Научно – исследовательская лаборатория
Performance Development Laboratory (PDL).

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Влияние продукции Energy Diet Smart и Energy Pro на срочную и долговременную адаптацию спортсменов различной квалификации.

Руководитель темы	Котков А. Е.
Оператор аналитик тестирований	с.н.с. Яровицын С. Р.
Аналитик питания	к.б.н. Заборский В. Е.
Программное обеспечение научных исследований	Карасев Д. Е.

Москва – 2019

ООО «ПЕРФОРМАНС ДЕВЕЛОПМЕНТ ЛАБ»
ОГРН 5157746073832
г. Москва, ул. Авиамоторная, д.50
строение 2

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы: _____ Котков А. Е.
подпись, дата

Испонители темы:_____ Саляхетдинов С. Р.
подпись, дата

_____ Александрова Е. В.
подпись, дата

Оглавление

Введение 4

ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ 10

РАЗДЕЛ 1. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН НА ПОКАЗАТЕЛИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ВАРИАТИВНОСТИ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ В ПОКОЕ, ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА, И В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА 12

1.1. Результаты исследования исходного состояния ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в покое 12

1.2. Результаты исследования показателей ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой 14

1.2.1. Сравнительный анализ динамики ЧСС (уд/мин) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой 14

1.2.2. Сравнительный анализ динамики вариативности кардиоинтервалов (мс) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой 15

1.3. Результаты исследования показателей ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в период восстановления после нагрузки 17

РАЗДЕЛ 2. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН НА АЭРОБНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЫШЦ СПОРТСМЕНОВ 20

2.1. Результаты исследования показателей ЧСС АэП и АнП (уд/мин), мощно- 20

сти АэП и АнП (Вт) и потребления кислорода АэП, АнП, МПК (мл/кг/мин) 20

2.2. Результаты исследования предельного времени работы (сек.) в тесте выполняемом на мощности МПК 24

2.3. Результаты исследования потребления кислорода (л/мин) в непрерывном тесте на мощности МПК 26

РАЗДЕЛ 3. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН И МЮСЛИ ENERGY DIET SMART НА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ И ЭЛАСТИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СОСУДОВ 29

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ 35

РЕКОМЕНДАЦИИ 37

ВЫВОДЫ 38

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 40

ПРИЛОЖЕНИЕ 43

Введение

Актуальность. В профессиональном спорте в связи с постоянным ростом тренировочных и соревновательных нагрузок актуальным становится выявление факторов, способствующих увеличению работоспособности и восстановлению организма спортсменов после физических нагрузок.

С одной стороны, это связано с оптимальным планированием тренировочных и соревновательных нагрузок, учетом биологических закономерностей адаптации, в том числе возможностями фармакологической помощи адаптации; с другой стороны, с организацией восстановления организма после физических нагрузок, что связано со сбалансированным питанием, дополнительным приемом пищевых добавок отличающихся высокой биологической ценностью и высокими метаболическими возможностями, стимулирующими синтез морфологических структур и благоприятных физиологических реакций.

Среди большого ассортимента продукции NL интерес представляют продукты под торговым названием Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин, которые производятся компанией NL International. Анализ информационных источников показал, что данная компания является эталонным по производству спортивного питания для элитных спортсменов, спортсменов любителей и фитнес направлений.

Преимущества Energy Diet Smart коктейль заключаются в:

- быстром приготовлении;
- помощи избавления от лишних килограммов;
- удобстве брать с собой;
- есть все необходимые компоненты для организма: белки, правильные жиры, углеводы, ферменты, минералы и витамины.

Преимущества мультипротеина Energy Pro заключается в:

- большом содержании белка;
- обеспечении интенсивного восстановления мышц после тренировки и во время сна;
- способствованию качественному и активному мышечному росту;
- гарантии длительной защиты от катаболизма.

Преимущества Energy Diet Smart мюсли заключается в:

- натуральности продукта;
- содержании правильных углеводов и жиров, качественных белков;
- формировании правильных пищевых привычках.

Гипотеза исследования. Предполагается, что применение продуктов Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин будет увеличивать доставку и утилизацию кислорода скелетными мышцами, усвоение углеводно – белковых, аминокислотных и витаминно – минеральных компонентов, что в итоге приведет к росту аэробных возможностей мышц, повышению спортивного результата в видах спорта на выносливость, скоростные забеги, игральные виды спорта, триатлон, велоспорт, яхтспорт, лёгкая атлетика, лыжные гонки, фитнес.

Цель исследования: оценить эффективность использования продукции NL в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации, разработать практические рекомендации по применению продукции в тренировочном процессе спортсменов высшей квалификации в различных видах.

Объект исследования: действующие спортсмены высокой квалификации (МС, МСМК (призеры чемпионатов мира, чемпионатов России, Европы и обладатели кубка мира), спортсмены любители, фитнес.

Количество испытуемых, принимающих участие в эксперименте в опытной группе 15 человек мужчины, 15 человек женщины в возрасте 20-45 лет, спортивной специализации лыжные гонки, биатлон, велоспорт, легкая атлетика, триатлон, маунтинбайк, пятиборье, плавание, фитнес, яхтспорт, паравелоспорт.

Методика проведения эксперимента.

Эксперимент включает в себя проведение функционального и клинического тестирования в исходном состоянии до начала тренировок с применением продуктов NL, на 2-й день тренировок, на 7-й день тренировок, на 21 день тренировок и на 61-й день тренировок.

Задачи исследования:

1. Оценить срочные адаптационные изменения влияния продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин на функциональные возможности сердечно-сосудистой системы в покое и срочном восстановлении физиологических показателей после физической нагрузки;
2. Оценить долговременные адаптационные изменения влияния продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин на функциональные возможности сердечно-сосудистой системы в покое и срочном восстановлении физиологических показателей после физической нагрузки;
3. Оценить срочные адаптационные изменения влияния продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин на аэробные возможности мышц;

4. Оценить долговременные адаптационные изменения влияния продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин на аэробные возможности мышц.

Методы исследования:

1. Анализ информационных источников

Изучение литературных источников позволило составить представление о состоянии изучаемого вопроса, обобщить экспериментальные данные и мнения специалистов, касающихся проблем повышения спортивной работоспособности, сформировать рабочую гипотезу.

2. *Антропометрия*

Массу тела измеряли на медицинских весах с точностью 0,01 гр.

3. *Велоэргометрия*

Для определения производительности сердечно-сосудистой системы и аэробных возможностей мышц применялись два вида нагрузочных теста.

Первый тест - тест со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре Tacx Neo и Wattbike. Нагрузка задавалась с 100 ватт и прирастала по 20ватт каждые 2 мин, при постоянном темпе педалирования — 75 об/мин.

Второй тест - проводился через период отдыха (45 мин) после первого теста и заключался в выполнении предельного времени работы на мощности максимального потребления кислорода (МПК) показанного в первом тесте.

4. *Тетраполярная реография*

Локальные изменения основных показателей центральной гемодинамики (систолическое и диастолическое артериальное давление, сердечный ритм, ударный объем крови, фазы сердечного цикла) происходят в покое в сравнительно узких пределах. В качестве воздействия, производящего в условиях покоя определенные изменения показателей кровообращения (без специального выполнения дополнительной мышечной работы), используется трехмоментная ортостатическая проба [17, 18].

Ударный объем крови, частоту сердечных сокращений (ЧСС), фазы сердечного цикла измеряли с помощью метода тетраполярной реографии [4] в установившихся состояниях трехмоментной ортостатической пробы (сидя, стоя, лежа) [17, 18]. Артериальное давление измеряли аускультативно. Сосудистые сопротивления вычисляли по измеренным данным для каждого сердечного цикла с помощью специальных программ, основанных на математической модели аортальной компрессионной камеры (АКК) О.Франка [2, 6, 7, 9, 10, 15, 16].

Специальные программы вычисления величин периферического и эластического сопротивлений артериальной системы были реализованы с помощью алгоритмического языка УВА в среде EXCEL-2003. Статистическая обработка [3] результатов исследования, построение гистограмм и графиков также проводились с помощью электронных таблиц и программ в среде EXCEL-2003.

5. *Кардиоинтервалометрия*

Регистрацию показателей частоты сердечных сокращений и вариативности кардиоинтервалов (КВ-интервалов) проводили с использованием монитора сердечного ритма Polar / Garmin / Wahoo, где кардиоинтервалы преобразуются в скатерограмму и графически представлены как длина облака – SD2(мс) и ширина облака – SD1(мс). Наибольшую информативность представляет дисперсия кардиоинтервалов SD1(мс) [22, 23].

6. Газометрия

Газометрия проводилась с использованием стационарного газоанализатора фирмы «PDL», выполняющего измерение потребления кислорода и выделение углекислого газа, легочной вентиляции от вдоха к вдоху и кислородного долга.

7. Методы математической статистики

Для обработки полученных данных применялись общепринятые методы математической статистики, представленные в специальной литературе:

- статистический анализ проводился с использованием пакета анализа данных Microsoft Exel;
- рассчитывались: x - среднее арифметическое, σ - стандартное отклонение, Δ – разница между средними значениями;
- достоверность различий выборочных средних двух совокупностей определялась по t-критерию Стьюдента.

Организация исследования:

Исследование проводилось в период с марта по апрель 2019 года в научно - исследовательском институте спорта (НИИ спорта) под руководством компании Performance Development Laboratory. Тестирование функциональных возможностей проходило в следующие дни приема препарата:

1. Оценка исходного состояния испытуемых до применения препарата;
2. на 2-й день;
3. на 7-й день;
4. на 21-й день;

5. на 61-й день приема продукта (отслеживание краткосрочного эффекта приема препарата).

Energy Diet Smart коктейль употреблялся между основными приемами пищи (между завтраком и обедом, обедом и ужином), Energy Diet Smart мюсли употреблялись во время завтрака, Energy Pro мультипротеин употреблялся после силовых тренировок. Данные продукты использовались ежедневно, во время всего эксперимента.

Лабораторный эксперимент состоял из трех этапов: 1) определение исходного состояния до нагрузки; 2) выполнение двух нагрузочных тестов с интервалом отдыха 45 мин; 3) получение физиологических данных в период восстановления непосредственно сразу после предельных нагрузок:

1. *Определение исходного состояния до и срочного восстановления после нагрузки* - определялся ударный объем сердца (мл), частота сердечных сокращений (уд/мин), вариативность кардиоинтервалов ритма сердца (мс), величина эластического и периферического сосудистого сопротивления.

Для определения исходного состояния использовались следующие методы исследования: пульсометрия, тетраполярная реография, кардиоинтервалометрия.

2. *Определение физической работоспособности.*

2.1. *Тест со ступенчато повышающейся нагрузкой*. Регистрируются физиологические показатели на каждой ступени нагрузки: мощность работы (Вт), ЧСС (уд/мин), потребление кислорода (ПК, л/мин, мл/мин/кг), дыхательный коэффициент (отношение выделения углекислого газа к потреблению кислорода) (RER), легочная вентиляция на каждой ступени нагрузки (л/мин). Определяются физиологические показатели аэробного порога (АэП), анаэробного порога (АнП), максимальное потребления кислорода, ударный объем сердца (мл), минутный объем кровообращения (л/мин), дисперсия кардиоинтервалов сердечного ритма (мс).

2.2. *Непрерывный тест на мощности МПК.* После завершения теста со ступенчато повышающейся нагрузкой, через 45 мин восстановления (отдых) проводился непрерывный велоэргометрический тест на мощности МПК. Мощность МПК определялась в предыдущем упражнении до отказа при постоянной частоте педалирования 75 об/мин. Критерием окончания теста являлось: отказ испытуемого продолжать тест, либо снижение мощности выполнения работы < 70 об/мин.

Во время выполнения теста регистрируются показатели: время работы (t, сек), ЧСС (уд/мин), потребление кислорода (VO2, л/мин, мл/кг/мин), дыхательный коэффициент (RER), легочная вентиляция (VE, л/мин), ударный объем сердца (мл), минутный объема кровообращения (л/мин).

Для определения физической работоспособности использовались следующие методы исследования: пульсометрия, велоэргометрия, газоанализ, кардиоинтервалометрия.

3. *Определение скорости восстановления (был взят период срочного восстановления, 2 минуты).* Определяются показатели: ЧСС (уд/мин), ударный объем сердца (мл), вариативность кардиоинтервалов ритма сердца (мс), величина эластического и периферического сосудистого сопротивления. *Для определения данных величин использовались следующие методы исследования:* пульсометрия, кардиоинтервалометрия, тетраполярная реография.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В качестве информативных показателей определения исходного (функционального) состояния сердечно-сосудистой системы регистрировались показатели частоты сердечных сокращений, вариативности ритма сердца, ударного объема сердца, величин эластического и периферического сопротивления.

В настоящее время определение вариативности ритма сердца признано наиболее информативным не инвазивным методом количественной оценки вегетативной регуляции сердечного ритма [5, 22, 23]. Считается, что снижение показателей вариативности ритма сердца свидетельствует о нарушении вегетативного контроля сердечной деятельности и неблагоприятно для прогноза [21].

Поэтому, изучение вариативности ритма сердца в покое и при проведении функциональных проб позволяет получить наиболее полное представление о функциональном состоянии спортсмена [20].

О показателях ударного объема сердца, периферическом и эластическом сопротивлении подробно указано в разделе 3.

В качестве критерия определения физической работоспособности проводилось два вида нагрузочных теста.

В первом тесте физиологическими показателями, характеризующими физическую работоспособность являлись: мощность работы (Вт), частота сердечных сокращений (уд/мин) и потребление кислорода на уровне аэробного (ПК АэП мл/мин/кг) и анаэробного (ПК АнП мл/мин/кг) порога, максимального потребления кислорода (МПК) (мл/мин/кг) [1, 11]. Во втором тесте — удержание мощности работы на уровне мощности МПК, регистрировались следующие показатели: максимальное время удержания заданной мощности (сек), потребление кислорода (мл/мин/мг каждые 10 сек и в момент отказа от работы, дыхательный коэффициент в момент отказа от работы, а также время работы и потребления кислорода при достижении дыхательного коэффициента 1,10. Значение данного коэффициента взято за границу между умеренным и сильным закислением мышц. Критерием аэробных возможностей мышц спортсменов во втором тесте является максимальное время работы на мощности МПК, за счет преимущественно аэробного энергообеспечения (цепи химических реакций образования АТФ с участием кислорода) образования АТФ и соответственно получения энергии для мышечного сокращения.

В спортивной физиологии физиологическими критериями аэробных возможностей мышц являются показатели - АэП, АнП и МПК [11].

Аэробный порог характеризует силу и аэробные возможности окислительных мышечных волокон. При достижении мощности аэробного порога, в работу вовлекаются

промежуточные мышечные волокна, для энергообеспечения которых используются реакции не только аэробного, но и анаэробного гликолиза, что в конечном итоге приводит к закислению мышц, снижению мощности работы. Чем выше мощность аэробного порога, тем с большей мощностью могут работать мышцы, не производя молочной кислоты [11].

Анаэробный порог характеризует баланс между производством молочной кислоты в процессе анаэробного гликолиза и утилизацией (переработкой) молочной кислоты в процессе аэробного гликолиза, что происходит главным образом в скелетных работающих мышцах, миокарде и дыхательных мышцах [1]. Увеличение мощности работы и потребления кислорода на уровне анаэробного порога указывает на увеличение аэробных возможностей мышц.

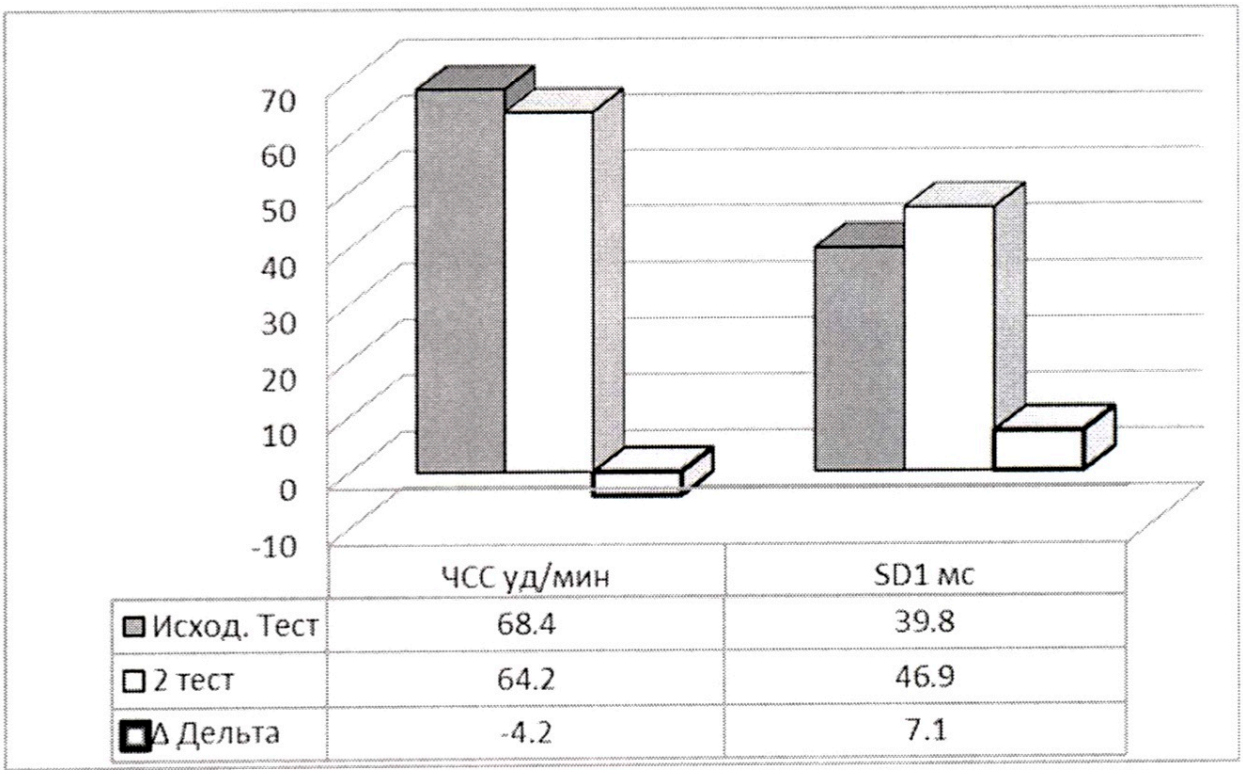
Максимальное потребление кислорода (МПК) — максимальное количество кислорода, которое потребляет организм при выполнении работы на предельных мощностях определенными группами мышц в единицу времени. МПК главным образом зависит от доставки кислорода к скелетным мышцам со стороны сердечно-сосудистой системы и системы крови, окислительных возможностей скелетных мышц (возможности использовать кислород для получения энергии для мышечного сокращения за счет аэробного пути энергообеспечения) [11].

РАЗДЕЛ 1. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН НА ПОКАЗАТЕЛИ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ВАРИАТИВНОСТИ КАРДИОИНТЕРВАЛОВ В ПОКОЕ, ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА, И В ПЕРИОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА

1.1. Результаты исследования исходного состояния ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в покое

Исследование частоты сердечных сокращений и вариативности кардиоинтервалов проводилось перед началом нагрузочного тестирования - теста со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре.

Срочная адаптация. На рис. 1 представлены данные ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в покое на 2-ой день приема продукции (срочный эффект) Из рис. 1 видно, что на 2-ой день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин наблюдается урежение частоты сердечных сокращений с 68,4±15,0 до 64,2±10,8 (Δ = -4,2) уд/мин и увеличение вариативности кардиоинтервалов с 39,8±29,9 до 46,9± 24,4 (Δ = 7,1) мс, различия не достоверны **(p > 0,1).**

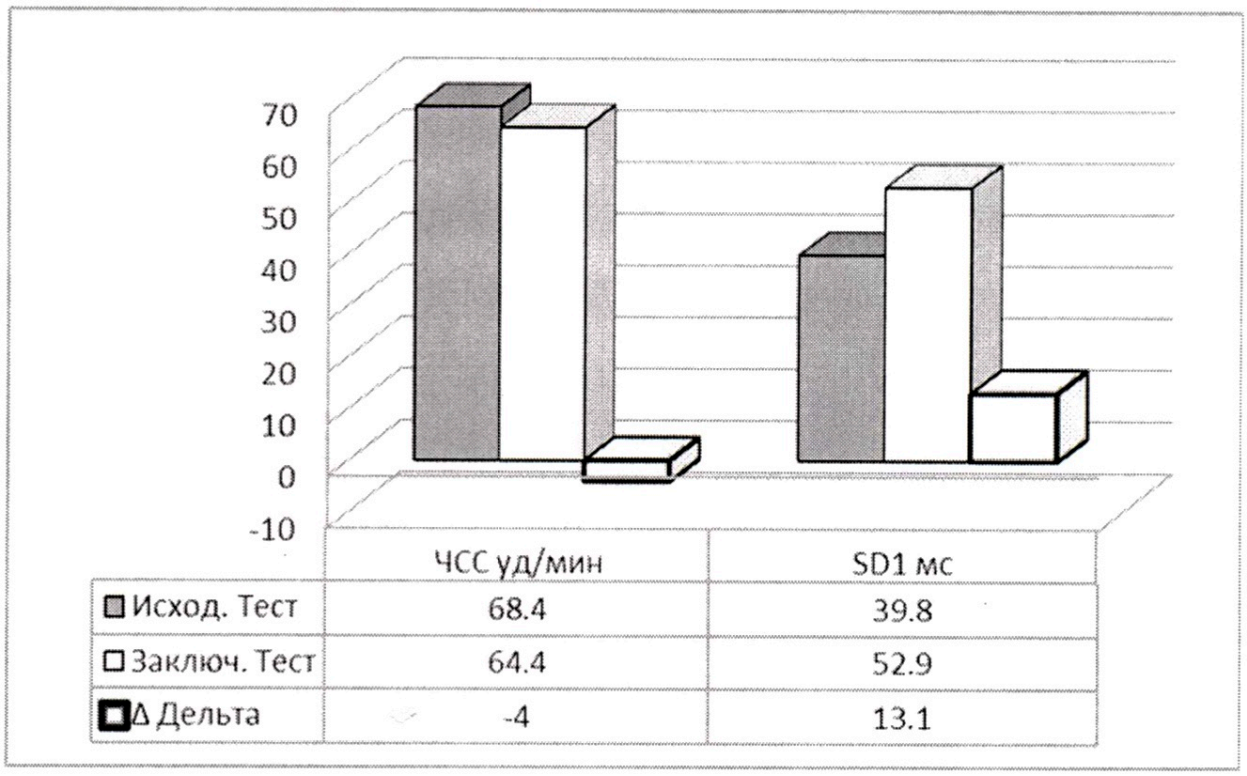


	ЧСС уд/мин	SD1 мс
Исход. Тест	68.4	39.8
2 тест	64.2	46.9
Δ Дельта	-4.2	7.1

Рис. 1. Сравнительный анализ частоты сердечных сокращений (уд/мин) и дисперсии кардиоинтервалов (мс) в покое на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

Долговременная адаптация. На рис. 2 представлены результаты исходного состояния частоты сердечных сокращений (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в покое на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин (долговременный эффект).

Из рис. 2 видно, что на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин наблюдается также тенденция к снижению ЧСС с 68,4±15,0 до 64,4±6,4 (Δ = -4,0) уд/мин и увеличению вариативности кардиоинтервалов с 39,8±29,9 до 52,9±16,7 (Δ = 13,1) мс, различия не достоверны **(p > 0,1)** (рис. 2).



	ЧСС уд/мин	SD1 мс
Исход. Тест	68.4	39.8
Заключ. Тест	64.4	52.9
Δ Дельта	-4	13.1

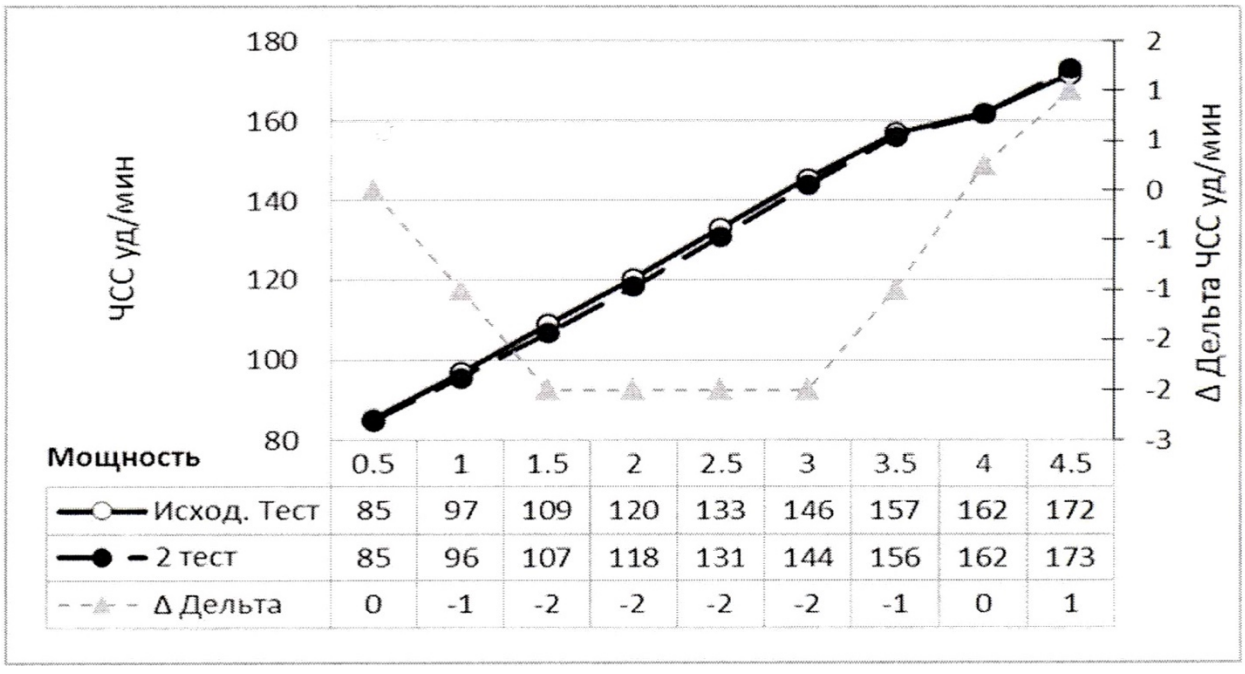
Рис. 2. Сравнительный анализ частоты сердечных сокращений (уд/мин) и дисперсии кардиоинтервалов (мс) в покое на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

1.2. Результаты исследования показателей ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой

Изучение показателей частоты сердечных сокращений и вариативности кардиоинтервалов проводилось в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре до мощности МПК (до отказа).

1.2.1. Сравнительный анализ динамики ЧСС (уд/мин) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой

Срочная адаптация. На рис. 3 представлены результаты сравнительного анализа динамики изменения ЧСС (уд/мин) на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой (срочный эффект). При сравнительном анализе ЧСС (уд/мин) между исходным и тестированием на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин наблюдается урежение ЧСС (уд/мин) до момента работы на мощности анаэробного порога, различия не достоверны (**p>0,1**), разница между значениями ЧСС на каждой ступени мощности нагрузки составило ΔX=-1,43±0,78 уд/мин (рис. 3).

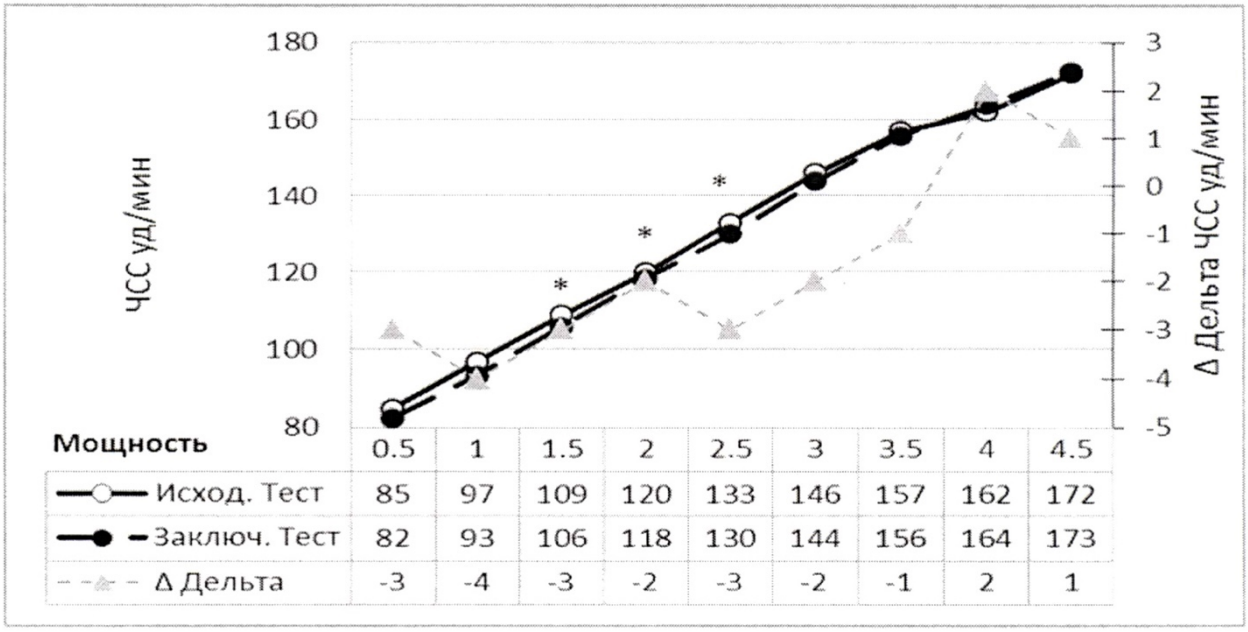


Мощность	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Исход. Тест	85	97	109	120	133	146	157	162	172
2 тест	85	96	107	118	131	144	156	162	173
Δ Дельта	0	-1	-2	-2	-2	-2	-1	0	1

Рис. 3. Сравнительный анализ ЧСС (уд/мин) исходного и повторного тестирования после приема продукции Energy Diet Smart и Energy Pro на второй день в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа (срочный эффект)

Долговременная адаптация. На рис. 4 представлены результаты сравнительного анализа динамики изменения ЧСС (уд/мин) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой (долговременный эффект).

Из рис. 4 видно, что наблюдается снижение ЧСС (уд/мин) до мощности анаэробного порога на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин. Причем наблюдаются достоверные различия (**p<0,05**) с мощности 113 Вт и до мощности работы 188 Вт. Разница между значениями ЧСС (уд/мин) на каждой ступени мощности нагрузки до анаэробного порога - составила ΔX = -2,57±0,97 уд/мин (рис. 4).



Мощность	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Исход. Тест	85	97	109	120	133	146	157	162	172
Заключ. Тест	82	93	106	118	130	144	156	164	173
Δ Дельта	-3	-4	-3	-2	-3	-2	-1	2	1

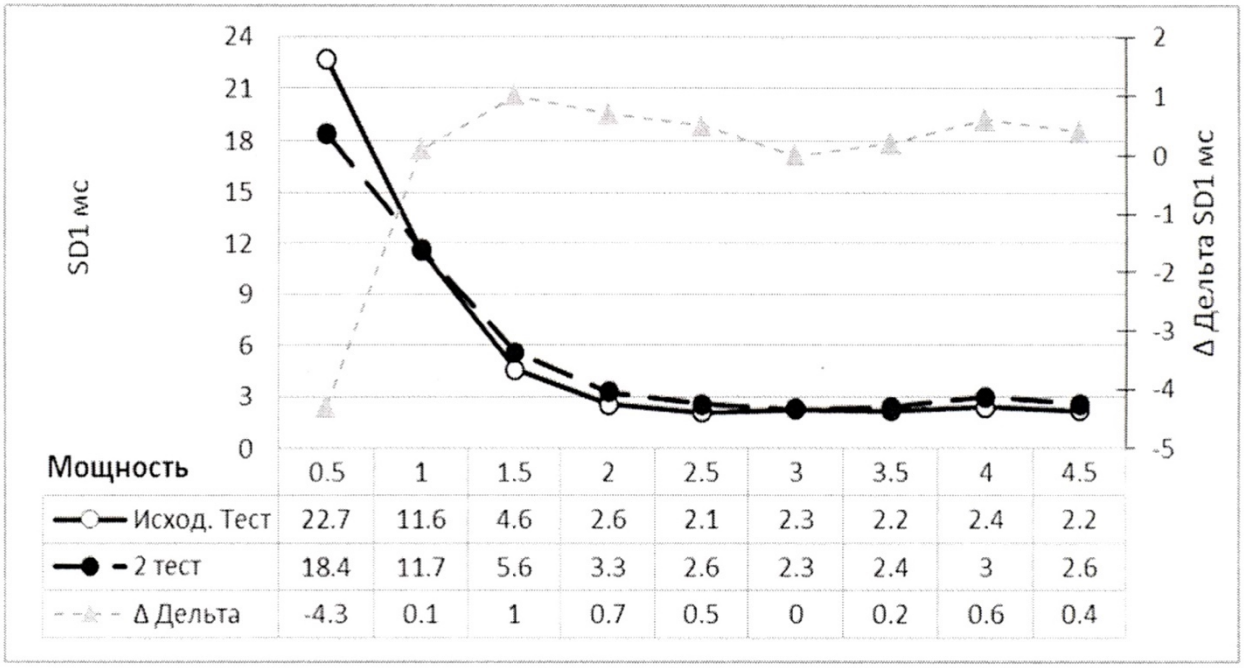
Рис. 4. Сравнительный анализ ЧСС исходного и повторного тестирования после приема Energy Diet Smart и Energy Pro на заключительный день в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа (долговременный эффект)

Примечание – различия достоверны при p<0,05

1.2.2. Сравнительный анализ динамики вариативности кардиоинтервалов (мс) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой

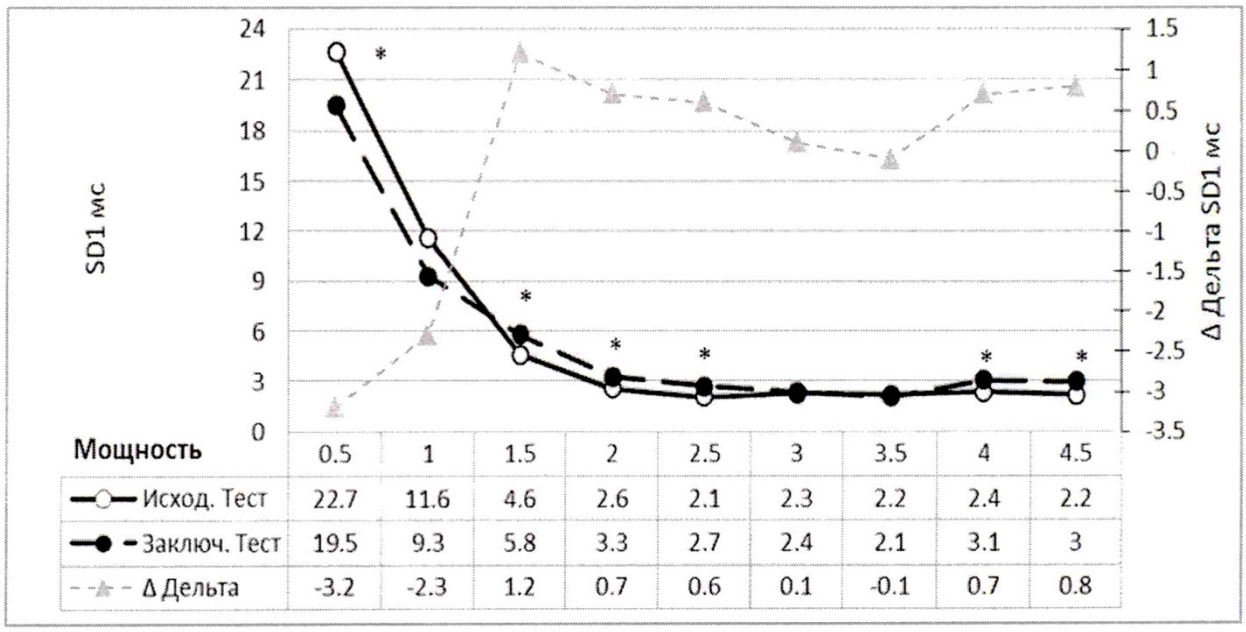
Срочная адаптация. На рис. 5 представлены результаты сравнительного анализа динамики изменения вариативности кардиоинтервалов на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин (срочный эффект) в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой.

При сравнительном анализе вариативности кардиоинтервалов между исходным и тестированием на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин наблюдается увеличение вариативности кардиоинтервалов с мощности равной 75 Вт и до мощности анаэробного порога (263 Вт), разница между дисперсиями составила - ΔX=0,58±0,38 мс, различия не достоверны (**p > 0,1**).



Мощность	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Исход. Тест	22.7	11.6	4.6	2.6	2.1	2.3	2.2	2.4	2.2
2 тест	18.4	11.7	5.6	3.3	2.6	2.3	2.4	3	2.6
Δ Дельта	-4.3	0.1	1	0.7	0.5	0	0.2	0.6	0.4

Рис. 5. Сравнительный анализ вариативности кардиоинтервалов исходного и повторного тестирования после приема Energy Diet Smart и Energy Pro на второй день в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа (срочный эффект)



Мощность	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Исход. Тест	22.7	11.6	4.6	2.6	2.1	2.3	2.2	2.4	2.2
Заключ. Тест	19.5	9.3	5.8	3.3	2.7	2.4	2.1	3.1	3
Δ Дельта	-3.2	-2.3	1.2	0.7	0.6	0.1	-0.1	0.7	0.8

Рис. 6. Сравнительный анализ вариативности кардиоинтервалов исходного и заключительного тестирования после приема продукции Energy Diet Smart и Energy Pro на заключительный день в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой до отказа (долговременный эффект)

Примечание – различия достоверны при $p<0,05$

Долговременная адаптация. На рис. 6 представлены результаты сравнительного анализа динамики изменения вариативности кардиоинтервалов (мс) на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин в тесте со ступенчато повышающейся нагрузкой (долговременный эффект).

Из рис. 6 видно, что наблюдается достоверное увеличение вариативности кардиоинтервалов с мощности нагрузки 113 Вт и до мощности 188 Вт (**$p < 0,05$**) и мощности после анаэробного порога с 300 до 338 Вт (**$p < 0,05$**) разница между дисперсиями составила - $\Delta X= 0,65\pm0,45$ мс, достоверных различий выявлено не было (**$p > 0,1$**).

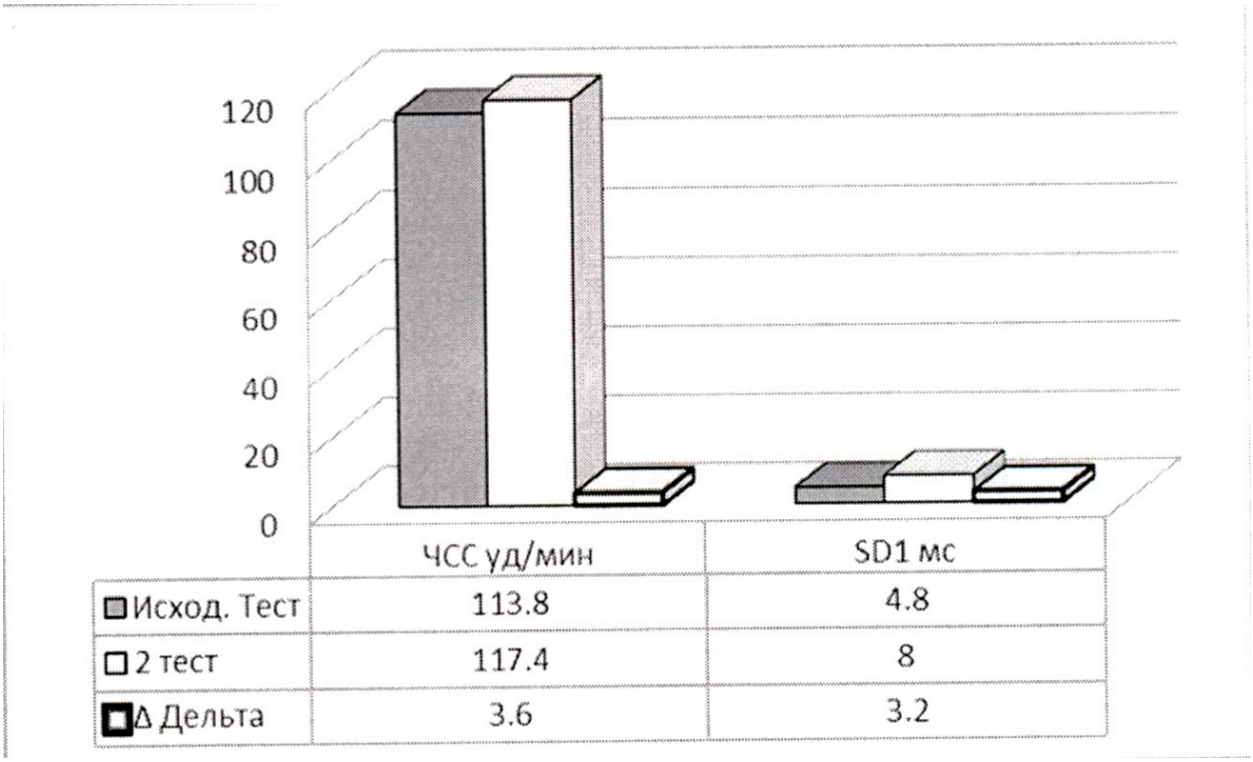
1.3. Результаты исследования показателей ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) в период восстановления после нагрузки

Срочная адаптация. На рис. 7 представлены результаты ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин (срочный эффект) в период восстановления (2 минуты) после выполнения теста со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре до отказа.

Как показано на рис. 7 на второй день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин в период восстановления (2 минуты) наблюдается увеличение ЧСС с $113,8\pm18,8$ до $117,4\pm19,5$ ($\Delta=3,6$) уд/мин и увеличение вариативности кардиоинтервалов с $4,8\pm3,01$ до $8,0\pm6,47$ ($\Delta=3,2$) мс, различия не достоверны (**$p > 0,1$**).

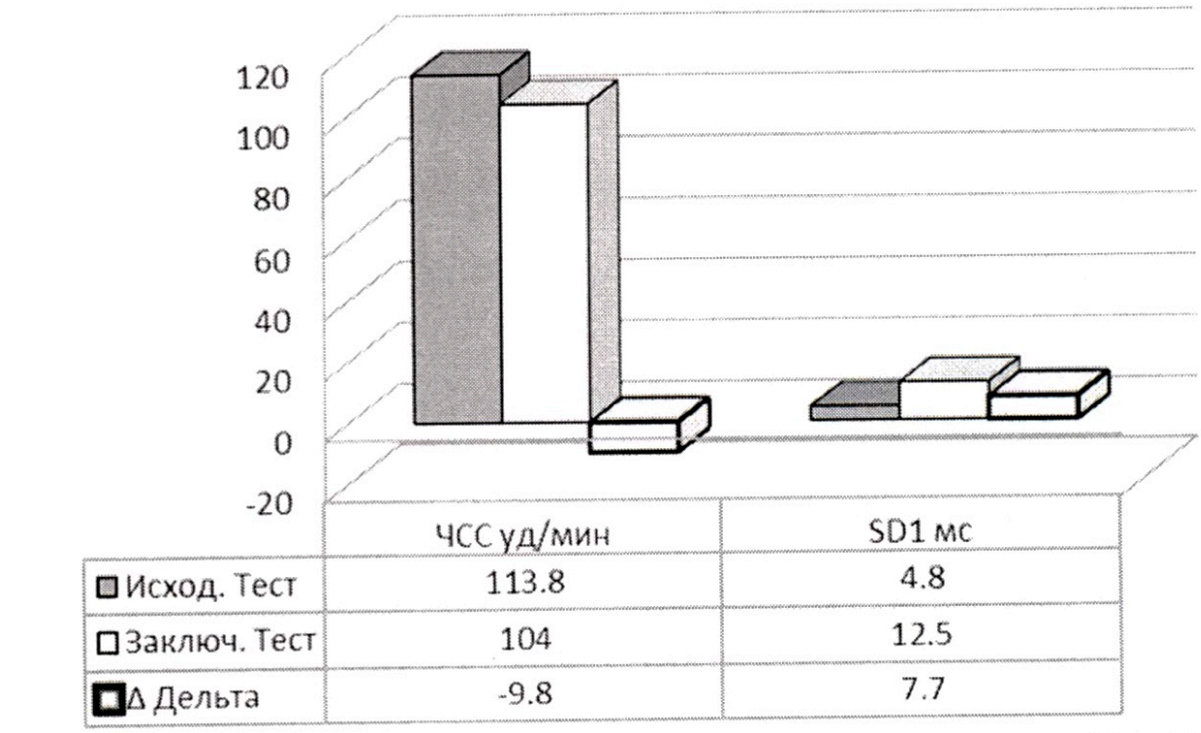
Долговременная адаптация. На рис. 8 представлены результаты ЧСС (уд/мин) и вариативности кардиоинтервалов (мс) на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин в период восстановления (2 минуты) после выполнения теста со ступенчато повышающейся нагрузкой на велоэргометре до отказа (долговременный эффект).

Как показано на рис. 8, на заключительный день приема продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин наблюдается урежение ЧСС с 113,8±18,8 до 104,0±15,8 (Δ= -9,8) уд/мин и увеличение вариативности кардиоинтервалов с 4,8±3,01 до 12,5±9,1 (Δ = 7,7) мс, однако достоверных различий выявлено не было (**p > 0,05**).



	ЧСС уд/мин	SD1 мс
Исход. Тест	113.8	4.8
2 тест	117.4	8
Δ Дельта	3.6	3.2

Рис. 7. Показатели ЧСС (уд/мин) и дисперсии кардиоинтервалов (мс) в период восстановления после нагрузки на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)



	ЧСС уд/мин	SD1 мс
Исход. Тест	113.8	4.8
Заключ. Тест	104	12.5
Δ Дельта	-9.8	7.7

Рис. 8. Показатели ЧСС (уд/мин) и дисперсии кардиоинтервалов (мс) в период восстановления после нагрузки на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

РАЗДЕЛ 2. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН НА АЭРОБНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЫШЦ СПОРТСМЕНОВ

2.1. Результаты исследования показателей ЧСС АэП и АнП (уд/мин), мощности АэП и АнП (Вт) и потребления кислорода АэП, АнП, МПК (мл/кг/мин)

Срочная адаптация. На рис. 9, рис. 10, рис. 11 представлены результаты показателей ЧСС (уд/мин), мощности (Вт) нагрузки и потребления кислорода (ПК) на уровне аэробного порога (АэП), анаэробного порога (АнП), максимального потребления кислорода (МПК) на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (срочный эффект).

Изменение ЧСС (уд/мин) на второй день приема препарата. Из рис. 9 видно, что на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается увеличение ЧСС (уд/мин) на уровне АэП со 119,0±9,2 до 125,0±11,4 (Δ = 6,0) уд/мин, ($p > 0,05$) и незначительный рост ЧСС на уровне АнП со 150,0±10,5 до 152,4±12,2 (Δ = 2,4) уд/мин (**$p > 0,1$**).

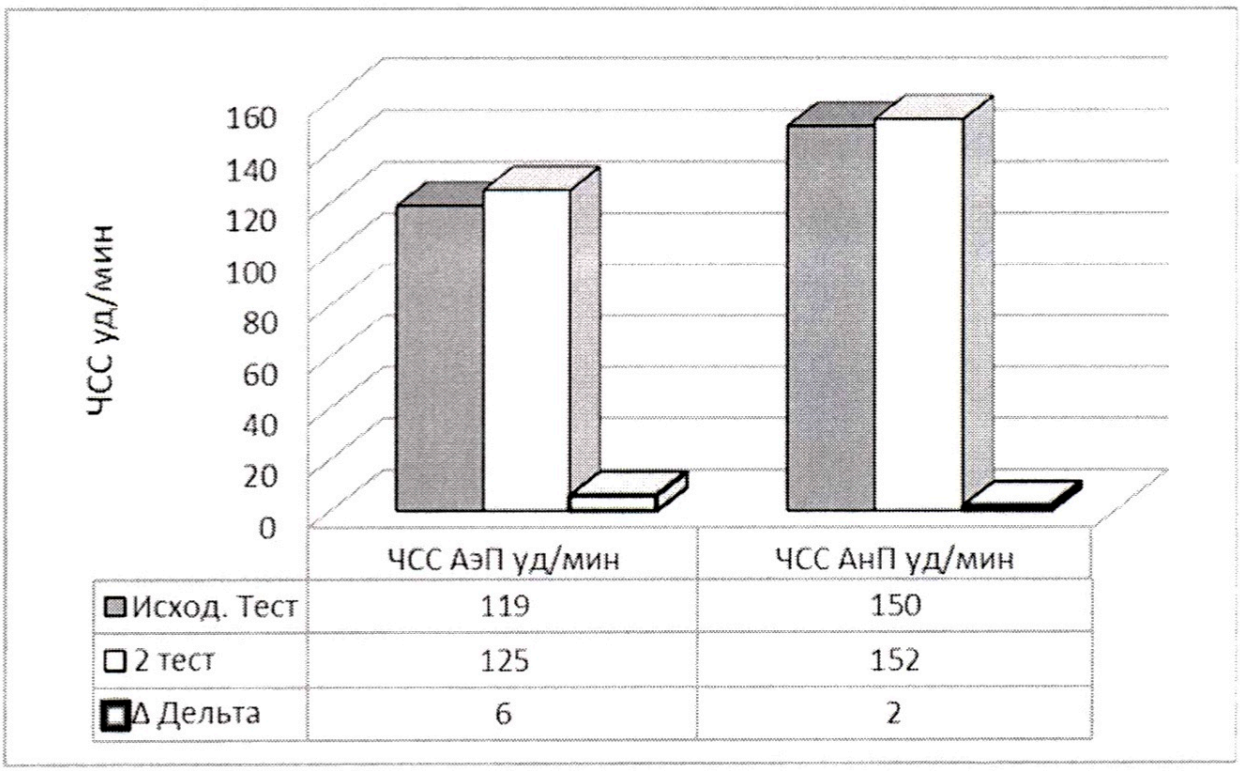
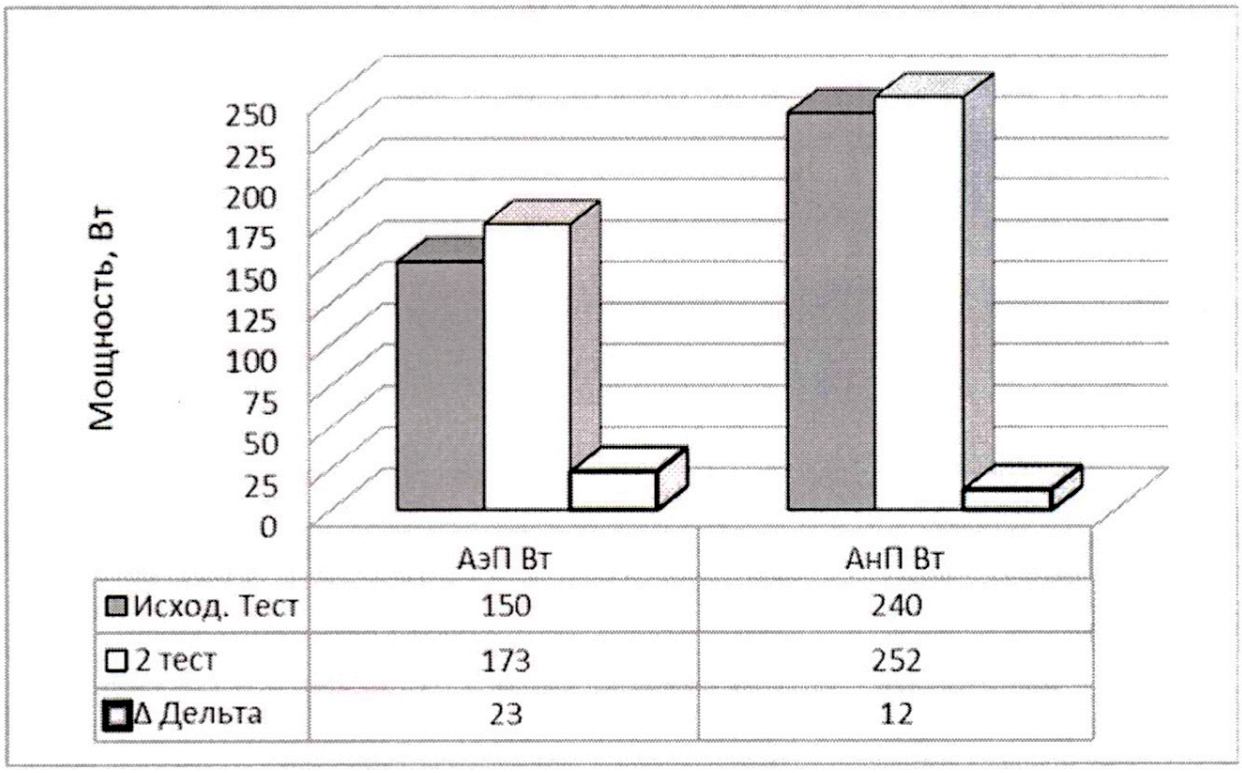


Рис. 9. Сравнительный анализ ЧСС (уд/мин) на уровне АэП и АнП на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

Изменение мощности АэП и АнП (Вт) на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Из рис. 10 видно, что на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается увеличение мощности АэП с 150±26,5 до 172,8±42,7 (Δ = 22,8) Вт (p > 0,05) и увеличение мощности на уровне АнП с 240,0±33,6 до 251,6±25,5 (Δ = 11,6) Вт, различия не достоверны (**p > 0,1**).



	АэП Вт	АнП Вт
Исход. Тест	150	240
2 тест	173	252
Δ Дельта	23	12

Рис. 10. Сравнительный анализ мощности нагрузки на уровне АэП (Вт) и АнП (Вт) на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

Изменение потребления кислорода на уровне АэП, АнП и МПК (мл/кг/мин) на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Из рис. 11 видно, что на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается увеличение ПК на уровне АэП с 29,9±5,5 до 31,0±3,4 (Δ = 1,1) мл/кг/мин; увеличение ПК на уровне АнП с 41,2±4,8 до 43,2±5,7 (Δ = 2,0) мл/кг/мин, снижение МПК с 52,4±2,7 до 51,3±5,1 (Δ = -1,1), различия не достоверны (**p > 0,1**).

Долговременная адаптация. На рис. 12, рис. 13, рис. 14 представлены сравнительный анализ ЧСС (уд/мин), мощности нагрузки (Вт) и потребления кислорода (ПК) на уровне аэробного порога (АэП), анаэробного порога (АнП), максимального потребления кислорода

(МПК) на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (долговременный эффект).

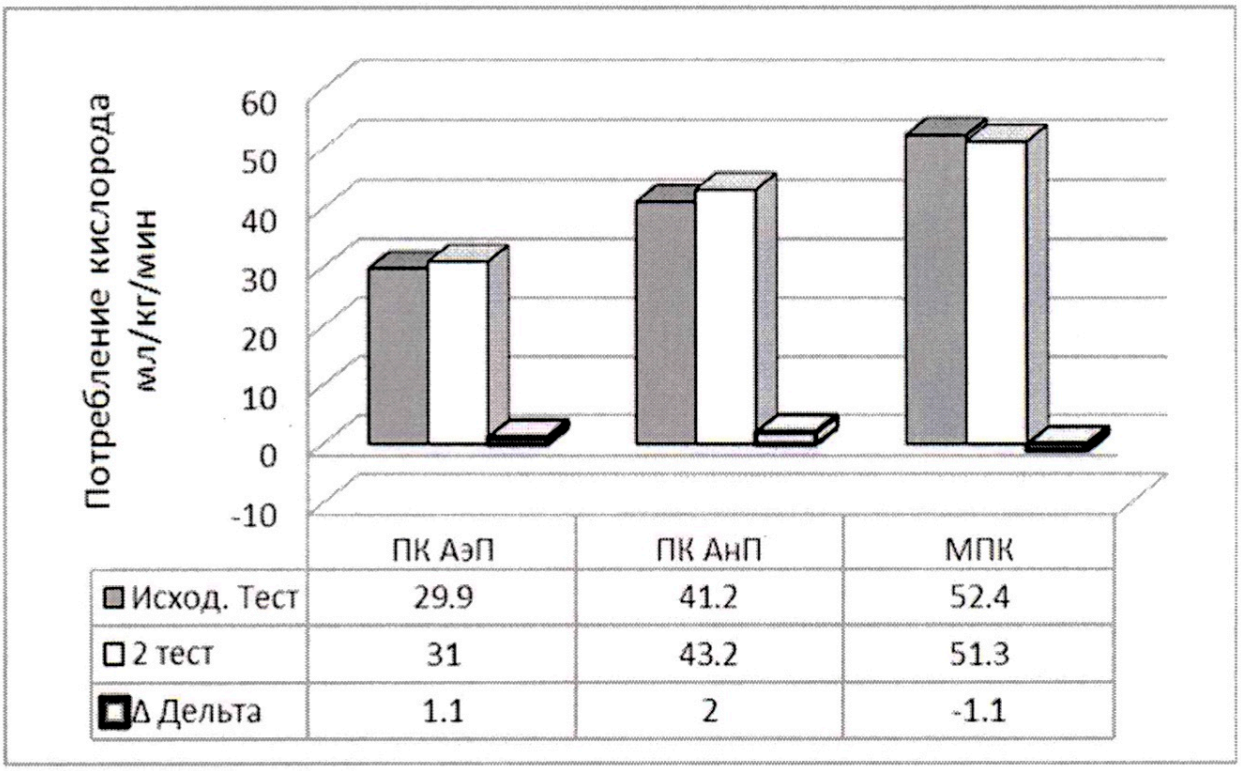


Рис. 11. Сравнительный анализ потребления кислорода на уровне АэП (Вт) и АнП (Вт) на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

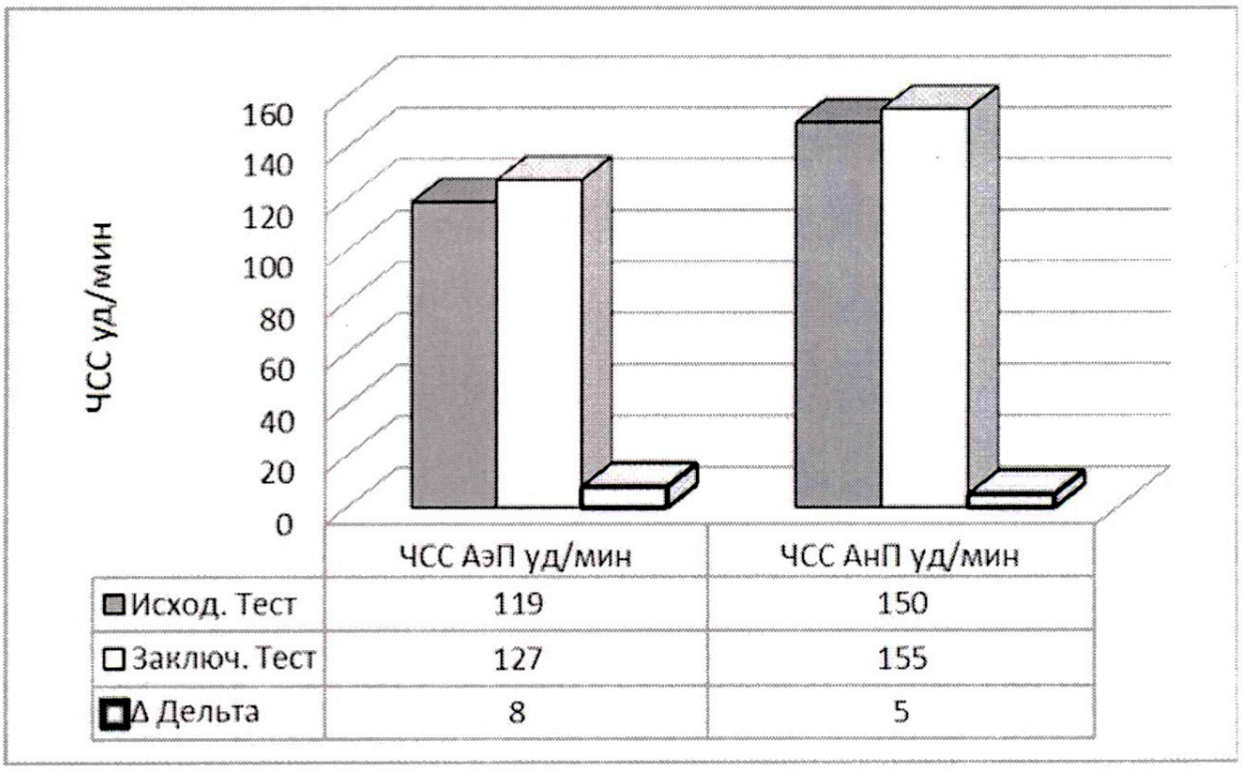


Рис. 12. Сравнительный анализ ЧСС (уд/мин) на уровне АэП и АнП на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

Изменение ЧСС (уд/мин) на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Из рис. 12 видно, что на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается рост ЧСС (уд/мин) на уровне АэП со 119,0±9,2 до 127,0±10,9 (Δ = 8,0) уд/мин (p> 0,05); на уровне АнП со 150,0±10,5 до 155,0±12,9 (Δ = 5,0) уд/мин, (**p > 0,1**).

Изменение мощности АэП и АнП (Вт) на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Из рис. 13 видно, что на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается рост мощности АэП с 150±26,5 до 180,0±31,4 Вт (Δ = 30) Вт, наблюдаемые различия достоверны (**p < 0,05**); увеличение мощности на уровне АнП с 240,0±33,6 до 263,0±26,5 (Δ = 23) Вт, однако достоверных различий выявлено не было (**p > 0,05**).

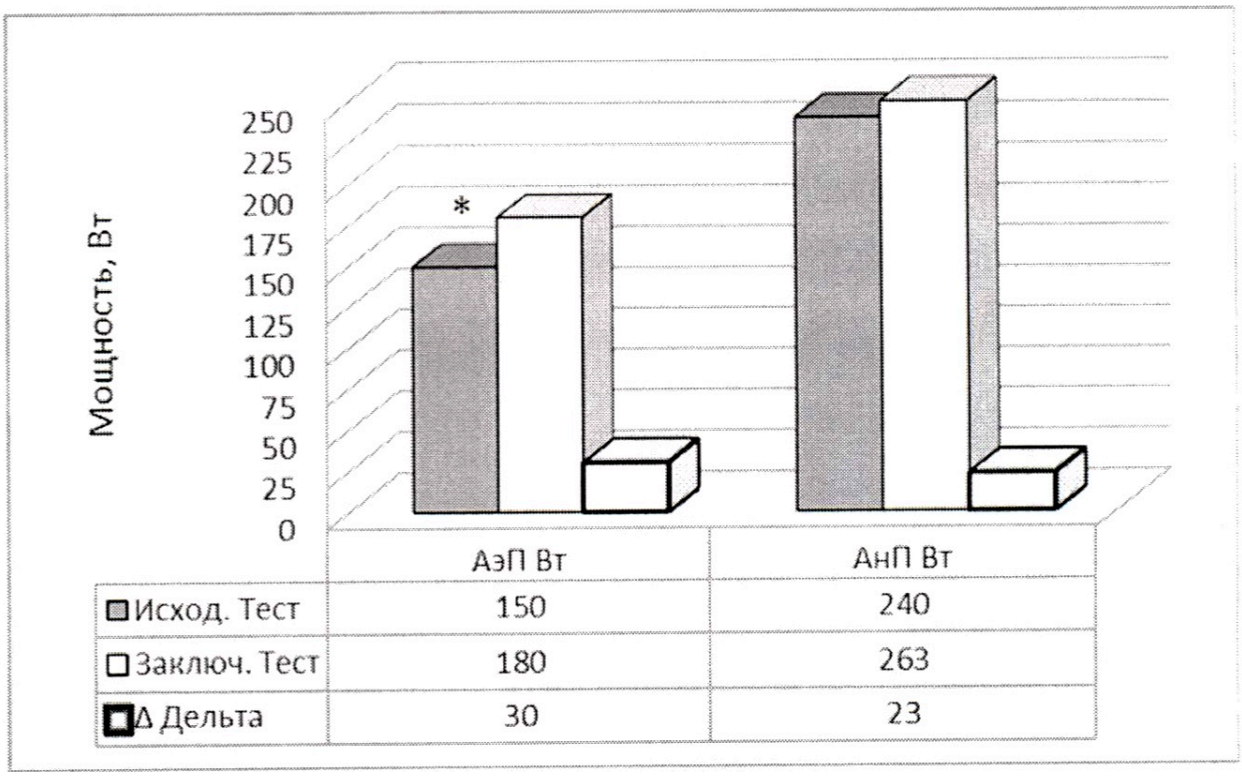


Рис. 13. Сравнительный анализ мощности нагрузки на уровне АэП (Вт) и АнП (Вт) на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

Изменение потребления кислорода на уровне АэП, АнП и МПК (мл/кг/мин) на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Из рис. 14 видно, что на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается - увеличение ПК на уровне АэП с 29,9±5,5 до 35,4±4,2 (Δ = 5,5) мл/кг/мин, (**p > 0,05**); увеличение ПК на уровне АнП с 41,2±4,8 до 47,3±3,6 (Δ = 6,1) мл/кг/мин, различия достоверны (**p < 0,05**); увеличение МПК с 52,4±2,7 до 55,0±2,6 (Δ = 2,6), различия достоверны (**p < 0,05**).

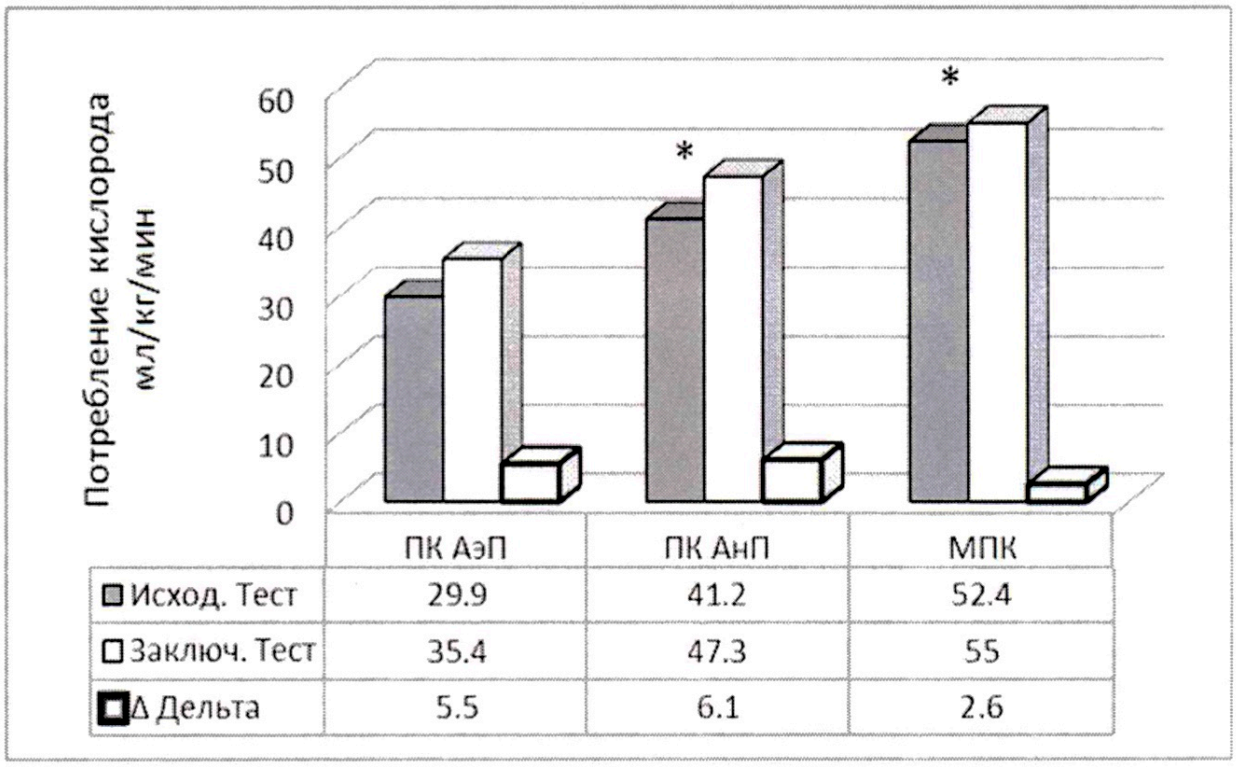


Рис. 14. Сравнительный анализ потребления кислорода на уровне АэП (Вт) и АнП (Вт) на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

2.2. Результаты исследования предельного времени работы (сек.) в тесте выполняемом на мощности МПК

Срочная адаптация. На рис. 15 представлены результаты предельного времени работы (сек.) на мощности МПК до критического момента закисления на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro

мультипротеин (срочный эффект). Критический момент - время достижения дыхательного коэффициента (RER) ≤ 1,10.

Из рис. 15 видно, что на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин наблюдается тенденция к увеличению продолжительности (времени) работы на мощности МПК с 113,0±16,0 до 134,0±33,4 (Δ =21) сек., различия не достоверны (**p > 0,05**).

Долговременная адаптация. На рис. 16 представлены результаты времени работы (сек.) на предельной мощности МПК до критического момента закисления на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (долговременный эффект). Критический момент - время достижения дыхательного коэффициента (RER) ≤ 1,10.

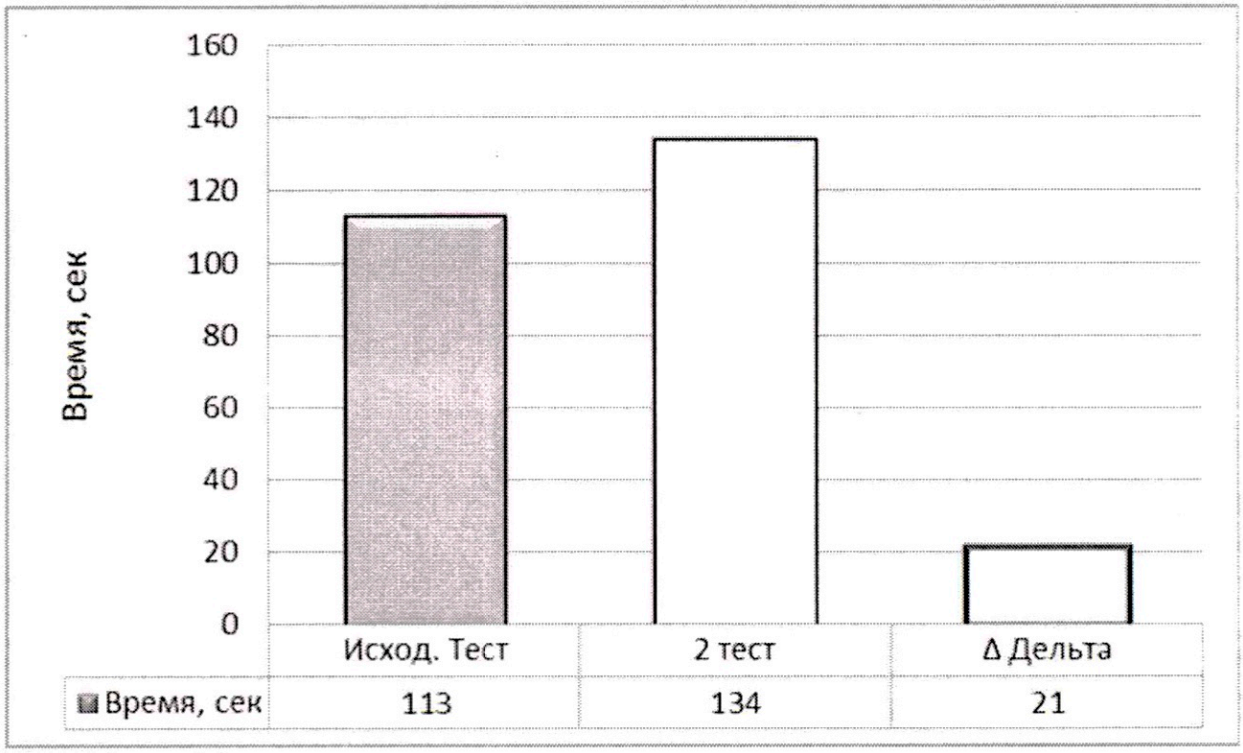


Рис. 15. Сравнительный анализ предельного времени работы на мощности МПК на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

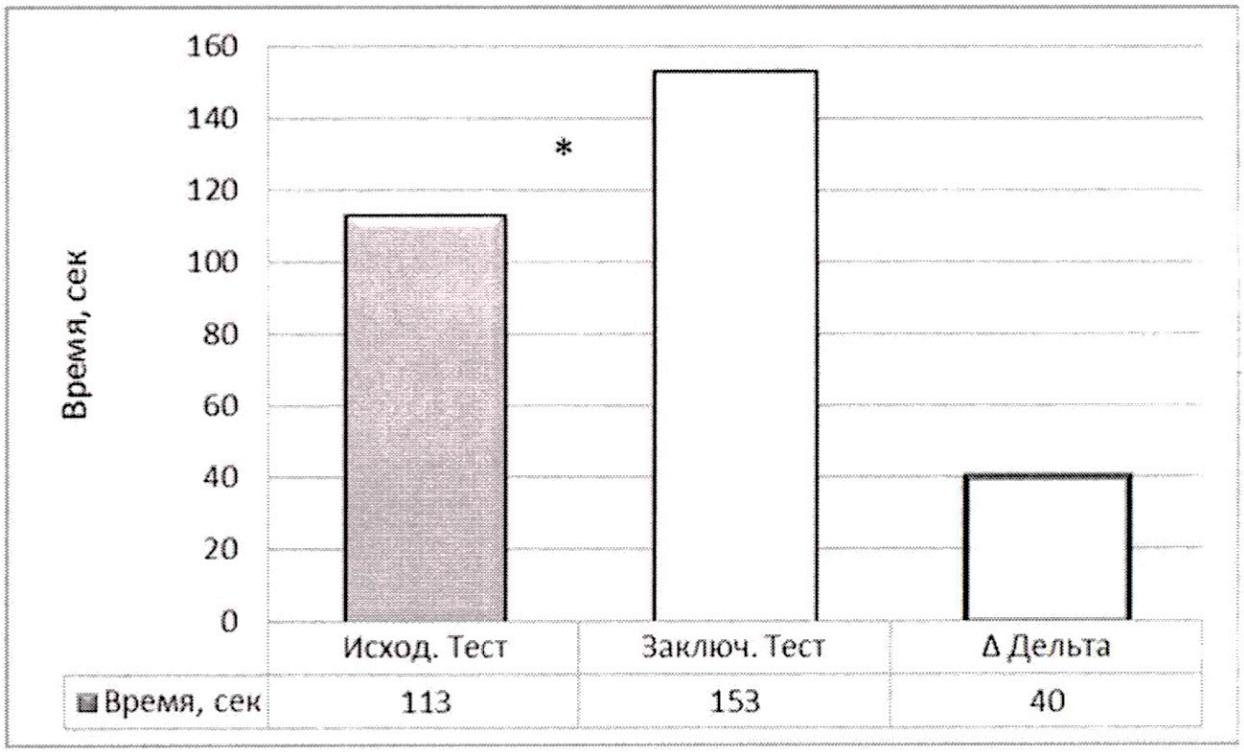


Рис. 16. Сравнительный анализ предельного времени работы на мощности МПК на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

Примечание – различия достоверны при $p<0,05$

Из рис. 16 видно, что наблюдается достоверное увеличение продолжительности предельного времени работы на мощности МПК на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин с 113,0±16,0 до 153,0±40,1 (Δ = 40) сек., различия достоверны (**$p < 0,05$**).

2.3. Результаты исследования потребления кислорода (л/мин) в непрерывном тесте на мощности МПК

Срочная адаптация. На рис. 17 и рис. 18 представлен сравнительный анализ потребления кислорода (л/мин) при достижении «критического момента» в тесте на предельное удержание времени работы на мощности МПК на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (срочный эффект) и на заключительный день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (долговременный эффект). Критический момент - время достижения дыхательного коэффициента (RER) ≤ 1,10.

Из рис. 17 видно, что на второй день приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин параллельно с увеличением предельного времени работы (рис. 15) происходит увеличение потребления кислорода с 3,6±0,5 до 3,7±0,4 (Δ = 0,1) л/мин, различия не достоверны (**p > 0,1**).

Долговременная адаптация. Из рис. 18 видно, что продолжается прирост потребления кислорода с 3,6±0,5 до 3,9±0,5 (Δ = 0,3) л/мин, различия не достоверны (**p > 0,1**).

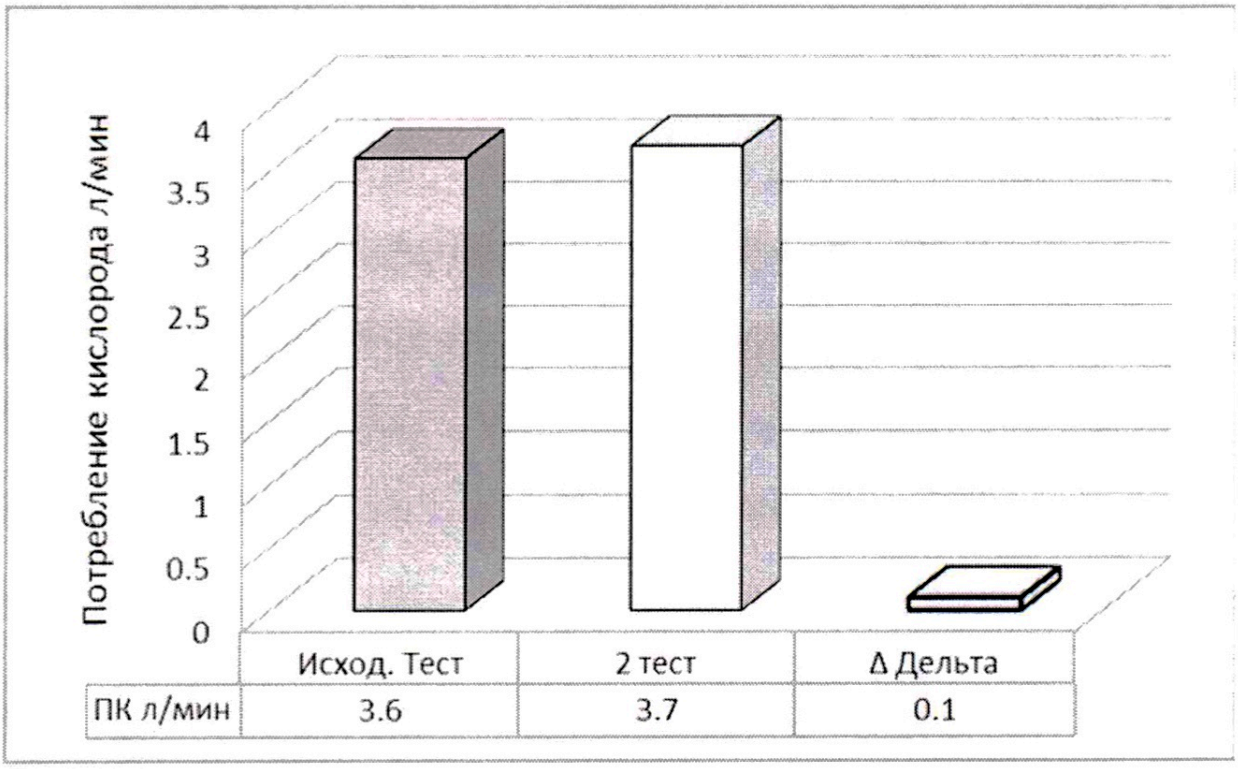


Рис. 17. Сравнительный анализ потребления кислорода (л/мин) при достижении “критического момента” в тесте на предельное удержание времени работы на мощности МПК на второй день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (срочный эффект)

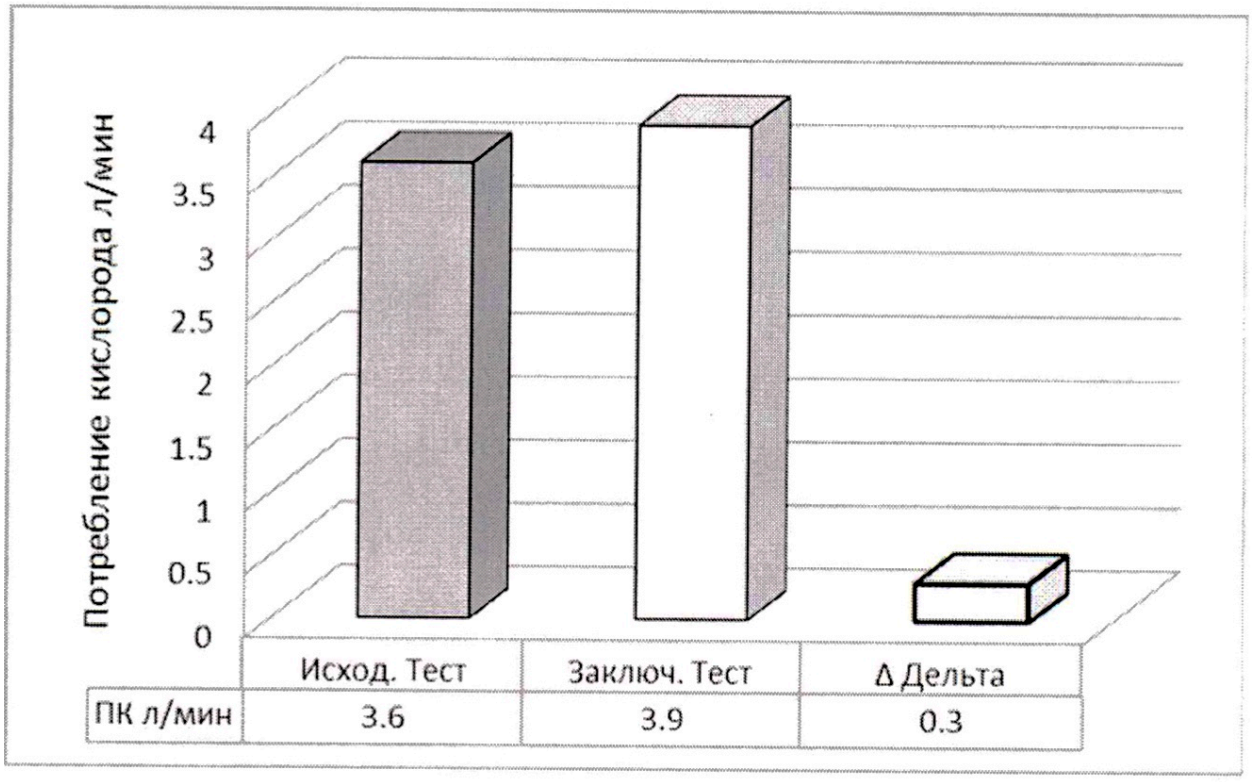


Рис. 18. Сравнительный анализ потребления кислорода (л/мин) при достижении “критического момента” в тесте на предельное удержание времени работы на мощности МПК на заключительный день приема Energy Diet Smart и Energy Pro (долговременный эффект)

РАЗДЕЛ 3. ВЛИЯНИЕ ПРОДУКЦИИ ENERGY DIET SMART КОКТЕЙЛЬ, ENERGY DIET SMART МЮСЛИ И ENERGY PRO МУЛЬТИПРОТЕИН И МЮСЛИ ENERGY DIET SMART НА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ И ЭЛАСТИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СОСУДОВ

Возможности эффективной адаптации сердечно-сосудистой системы человека к различным условиям, включая выполнение мышечной работы, в немалой степени определяются физиологическими реакциями кровообращения в условиях покоя. Динамика показателей кровообращения связана с одновременными изменениями сосудистых сопротивлений, которые определяют сосудистую нагрузку, преодолеваемую сердцем при выбросе крови в аорту.

Исследование сосудистой нагрузки сердца - сравнительно новое наукоемкое направление, основанное на оригинальных математических решениях [7, 8, 12, 13, 15] с использованием модели аортальной компрессионной камеры [6, 8, 10]. Работа в этом направлении была инициирована в РГУФКСиТ (ГЦОЛИФК) в начале 80-х годов профессором В.Л. Карпманом.

Зарубежные исследования по данной тематике либо основаны на инвазивном методе катетеризации аорты (что категорически неприменимо при обследованиях спортсменов), либо используют косвенный метод измерения скорости пульсовой волны.

Напряженность работы сердца и преодолеваемую им сосудистую нагрузку в определенной мере характеризует артериальное давление, которое является непосредственно измеряемым показателем гемодинамики. В свою очередь, величина артериального давления зависит от упругих свойств аорты и крупных артерий (эластическое сопротивление - Ea), от проводимости капиллярного русла (вязкостное периферическое сопротивление - R), а также от динамики выброса крови из левого желудочка сердца.

Сосудистая нагрузка левого желудочка сердца в условиях покоя в значительной степени определяется именно двумя сосудистыми сопротивлениями - периферическим и эластическим. Эластическое сопротивление артериальной системы определяется жесткостно-упругими свойствами стенок аорты и крупных артериальных сосудов. Повышение артериального давления крови в течение периода изгнания крови из левого желудочка в аорту происходит пропорционально произведению эластического сопротивления на увеличение объема артериальной системы. При этом рост объема артериальной системы равен разности между поступившим объемом крови из ЛЖ и одновременно вытекшим объемом крови через периферическое сопротивление в венозный резервуар.

Важным адаптивным свойством эластического сопротивления является его увеличение при возрастании мощности физической нагрузки и одновременном росте минутного объема крови. Также можно говорить об индивидуальном ресурсе адаптивности спортсмена по эластическому сопротивлению артериальной системы. Этот адаптивный ресурс тем больше, чем меньше величина эластического сопротивления в условиях покоя.

Периферическое сопротивление артериальной системы определяется вязкостными свойствами крови и суммарной площадью сечения капиллярного русла, через которую кровь из артериальной системы под действием артериального давления поступает в капилляры органов, тканей и мышц.

Усилия левого желудочка сердца при выбросе крови в основном направлены на преодоление эластического сопротивления посредством расширения стенок аорты и крупных артериальных сосудов. Создаваемое при этом артериальное давление служит движущей силой для преодоления периферического сопротивления, обеспечивая прохождение крови по капиллярному руслу.

В табл.1 представлены средние величины показателей центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в условиях ортостатических воздействий в покое перед выполнением интенсивной мышечной работы на велоэргометре (1-й столбец результатов), а также в ходе восстановления через 3-5 минут после окончания педалирования на велоэргометре (2-й столбец результатов).

Таблица 1

Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца ($\bar{x}\pm\sigma$) в условиях ортостатических воздействий в покое до и после мышечной работы (все исследования)

Показатель	До мышечной работы	После мышечной работы	Достоверность различий
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд/мин	64,6 ± 8,7	93,7 ± 11,3	$p < 0,001$
Систолическое давление (САД), мм рт.ст.	137,5 ± 9,3	138,6 ± 10,5	нет
Диастолическое давление (ДАД), мм рт.ст.	78,1 ± 7,05	81,1 ± 6,6	$p < 0,05$
Эластическое сопротивление (Еа), дин·см-5	1151 ± 293	1537 ± 361	$p < 0,001$

Периферическое сопротивление (R), дин·с·см -5	1328 ± 212	1243 ± 215	p < 0,01
Ударный объем крови (УО), мл	112,8 ± 19,5	87,4 ± 16,2	p < 0,001
Минутный объем крови (МО), л/мин	7,18 ± 0,94	8,06 ± 1,15	p < 0,005
Число случаев (N)	27	51	

Средние величины (табл.1) в основном хорошо согласуются с известными данными, полученными в покое при исследованиях различных групп испытуемых [2, 8, 9, 13, 13, 16]. Определенные отличия данных (табл.1) от обычных результатов в условиях покоя [16] имеются в значениях ЧСС при восстановлении после мышечной работы (2-й столбец результатов), а также в обоих столбцах результатов для средних величин систолического артериального давления (САД) и минутного объема крови (МО). Указанные средние величины оказываются достоверно завышенными по сравнению с их обычными значениями в условиях покоя [2, 8, 9, 13, 13, 16].

При этом увеличенное среднее значение ЧСС (табл. 1, 2-й столбец результатов) отвечает вполне естественной тахикардии в начале восстановления после выполнения интенсивной мышечной работы на велоэргометре с рабочей ЧСС свыше 160 уд/мин в течение последних двух минут педалирования. Несколько завышенные средние значения САД (табл.1) связаны, по-видимому, с поддержанием выраженно увеличенных средних величин минутного кровотока (МО) в покое, которые вполне характерны для испытуемых, принимавших участие в наших исследованиях.

На рис. 19 приведена регрессионная зависимость (сплошная кривая) величины минутного кровотока от периферического сопротивления, полученная на основании средних данных всех испытуемых.

Средние данные величин минутного кровотока и периферического сопротивления (табл.1) до и после мышечной работы, приведенные на рис.19 в виде больших кружков, хорошо согласуются с соответствующей регрессионной зависимостью ($МО = 2784 \cdot R^{-0,826}$).

Важной особенностью данных табл. 1 являются значимые изменения в средних величинах сосудистых сопротивлений, происходящие после выполнения работы на велоэргометре. Эластическое сопротивление (табл. 1) через 7 минут после выполнения

интенсивной мышечной работы оказалось превышающим свое исходное значение в условиях покоя на 34 %, а периферическое сопротивление при этом оказалось ниже исходного значения лишь на 7%.

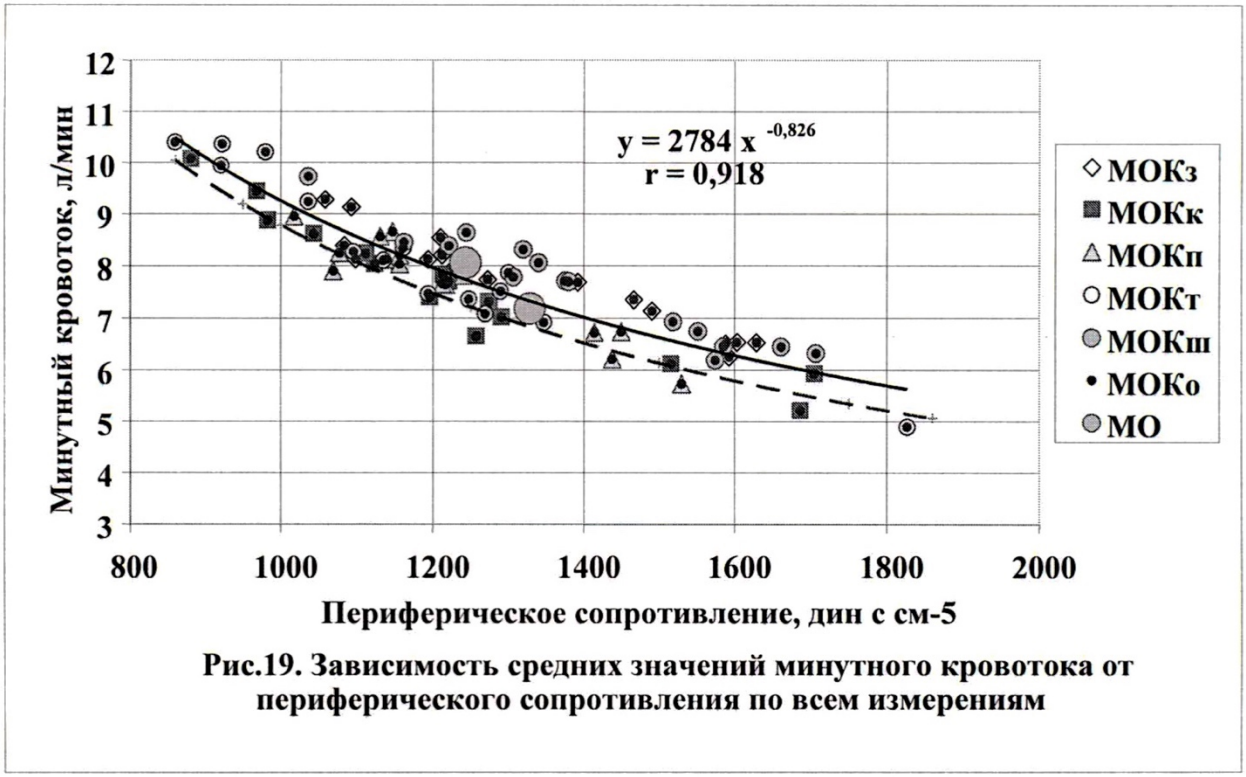


Рис.19. Зависимость средних значений минутного кровотока от периферического сопротивления по всем измерениям

Регрессионная взаимосвязь между минутным кровотоком и периферическим сопротивлением, полученная по средним данным покоя у 30 испытуемых [16], проведена на рис.19 пунктиром. Пунктирная кривая ($МО = 4025 \cdot R^{-0,887}$) из работы [16] достоверно отличается (рис.19) от полученной нами в данном исследовании (сплошная кривая: $МО = 2784 \cdot R^{-0,826}$) регрессионной взаимосвязи между показателями МО и R.

Частота сердечных сокращений (табл. 1) после мышечной работы выше исходного значения в покое на 45%, а ударный объем крови снизился по сравнению с начальными значениями в покое на 29%. При этом минутный кровоток, определяемый произведением ЧСС на ударный объем крови, увеличен по сравнению с исходными значениями на 12%. Заметим, что как увеличение ЧСС при восстановлении по сравнению с данными покоя, так и одновременное снижение ударного объема крови сопряжены со значимым увеличением (табл. 1) в этих условиях эластического сопротивления артериальной системы [7, 12, 15, 16].

Одна из основных задач данного исследования состояла в выявлении влияния продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин на адаптивные свойства и возможности системы кровообращения у спортсменов. Приведенная выше табл. 1 содержит средние данные показателей центральной

гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца до начала регулярного приема продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин (1-е исследование) и в ходе его 8-ми недельного приема.

В табл. 2 включены результаты измерений соответствующих показателей в ходе регулярного приема препарата спортсменами, участвовавшими в наших исследованиях.

Таблица 2

Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца ($\bar{x}\pm\sigma$) в условиях ортостатических воздействий в покое до и после работы на велоэргометре (без 1-го исследования)

Показатель	До мышечной работы	После мышечной работы	Достоверность различий
Частота сердечных сокращений (ЧСС), уд/мин	63,6 ± 6,8	92,5 ± 11,2	$p < 0,001$
Систолическое давление (САД), мм рт.ст.	133,8 ± 9,1	137,0 ± 8,7	$p < 0,05$
Диастолическое давление (ДАД), мм рт.ст.	75,40 ± 6,8	79,7 ± 6,3	$p < 0,05$
Эластическое сопротивление (Ea), дин см-5	1050 ± 178	1451 ± 220,5	$p < 0,001$
Периферическое сопротивление (R), дин с см -5	1250 ± 144,4	1182 ± 151	$p < 0,01$
Ударный объем крови (УО), мл	116,6 ± 13,2	90,8 ± 12,4	$p < 0,001$
Минутный объем крови (МО), л/мин	7,38 ± 0,78	8,3 ± 0,93	$p < 0,005$
Число случаев (N)	21	41	

Все показатели, представленные в табл. 2, претерпели определенные изменения со вполне выраженной положительной тенденцией изменения под действием исследуемой

продукции energy diet smart коктейль, energy diet smart мюсли и energy pro мультипротеин. Так, средние значения сосудистых сопротивлений (табл. 2) снизились по сравнению с данными табл. 1: эластическое сопротивление снизилось с 1151 до 1050 дин·см$^{-5}$ (до нагрузки) и с 1537 до 1451 дин·см$^{-5}$ (после нагрузки). Это вполне достоверное снижение, составляющее 10 и 7% соответственно. Аналогичное снижение периферического сопротивления (табл.1, 2) в ходе приема препарата составило порядка 6%.

У средних данных табл. 2 также наблюдаются значимые изменения величин сосудистых сопротивлений, происходящие после выполнения работы на велоэргометре. Эластическое сопротивление (табл. 2) через 7 минут после выполнения интенсивной мышечной работы оказалось превышающим свое исходное значение в условиях покоя на 38 %, а периферическое сопротивление при этом оказалось ниже исходного значения на 6%.

Частота сердечных сокращений (табл. 2) после мышечной работы выше исходного значения в покое на 45%, а ударный объем крови снизился по сравнению с начальными значениями в покое на 28%. При этом минутный кровоток, определяемый произведением ЧСС на ударный объем крови, увеличен по сравнению с исходными значениями на 12% (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты проведенных исследований по оценке эффективности использования продукции NL в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации, разработать практические рекомендации по применению продукции в тренировочном процессе спортсменов высшей квалификации в различных видах не выявило достоверного увеличения мощности работы ($p > 0,05$) и потребления кислорода на уровне аэробного порога, анаэробного порога и максимального потребления кислорода ($p > 0,1$), однако прослеживается четкая тенденция к росту данных показателей и соответственно росту физической работоспособности.

Прирост мощности работы на уровне аэробного порога составил - 15%, на уровне анаэробного порога - 5%, потребления кислорода на уровне аэробного порога - 3,6%, потребления кислорода на уровне анаэробного порога - 4,8%.

Предельное время работы до достижения дыхательного коэффициента $\leq 1,10$ (критический момент) ($p > 0,05$) и потребления кислорода на мощности МПК также достоверно не изменились ($p > 0,1$), однако прослеживается тенденция к увеличению.

Прирост предельного времени работы и потребления кислорода на мощности МПК до достижения дыхательного коэффициента $\leq 1,10$ составил - 18,5% и 2,7% соответственно.

При анализе срочного эффекта приема продукта Energy Diet Smart и Energy Pro параллельно со снижением частоты сердечных сокращений, наблюдается увеличение вариативности дисперсии кардиоинтервалов до достижения мощности анаэробного порога. Данный момент указывает на тенденцию к более экономичной работе, снижению напряжения регуляторных систем в ответ на заданную мощность физической нагрузки.

При анализе долговременного эффекта использования продуктов выявлено достоверное увеличение мощности работы на уровне аэробного порога ($p < 0,05$), и потребления кислорода на уровне анаэробного порога ($p < 0,05$), максимального потребления кислорода ($p < 0,05$).

Прирост мощности работы на уровне аэробного порога составил 20%, мощности работы на уровне анаэробного порога составил 9,5%, прирост потребления кислорода на уровне аэробного порога 18%, на уровне анаэробного порога 14,8%.

При долговременном эффекте наблюдается тенденция к более быстрому восстановлению после предельных физических нагрузках, что выражается в ускорении восстановления ЧСС к исходному уровню (2 минуты восстановление) после выполнения

нагрузки, увеличению вариативности дисперсии кардиоинтервалов, что также указывает на более быстрое восстановление.

Также при долговременной адаптации наблюдается тенденция к снижению ЧСС, и увеличению вариативности дисперсии кардиоинтервалов в покое перед нагрузкой, что указывает на большее влияние парасимпатической нервной системы и более полное восстановление.

Время работы на мощности МПК достоверно увеличилось спустя 8 недель приема Energy Diet Smart коктейль, Energy Pro мультипротеин и мюсли Energy Diet Smart ($p < 0,05$), а также достоверно увеличилось ($p < 0,05$) потребление кислорода на определенном физиологическом состоянии умеренного закисления мышц, где за точку отсчета принималось значение дыхательного коэффициента $\geq 1,10$.

Прирост составил 35,3% по времени работы на мощности МПК и 8,3% потребления кислорода при достижении дыхательного коэффициента $\leq 1,10$ при мощности работы на уровне МПК.

Частота сердечных сокращений на уровне аэробного и анаэробного порога имела тенденцию к увеличению, в связи с ростом мощности работы на данных физиологических состояниях вследствие увеличения аэробных возможностей мышц и, соответственно, увеличении мощности работы на уровне аэробного и анаэробного порога.

На основании полученных выводов предполагается, что применение energy diet smart коктейль, energy pro мультипротеин и мюсли energy diet smart спортсменами высокой квалификации, спортсменами любителями и фитнес в большей степени воздействует на аэробные возможности мышц за счет вышеуказанного биологического действия, чем на функциональные возможности сердечно- сосудистой системы. Объясняется данный факт тем, что степень капиляризации и скорости аэробных реакций в миокарде без патологических реакций предельные, а скелетные мышцы обладают большим резервом в направлении увеличения капиляризации, митохондриальной массы и скорости окислительных реакций в митохондриях.

В итоге можно сделать вывод, что при использовании продукции Energy Diet Smart коктейль и Energy Diet Smart мюсли в тренировочном процессе спортсменов различной квалификации, наблюдается тенденция к росту физиологических показателей, характеризующих аэробные возможности мышц, что становится достоверным при долговременной адаптации. При длительном приеме мультипротеина Energy Pro наблюдается тенденция к более быстрому восстановлению после физических нагрузок, что выражается в ускорении восстановления ЧСС и вариативности дисперсии кардиоинтервалов к исходному уровню до нагрузки.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Применение продукции Energy Diet Smart коктейль, Energy Diet Smart мюсли и Energy Pro мультипротеин длительностью 8 недель способствует увеличению аэробных возможностей мышц спортсменов высокой квалификации, спортсменов любителей и фитнес, а также скорости восстановления после интенсивных физических нагрузок. На основе полученных научных данных рекомендуется использование мультипротеина Energy Pro и Energy Diet Smart мюсли и коктейль в видах спорта, связанных с проявлением как локальной, так и глобальной мышечной выносливости в периоды интенсивных тренировок, направленных на увеличение аэробных возможностей мышц.

ВЫВОДЫ

1) При приеме мультипротеина Energy Pro выявлено снижение ЧСС и увеличение вариативности дисперсии кардиоинтервалов в покое, во время выполнения физических нагрузок до уровня анаэробного порога, а также наблюдается тенденция более быстрого восстановления ЧСС и вариативности дисперсии кардиоинтервалов в ответ на предельную физическую нагрузку.

2) При анализе долговременного эффекта приема мультипротеина Energy Pro наблюдается тенденция к дальнейшему снижению ЧСС и увеличению вариативности дисперсии кардиоинтервалов в покое, во время выполнения физических нагрузок до уровня анаэробного порога, а также более быстрого восстановления ЧСС и дисперсии кардиоинтервалов в ответ на предельную физическую нагрузку.

3) При анализе действия мультипротеина Energy Pro на аэробные возможности мышц выявлена тенденция к увеличению мощности работы и потреблению кислорода на уровне аэробного и анаэробного порога, увеличению предельного времени работы и потребления кислорода на мощности МПК.

4) При оценке долговременного эффекта применения мультипротеина Energy Pro на физическую работоспособность произошло достоверное увеличение аэробных возможностей мышц ($p < 0,05$) - увеличение мощности работы на уровне аэробного порога; потребления кислорода на уровне анаэробного порога и максимального потребления кислорода; достоверное увеличение ($p < 0,05$) предельного времени работы на мощности МПК; потребления кислорода на мощности МПК до достижения дыхательного коэффициента $\leq$ 1,10.

5) При сравнении срочного и долговременного эффекта действия мультипротеина Energy Pro, можно достаточно точно сказать, что более значительные сдвиги происходят при длительном приеме мультипротеина, данная тенденция наблюдалась до 61 дня (весь период эксперимента). При срочном эффекте действия мультипротеина Energy Pro выявлена положительная тенденция увеличения аэробных возможностей мышц, которая стала достоверна при длительном (8 недель) приеме продукта.

6) В ходе длительного применения Energy Diet Smart наблюдается изменение ЧСС в условиях покоя и восстановления после мышечной работы это сопряжено с полным спектром витаминов группы В и минералов калия, кальция, магния.

7) При восьминедельном эксперименте Energy Diet Smart в условиях покоя и восстановления наблюдается снижение сосудистого сопротивления, что сопряжено с увеличением ударного объёма сердца и минутного объемов крови.

8) Улучшение восстановления между тренировочными днями при приёме Energy Diet Smart связано с меньшей нагрузкой на желудок и поступлением необходимых минералов, витаминов и должного количества белков и углеводов в организм человека.

9) Снижение эластического сопротивления в покое и при восстановлении по окончании интенсивной велоэргометрической нагрузки (после приема продукции мультипротеина Energy Pro по сравнению с теми же данными до приема) указывает на определенную эффективность использования данного препарата с целью повышения адаптивных возможностей системы кровообращения у спортсменов.

10) При употреблении продукции мюсли Energy Diet Smart и коктейля Energy Diet Smart наблюдалось длительная сытость после приема по субъективным ощущениям испытуемых.

11) Коктейль Energy Diet Smart стал хорошей альтернативой перекуса для спортсменов, когда на это нет времени. Он восполняет самые необходимые для человека витамины минералы, является хорошим антиоксидантным комплексом.

12) При употреблении мюсли Energy Diet Smart и коктейля Energy Diet Smart уменьшилось дневное потребление калорий без потери питательных веществ для организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. - М.: Медицина, 1990. — 234 с.
2. Головина Т.Б. Сосудистая нагрузка и сократимость левого желудочка сердца при упражнениях на тренажере мышц плечевого пояса / Т.Б. Головина, В.Р. Орел, А.Г. Щесюль, А.Г. Травинская // Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам. — Научные чтения, посвященные 80-летию со дня рождения проф. В.Л. Карпмана. — М.: РГУФК. - 2005. -С.241-254.
3. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика: Учебное пособие. — 2-е изд. / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. — СПб.: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2006. — 432 с.
4. Инструментальные методы исследования в кардиологии (Руководство) / Ред.: Сидоренко Г.И. — Минск: 1994. — 272 с.
5. Калинин Е.М. Планирование аэробной подготовки бегунов на средние дистанции на основе силовых, скоростно-силовых и интенсивных беговых средств : автореф.дис. канд. пед. наук / Евгений Михайлович Калинин. — М, - 24 с.
6. Каро К. Механика кровообращения / К. Каро, Т. Педли, Р. Шротер, У. Сид. - М.: Мир, 1981. - 624 с.
7. Карпман В.Л. Артериальный импеданс у спортсменов / В. Л. Карп- ман, В.Р. Орел / В сб.: Труды ученых ГЦОЛИФК. - М.: ГЦОЛИФК - 1993. — С.262-271.
8. Карпман В.Л. Исследование артериального импеданса у человека / В.Л. Карпман, В.Р. Орел / В сб.: Кардиореспираторная система. Количественные характеристики. — Таллин: Валгус. — 1986. — С.42-80.
9. Карпман В.Л. Инерционное сопротивление артериальной системы и постнагрузка левого желудочка сердца у спортсменов / В.Л. Карпман, В.Р. Орел, В.Н. Богданов, В.Г. Лиошенко // Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам. — Научные чтения, посвященные 80-летию со дня рождения проф. В.Л. Карпмана. — М.: РГУФК. - 2005. - С.255-267. 40
10. Лайтфут Э. Явления переноса в живых системах / Э. Лайтфут. -— М.: Мир, 1977. — 520 с.
11. Мякинченко Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мякинченко, В.Н. Селуянов. — М.: ТВТ Дивизион,— 338 с.

12. Орел В.Р. Адаптивные эффекты взаимодействия сердца и сосудов у спортсменов / В.Р. Орел // Спортсмен в междисциплинарном исследовании. Монография / Под ред. М.П. Шестакова. — М.: ТВТ Дивизион, 2009. — С.210-258.

13. Орел В.Р. Сосудистая нагрузка сердца и формирование артериального давления / В.Р. Орел, Л.Ю. Амнуэль / В сб.: Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. Седьмая научно-практическая конференция. — М.: АО НТЦ «МЕДАСС» - 2005. -— С.269-275.

14. Орёл В.Р. Регрессионные взаимосвязи показателей сократимости сердца и его сосудистой нагрузки с частотой сердечных сокращений и Р170 у спортсменов / В.Р. Орел, Л.Ю. Амнуэль, Л.Л. Головина, А.Г. Травинская / В сб.: Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы. — [X-я научно-практическая конференция. — М.: ГКГ МВД РФ. - 2007. - С.333-343.

15. Орел В.Р. Уровень артериального давления и сосудистые сопротивления / В.Р. Орел, Л.Ю. Амнуэль, В.В. Орел, А.Г. Травинская // Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам. — Научные чтения, посвященные 80-летию со дня рождения проф. В.Л. Карпмана. — М.: РГУФК. - С.49-58.

16. Орел В. Р. Показатели центральной гемодинамики и сосудистой нагрузки сердца в покое (регрессионные соотношения) / В.В. Шиян, А.Г. Щесюль, Д.М. Червяков // Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно- сосудистой системы. — ХП-я научно-практическая конференция. — М.: ГКГ МВД РФ. - 2010.-С.82-93.

17. Фёдоров В.Ф. Дискретное регулирование ритма сердца. Феномен и его приложения / В.Ф. Фёдоров, Д.В. Николаев, А.В. Смирнов, К.А. и др. // Врач и информационные технологии — №4. — М. - 2005. - С.22-30.

18. Фёдоров В.Ф. Контроль базовых параметров гемодинамики как инст- румент оптимизации режима тренировок / В.Ф. Фёдоров, Д.В. Николаев // Науч- ная конференция «Спортивная кардиология и физиология кровообращения» — М.: РГУФК. - 2006.-— С.179-184.

19. Харкевич Д.А. Фармакология / Д.А. Харкевич. — ГЭОТАР-Медиа, 2006. -= 736 ©,

20. Эйдукайтис А. Изменение нелинейных характеристик вариабельности сердечного ритма под влиянием физической нагрузки на функцию сердечно- сосудистой системы здоровых и больных ишемической болезнью сердца / А. Эй- дукайтис, Г. Варонецкас, Д. Жемайтите // Физиология человека. — Т.32. — 2006. — №3. — С. 5-12.

21. Яблучанский Н.И. Вариабельность сердечного ритма в современной клинике / Н.И. Яблучанский, Б.Я. Кантор, А.В. Мартыненко. — ЧНИПФ, 1997. — 108 с.

22. https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/japplphysiol.00114.2016?fbclid=IwAR1S-3cwHgiGqllGBLl_0XKm2JVDOuiljuwoPW9TLJu_KiUDpPhzWhS0XUw

23. https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/136221/1/136221.pdf?fbclid=IwAR170yrzl9liliXPjX8rq43b6Stnz3eU8Oy9k4pByupp0gmDYV9naqh8Gd4

24. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5984464/?fbclid=IwAR3PcdfcI0IrRrmZZ05WWJUc8IJqQQ4gxa0ObY4NPkQSCicuJBbKukD7dqg

25. https://vk.com/doc212236790_428945732?fbclid=IwAR20QMwgl-ppP7pvZAGML41-gIPz8_V3ARkdbneBTt5aMWBkewgCRr8XAt8

26. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0195203&fbclid=IwAR29apvtfzdj3PHECPF_2XI4cRanwlGfraWk6Mmao9h6yKGseXBL5CZmwek#sec019

27. https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpcell.00162.2007?fbclid=IwAR2pSaEHX8gozHIHDYxNnczrvGIdlMhK8X1h7yo7NJRSVT1vi4XalIXdffk

28. https://www.researchgate.net/publication/51402647_Heterogeneous_recruitment_of_quadriceps_muscle_portions_and_fibre_types_during_moderate_intensity_knee-extensor_exercise_Effect_of_thigh_occlusion?fbclid=IwAR1m_NwPWiU4rz40iXLPTsoZ2b8tSeh0Yz_7cbNgsK6wWuNdnUxP82AJa3o

29. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8282977?fbclid=IwAR1JYqcLc26TLze5Fma6ZXA6t8HVg0NX7VBFt1YUOw9QgOARrlSCFSm2B_4

30. https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/71/10/1289/2198094?fbclid=IwAR0PZFr9R0WGUYp2JZehhFJPM52Rw-DVp99CDbtrTU9aSCniC_bMRj40ALE

31. https://vk.com/doc238707177_405679592?fbclid=IwAR1TlCGyK5HIi8MZOi3KChRyyqxhBlMgNMYUhuHBA0EH-lfEVCDaJXx1JEs

32. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5969286/?fbclid=IwAR1p86MkDwyqBbYOlxUVHu5LZqZ8qpyPEcArRur0gchH4p64NyGTIinuBXQ

ПРИЛОЖЕНИЕ

Список испытуемых принимающих участие в тестировании продукции Energy Diet Smart и Energy Pro:

1. Серкина С. – МСМК (пятиборье)
2. Ухов П. – МС (маунтибайк)
3. Козлов А. – МС (плавание)
4. Кудрявцев Е. – МС (велоспорт)
5. Бакина К. – МСМК (плавание)
6. Юхатов С. – МС (велоспорт)
7. Шипков В. – МСМК (легкая атлетика)
8. Кузнецова В. – МС (яхтспорт)
9. Гусев О. – МС (яхтспорт)
10. Иванова А. – МСМК (легкая атлетика)
11. Стрельцова Г. – МС (велоспорт)
12. Красташевская И. – МСМК (лыжные гонки)
13. Алексеев А. – МС (лыжные гонки)
14. Мурашко Д. – МС (велоспорт)
15. Калинина А. – МС (яхтспорт)
16. Устинов С. – МСМК (паравелоспорт)
17. Нагнибедов Н. – МС (паравелоспорт)
18. Галкина Е. – МС (паравелоспорт)
19. Шелестов Д. – КМС (велоспорт)
20. Кравцов Э. – КМС (легкая атлетика)
21. Королев Д. – фитнес
22. Соколов С. – фитнес
23. Кириленко О. – фитнес
24. Годкин Ю. – фитнес
25. Виноградов А. – фитнес
26. Леденева О. – фитнес
27. Сазонов А. – фитнес
28. Каримов А. – фитнес
29. Ковалев Р. – фитнес
30. Мачулин П. - фитнес