,0	6058,0±644,1	6039,3±788,9	7009,0±1009,7

Анализируя приведенные данные можно отметить следующее.

Как у юношей, так и у девушек наблюдается закономерное увеличение основных гемодинамических показателей (нагрузка при интервально работе была выше и составила 1,5 Вт/кг, при непрерывной работе она была 1 Вт/кг). Одним из наиболее заметных показателей является частота сердечных сокращений (ЧСС). Ее показатель при интервальной работе значительно выше, нежели при работе непрерывной мощности. Это говорит о достаточной высокой нагрузке, но и о способности организма выдерживать предложенную нагрузку, так как у юношей и у девушек показатели ЧСС не превысили аэробные пороги работы сердечно – сосудистой системы. Что в свою очередь свидетельствует о хорошей готовности спортсменов.

Вследствие этого и значительно выше показатели минутного объема кровообращения (МОК) при интервальной нагрузке, что отмечается как у юношей, так и у девушек.

Исходя из полученных данных, можно сделать выводы о том, что продолжительные занятия спортивным ориентированием способствует адаптации организма спортсменов как к непрерывным, так и к интервальным нагрузкам, в нашем случае у юношей это более выражено, так как стаж занятий спортом в среднем у них на 1 год больше.

Характер спортивной деятельности является фактором адаптационных изменений, происходящих в организме, которые позволяют выполнять работу и непрерывной и интервальной мощности. Например, выступая в дисциплине спортивного ориентирования – «Спринт» - короткая дистанция с большим количеством контрольных пунктов, резкой смены ритма, скорости, направления движения, основой является интервальная работа. В свою очередь, непрерывная работа больше свойственна таким дисциплинам как «Мидл», «Лонг» - дистанции в этих дисциплинах больше по продолжительности, и прохождению по времени, для них характерны более равномерное передвижение.

3.3. Оценка физической работоспособности подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Оценивая абсолютные значения теста PWC_{170} можно отметить, что у юношей этот показатель выше, чем у девушки соответствует уровню акселератов, т.е. детей с ускоренным биологическим созреванием [9,11].

Хотя у девушек этот показатель ниже, но уровень также соответствует показателям детей с ускоренным темпом биологического развития (рис.1).

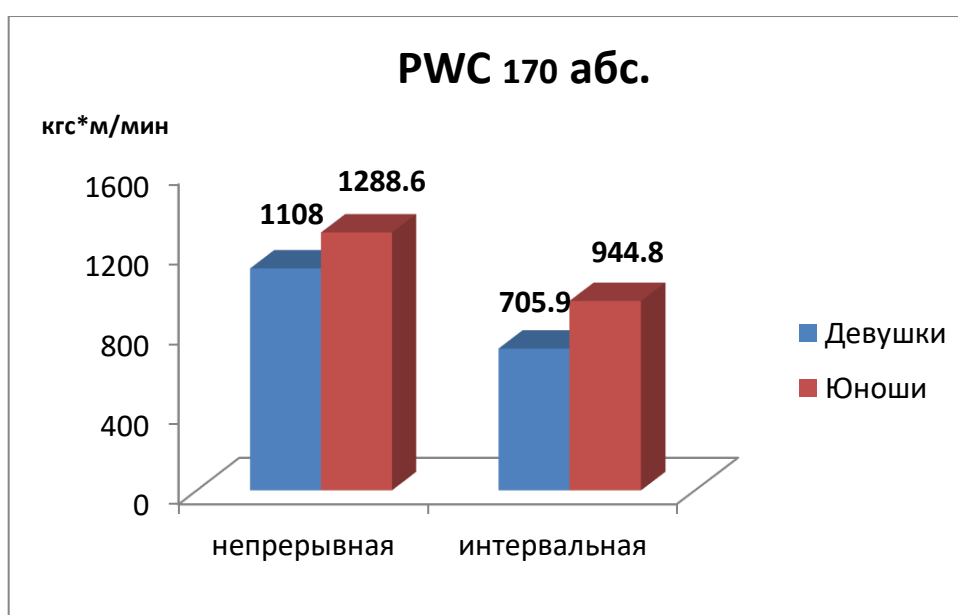


Рис.1 Абсолютные показатели PWC_{170} у подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Относительный показатель теста PWC_{170} подтверждает этот факт (рис.2). При непрерывной работе относительные показатели PWC_{170} в обеих половых группах практически не различаются, что может быть связано с характером работы – нагрузка при непрерывной работе была достаточно легкой, а также и с тем, что масса тела у юношей значительно больше, чем у девушек. Но стоит отметить, что и среднее значение массы тела юношей значительно выше, чем у девушек. А при интервальной работе различия более выражены, что можно объяснить более высокой интенсивностью

работы, что в свою очередь предъявляет повышенные требования к функциональному состоянию организма.

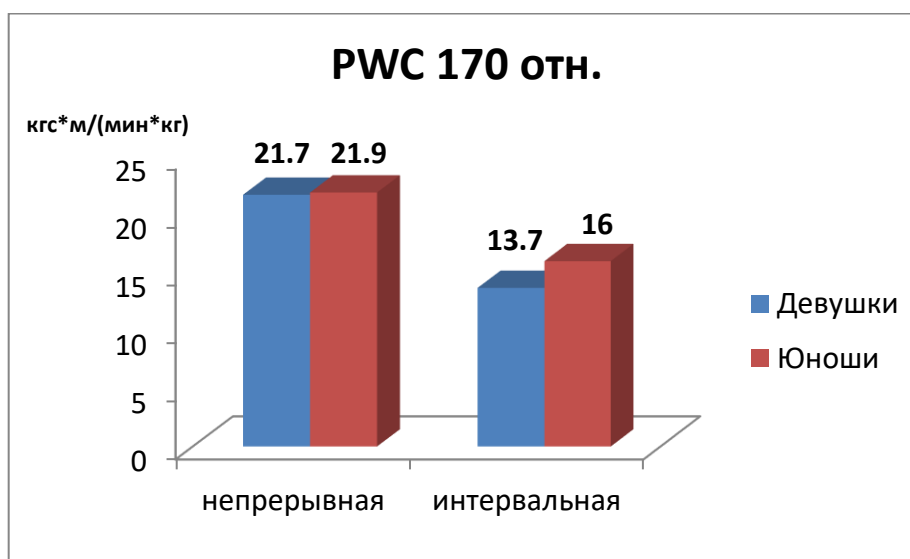


Рис.2 Относительные показатели PWC₁₇₀ у подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

В спортивном ориентировании как в циклическом виде спорта большое значение имеют показатели аэробной производительности (величина максимального потребления крови (МПК)). Чем больше эта величина, тем более высокая аэробная производительность организма и соответственно работоспособность человека. Проведенное исследование показывает, что в обеих исследуемых группах абсолютные показатели МПК юношей превышают аналогичные показатели у девушек как при непрерывной, так и при интервальной работе. Это еще раз подтверждает предположение о более высоком уровне функциональной подготовки юношей. Отмеченные различия могут являться и следствием разницы в стаже занятий спортом. У юношей он немного больше (в среднем на 1 год).

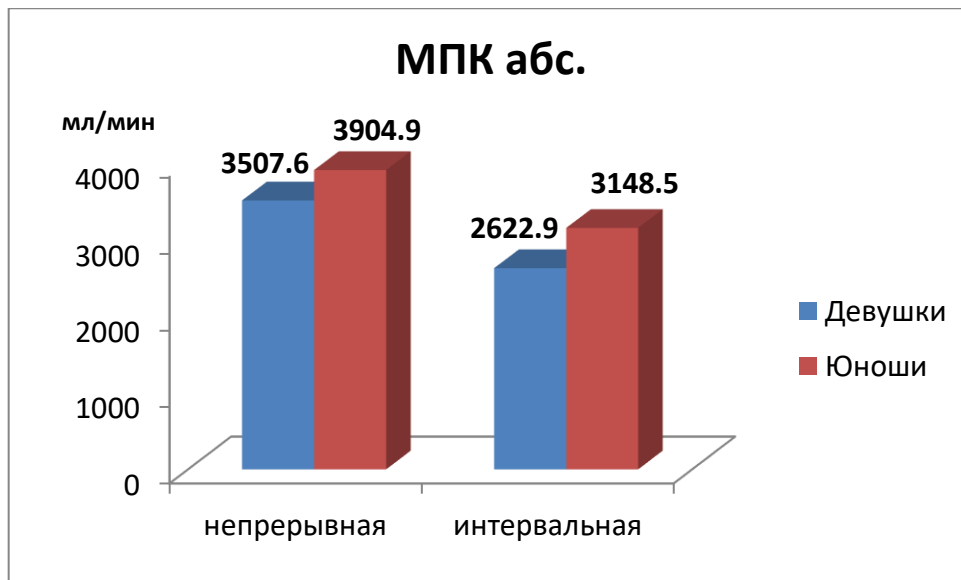


Рис.3 Абсолютные показатели МПК у подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Наиболее объективным показателем при оценке работоспособности и уровня функционального состояния является относительная величина максимального потребления крови (МПК).

В нашем случае относительные показатели МПК при непрерывной работе у юношей и у девушек практически не различаются, а при интервальной у юношей незначительно выше. То есть динамика аналогична относительным показателям PWC_{170} .

При этом величина этого показателя в обеих группах в сравнении с детьми, не занимающихся спортом, соответствует очень высокому уровню работоспособности [15] и говорит об оптимальном на данный момент функциональном состоянии испытуемых.

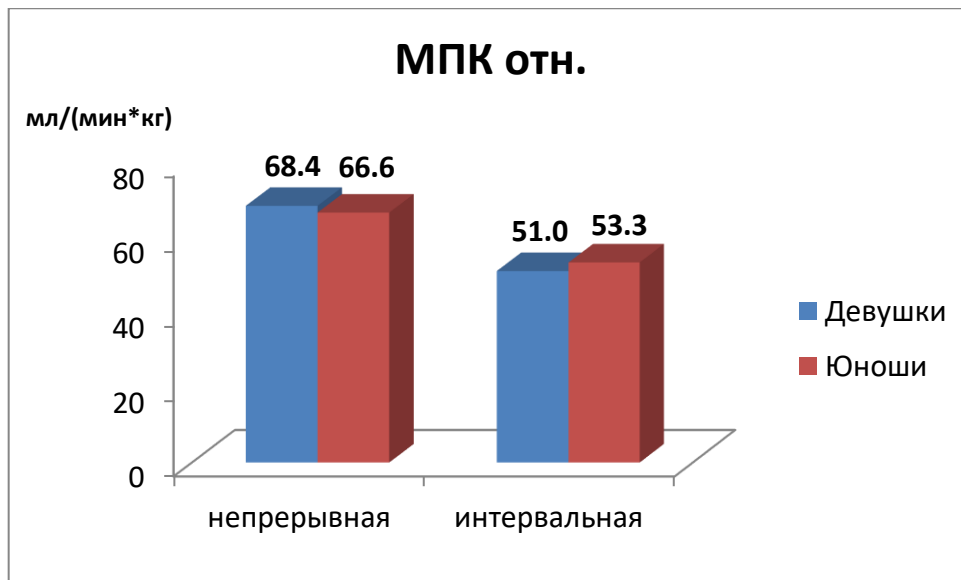


Рис.4 Относительные показатели МПК у подростков, занимающихся спортивным ориентированием.

Таким образом, опираясь на основные показатели оценки физической работоспособности, можно отметить их достаточно высокий уровень в обеих половых группах и сделать предположение о предрасположенности испытуемых к данному виду деятельности. Хотя показатели физической работоспособности и функционального состояния у юношей выше, чем у девушек.

Также можно отметить, что спортивное ориентирование, как циклический вид спорта, благотворно влияет на адаптацию организма к физическим нагрузкам различной мощности и позволяет оптимизировать работу сердечно – сосудистой системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подготовленность спортсмена ориентировщика - понятие чрезвычайно сложное. И связано это со сложностью соревновательной деятельности, самого процесса ориентирования, сочетающего высокую скорость бега по пересеченной местности, большую физическую нагрузку, и постоянную переработку специфической информации, включающую такие элементы, как образное представление, прогнозирование, выбор варианта движения между контрольными пунктами (КП), принятые решения, коррекцию по ходу выполнения принятого решения.

В ходе исследования мы выявили, что показатели физической работоспособности у девушек и юношей 13-15 лет свидетельствуют о высоком уровне их функционального состояния. Основные гемодинамические показатели в покое у подростков, занимающихся спортивным ориентированием ниже показателей нормы – это положительный эффект от занятий спортивным ориентированием. Данный факт можно объяснить с позиции формирования адаптационных механизмов, позволяющих наиболее экономично использовать ресурсы организма.

Таким образом, опираясь на основные показатели оценки физической работоспособности, можно отметить их достаточно высокий уровень в обеих половых группах и сделать предположение о предрасположенности испытуемых к данному виду деятельности. Хотя показатели физической работоспособности и функционального состояния у юношей выше, чем у девушек.

Также можно отметить, что спортивное ориентирование, как циклический вид спорта, благотворно влияет на адаптацию организма к физическим нагрузкам различной мощности и позволяет оптимизировать работу сердечно – сосудистой системы.

ВЫВОДЫ

1. Основные гемодинамические показатели в покое у подростков (девушек и юношей 13-15 лет), занимающихся спортивным ориентированием ниже показателей нормы – это положительный эффект от занятий спортивным ориентированием. Данный факт можно объяснить с позиции формирования адаптационных механизмов, позволяющих наиболее экономично использовать ресурсы организма.
2. По исследуемым гемодинамическим показателям можно сделать выводы о том, что уровень тренированности у юношей выше, чем у девушек, что может быть, в частности, обусловлено большим стажем занятия спортом.
3. Показатели физической работоспособности (PWC_{170} и МПК) у девушек и юношей 13-15 лет свидетельствуют о высоком уровне их функционального состояния. При этом показатели физической работоспособности и функционального состояния у юношей выше, чем у девушек.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агальцов В.Н. Методика начального обучения спортивному ориентированию студентов: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – Омск, 1990. – 20 с.
2. Акимов В.Г. Подготовка спортсмена-ориентировщика / В.Г. Акимов. – Минск: Полымя, 1987. – 176 с.
3. Аникин Г.А., Ковтун Л.Г. и др. Избранные главы по физиологии. Казань: Радуга, 1992.
4. Беляков Л.В. Основы тренировки в ориентировании на местности: Методическое пособие / Л.В. Беляков, А.Д. Ганюшкин, А.Л. Моисеенков. – Смоленск: СФМЭИ, 1973. - 112 с.
5. Большевич В.К. Возрастное развитие физических качеств человека. – Казань: Радуга, 1992.
6. Бондарчук А.П. Управление тренировочным процессом спортсменов высокого класса. – Олимпия Пресс, 2007. – 272 с.
7. Васильев Н.Д. Подготовка спортсменов-ориентировщиков высокой квалификации: Учебное пособие / Н.Д. Васильев. – Волгоград: ВГИФК, 1984. – 84 с.
8. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1988.
9. Волков Л.В. Теория и методика детского и юношеского спорта. – Киев, изд. Олимпийская литература, 2002.
10. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н., 2000. Биохимия мышечной деятельности. – Киев, изд. Олимпийская литература, 2000.
11. Волков Л.В. Физические особенности детей и подростков. – Киев.: Здоровья, 1981. – с.21-26.
12. Воронов Ю.С. Психофизические показатели, как критерии отбора детей 9-14 лет для спортивного ориентирования: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. – М., 1997. – 25 с.

13. Воронов Ю.С. Отбор и прогнозирование результатов в спортивном ориентировании: Учебное пособие / Ю.С. Воронов. - М., 1998. – 65 с.
14. Воронов Ю.С. Система подготовки спортивного резерва в ориентировании: Монография / Ю.С. Воронов. – Смоленск: СГИФК, 2003. – 198 с.
15. Воронов Ю.С. Основы многолетней подготовки юных ориентировщиков / Ю.С. Воронов // Теория и практика физической культуры. – 2003. - №3. – С. 48-51.
16. Воронов Ю.С. Комплексный педагогический контроль в управлении подготовкой юных квалифицированных спортсменов-ориентировщиков / Ю.С. Воронов // Спорт. Олимпизм. Гуманизм: Межвуз. сб. науч. тр. – Смоленск: СГИФК, 2003. – Вып. 4. – С. 26-30.
17. Дункан Д.Мак-Дугалл, УенгерГ.Э., Дж.ГринГ. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса – Киев, изд. Олимпийская литература, 1998.
18. Иванов Е.И. Ориентирование на местности как вид спорта / Е.И. Иванов // Теория и практика физической культуры. – 1969. - №5. – С. 15-20.
19. Иванов Е.И. С компасом и картой. Пособие для участников соревнований по ориентированию на местности / Е.И. Иванов. – М.: ДОСААФ, 1971. –47 с.
20. Иванов Е.И. Начальная подготовка ориентировщика / Е.И. Иванов. – М.: Физкультура и спорт, 1985. – 159 с.
21. Иванов Е.И. Влияние скорости передвижения спортсмена-ориентировщика на способность к переключению внимания / Е.И. Иванов, А.А. Ширинян // Теория и практика физической культуры. – 1990. - №3. – С.25-27.
22. Исаев А.П. Критерии энергетических ресурсов, обусловленных морфофункциональными индикаторами спортивных ориентировщиков 13-16 лет [Текст]/А.П.Исаев/ Ю.Б.Кораблева/ Р.Я.Абзалилов// Российский журнал физического воспитания и спорта. – 2016. – Том 11 № 3. – с.150-159.

23. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. М. 1974, с.94.
24. Караулова Л.К. Физиология физического воспитания и спорта, 2012, с. 263 – 275.
25. Крикунова О.Ф. Спортивное ориентирование – путь к мастерству [Текст]/ О.Ф.Крикунов/ Л.В.Царапкин// Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». – 2015. – № 2(35). – с.70-73.
26. Коц Я.М. - Спортивная физиология./Я.М.Коц./Учебник для институтов физической культуры.
27. Лактатный порог и его использование для управления тренировочным процессом: метод. рекомендации./ под. ред. Д.А.Полищука. - К.: Абрис, 1997 – 234 с.
28. Матвеев Л.П., Общая теория спорта: [Учебная книга для завершающих уровней высшего физкультурного образования] / Л.П. Матвеев. – М.:4-й филиал Воениздата, 1997. – 304 с.
29. Материалы научно-практической конференции «Проблемы современного развития спортивного ориентирования» – Москва, 2007
30. Миронов В.В. Ориентирование как спорт [Текст]/ В.В.Миронов/ А.Н.Мисоченко/ С.В.Левин// Ученые записки университета имени П.Ф.Лесгафта. – 2017. - № 4 (146). – с.129-133.
31. Михайлов В.В. – Теория и практика физ. культуры. – М., 1968. – №1. ,с. 55 – 62.
32. Мотылянская Р.Е. Выносливость у юных спортсменов. – М., 1969. – 222с.
33. Платонов В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практические приложения. / В.Н.Платонов. - К.: Олимп. лит-ра, 2004 – 808 с.
34. Прусс А.Э. Возрастная и квалификационная периодизация процесса становления спортивного мастерства в спортивном ориентировании / А.Э.

Прусс // Сб. науч. тр. мол. ученых – Смоленск: СГИФК, 1994. – Вып. 1. - С. 39-42.

35. Пярнат Я., Виру А., Нурмекиви А. Оценка различных методов для определения аэробной работоспособности у спортсменов. В кн.: тез. IV науч. – метод. Конф. По вопросам спортивной тренировки. Таллин, 1972, с. 72 – 75.

36. Рябикова Н.Н. Спорт в системе физической культуры. Классификация видов спорта. Спортивное достижение: Реферат по дисциплине: Теория спорта. – Москва, 2016. – 16с.

37. Савченков Ю., Солдатова О., Шилов С. /Возрастная физиология (физиологические особенности детей и подростков)/ Ю.Савченко/ О.Солдатова/ С.Шилов// Учебник для вузов. - ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС». – 2013. –28с.

38. Селуянов В.Н., Мякинченко Е.Б., Холодняк Д.Б., Обухов С.М. Физиологические механизмы и методы определения аэробного и анаэробного порогов. Теория и практика физической культуры, 1991, №10. с. 10 – 18.

39. Симонова О.Н. Оценка анаэробных порогов по изменению ЧСС при стандартных нагрузочных пробах/Физиология человека, 2001.- т.27. №4., с.66-68.

40. Современная система спортивной подготовки. Издательство «СААМ». Москва, 1995.- 448 с.

41. Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. Издательство «Книжный дом «ЛИБРОКОМ». Москва, 2011.- 322 с.

42. Сорокина Е.В. Динамические показатели функционального состояния спортсменов в процессе занятий спортивным ориентированием. [Текст]/ Е.В.Сорокина// 03.00.00 – Биологические науки. – с.139-144.

43. Спортивная физиология: Учебник для институтов физ. культ. /Под ред. Я.М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.

44. Суслов Ф.П. Проблема общей выносливости в системе подготовки спортсменов (терминология, критерии, решаемые задачи) / Ф.П. Суслов // Теория и практика физической культуры. - 1997. - №7. – С. 38-41.
45. Сысоев И. Оценка эффективности тренировочного процесса видах спорта на выносливость. Функциональные показатели. Порог аэробного обмена. ПАНО. МПК., <http://cycleon.ru/main/ocenka-effektivnosti-trenirovochnogo-processa-vidax-sporta-na-vynoslivost>
46. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.
47. Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л. Физиология спорта. – Киев, изд. Олимпийская литература, 2001.
48. Филин В.П., Фомин Н.А. Основы юношеского спорта. – М.: Физкультура и спорт, 1980 – 255 с.
49. Чешихина В.В. Функциональная подготовленность квалифицированных спортсменов-ориентировщиков / В.В. Чешихина // Теория и практика физической культуры. - 1989. – №5. – С. 20-23.
50. Чешихина В.В. Физическая подготовка спортсменов-ориентировщиков: Учебное пособие / В.В. Чешихина. – М., 1996. – С. 3-68.
51. Ширинян А.А., Иванов А.В. Современная подготовка спортсмена – ориентировщика [Текст] учебно-методическое пособие/ 2 изд., испр. – М.: Советский спорт, 2010 – 112 с.