

Этапный контроль функционального состояния и уровня подготовленности спортсменов в системе НМО


ФЕДОТОВА Елена Викторовна,
доктор педагогических наук, доцент
ведущий научный сотрудник Лаборатории проблем спортивной подготовки
ФГБУ Федеральный научный центр ВНИИФК

ВИДЫ ПРОГРАММ ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ СБОРНЫХ КОМАНД




Этапное обследование (ЭКО)

Оценка уровня спортивных результатов, уровня подготовленности, морфо-функциональных и биохимических показателей, психологического состояния выполнения тренировочных и соревновательных нагрузок за прошедший этап и рекомендации по коррекции подготовки спортсмена



Текущее обследование (ТО)


Оценка динамики показателей функционального состояния и подготовленности спортсмена, срочного и кумулятивного тренировочного эффекта, переносимости нагрузок для своевременного выявления чрезмерности тренировочных воздействий и рекомендации по оптимизации тренировочного процесса



Обследование соревновательной деятельности (ОСД)

Оценка комплекса показателей СД, ее результативности и эффективности в соответствии со спецификой вида спорта, оценка отдельных сторон подготовленности в условиях соревнований

У каждой программы свои задачи и специфика, важна комплексность их проведения



ЭКО направлены на оценку результатов реализации программ подготовки спортсменов, на оценку того, насколько эффективно решаются поставленные задачи

Задачи подготовки формулируются и решаются тренером

Тренер, являясь самым заинтересованным в качественном проведении ЭКО и качественных результатах обследования специалистом, должен быть и активным участником формирования и утверждения программы ЭКО

Такое активное участие требует понимания и учета ключевых аспектов формирования программы ЭКО и ее практической реализации

Ключевые аспекты формирования программы ЭКО и ее практической реализации

Специфика

⇒ соответствие особенностям соревновательной и тренировочной деятельности вида спорта и спортивной дисциплины

Комплексность

⇒ факторы, определяющие спортивный результат, то, над чем работали, оценка динамики чего важна

Необходимость и достаточность

⇒ информация, необходимая для оценки и принятия решения vs ресурсы – минимум показателей для получения максимума полезной информации

Подготовка к тестированию

⇒ тестирование – запланированный компонент программы подготовки

Протокол тестирования

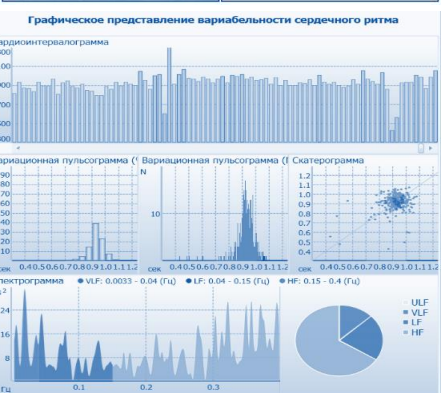
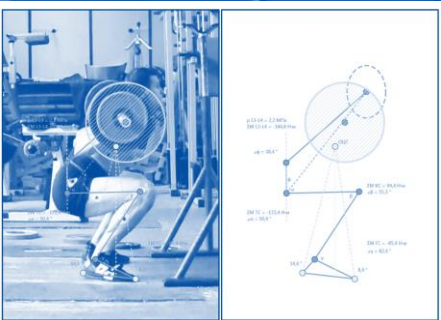
⇒ что именно, как и чем измеряем

Метод обработки

⇒ конкретный алгоритм расчета показателей на основе «сырых» данных

Формат представления, описание

⇒ формат предоставляемых результатов, точное описание протоколов и методик



- Этапный контроль – детальный, учитывающий специфику вида спорта анализ морфо-функционального и психо-эмоционального состояния спортсмена, структуры и уровней развития различных сторон его подготовленности, и характера, направленности и динамики изменения этих параметров.
- Это находит отражение в содержании программ ЭКО по видам спорта
- «Общее» - структура, разделы программ; «специфика» - конкретное наполнение разделов, оцениваемые показатели, используемые методики, шкалы оценки

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ПО НАПРАВЛЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Функциональная

(определение функционального состояния и оценка переносимости нагрузки)

Развитие физических качеств

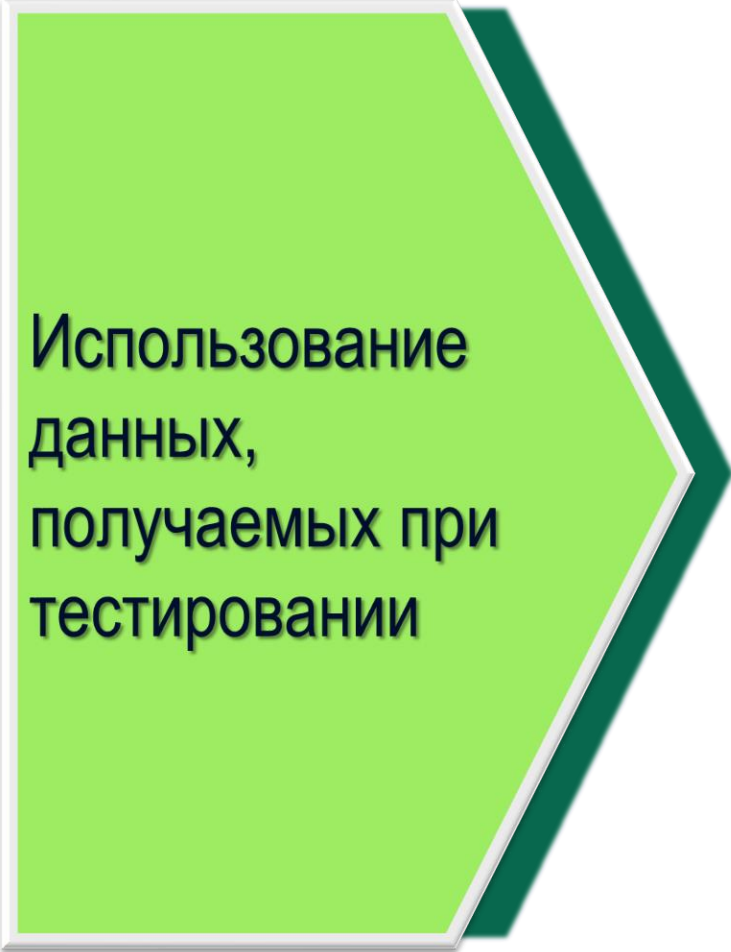
(определение уровня силовой и скоростно-силовой подготовленности)

Психологическая

(оценка психоэмоционального состояния)

Морфологический статус (определение антропометрических показателей и лабильных компонентов массы тела)

Используемые методики (и аппаратура), комплекс регистрируемых показателей определяются в соответствии со спецификой вида спорта



Использование
данных,
получаемых при
тестировании

Для оценки функционального состояния спортсмена, результата / эффективности предшествующей тренировки, соответствия запланированных и достигнутых параметров

Для индивидуализации тренировочных нагрузок, направленной коррекции программы подготовки для решения определенной задачи, подведения спортсмена к соревнованиям в наилучшей форме, для индивидуализации тактических вариантов соревновательной деятельности

Пригодность данных для оценки состояния / уровня
не означает автоматически их пригодности для индивидуализации

ТРЕНЕР

- самый заинтересованный в качественных результатах специалист
- активный участник формирования и утверждения программы ЭКО!!!

ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ при формировании программы и проведении ЭКО:

- ✓ Тестирование – запланированный компонент тренировочной программы, требующий подготовки
- ✓ Выбор тестовых процедур: минимум показателей для получения максимума полезной информации
- ✓ Выбор эргометра, обеспечивающего специфичность нагрузки, протокола тестирования, обеспечивающего решение поставленной задачи, и методики расчета показателей
- ✓ Соблюдение постоянства условий и протокола для возможности сравнения
- ✓ Только индивидуальные результаты и анализ индивидуальной динамики результатов
- ✓ Заинтересованное присутствие тренера – важный фактор мотивации спортсмена, особенно при проведении «максимальных тестов»

«Стандартной общепринятой методики» тестирования
не существует!

Есть конкретный протокол тестирования, который
используется в данном случае

💣!!! **Настораживает**: предлагается на выбор – «сырые
результаты» или «обработанные готовые результаты»

💣!!! **Настораживает**: нет точной информации о
протоколе тестирования

💣!!! **Настораживает**: фраза «Это наше ноу-хау и потому
секретная информация» о методике идентификации
пороговых и др. показателей

Аэробные возможности



Аэробные возможности

Основные показатели, характеризующие аэробные возможности организма спортсмена

- ⇒ «Пороговые» значения (АнП, АэП): пороговое потребление кислорода (л/мин., мл/мин/кг, % от МПК), пороговая ЧСС, пороговая мощность / скорость
- ⇒ Максимальные значения: потребление кислорода (МПК, или $\dot{V}O_2\text{max}$), максимальная ЧСС, мощность / скорость на уровне МПК
- ⇒ экономичность работы кардио-респираторной системы
- ⇒ эффективность работы / рациональность использования аэробного потенциала
- ⇒ скорость восстановления после нагрузки
- ⇒ скорость утилизации лактата
- ⇒ FatMax – максимальная интенсивность утилизации жиров

Получение результатов («протокол тестирования»)

Инвазивные
методы

Неинвазивные
методы

Используемые
эргометры

Характер
нагрузки

Скорость
повышения
нагрузки

Способ
повышения
нагрузки

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Методы идентификации порогов
LT1, LT2

Методы идентификации порогов
VT1, VT2

Комплекс анализируемых
показателей

Обработка и анализ результатов

«Пороговые значения»:

группы методов в соответствии с используемой «технологией»

ИНВАЗИВНЫЕ

Лактатные
пороги (LT)

НЕИНВАЗИВНЫЕ

Вентиляционные
пороги (VT)

«ЧСС-порог»
(точка отклонения)

«RPE-порог»
(по шкале Борга
CR-100)

«ЧД-порог»
(точка
отклонения)

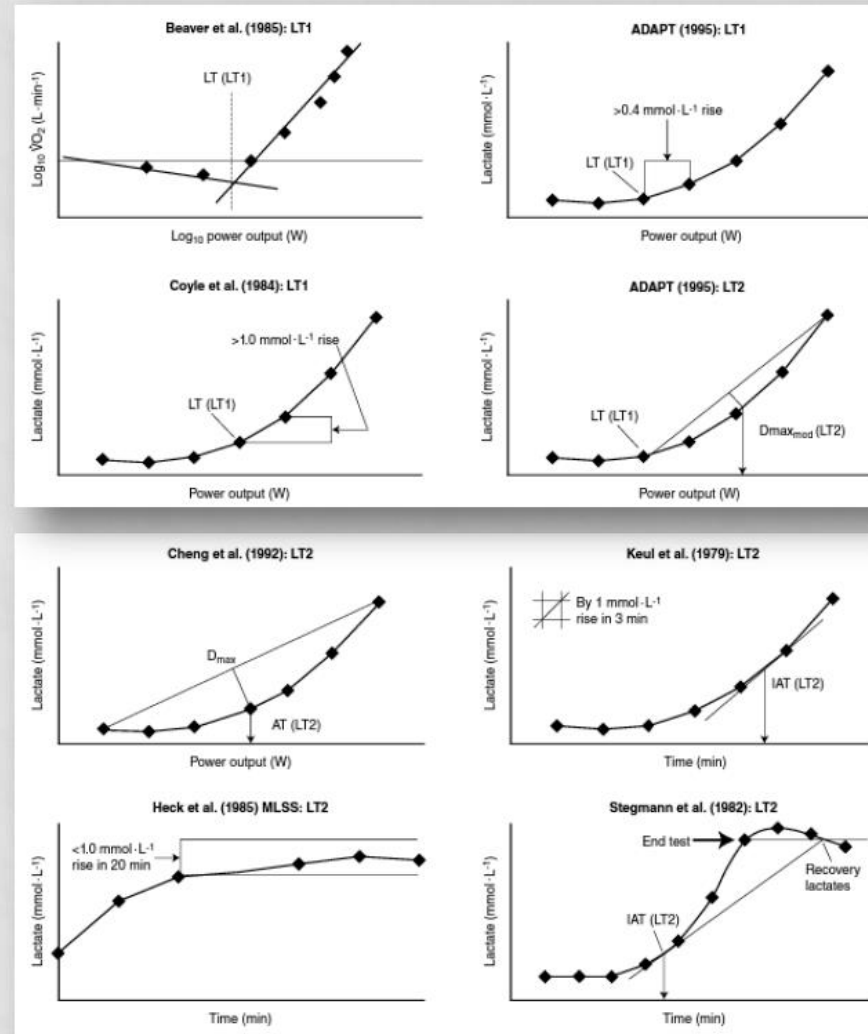
«HRV (BCP)-
порог»

Методы определения пороговых значений ЧСС и мощности (скорости)

Лактатные пороги:

ОСНОВНЫЕ (НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ) СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- **OBLA** (Onset blood lactate accumulation - начало накопления лактата крови) - фиксированные пороги
- **La \ Exercise-response** – визуальный анализ графика
- **D-max** - метод
- **ADAPT** – модифицированный Dmax метод (Automatic Data Analysis for Progressive Tests – Австралийский институт спорта)
- **IAT** – индивидуальный анаэробный порог
- **MLSS** (maximum lactate steady state) - максимальный уровень нагрузки с устойчивой концентрацией лактата
- **LMT** – Lactate-minimum test – тест на лактатный минимум



Наиболее распространенные методы расчета пороговых значений:

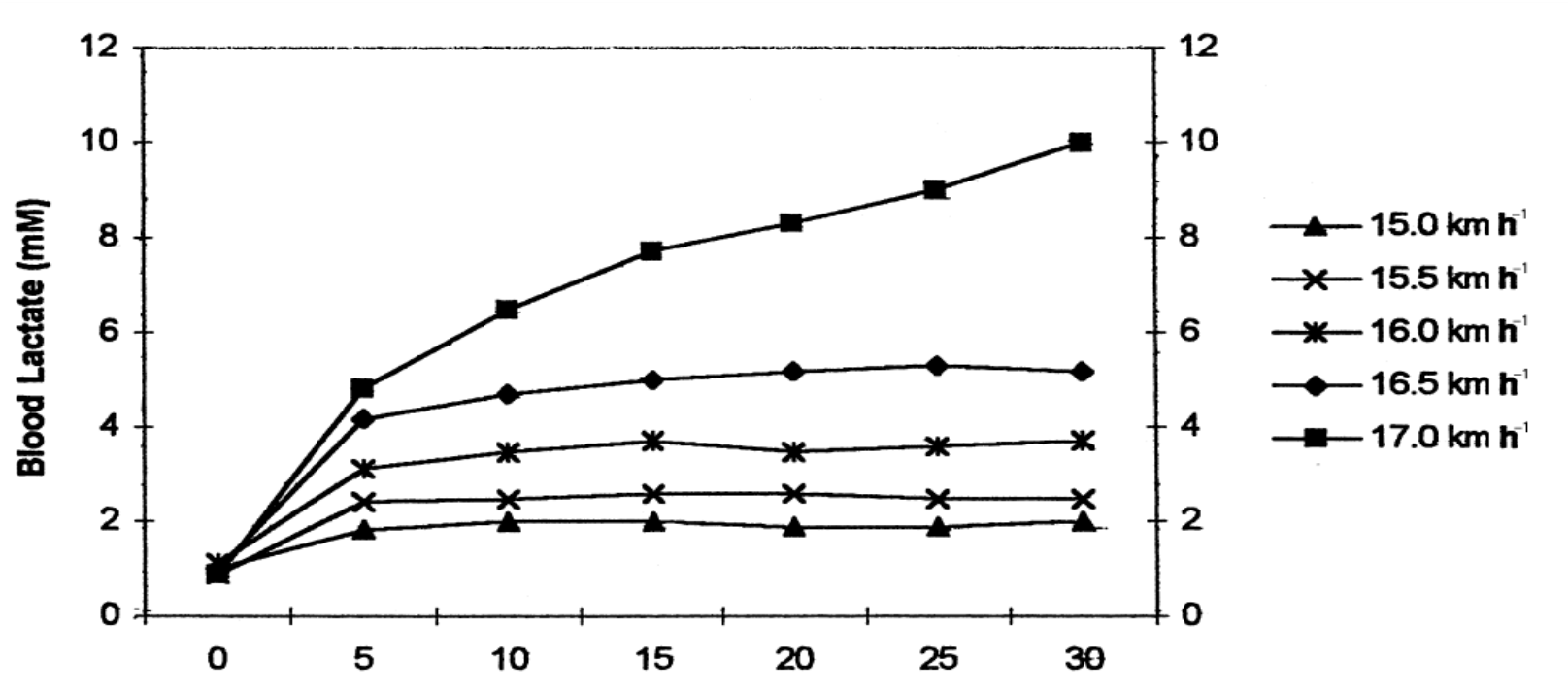
- Фиксированный (OBLA) («2 и 4 ммоль/л»)
- Индивидуальный (модифицированный) Dmax – в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой до отказа
- MLSS – в тесте с постоянной нагрузкой

MLSS–метод (MAXIMAL LACTATE STEADY STATE) (LT2)

MLSS –метод – «золотой стандарт» для определения «анаэробного порога (Svedahl and MacIntosh, 2003).

- Максимальное устойчивое состояние лактата - maximal lactate steady state (MLSS) - состояние равновесия между переносом лактата в кровь и удалением лактата из крови (Heck et al., 1985).
- Максимальное устойчивое (стационарное) состояние лактата (MLSS) - самая высокая концентрация лактата в крови (MLSS c) и рабочая нагрузка постоянной интенсивности (MLSS w), которые могут поддерживаться в течение продолжительного времени без продолжающегося увеличения концентрации лактата в крови (Billat et al., 2003).

Общепринятый критерий достижения MLSS - наивысшая интенсивность упражнений, при которых концентрация лактата в крови повышается не более, чем 1,0 ммоль/л в течение последних 20 минут нагрузки постоянной интенсивности продолжительностью не менее 30 МИНУТ (Carter et al., 1999; Heck et al., 1985; Jones and Doust, 1998; Swensen et al., 1999).



Svedahl, K., and MacIntosh, B.R. (2003). Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Can. J. Appl. Physiol.* 28(2): 299-323. © 2003 Canadian Society for Exercise Physiology

Определение скорости бега на уровне MLSS / steady-state на основе результатов пяти 30-минутных тестирований на тредбане с разной скоростью бега (Лабораторное тестирование).

В данном примере MLSS соответствует скорости бега 16.5 км/ч.
Концентрация лактата на уровне MLSS – ≈ 5 ммоль/л

Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data. Vol.1: Antropometry and Vol.2: Exercise Physiology. Ed. Roger Eston and Thomas Reilly. 2005

Протокол тестирования MLSS: «Классика»

- Продолжительность нагрузки с постоянной интенсивностью – 30 мин.
- Забор крови производится каждые 5 мин.
- Количество тестирований – до достижения необходимого результата
- Повторное тестирование – не ранее, чем через 24 часа
- Критерий «успешности» тестирования – повышение концентрации лактата между 10-й и 30-й минутами тестирования не более, чем на 1 ммоль/л
- MLSS – наивысший уровень интенсивности нагрузки, при котором выполняется данный критерий
- Выбор начальной скорости/мощности тестирования:
Индивидуально, обычно немного выше первого лактатного («аэробного») порога; поэтому в идеале необходимы результаты предшествующего тестирования с определением пороговых значений)
- Прирост мощности/скорости следующей нагрузки:
Бег – обычно от 0.3 до 0.5 км/ч
Вело, гребля – обычно от 5 до 10 Вт

MLSS: «За» и «Против»

«ЗА»

«ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ» -

Получение надежных, информативных, объективных результатов, характеризующих пороговые значения

«ПРОТИВ»

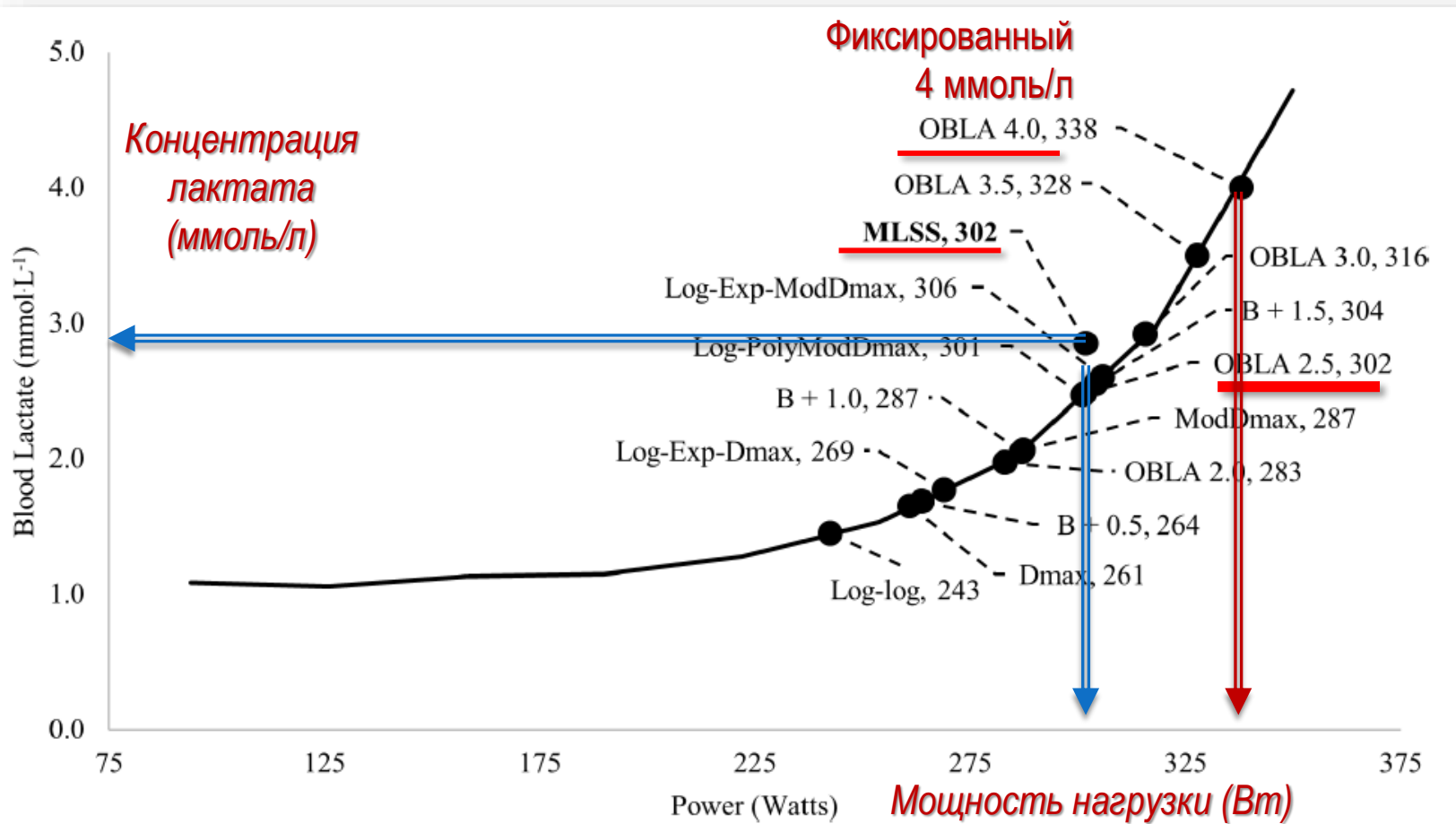
ЗАТРАТНОСТЬ – время, усилия, финансы

Необходимость проведения нескольких нагрузочных тестирований (обычно от 2 до 5) в разные дни для получения результата – значительная нагрузка для спортсмена

Большое количество проб крови

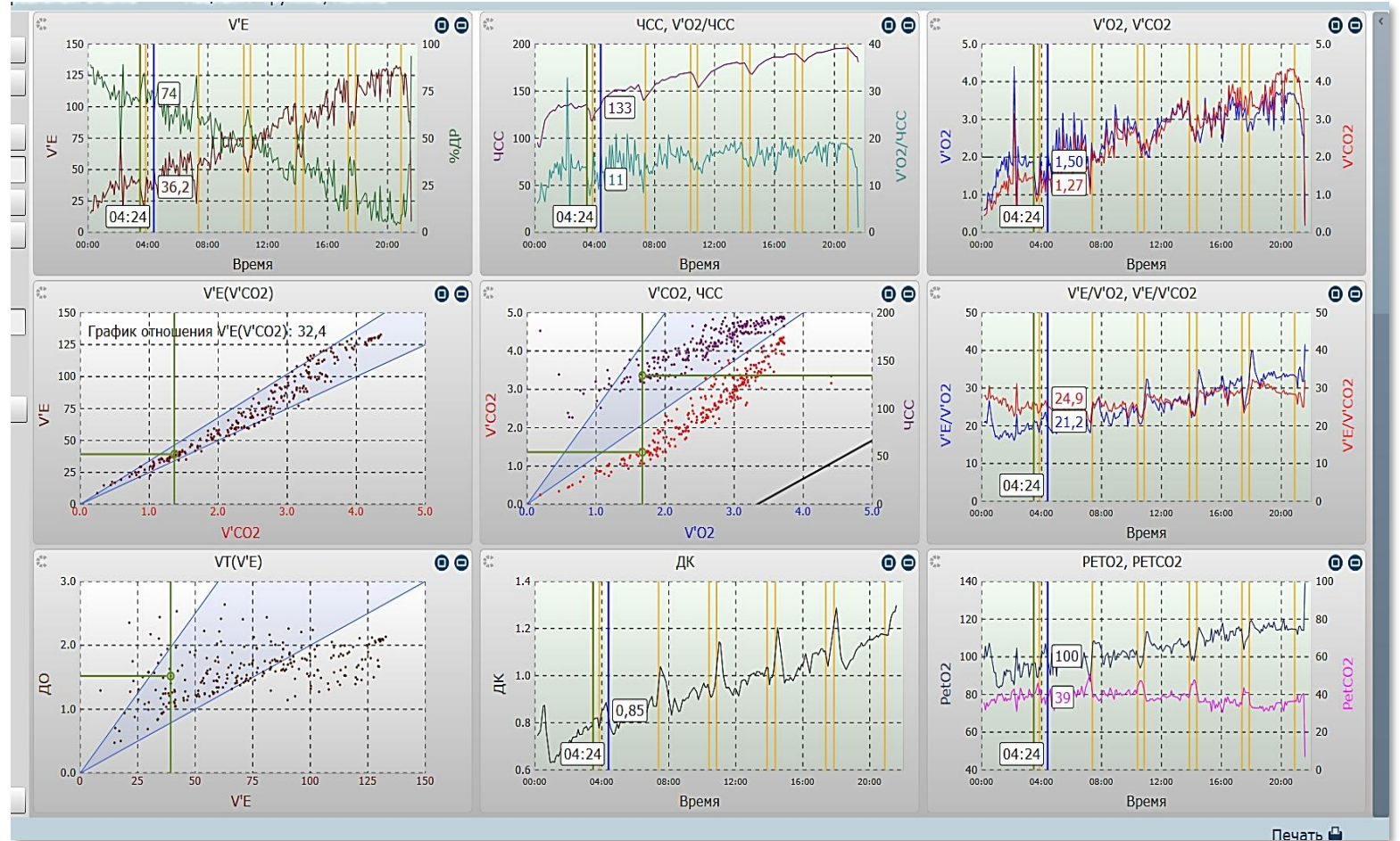
Результаты определения лактатного порога с использованием разных методов

(данные одного спортсмена, тест со ступенчато повышающейся велоэргометрической нагрузкой, продолжительность ступени 4 мин.)



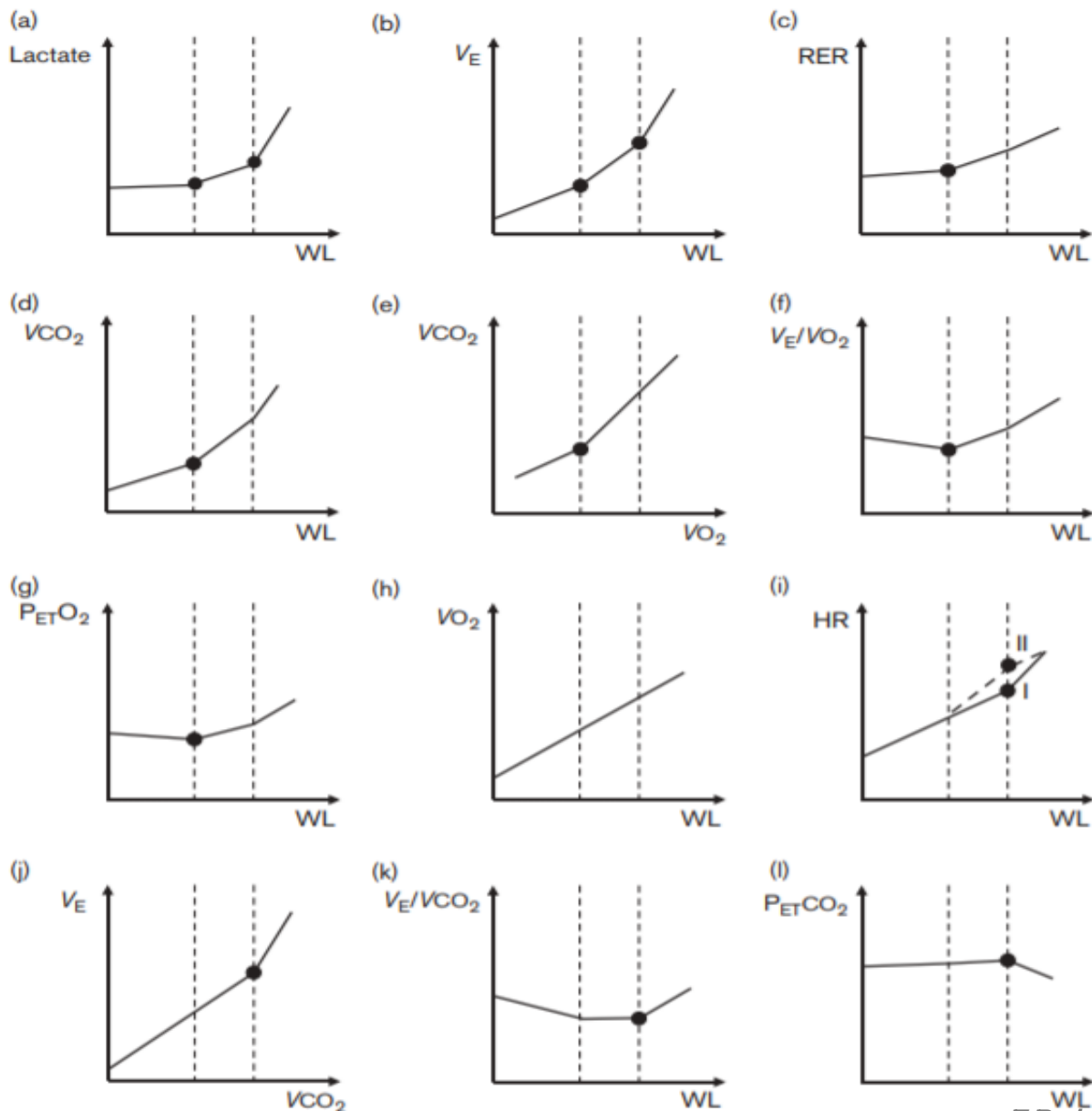
Различия в пороговых показателях мощности нагрузки, при их определении с использованием разных методов идентификации

Вентиляционные пороги: VT 1, VT 2



определяются в ходе эргоспирометрии на основе оценки характера динамики легочной вентиляции и показателей газообмена при выполнении теста с повышающейся нагрузкой

Вентиляционные пороги VT 1 и VT 2: ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

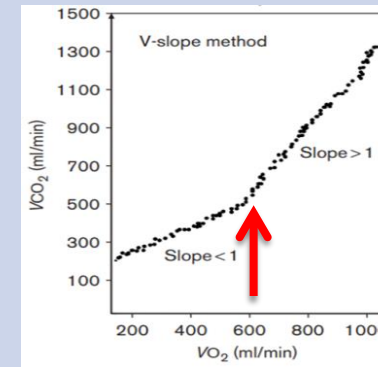


Способы определения порогов, наиболее часто применяемые на практике

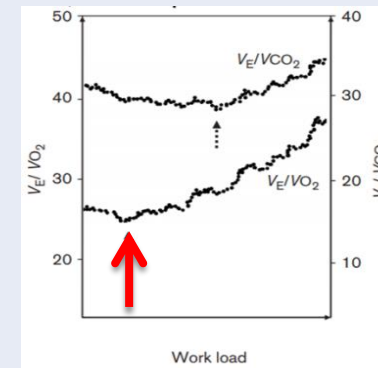
Вентиляционный порог 1 (VT1)

Графическое представление

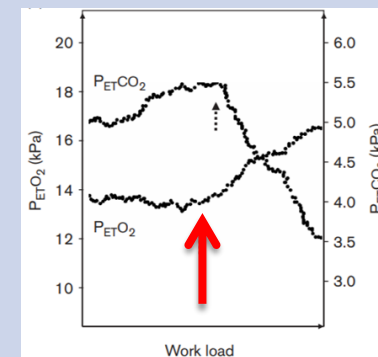
Излом на линии регрессии, отражающей зависимость скорости выделения CO_2 (VCO_2) от скорости потребления O_2 (VO_2), с изменением соотношения от < 1 до ≥ 1 (пороговое значение – точка, с которой скорость возрастания выделения CO_2 превышает скорость возрастания потребления O_2)



Нижняя точка / точка на графике зависимости вентиляционных эквивалентов от мощности нагрузки (WL), соответствующая началу увеличения значений VE/VO_2 без одновременного роста VE/CO_2



Нижняя точка / точка на графике зависимости парциального давления от мощности нагрузки (WL), соответствующая началу увеличения значений $\text{P}_{\text{et}}\text{O}_2$ (парциального давления O_2 в конце выдоха) без уменьшения $\text{P}_{\text{et}}\text{CO}_2$

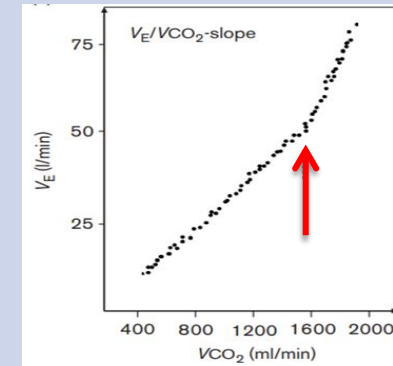


Способы определения порогов, наиболее часто применяемые на практике

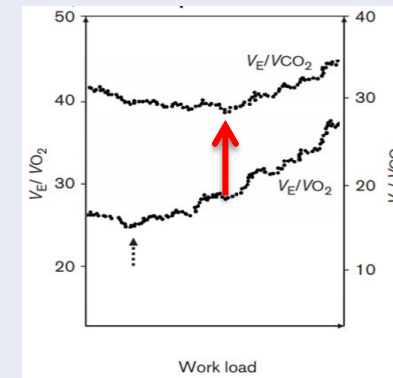
Вентиляционный порог 2 (VT2)

Графическое представление

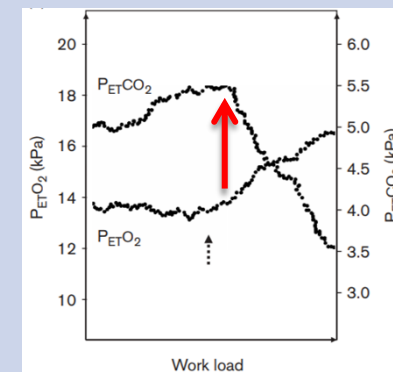
Излом на «вентиляционной кривой» – графике зависимости V_E от мощности нагрузки, времени теста, V_{CO_2} и др.
Пороговое значение – точка, в которой нарушается линейный характер динамики, снижается ее эффективность, и с которой начинается резкое увеличение уровня V_E



Нижняя точка / точка начала нелинейного увеличения на графике зависимости V_E/CO_2 (вентиляционного эквивалента по CO_2) от мощности нагрузки (WL)



Точка отклонения на графике зависимости $P_{et}CO_2$ (парциального давления CO_2 в конце выдоха) от мощности нагрузки (WL)



«HRV (BCP) - порог» / Heart rate variability threshold

(по динамике показателей variability сердечного ритма)

СООТНОШЕНИЕ BCP-ПОРОГОВ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ПОРОГОВ

Первый порог (VT1) определялся с помощью вентиляционного эквивалента (VE) и BCP, второй вентиляторный порог (VT2) определялся тремя методами анализа газов (V-slope, VE, дыхательного коэффициента (R) и BCP.

- Статистически значимых различий пороговых значений ПК, ЧСС и скорости, определяемых разными способами, не выявлено (исключение – скорость VT1)
- **Пороговые значения, выявленные с использованием методов BCP и газоанализа, были значимо взаимосвязаны.** Корреляция в значениях ЧСС была выше между R и HRV ($r = 0,96$) и VE и HRV ($r = 0,96$), чем V-slope и HRV ($r = 0,90$).

Пороговые значения показателей ПК, ЧСС и скорости бега при использовании разных способов их определения (газоанализ: V-slope, VE, RER или HRV)

	V_{O_2} (mL/kg/min)	Heart rate (bpm)	Speed (km/h)
Th 1 inflection	30.6 ±4.5	142.5 ±9.4	9.6 ±1.2
HRVT1	29.2 ±3.5	140.1 ± 10.5	8.7 ± 0.7
Th2 _{V-slope}	45.4 ±7.6	173.5 ± 10.9	14.4 ±2.4
Th2 _{VE}	45.4 ±6.7	173.8 ± 10.1	14.3 ±1.8
Th2 _R	45.3 ±6.1	173.9 ±9.7	14.3 ±1.8
HRVT2	45.7 ±6.3	175.1 ±11.5	14.3 ±1.6

«HRV-порог» (по динамике показателей variability сердечного ритма)

Determination of Lactate Thresholds in Maximal Running Test by Heart Rate Variability Data Set
E.M. F. Nascimento, M.A. Pedutti Dal Molin Kiss, T. Santos, M.Lambert, F.O.Pires
Asian Journal of Sports Medicine: September 2017, 8 (3)

СООТНОШЕНИЕ ВСП-ПОРОГОВ И ЛАКТАТНЫХ ПОРОГОВ

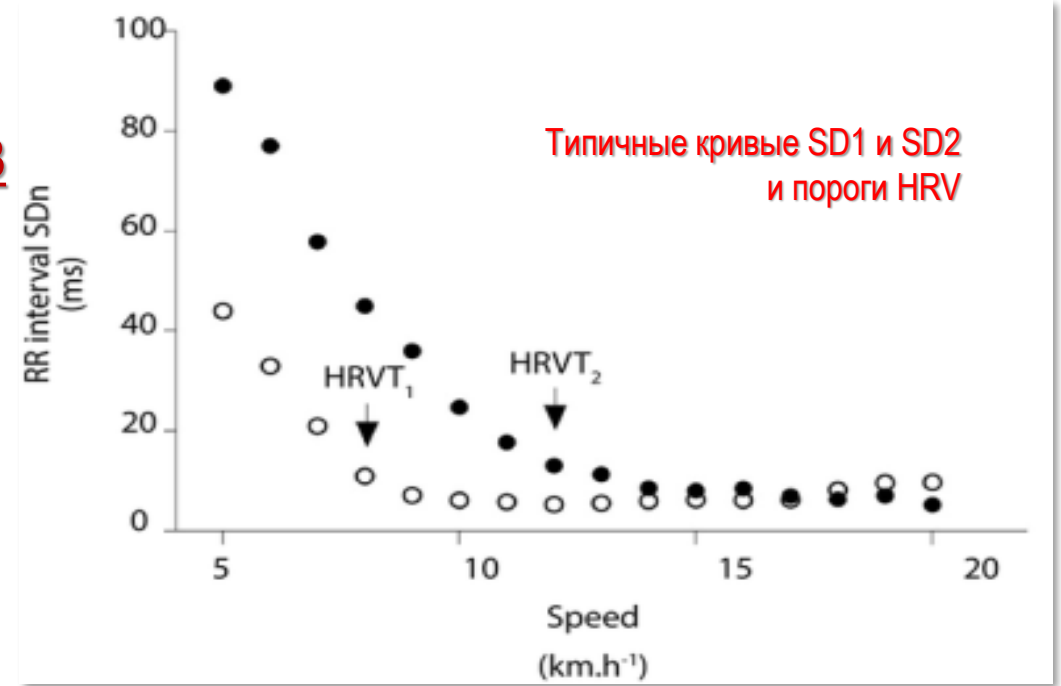
Не обнаружено достоверных различий пороговых значений скорости бега, определенных разными методами:

➤ первый порог:

- LT1 2.0 ммоль/л = 11.9 ± 2.9 км/ч
- LT Dmax = 12.3 ± 1.5 км/ч
- HRV 1 = 11.6 ± 1.6 км/ч

➤ второй порог:

- LT2 3.5 ммоль/л = 14.2 ± 2.6 км/ч
- HRV 2 = 14.2 ± 2.0 км/ч



Пороговые значения скорости бега, RR-интервалов, ЧСС и концентрации лактата при использовании разных способов определения порогов

	Speed (km.h ⁻¹)	RR (ms)	HR (bpm)	Lactate (mmol.L)
LT1	11.9 ± 3	392.8 ± 48	155 ± 17	1.97 ± 0.33
LT2	14.2 ± 3	348.4 ± 25	173 ± 12	3.20 ± 0.51
LT D max	12.3 ± 1	376.5 ± 27	161 ± 12	2.25 ± 0.67
HRVT 1	11.6 ± 2	384.2 ± 38	155 ± 15	2.02 ± 0.68
HRVT 2	14.2 ± 2	349.6 ± 21	173 ± 9	3.42 ± 1.20

Протоколы нагрузочного тестирования для определения пороговых значений



РАЗНЫЕ ПРОТОКОЛЫ – РАЗНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- ✓ скорость повышения нагрузки (рамп, ступени разной продолжительности, «шаг» ступени),
- ✓ способ повышения нагрузки (увеличение скорости/мощности, увеличение наклона)

Влияние протокола тестирования на получаемые результаты

Результаты, полученные при использовании разных протоколов тестирования (разные способы повышения нагрузки)

Пиковые значения	Скорость+ Наклон	Наклон	Скорость	«Ступенька»	Индивидуальный
МПК (л/мин)	4900 (402)	4930 (356)	4850 (384)	4670 (469)	4830 (426)
МПК (мл/мин/кг)	62.2 (5.2)	63.1 (3.3)	61.8 (4.3)	59.5 (4.3)	61.5 (4.5)
ЛВ (л/мин)	158 (17)	161 (17)	156 (18)	152(18)	161 (15)
RER	1.18 (.06)	1.24 (.10)	1.19 (.06)	1.21 (.07)	1.23 (.08)
ЧСС (уд/мин)	189(11)	189 (9)	190 (9)	190 (10)	189 (10)
La (ммоль/л)	7.67 (2.55)	8.44 (2.26)	7.59 (2.74)	7.17 (2.09)	8.47 (2.65)
RPE	18 (1)	19 (1)	18 (1)	18 (1)	19 (1)
Время до «отказа» (мин:с)	10:54 (1:30)	7:30 (1:12)	7:18 (1:06)	25:30 (3:00)	9:48 (0:54)

P.F. Sperlich et al. Individual versus Standardized Running Protocols in the Determination of VO₂max // Journal of Sports Science and Medicine (2015) 14, 386-393 <http://www.jssm.org>

Влияние способа повышения нагрузки на уровень МПК и показателей газоанализа, ЧСС и лактата на уровне МПК

Влияние протокола тестирования на получаемые результаты

Тесты со ступенчато-возрастающей нагрузкой

С 7

Цель исследования: сравнить показатели аэробной производительности, получаемые при разной длительности работы на ступенях теста с велоэргометрической нагрузкой

Участники: 17 квалифицированных спортсменов-велосипедистов.

Варианты продолжительности работы на ступенях: **1, 3, 4, 7 и 10 минут**

Результаты

Показатели	Продолжительность ступени				
	1 мин	3 мин	4 мин	7 мин	10 мин
VO2 peak (мл/мин/кг)	61.0 ± 5.3	59.7 ± 5.4	58.9 ± 6.0	57.3 ± 5.4	56.2 ± 5.5
Продолжительность тестирования (мин)	11.3 ± 0.9	26.8 ± 1.4	34.9 ± 1.9	59.2 ± 3.3	81.6 ± 4.6
Максимальная мощность (Вт)	420 ± 55	337 ± 46	321 ± 47	303 ± 43	295 ± 43

- **Нецелесообразно использовать один и тот же тест для определения пороговых значений и МПК !!!**
- Оптимальная продолжительность теста для оценки МПК - 8-12 мин.

N.A. Jamnick et al. Manipulating graded exercise test variables affects the validity of the lactate threshold and V'O2peak // PLOS ONE | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199794> July 30, 2018

Влияние длительности работы на ступенях теста с возрастающей нагрузкой на **уровень МПК, мощность работы и продолжительность тестовой процедуры**

Влияние протокола тестирования на получаемые результаты

Влияние протоколов тестирования

С 8

Участники: биатлонисты сборной команды РФ, мужчины – основной состав (n=8), женщины – основной и молодежный состав (n=7)

Сравниваемые протоколы:

- **Тест со ступенчато возрастающей нагрузкой** – длинный тест (ДТ): время ступени 3 мин, средняя длительность теста 26-33 мин
- **Тест ФГБУ ЦСП – короткий тест (КТ):** «рампы» до ПАНО (0,5 км/ч в мин, 14-15 мин), пауза отдыха (4-5 мин), тест на МПК (3-4 мин), средняя общая длительность теста - 23-25 мин.

Оба теста – имитация на беговом тредбане с лыжными палками

Тест	Пиковое $\dot{V}O_2$ (мл/кг/мин)		Пиковая ЧСС (уд./мин)		Пиковый лактат (ммоль/л)		Пиковая легочная вентиляция (л/мни)	
	КТ	ДТ	КТ	ДТ	КТ	ДТ	КТ	ДТ
Биатлон, женщины, сентябрь, n=7								
Среднее	63,9	58,8	182,9	190,4	10,6	9,2	127,8	135,0
σ	3,03	4,60	5,76	5,65	1,79	2,15	12,4	11,5
Биатлон, мужчины, сентябрь, n=8								
Среднее	76,2	62,4	193,1	194,3	11,9	8,1	185,7	181,3
σ	6,8	3,9	8,0	8,9	3,3	2,4	17,4	24,9

Мякинченко и др. Сравнение процедур тестирования пикового потребления кислорода, аэробного и анаэробного порогов у биатлонистов высокого класса // Вестник спортивной науки, апрель 2017

- Влияние общей длительности теста с возрастающей нагрузкой на уровень максимального потребления кислорода
- «Длинный» ступенчатый тест не позволяет определить истинное МПК спортсменов высокого класса в видах спорта на выносливость.

Специализированные эргометры для проведения нагрузочного тестирования в лабораторных условиях: разные эргометры – разные возможности



Влияние протокола тестирования на получаемые результаты: **ЭРГОМЕТР** / способ задания нагрузки

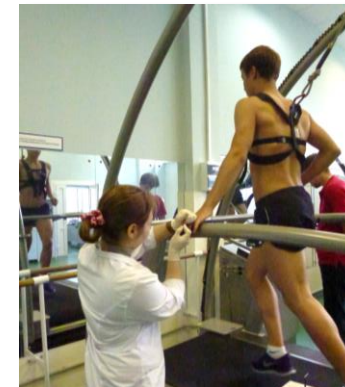
Спортсмен	Плавание		Вело		Бег	
	ЧСС ПАНО, уд/мин	Скорость ПАНО, м/с	ЧСС ПАНО, уд/мин	Мощность ПАНО, Ватт	ЧСС ПАНО, уд/мин	Мощность ПАНО, км/ч
Ю.П.	168	1,34	170	294	186	18,2
П.С.	161	1,41	164	266	181	17,8

Уровень пороговых значений ЧСС и мощности / скорости на уровне ПАНО (OBLA 2 и 4 ммоль/л)

при разных вариантах нагрузки /эргометрах)

(плавание в бассейне, велоэргометр, тредбан)

Долинский А.А., Пыльский Ю.С., 2020



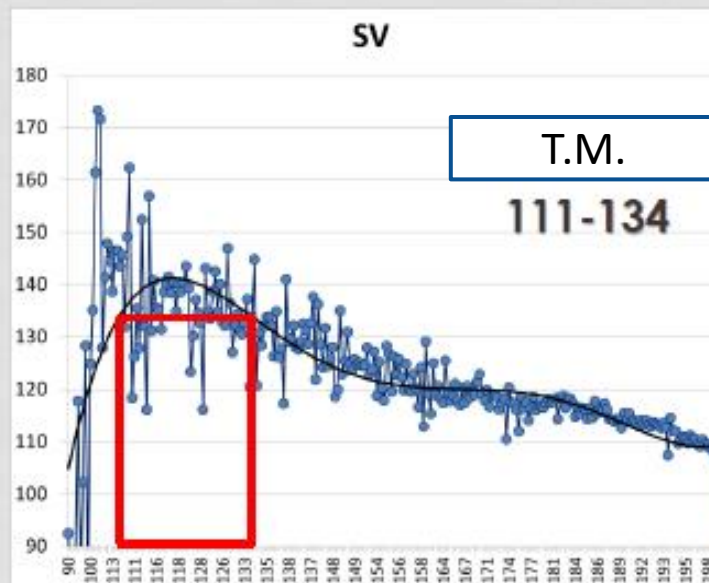
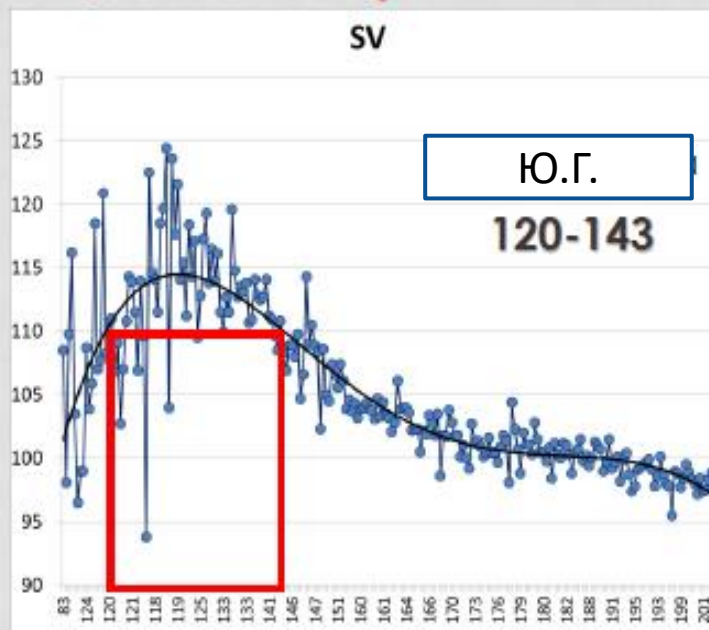
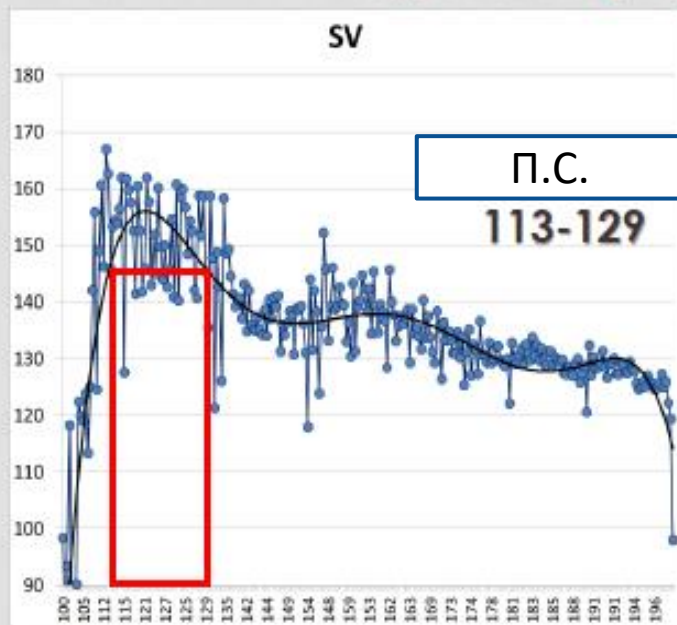
Нагрузочное тестирование – не только «пороги» и МПК!

Преимущества
спироэргометрии
(тестирования с
газоанализом)

- ⇒ «Пороговые» значения: пороговое потребление кислорода (л/мин., мл/мин/кг, % от МПК), пороговая ЧСС, пороговая мощность / скорость
- ⇒ Максимальные значения: потребление кислорода (МПК, или $\dot{V}O_2\max$), максимальная ЧСС, мощность / скорость на уровне МПК
- ⇒ экономичность работы кардио-респираторной системы
- ⇒ эффективность работы / рациональность использования аэробного потенциала
- ⇒ скорость восстановления после нагрузки
- ⇒ скорость утилизации лактата
- ⇒ ударный объем сердца
- ⇒ FatMax – максимальная интенсивность утилизации жиров

Результаты тестирования как основа для индивидуализации подготовки (индивидуальные целевые зоны)

С 5



Динамика ударного объема (SV) в ходе бегового нагрузочного тестирования триатлонистов

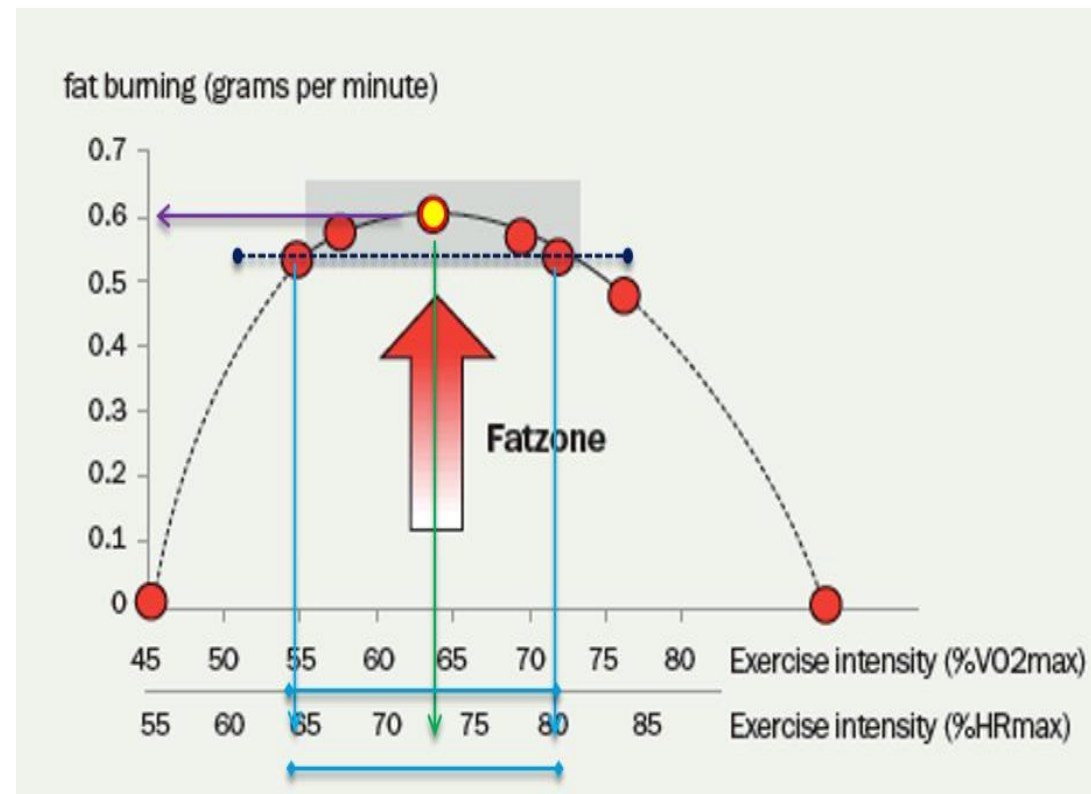
График зависимости ударного объема (SV) от скорости бега на тредбане в тесте с повышающейся нагрузкой

Индивидуальные особенности → индивидуальные целевые зоны при планировании тренировочных нагрузок

Определение FatMax и FatMax Zone – области интенсивности нагрузки с максимальной скоростью окисления жиров

Для каждого спортсмена определяются:

- FatMax – интенсивность упражнений, при которой наблюдается самая высокая скорость окисления жиров;
- FatMin – интенсивность упражнения, когда скорость окисления жиров значительно снизилась;
- FatMax Zone - диапазон интенсивностей нагрузки с интенсивностью окисления жиров в пределах 10 % от уровня окисления жиров при FatMax



Формулы для расчета (Fraayn, 1983):

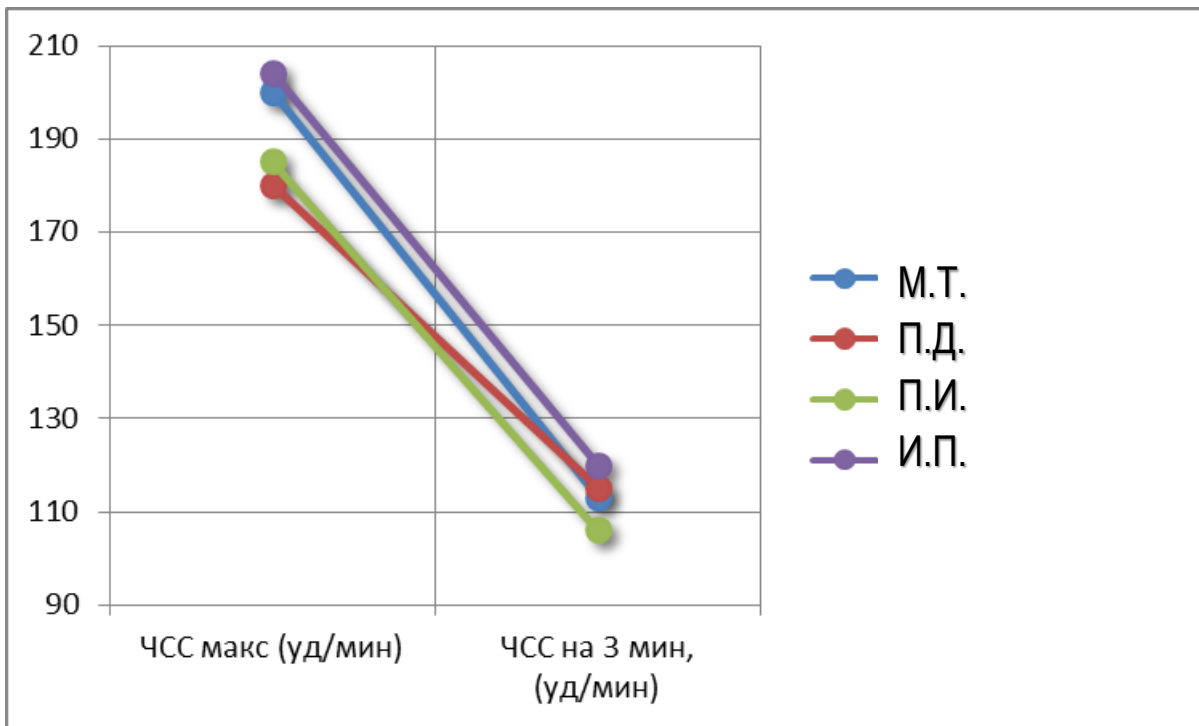
- Скорость окисления (утилизации) жиров = $1.67 \times \text{VO}_2$ (л/мин) – $1.67 \times \text{VCO}_2$ (л/мин)
- Скорость окисления углеводов = $4.55 \times \text{VCO}_2$ – $3.21 \times \text{VO}_2$

При выполнении теста со ступенчато возрастающей нагрузкой показатели VO_2 и VCO_2 фиксируются в течение последних 2-х минут каждой ступени теста

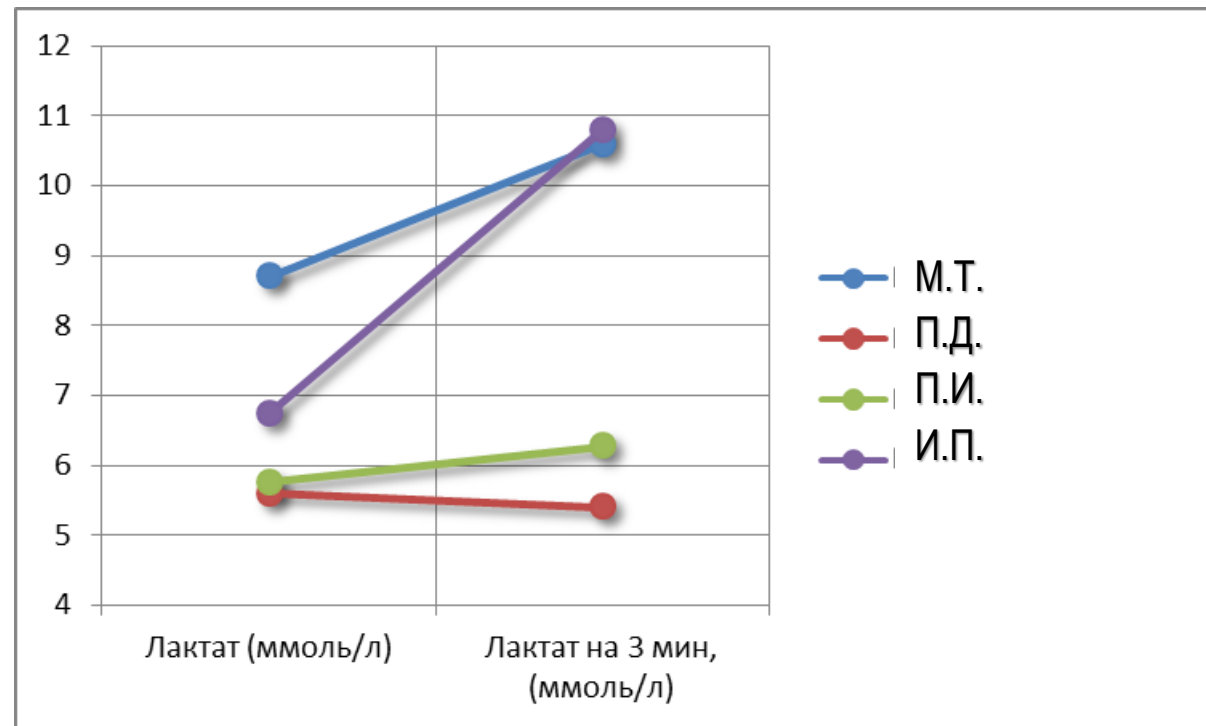
Скорость утилизации лактата

Гетерохронность динамики изменения показателей концентрации лактата и ЧСС в постнагрузочный период

ЧСС (уд/мин) в конце теста и на 3-й минуте восстановления

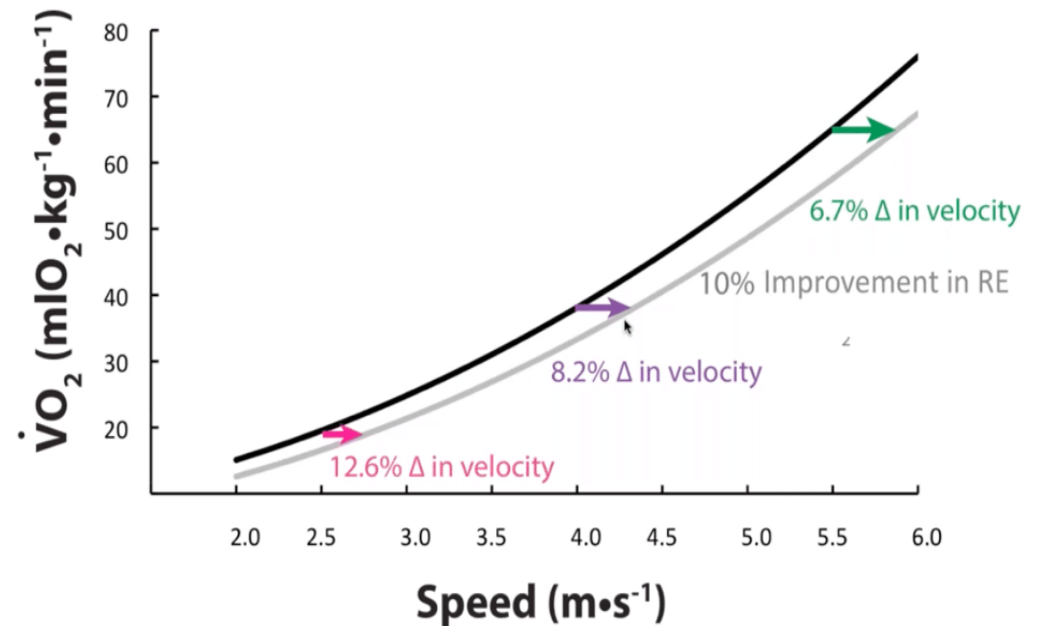


Концентрация лактата (ммоль/л) в конце теста и на 3-й минуте восстановления)



Уровень экономичности бега

- **Степень эффективности потребления O_2 при выполнении беговой нагрузки**
- Экономичность бега может отличаться у бегунов с одинаковым значением МПК на 30%.
У элитных и профессиональных бегунов с аналогичным уровнем МПК на результат будет влиять в большей степени экономичность бега



Теоретическое улучшение экономичности бега на 10 % приведет к увеличению скорости на 6,7 % на более высоких скоростях (~4:52 мин/миля), и на 12,6% на более медленных скоростях (~ 10:47 мин / миля) [Kipp et al 2019]

Большинство улучшений в экономичности бега в результате тренировочных воздействий приводят к улучшению экономичности бега примерно на 2-5% [Barnes & Kilding 2013]

Рекомендации спортсменам с низким уровнем экономичности

Высокая энергозатратность бега на заданной скорости говорит о необходимости выполнения тренировок, направленных на улучшение экономичности бега.

Варианты целенаправленных тренировочных воздействий:

- Силовые тренировки, направленные на совершенствование нейромышечных механизмов (взрывная сила с отягощениями, плиометрика, максимальная сила).
- Среднегорная подготовка.
- Тренировки в условиях высокой температуры окружающего воздуха.
- Специальные беговые упражнения и другие варианты улучшения индивидуальной техники бега.

Многие факторы, определяющие экономичность бега, могут быть улучшены за счет специальной тренировки

Индивидуализация: тренировка, приводящая к изменениям экономичности бега одного спортсмена может быть неэффективна для другого спортсмена из-за различий в физиологических или биомеханических характеристиках

Экономичность и эффективность работы кардио-респираторной системы

КИСЛОРОДНЫЙ ПУЛЬС - соотношение скорости потребления кислорода и ЧСС

- Характеристика согласованности и экономичности работы кардио-респираторной системы при физической нагрузке.
- Кислородный пульс показывает, сколько кислорода транспортируется к потребляющим кислород тканям, в первую очередь, к работающим мышцам, за одно сердечное сокращение.

КОЭФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОРОДА - соотношение количества потребляемого кислорода и легочной вентиляции

- Отражает количество миллилитров кислорода, потребляемого организмом (в первую очередь, его активно работающими мышцами) из каждого литра воздуха, поступающего в легкие.
- КИК (в %) рассчитывается от величины его содержания в воздухе (20.93%).
- Чем он выше при физической работе, тем больше вероятность его полного использования активно работающими мышцами и, соответственно, выше аэробный потенциал скелетных мышц, принимающих непосредственное участие в физической работе.

Систематичность оценки + постоянство используемой методики

Определение пороговых значений ЧСС и нагрузки

Лабораторное тестирование



«Полевое» тестирование



Тест Конкони

Метод Джо Фрила

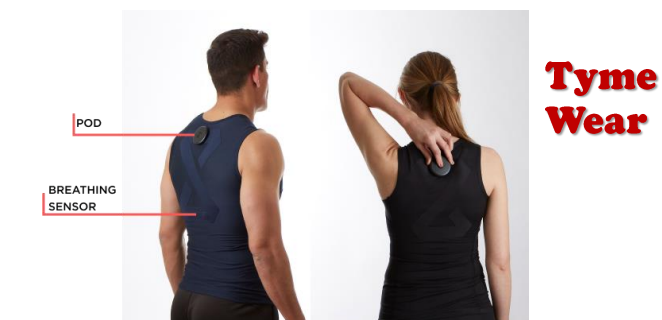
После разминки пробежать 30 минут в полную силу в ровном темпе.
Средняя ЧСС за последние 20 минут бега примерно соответствует уровню ПАНО.

Плавание: проплывание двух отрезков - 400 и 200 метров на предельной скорости для этой дистанции (с 15 мин. паузой)

Пороговая скорость (м/сек) = $200 / (t_{400} - t_{200})$

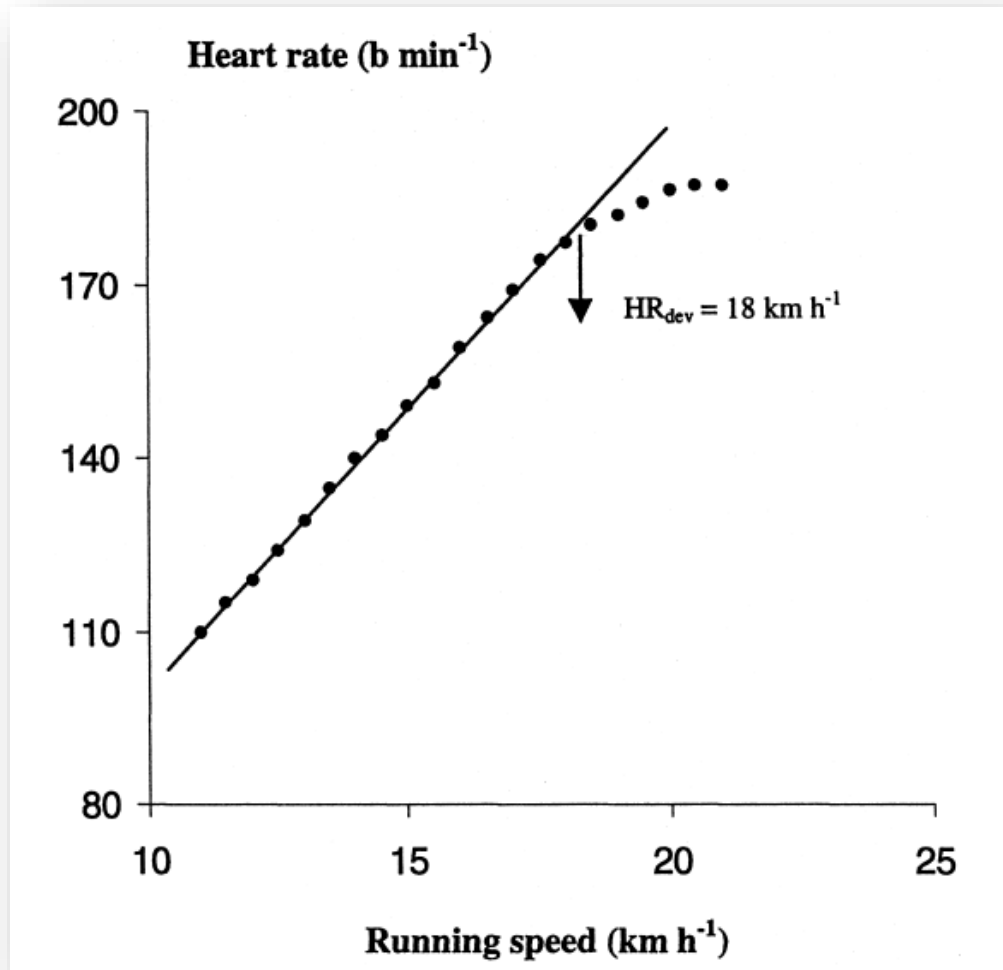
Перевести скорость из м/сек во время на 100м ПС (с/100 м) = $100 : ПС (м/с)$

Высоко-технологичное «полевое» тестирование



Тест Конкони

«**ЧСС-порог**» (точка отклонения на графике зависимости ЧСС от скорости/мощности)



Определение точки отклонения частоты сердечных сокращений.

Точка отклонения частоты сердечных сокращений - это скорость движения, при которой график зависимости ЧСС от скорости начинает отклоняться от «линейности».

- Результаты исследований в беге (Jones and Doust 1997) и велоспорте (Heck and Hollmann, 1992) показали, что при определении пороговых значений по отклонению ЧСС у большинства спортсменов происходит «завышение» интенсивности по сравнению с тем, что получается при тесте MLSS.
- «Точка отклонения» не у всех спортсменов определяется явным образом – нет «перелома» на графике

«YO-Yo тест» («Бип-тест»)



Расчетные значения показателя МПК по результатам выполнения Yo-Yo-теста (фрагмент)

Уровень скорости	Номер отрезка	Скорость (км/ч)	Время на преодоление отрезка (с)	Пройденная дистанция (м)	Общее время выполнения теста (мин:с)	Расчетное значение МПК (на кг массы тела)
17	1	16.0	9.0	1440	12:01	48.50
	2			1480	12:20	48.83
	3			1520	12:39	49.17
	4			1560	12:58	49.50
	5			1600	13:17	49.84
	6			1640	13:36	50.18
	7			1680	13:55	50.51
	8			1720	14:14	50.85

- При анализе динамики расчетные значения показателя МПК сравниваем только с расчетными!

Определение максимальной ЧСС в «полевых условиях»

Беговой тест с возрастающей нагрузкой:

пробегание 4 отрезков по ~600 метров

Необходим кардиомонитор

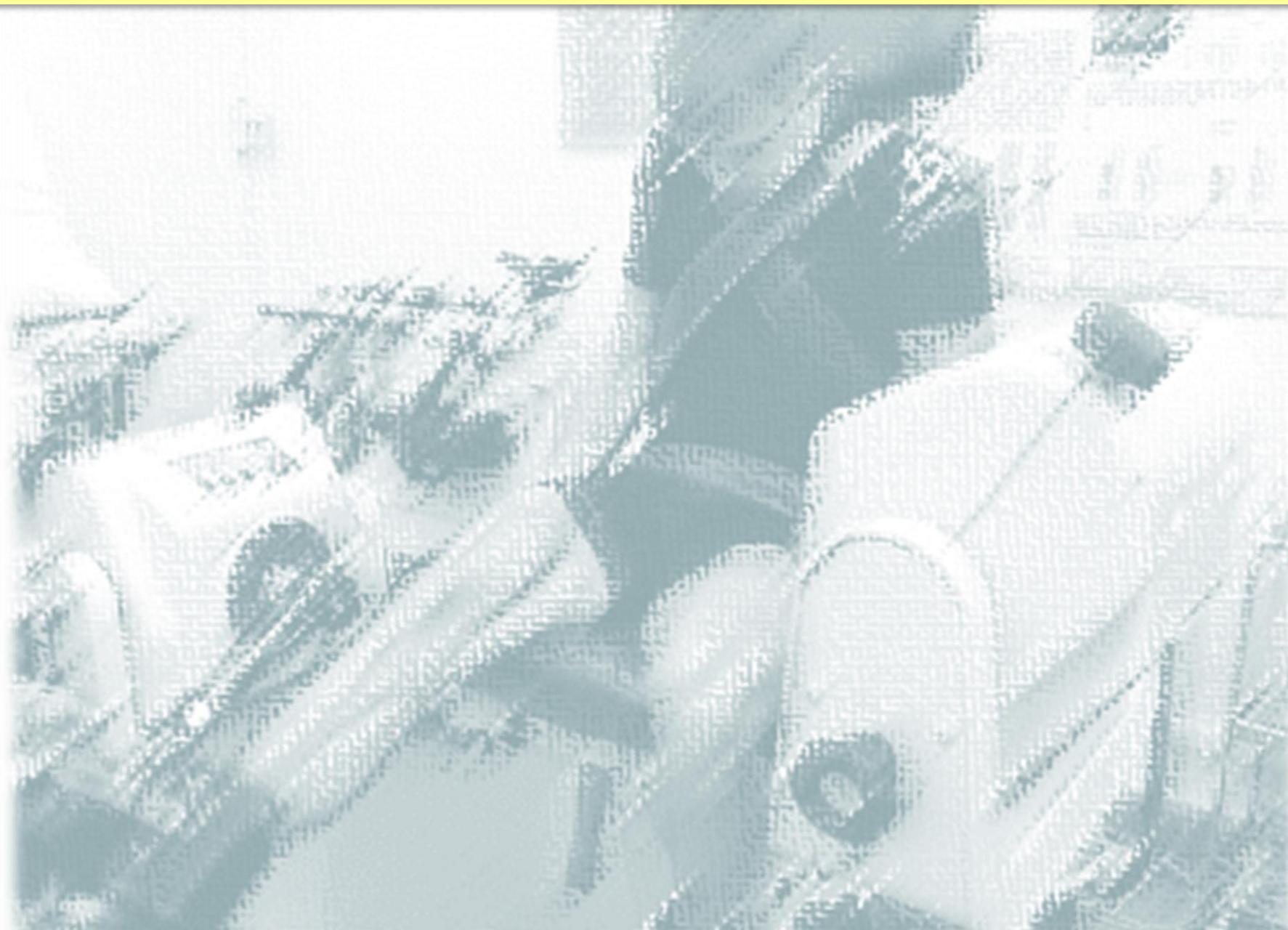
Нагрузка (скорость бега) определяется самим спортсменом:

- 🕒 1-й отрезок – со скоростью ниже средней
- 🕒 2-й отрезок – со средней скоростью
- 🕒 3-й отрезок – с высокой скоростью
- 🕒 4-й отрезок – с максимально возможной скоростью

Максимальная ЧСС определяется как самое высокое значение ЧСС на кардиомониторе



Силовые и скоростно-силовые качества



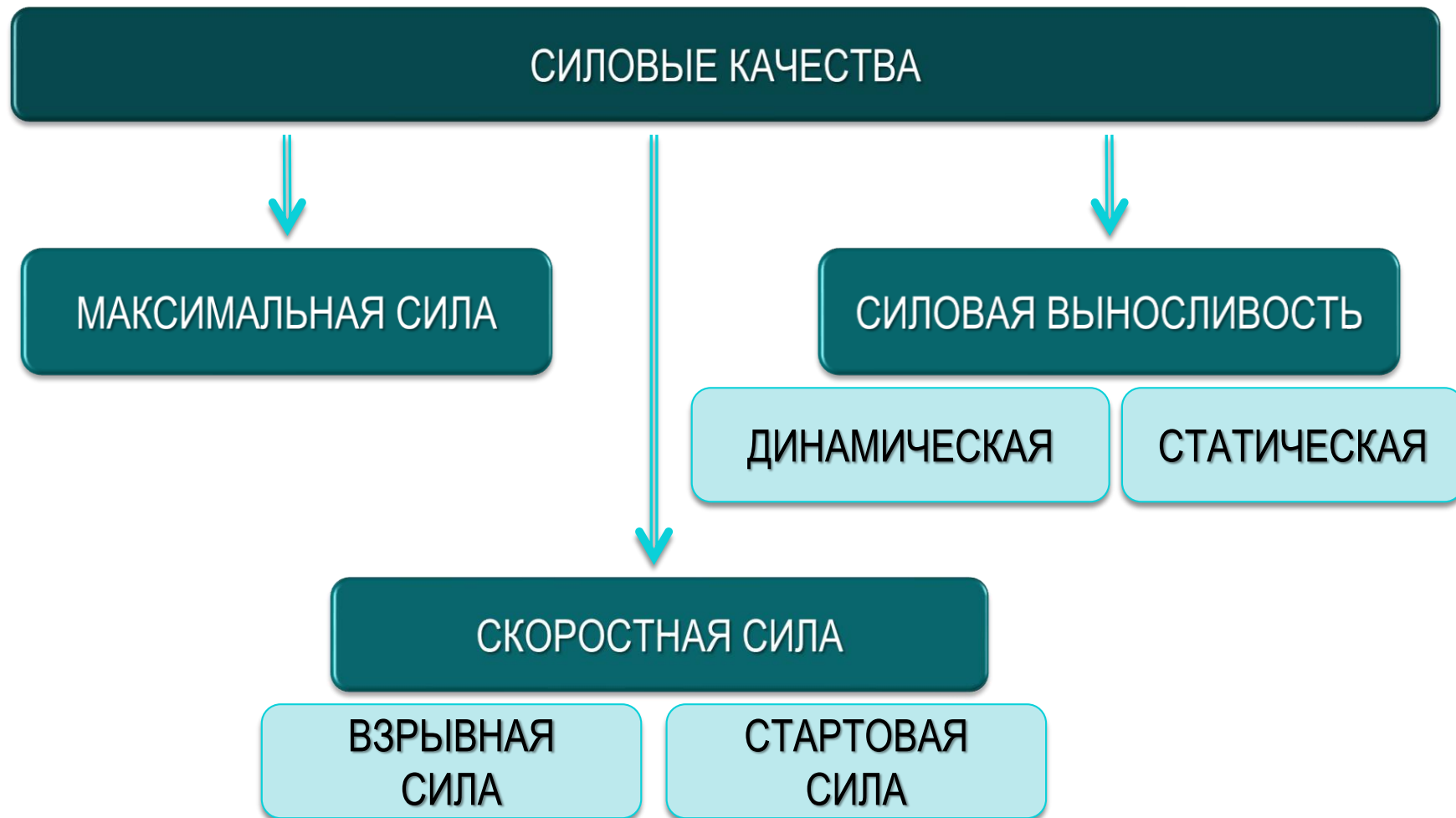


Силовые качества необходимы практически во всех видах спорта,
но в разной мере и в разных соотношениях

Эти различия определяют и различия в задачах, построении,
средствах и методах силовой подготовки,

а, следовательно, и в задачах, средствах и методах контроля в процессе силовой подготовки





КОНТРОЛЬ СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ И СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА В ПРОЦЕССЕ СИЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ

В условиях тренировочного процесса:
педагогические тесты, инструментальные методики



В условиях лабораторий:
на специально оборудованных стендах, включающих различное оборудование



Оценка силовых и скоростно-силовых качеств: **выбор протокола и оцениваемых показателей**

Тестирование с использованием динамометра BIODEX MultySystem



Выбор режима: изометрический или изокINETический («статика» или «динамика»)

одиночное движение, серия движений

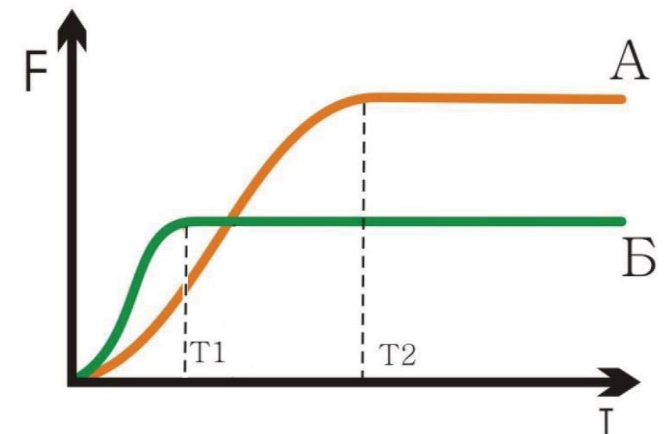
Выбор протокола:

Выбор угловой скорости:

60 град/с («максимальная сила»), 180 град/с, 300 град/с («скоростные возможности»)

Выбор показателя: абсолютная или относительная сила, собственно сила или градиент силы

- При большой длительности движения (*больше t_2*) преимущество оказывается у более сильного спортсмена А
- Если силу нужно проявить быстро (за время *меньше t_1*), то преимущество будет на стороне спортсмена Б

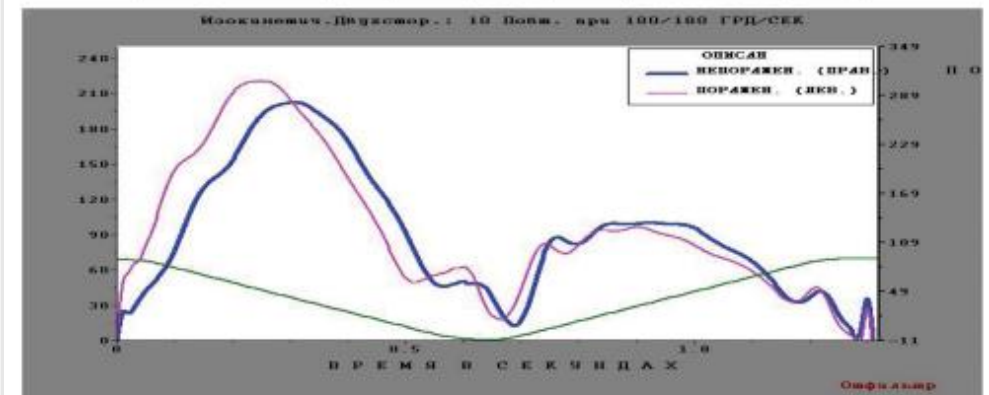


Оценка силовых и скоростно-силовых качеств: выбор протокола и оцениваемых показателей

Тестирование с использованием динамометра BIODEX

- ✓ Возможность оценки асимметричности силовых проявлений (правая/левая) (10 и более % - фактор риска)
- ✓ Возможность оценки сбалансированности силовых проявлений (разгибатели/сгибатели) (Менее 60 % - фактор риска)
- ✓ Возможность оценки динамики силовых проявлений (характер кривой на графике)

# ПОВТОР.: Прав. 10	РАЗГИБАН. 180 ГРД/СЕК			СГИБАН. 180 ГРД/СЕК			
	НЕПОРАЖЕН	ПОРАЖЕН	ДЕФИЦИТ	НЕПОРАЖЕН	ПОРАЖЕН	ДЕФИЦИТ	
# ПОВТОР.: Лев. 10	прав.	лев.		прав.	лев.		
ПИК ВР.МОМ.	Н-М	202.4	220.5	-8.9	100.0	96.5	3.5
ПИК ВР.М/ВТ	%	184.3	200.7		91.0	87.8	
ВРЕМ.К ПИК ВРМ	мСЕК	320.0	270.0		280.0	290.0	
УГОЛ ПИКА ВР.М	ГРД	40.0	46.0		35.0	31.0	
ВР.М @ 30.0 ГРД	Н-М	186.3	182.7	1.9	98.7	96.5	2.2
ВР.М @ 0.18 СЕК	Н-М	142.2	189.6	-33.3	93.4	83.9	10.1
КОЭФ.ВАРИАЦИИ	%	9.9	7.1		16.0	20.3	
МАХ Повт.СуммРаб	с	241.1	253.9	-5.3	127.0	125.2	1.4
МАХ РАБ.ПОВТ.Ч	#	3	1		4	1	
РАБ.ВЕС ТЕЛА	%	219.4	231.1		115.6	114.0	
СУММ.РАБОТ	с	2223.0	2249.9	-1.2	990.0	921.8	6.9
РАБ.ПЕРВОЙ ТРЕТИ	с	814.9	877.2		386.8	394.1	
РАБ.ПОСЛ.ТРЕТИ	с	615.9	606.1		250.5	213.1	
УТОМИТ.РАБОТ	%	24.4	30.9		35.2	45.9	
СР.МОЩНОСТ	ВАТТЫ	341.0	332.8	2.4	150.5	132.6	11.8
ВРЕМЯ УСКОРЕНИЯ	мСЕК	80.0	60.0		60.0	60.0	
ВРЕМЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ	мСЕК	100.0	90.0		110.0	120.0	
ГОМ	ГРД	99.5	106.2		99.5	106.2	
СР.ПИК ВР.М	Н-М	180.5	196.6		80.9	73.1	
ОТНАГОНИАНТАГОН	%	49.4	43.8	В: 72.0			



Оценка силовых и скоростно-силовых качеств: **выбор протокола и оцениваемых показателей**

Тестирование с использованием тензометрической платформы



Регистрируемые показатели:

- W_{\max} - Максимальная мощность
- t - время отталкивания
- Максимальная сила

Расчетные показатели:

- Высота прыжка (см)
- $W_{\text{отн}}$ – Относительная максимальная мощность (на кг массы тела)
- J – Максимальный градиент силы - отражает скорость нарастания усилия

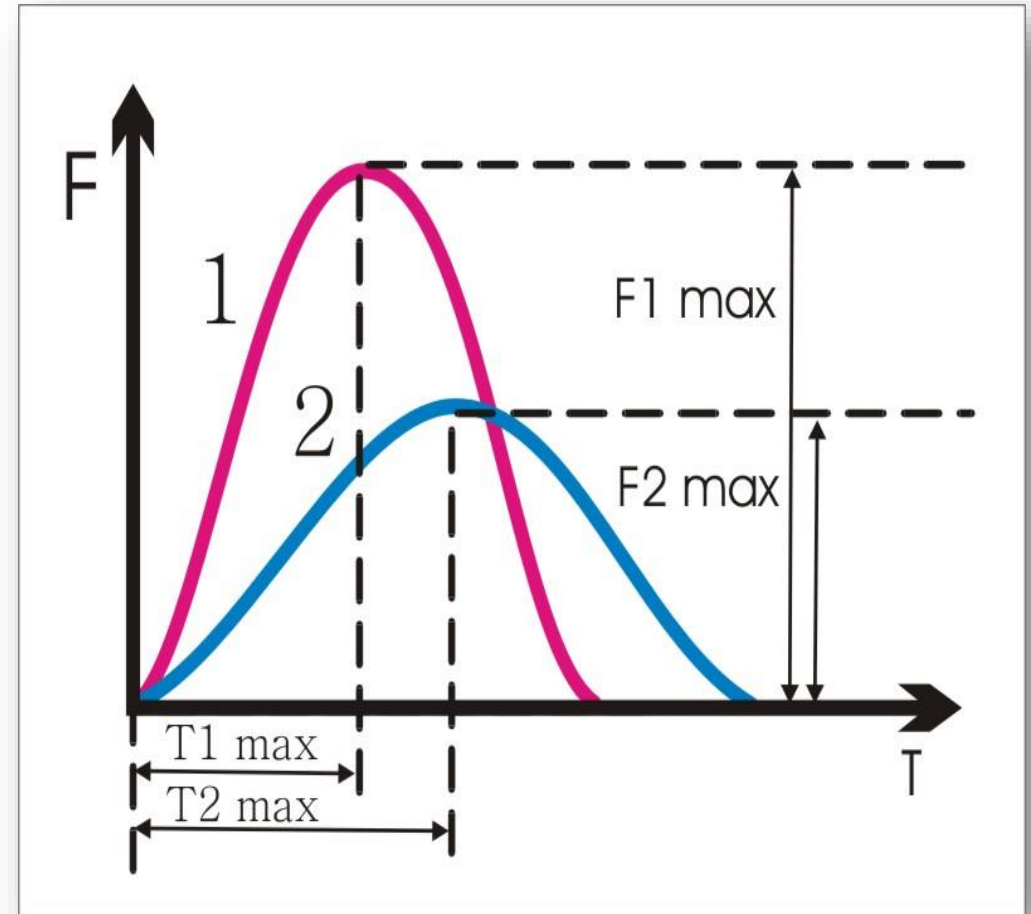
Тензометрия в условиях лабораторного тестирования

Тензодинамограмма: различия у спортсменов разной квалификации

➔ Различия динамограммы отталкивания при прыжке вверх с места у квалифицированного спортсмена и «новичка»:

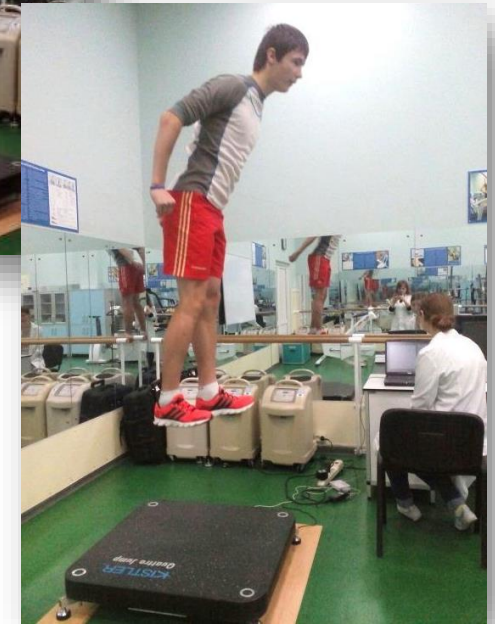
кривая взрывного усилия у спортсмена более высокой квалификации показывает не только высокий уровень проявления силы, но и достижение ее за очень короткий промежуток времени

Проявления «взрывной» силы при прыжке вверх у мастера спорта (1) и начинающего спортсмена (2)



Тензометрия в условиях лабораторного тестирования

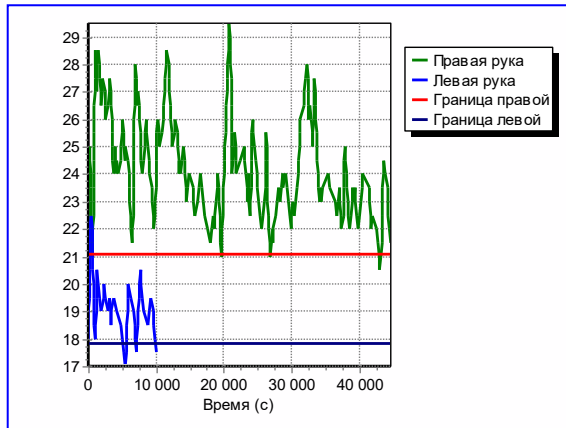
Необходима стандартизация методики для обеспечения надежности и сопоставимости результатов в динамике !!!



Кистевая динамометрия (электронный динамометр): Статическая сила и силовая выносливость

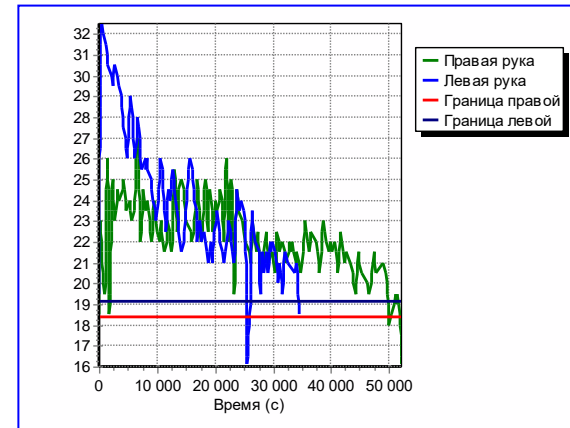
Характер динамики удержания усилия (50 % от максимального) в ходе выполнения теста

Г. Ц.

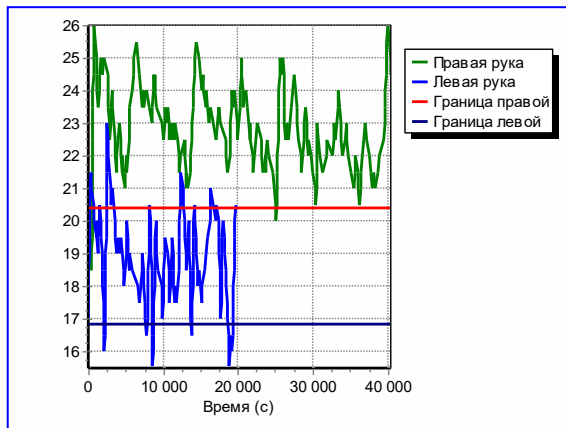


Октябрь 2021

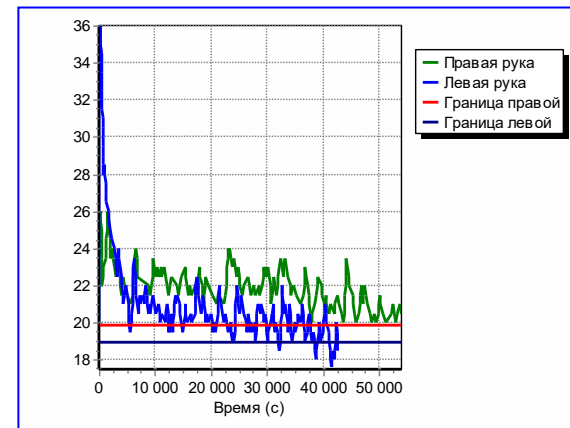
А. Т.



Октябрь 2021




Декабрь 2021




Декабрь 2021

Лабораторные условия

«Плюсы»

- 
- стандартные условия
 - воспроизводимость
 - возможность оценки силы локальных мышечных групп
 - возможность оценки «чистых» силовых качеств
 - возможность индивидуального подбора и точной регламентации нагрузок

«Минусы»

- 
- в основном неспецифичные условия
 - необходимость специального оборудования
 - необходимость специального персонала
 - временные и организационные затраты
 - иногда – полученные результаты являются более сложными для восприятия тренерами и спортсменами

Педагогический контроль силовых качеств: тесты (контрольные упражнения)

СИЛОВЫЕ (максимальная сила)

Собственно силовые качества определяются величиной поднимаемого отягощения или преодолеваемого сопротивления (жим, приседания со штангой, тяга штанги лежа и т.п.)

СКОРОСТНО-СИЛОВЫЕ

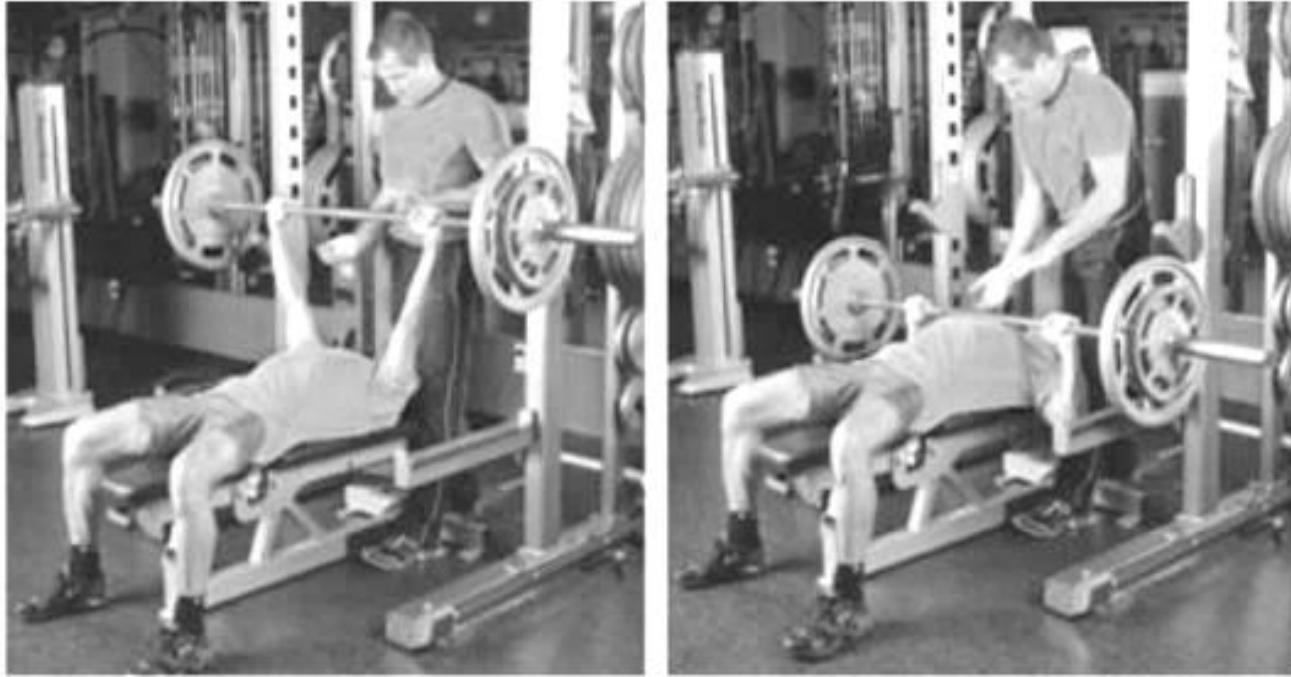
Скоростно-силовые качества определяются по результатам прыжковых упражнений, метаний, спринтов на коротких отрезках (прыжок в длину и вверх с места, в том числе с отягощениями, бросков набивного мяча, бега на коротких отрезках до 15 м и т.п.)

СИЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ

Силовая выносливость определяется продолжительностью заданной стандартной работы, суммарный объем работы (кол-во повторений) при выполнении программы теста, соотношение силовых показателей в начале и в конце продолжительной работы

Применять в качестве тестов координационно сложные движения нецелесообразно, так как результат в них в значительной степени зависит от технического мастерства

Педагогический контроль: силовые качества - определяются величиной поднимаемого отягощения или преодолеваемого сопротивления



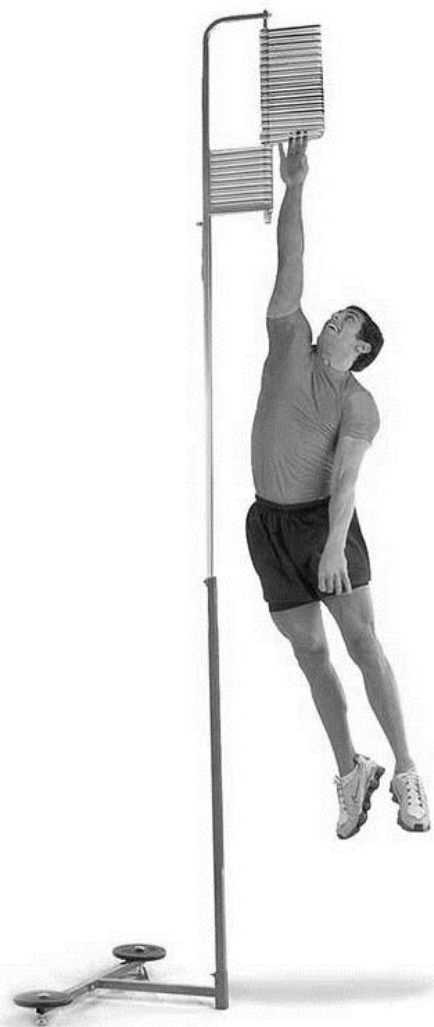
- Для определения величины **1ПМ** спортсмена ему не обязательно выполнять максимальную нагрузку.
- Расчет значения 1-ПМ может быть произведен по результатам работы с субмаксимальным весом - по формулам, в которые подставляются значения для 4-6-ПМ и 7-10-ПМ

(Dohoney P. et al. (2002).

Расчеты для жима лежа

- по 4-6-ПМ : $1\text{-ПМ} = -24.62 + (1.12 \times \text{вес}) + (5.09 \times \text{кол-во повторений})$
- по 7-10-ПМ : $1\text{-ПМ} = -1.89 + (1.16 \times \text{вес}) + (1.68 \times \text{кол-во повторений})$

Педагогический контроль: скоростно-силовые качества




Педагогический контроль: СИЛОВАЯ ВЫНОСЛИВОСТЬ




«Условия тренировочного процесса»

Педагогические тесты

«Плюсы»

- 
- доступность
 - оперативность – возможность использовать прямо в ходе тренировочного занятия
 - простота обработки и представления результатов
 - чаще всего не требуют дополнительных сотрудников, могут проводиться самими тренерами
 - полученные результаты более понятны для тренеров и спортсменов

«Минусы»

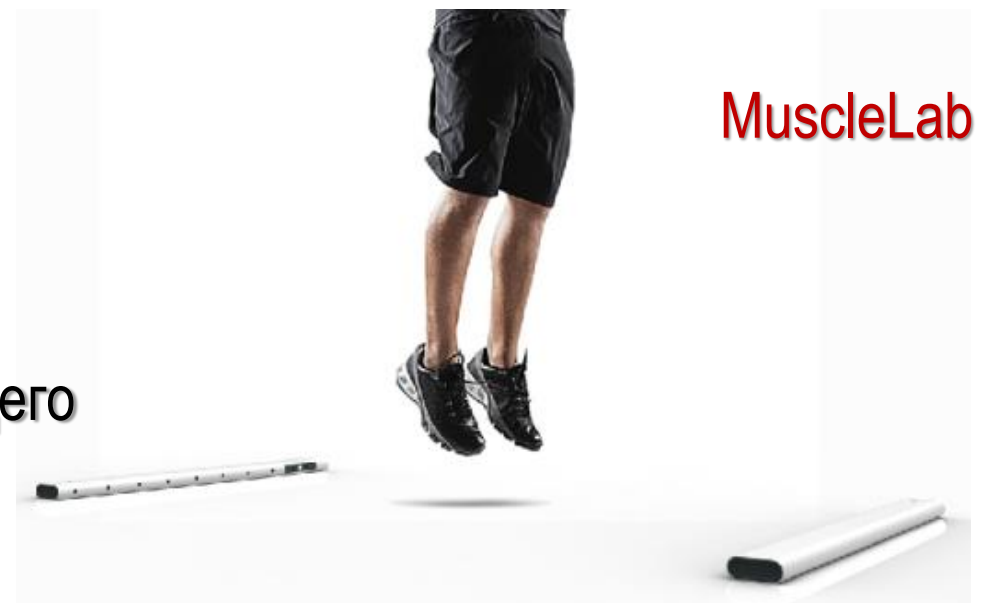
- 
- сложность обеспечения стандартных условий
 - влияние «технической составляющей» во многих тестовых заданиях – сложно оценить «чистую силу»

Оптические контактные системы

Состоят из двух блоков, создающих вместе «ковёр» инфракрасного света на высоте нескольких миллиметров над полом. При прерывании световых лучей запускается таймер, время фиксируется, что позволяет определять время контакта и полета (нахождения в безопорном положении).

- Программно рассчитываются:

- 1) Время контакта с поверхностью (s)
- 2) Время, проведенное в безопорном положении (s)
- 3) Высоту прыжка в сантиметрах
- 4) Отношение мощности к весу
- 5) Ритм (кол-во/с)
- 6) Смещение по поверхности относительно предыдущего прыжка
- 7) Используемая площадь и др.



Возможности косвенной оценки силовых качеств

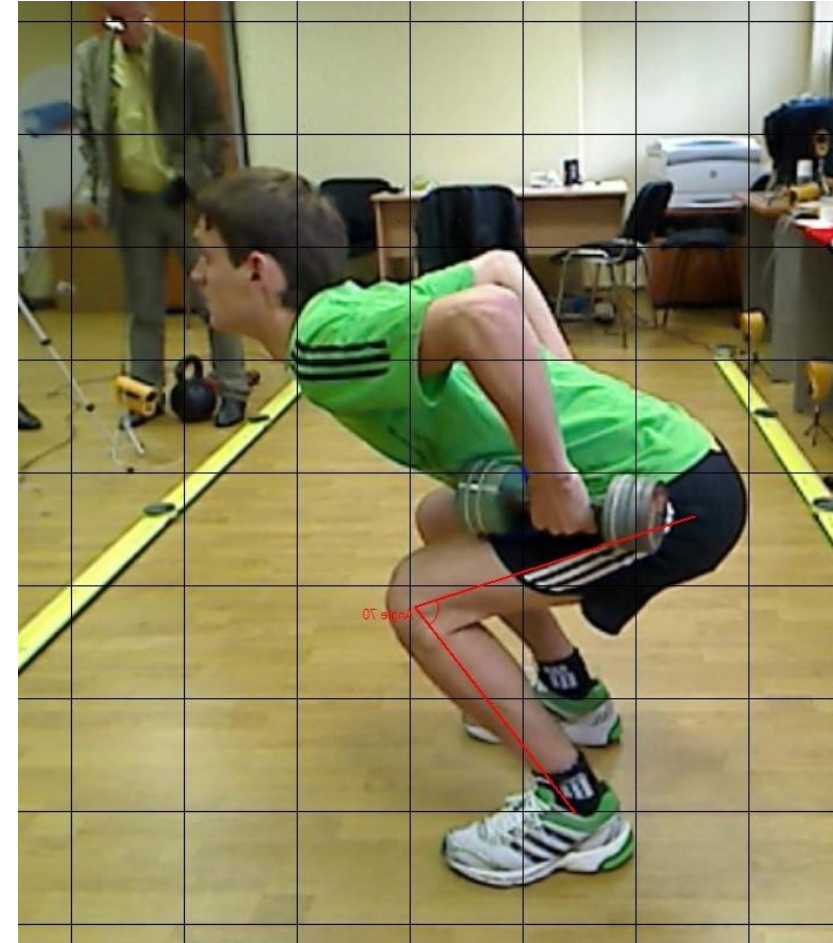
По высоте прыжка

- Высота прыжка часто используется как показатель силы мышц ног
- Результаты исследований: высота прыжка вверх не дает четкой информации о силовых показателях
- Улучшение мышечной силы ног не гарантирует увеличения высоты прыжка
- Необходима комплексная оценка нескольких параметров для корректной оценки функциональных возможностей [Mascherini et al., 2019]

Фотоэлементы оценивают высоту прыжка на основе времени полета, но не могут предоставить точную информацию о силе и мышечной мощности (Dugan et al., 2004). Поэтому необходима прямая оценка этого качества во время прыжка вверх.

Устройства для прямого измерения силы/мышечной силы:

- Акселерометр - устройство, регистрирующее ускорение во время фаз двигательного действия,
- Тензоплатформа - регистрация силы реакции опоры, создаваемой ногой, соприкасающейся с платформой.

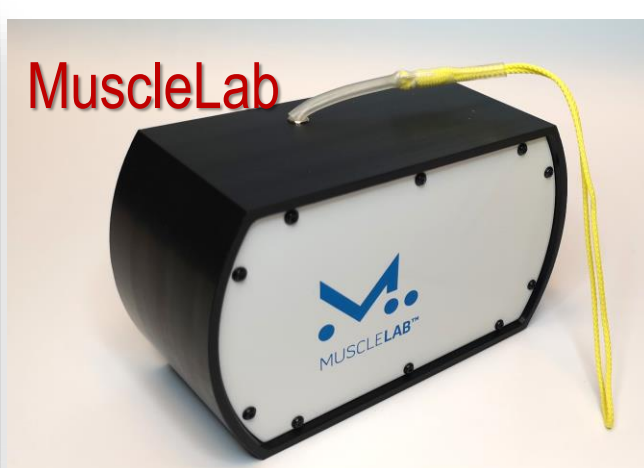


Линейные энкодеры (датчики линейного положения, датчики скорости)

Энкодер может прикрепляться практически к любому движущемуся объекту или части тела и измерять перемещение, скорость, мощность и т. д.

Возможности:

- Создание индивидуального профиля соотношения «Сила/скорость»
- Оценка 1ПМ без необходимости проведения фактического теста 1ПМ
- Тренировки с биологической обратной связью по мощности, MPV (средней скорости движения) или параметру RVD (ускорение), с концентрацией на развитии взрывной силы
- Помогает выявлять признаки утомления, усталости, перегрузки и болезни спортсменов, своевременно корректировать тренировочные программы



The validity and reliability of the GymAware linear position transducer for measuring counter-movement jump performance in female athletes

Shannon O'Donnell et al, 2016

Цель:

Оценить достоверность и надежность результатов тестирования с использованием устройства GymAware Linear Position Transducer (LPT) по сравнению с тензоплатформой при выполнении прыжка вверх с подседанием

Результат: Выявлена сильная корреляция результатов прыжка для устройства GymAware по сравнению с тензоплатформой,

НО имелась тенденция к завышению высоты прыжка примерно на 7 см.

НАДЕЖЕН, НО НЕ ТОЧЕН

Validity of a Commercial Linear Encoder to Estimate Bench Press 1 RM from the Force-Velocity Relationship

Laurent Bosquet, 2010

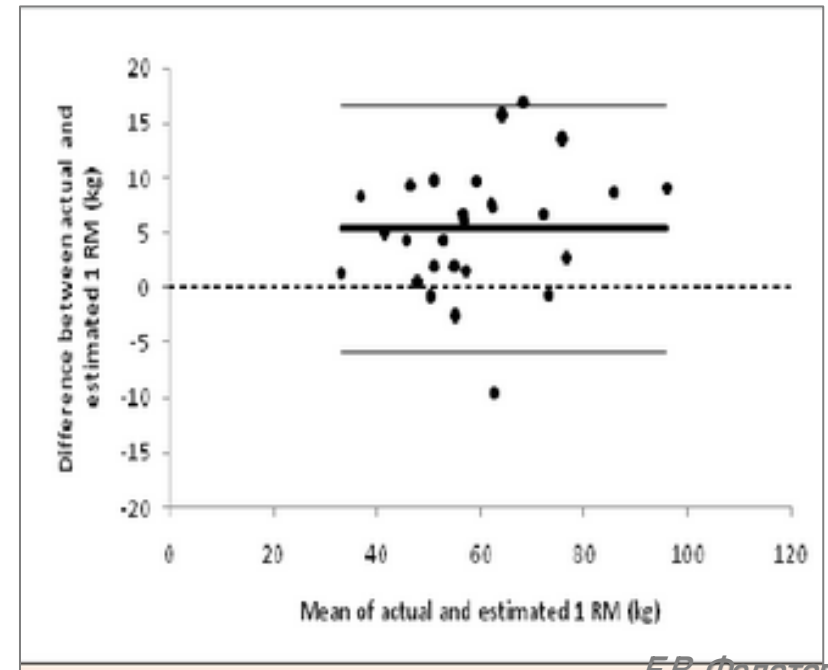
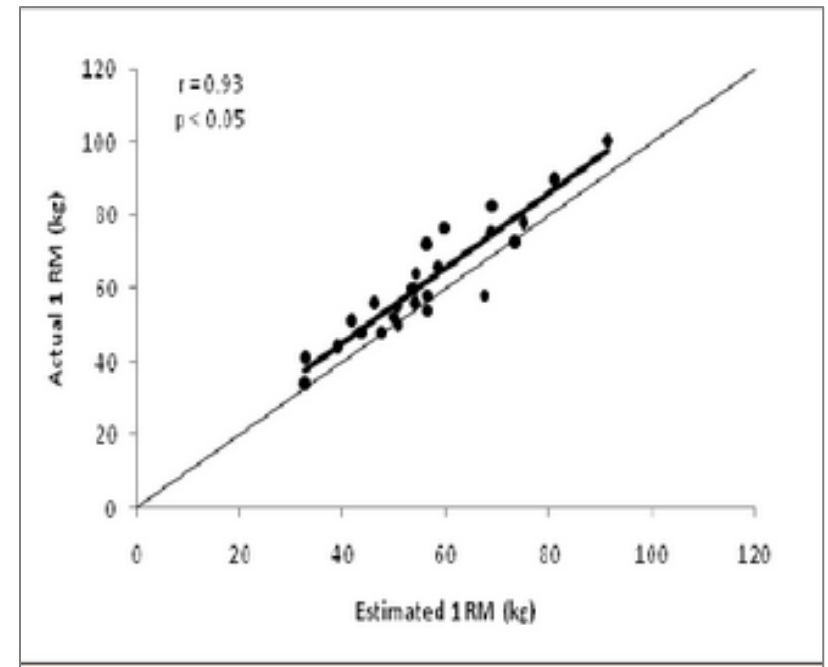
Цель:

оценить достоверность и точность линейного энкодера Musclelab Ergotest для оценки 1ПМ в жиме лежа по соотношению силы и скорости.

Результат: достоверная оценка жима лежа при невысокой точности определения 1 ПМ

Рекомендация:

спортсмены и тренеры должны рассматривать это устройство как хороший инструмент для мониторинга адаптации, вызванной тренировкой, поскольку любое увеличение расчетного 1ПМ должно отражать реальное улучшение этого компонента мышечной силы, **но не для программирования интенсивности тренировок**, поскольку ошибка прогноза **слишком велика для точного определения тренировочных нагрузок.**



Validity and Reliability of Kinematics Measured with PUSH Band vs. Linear Encoder in Bench Press and Push-Ups

Roland van den Tillaar et al, 2019



Различия получаемых результатов

Размещение на разных частях тела, на браслете или непосредственно прикрепление к штанге (браслет PUSH предназначен для размещения чуть ниже локтя субъекта. Таким образом, датчик Beast гораздо ближе к штанге, чем PUSH band, что может обеспечить более качественные измерения по сравнению с LT)

Разные устройства не следует использовать взаимозаменяемо с линейным энкодером

- PUSH измеряет более низкие пиковые и средние скорости в обоих упражнениях, чем линейный энкодер.
- Прогнозируемый 1ПМ, основанный на соотношении нагрузки и скорости, измеренном с помощью ленты PUSH и линейных энкодеров, не является взаимозаменяемым в жиме лежа.
- PUSH и линейный энкодер не дают сравнимых результатов максимальной и средней скорости во время упражнений на отжимание и жим лежа и, следовательно, не взаимозаменяемы во время тренировки этих упражнений
- Расчетный 1ПМ с двумя устройствами был одинаковым для отжиманий, в то время как в жиме лежа группа PUSH занижала 1ПМ на 14 кг по сравнению с линейным энкодером

Инструментальный контроль в условиях тренировочного процесса

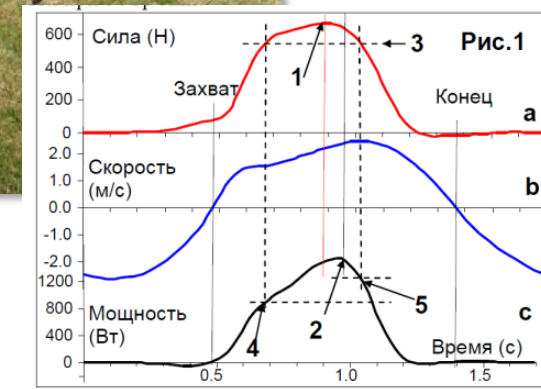
Велоспорт

SRM – велосипедный мини-компьютер, записывающий показатели тренировочной или соревновательной нагрузки: мощность, скорость, силу, с которой гонщик давит на педали, ЧСС, километраж.



Гребля академическая

Телеметрическая система БиоРоу – фиксирует силу на рукоятке, скорость и мощность гребли при заданной частоте



«Условия тренировочного процесса»

Инструментальные методики – «специальная динамометрия»



«Плюсы»

- оценка проявления силовых качеств в специфичных условиях тренировочного или соревновательного процесса при выполнении специфических двигательных заданий



«Минусы»

- малодоступность для большинства тренеров и спортсменов
- невозможность избирательной оценки «чистой» силы при выполнении сложных технических действий вида спорта
- сложность однозначной интерпретации данных как основы для коррекции тренировочного процесса

Факторы, влияющие на результаты силового тестирования

ФАКТОРЫ	Вероятный эффект
Наличие «обратной связи», информирование спортсмена по ходу выполнения теста	↑
Качественное, доступное, понятное объяснение сотрудником спортсмену способов более эффективного приложения усилий	↑
Сильное желание, «заряженность» спортсмена на результат	↑
Прием соответствующих фармсредств	↑
Внешний шум, громкие возгласы самого тестируемого спортсмена	↑
Гипноз	↑
«Целевые» установки, конкретные задачи	↑ или ↓
Соревновательный элемент	↑ или ↓
Словесная поддержка, поощрение	↑ или ↓
Зрители	?
«Хитрость» / «обман» / «жульничество» тестирующего сотрудника	?
Боязнь получить травму	↓

Необходима стандартизация условий для обеспечения надежности тестов и сопоставимости результатов в динамике

Оценка эффективности и направленности силовой подготовки с использованием данных морфометрического контроля

- Контроль мышечной массы – необходимое условие при проведении целенаправленной силовой подготовки. При отсутствии возможности определения состава тела – контролировать хотя бы динамику обхватных размеров!
- При проведении силовых тренировок «гипертрофирующей направленности» обхваты должны уже через месяц ощутимо увеличиться.
- Проводить измерения нужно либо в разгрузочную неделю, либо перед силовой тренировкой. Тогда, когда мышцы, «набравшие воду» после проведенной силовой работы, «спадут».
- Если при силовых тренировках гипертрофирующей направленности мышечная масса не растёт:
 - ▶▶ неправильное питание – недостаточное потребление белка.
 - ▶▶ неправильный подбор нагрузки: она либо мала, либо чрезмерна, либо выбрано неудачное сочетание силовой и аэробной работы, т.е. нужна коррекция программы.

Индивидуализация силовой подготовки ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Комплексная оценка силовых качеств спортсменов –
оценка готовности к силовой работе со штангой

Тесты	5 очков	4 очка	3 очка	2 очка	1 очко	0 очков
«Отжимания» (раз)	М – от 35 Д – от 20	28-34 15-19	20-27 10-14	10-19 5-9	3-9 1-4	до 3 0
«Подтягивания» (раз)	М – от 12 Д – от 6	9-11 4-5	6-8 3	4-5 2	1-3 1	0 0
Приседания за 60 сек с отягощением 10% массы тела (раз)	от 40	33-39	26-32	19-25	11-18	до 10
Приседания «пистолетик», сред. для обеих ног (раз)	от 5	4	3	2	1	0
Вис на перекладине на прямых руках (сек)	от 121	90-120	60-90	30-60	10-30	до 10
Подъем туловища в сед с поворотом из положения лежа на спине (раз)	от 40	33-39	26-32	19-25	11-18	до 10

«Допуск» к работе со штангой – не менее 18 очков по сумме тестов

Координационные способности



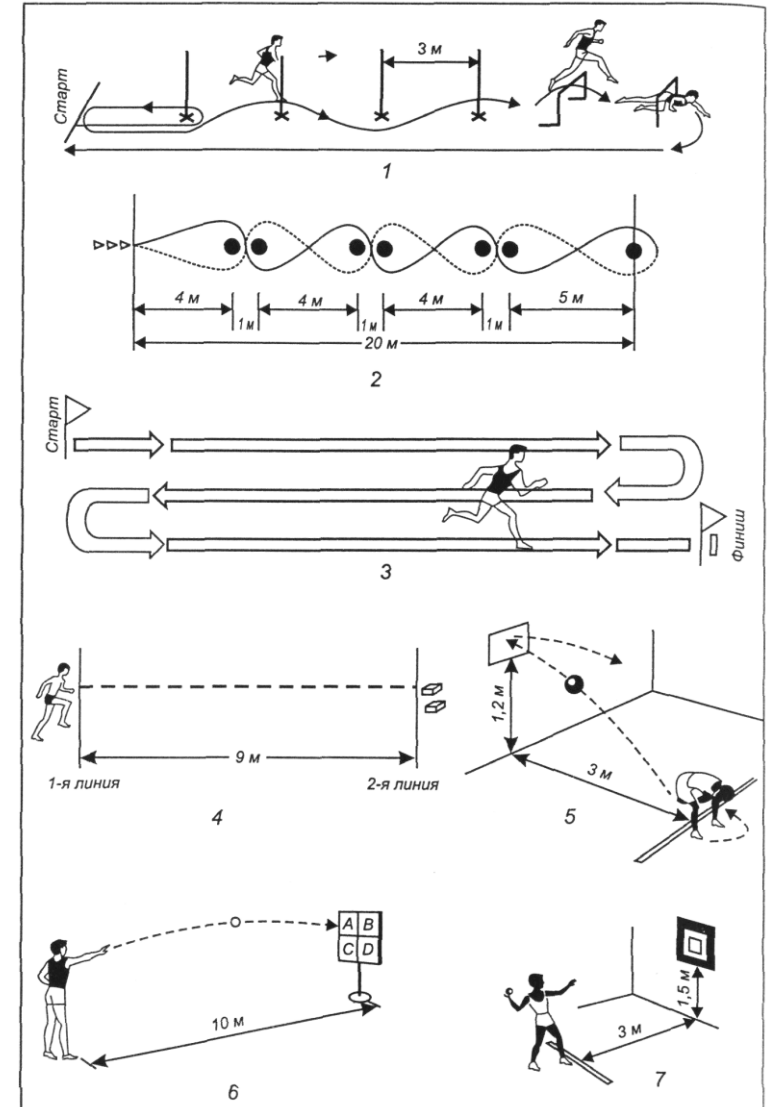
Педагогические тесты

Критерии оценки уровня развития координационных способностей при использовании педагогических тестов:

- время, затрачиваемое на освоение нового движения или какой-то комбинации
- время, необходимое для «перестройки» своей двигательной деятельности в соответствии с изменившейся ситуацией
- координационная сложность выполняемых двигательных заданий (действий) или их комплексы (комбинации)
- точность выполнения двигательных действий по основным характеристикам техники (динамическим, временным, пространственным) сохранение устойчивости при нарушении равновесия
- стабильность выполнения сложного в координационном отношении двигательного задания

Педагогические тесты (отечественная практика)

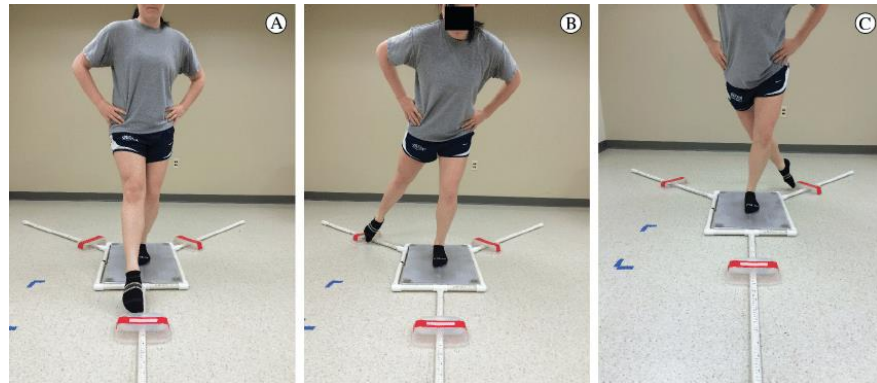
- «Слаломный» бег
- Челночный бег
- Прыжки с прибавками
- Метание мяча в цель с разного расстояния
- Метание мяча в цель из разных исходных положений
- Тест Ромберга
- Тест «Фламинго»
- Ходьба вперед/назад по продольному брусу перевернутой гимнастической скамейки
- Ловля падающей линейки
- Ловля катящегося по наклонной поверхности мяча
- Постукивание для воспроизведения заданного ритма
- Бег по точкам с заранее определенной длиной шага



Координационные способности

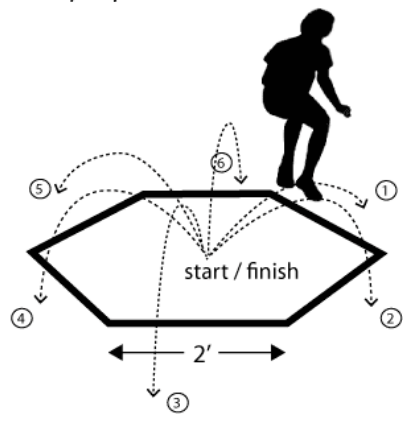
Педагогические тесты (зарубежные комплексы)

«Y-balance»



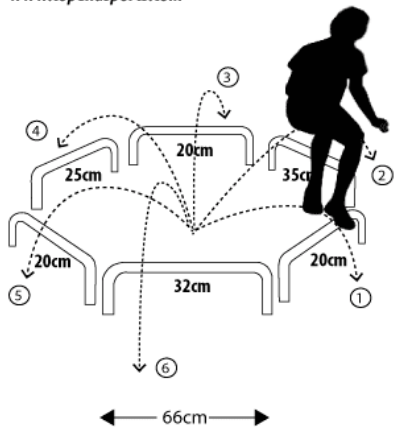
Hexagon Agility Test

www.topendsports.com



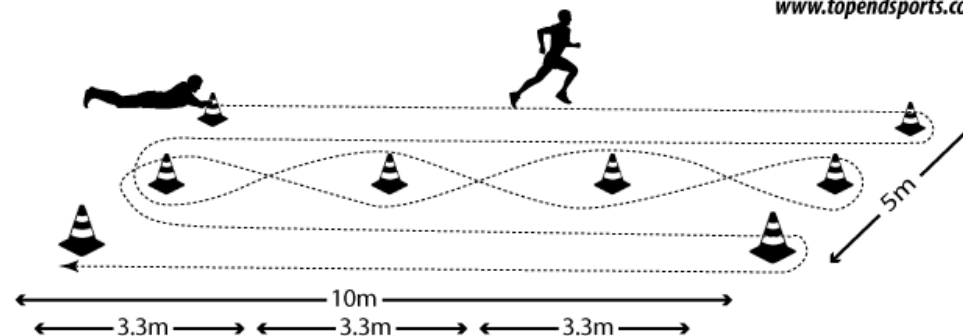
Hexagonal Obstacle Test

www.topendsports.com



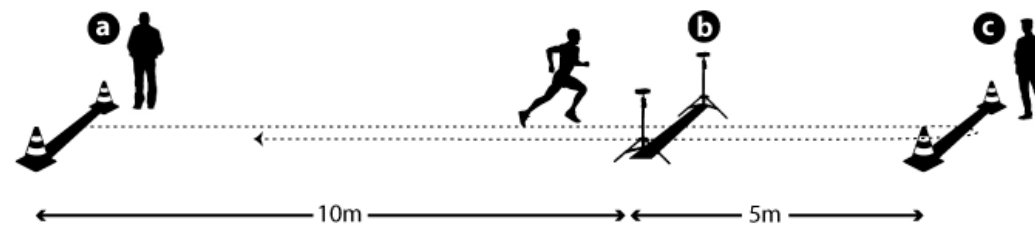
Illinois Agility Test

www.topendsports.com



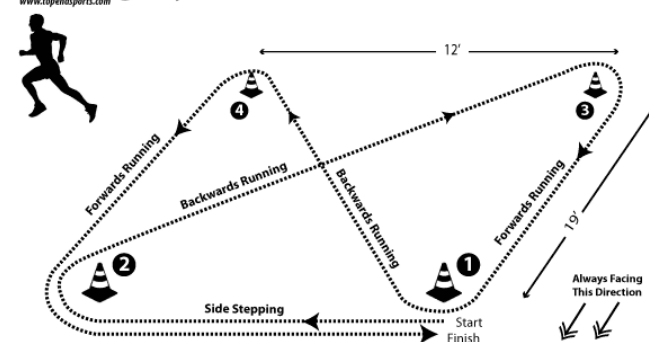
505 Agility Test

www.topendsports.com



SEMO Agility Test

www.topendsports.com



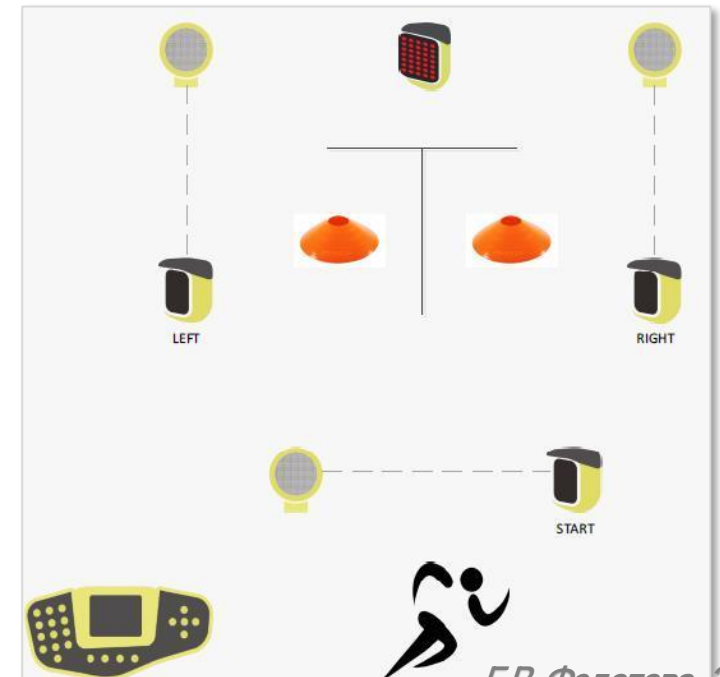
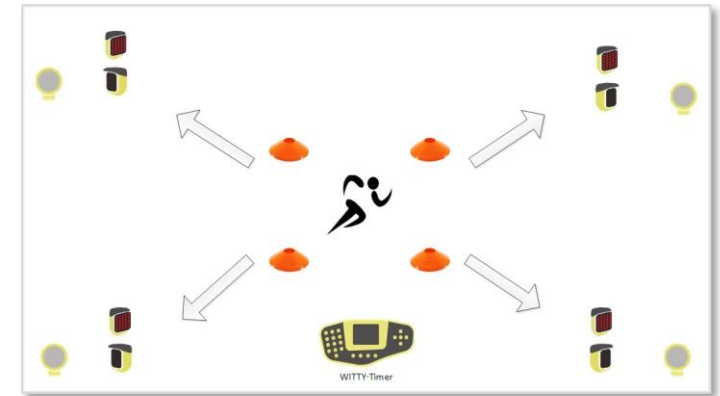
Полевые тесты с когнитивным и реактивным компонентом

Witty SEM – система стартовых и сигнальных семафоров (7 по вертикали и 5 по горизонтали рядов светодиодов) - одновременно может использоваться до 16 семафоров.

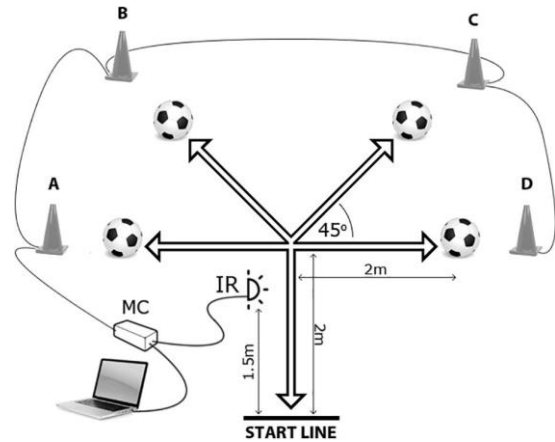
- Цвета: красный, зеленый, синий
- Цветные знаки : стрелки, буквы
- Цветные цифры : т. е. отсчет времени.

Создание различных типов тестов с помощью таймера Witty и программного обеспечения Witty Manager:

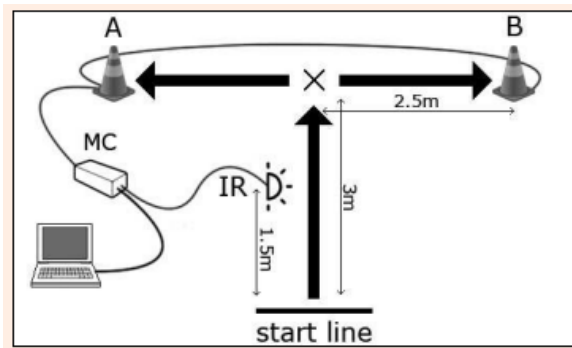
- тесты на ловкость
- тесты на изменение направления
- различные тесты на реакцию.



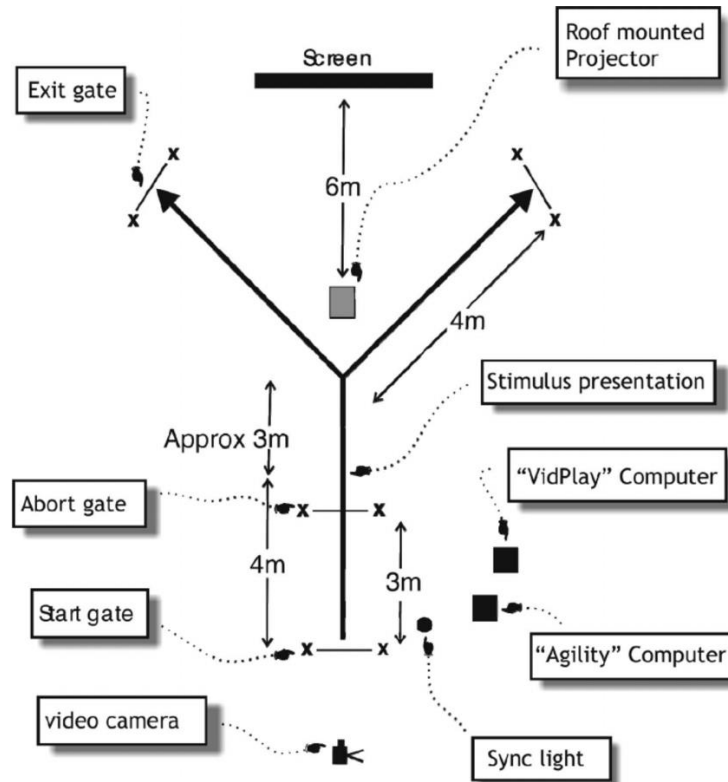
Полевые тесты с когнитивным и реактивным компонентом – учет специфика вида спорта



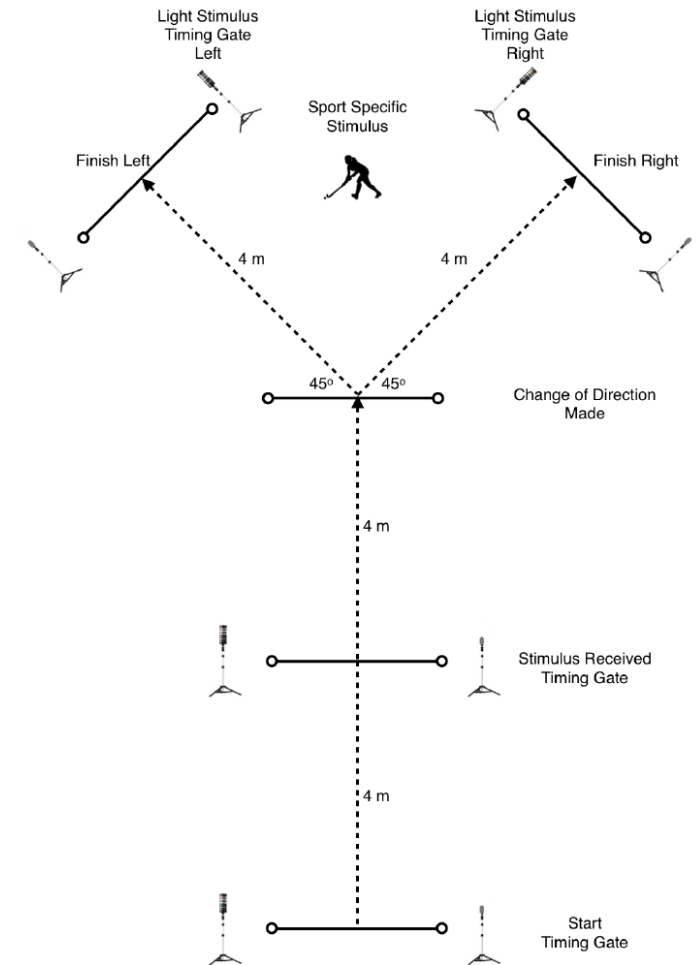
Футбол



Гандбол



Австралийский футбол



Хоккей на траве

Координационные способности

Лабораторное тестирование с использованием аппаратно-программных комплексов

Стабилан



Биодекс Баланс



IMOOVE



MicroGait



Морфологический статус спортсмена

Методы оценки состава тела

Антропометрические методы

- Индексы массы тела
- Калиперометрия

Физические методы

- Подводное взвешивание
- Волюмиметрия
- Воздушная плетизмография
- Фотонное сканирование

Биофизические методы

- Изотопного разведения
- Биоэлектрические
- Инфракрасного отражения
- Определение естественной радиоактивности всего тела
- Нейтронный активационный анализ
- Радиоизотопные и рентгенологические
- Ультразвуковые
- Магнитно-резонансная томография и спектроскопия



Наиболее часто используются в практике работы со спортсменами

➔ Антропометрические методы

➔ Биоэлектрические - биоимпедансный анализ

➔ Воздушная плетизмография

АППАРАТУРНЫЕ методы оценки МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА

Обращать внимание:

список требований и ограничений и комплекс получаемых показателей

Использование биоимпедансных анализаторов

- Позволяет получить оценку содержания жидкости в организме

ОГРАНИЧЕНИЯ:

- за неделю до измерения - отменить диуретики, за двое суток – отказаться от факторов, изменяющих водносолевой обмен;
- за 3-4 часа отменить физические нагрузки, а также прием воды и пищи,
- за 30 минут – опорожнить мочевой пузырь;
- перед началом измерения провести лежа 7-10 минут на горизонтальной поверхности.
- Не следует проводить обследование во второй фазе менструального цикла, т.к. точность результата может значительно снижаться.
- Высока вероятность завышения значения процента жира в организме у людей с очень низким по отношению к норме содержанием жира в организме.
- На точность измерения влияют положение электродов, воспалительные заболевания, температура тела.



Жировая масса (кг), нормированная по росту	8.6	16.2	273%
Тощая масса (кг)	33.7	53.3	119%
Активная клеточная масса (кг)	17.7	28.0	116%
Доля активной клеточной массы (%)	50.0	56.0	96%
Скелетно-мышечная масса (кг)	15.7	26.0	118%
Доля скелетно-мышечной массы (%)	43.6	51.6	100%
Удельный основной обмен (ккал / кв.м сут.)	798.6	900.2	91%
Общая жидкость (кг)	24.7	38.0	119%

Е.В. Федотова, 2022

АППАРАТУРНЫЕ методы оценки МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА

Воздушная плетизмография – герметичная капсула «BOD POD»

Предоставляемая информация:

- % жировой и «тощей» массы,
- основной обмен (Resting Metabolic Rate - RMR),
- общем расходе энергии (Total Energy Expenditure - TEE)

ВЫСОКАЯ СТОИМОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ



динамика соотношения лабильных компонентов массы тела



- Изменения специальной физической работоспособности под воздействием тренировки взаимосвязаны с динамикой показателей состава тела: повышение уровня работоспособности соотносится с повышением мышечной массы и снижением жировой массы.



- Масса тела – интегральная характеристика, не позволяющая оценивать реальные изменения в организме спортсмена под воздействием тренировки. Эти изменения отражаются в динамике и уровне развития мышечного и жирового компонента.

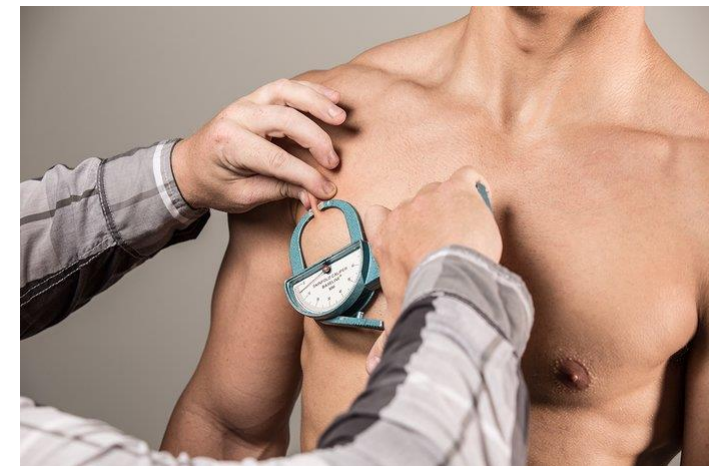
- Направления оценки:



Оцениваем уровень (сами значения компонентов): характеристика
подготовленности и функционального состояния



Оцениваем динамику: характер реакции на тренировочную нагрузку и
рекомендации по ее коррекции



Алгоритм оценки подготовленности **в зависимости от уровня развития лабильных компонентов массы тела**

ММ,%	ЖМ, %	Характеристика подготовленности
> 54	<8 (<11)*	Высокий уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, нормальное восстановление с начальным ограничением
	8-10 (11-13)	Высокий уровень подготовленности, гармоничное энергообеспечение, нормальное восстановление
	>10 (>13)	Высокий уровень силовой подготовленности, низкая активность энергообеспечения, нормальное восстановление в условиях креатинфосфатной работы, ограниченное восстановление в условиях смешанной и гликолитической по энергообеспечению работы
52 - 54	<8 (<11)	Средний уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
	8-10 (11-13)	Средний уровень подготовленности, нормальная активность энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
	>10 (>13)	Средний уровень силовой подготовленности, низкая активность энергообеспечения, начальное ограничение восстановления
52 - 50 (<50)	<8 (<11)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, напряженность регуляции энергообеспечения, быстрое утомление, медленное восстановление, накопленное недовосстановление
	8-10 (11-13)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, нормальная активность энергообеспечения, накопленное недовосстановление
	>10 (>13)	Сниженный или низкий уровень подготовленности, ограничение энергообеспечения, ограничение восстановления, накопленное недовосстановление

(Абрамова с соавт, 2010)

* в скобках – показатели женщин-спортсменок

Рекомендации по коррекции тренировочного воздействия по динамике мышечного и жирового компонентов

Характер динамики (изменение абсолютных значений – в кг)*		Динамика состояния характер тренировочной нагрузки (ТН)
ММ	ЖМ	
↑	↑	Гипервосстановление. ТН силовой направленности при дефиците объемной работы аэробной направленности, как правило, наблюдается после отдыха в межсезонье. Рекомендуется повысить объем аэробной работы при снижении силовой.
↑	0	ТН преимущественно силового характера, недостаточный объем аэробной работы. Продолжение прежней структуры воздействия чревато срывом адаптации Рекомендуется повысить объем аэробной работы.
↑	↓	ТН адекватна по структуре и объему возможностям организма при адекватном восстановлении. В случае достижения индивидуально предельно высоких значений мышечной массы и предельно низких значений жировой следует обратить внимание на достаточный объем компенсаторной работы при снижении суммарного объема работы.
0	↑	Возможно начальное ограничение текущего восстановления. ТН - недостаточна или неадекватна по структуре - смешанный режим энергообеспечения при дефиците восстановительной работы. Рекомендуется коррекция структуры нагрузки: снижение доли смешанной работы при увеличении аэробного и креатинфосфатного компонентов.
0	0	
0	↓	Возможно начальное ограничение текущего восстановления. ТН - недостаточна с приоритетом аэробной работы или высока по объему с повышенной долей смешанной работы. Рекомендуется увеличение аэробного компонентов восстановительной направленности с последующим добавлением КрФ работы.
↓	0	Энергодефицит, накопленное недовосстановление. ТН- неадекватны: высокий объем интенсивной (гликолитической) работы, несбалансированный достаточным объемом компенсаторной работы. Рекомендуется: усилить работу восстановительной направленности (аэробный и креатинфосфатный компоненты)
↓	↓	
↓	↑	Энергодефицит, накопленное недовосстановление. ТН- неадекватны: высокий суммарный объем при высоком превышении интенсивной (гликолитической) работы при недостаточном объеме компенсаторной работы. Рекомендуется: снизить суммарный объем, убрать гликолитическую и смешанную работу, усилить работу восстановительной направленности (аэробный и креатинфосфатный компоненты)

Психологическая подготовленность и психо-эмоциональное состояние

Основные направления психологического контроля

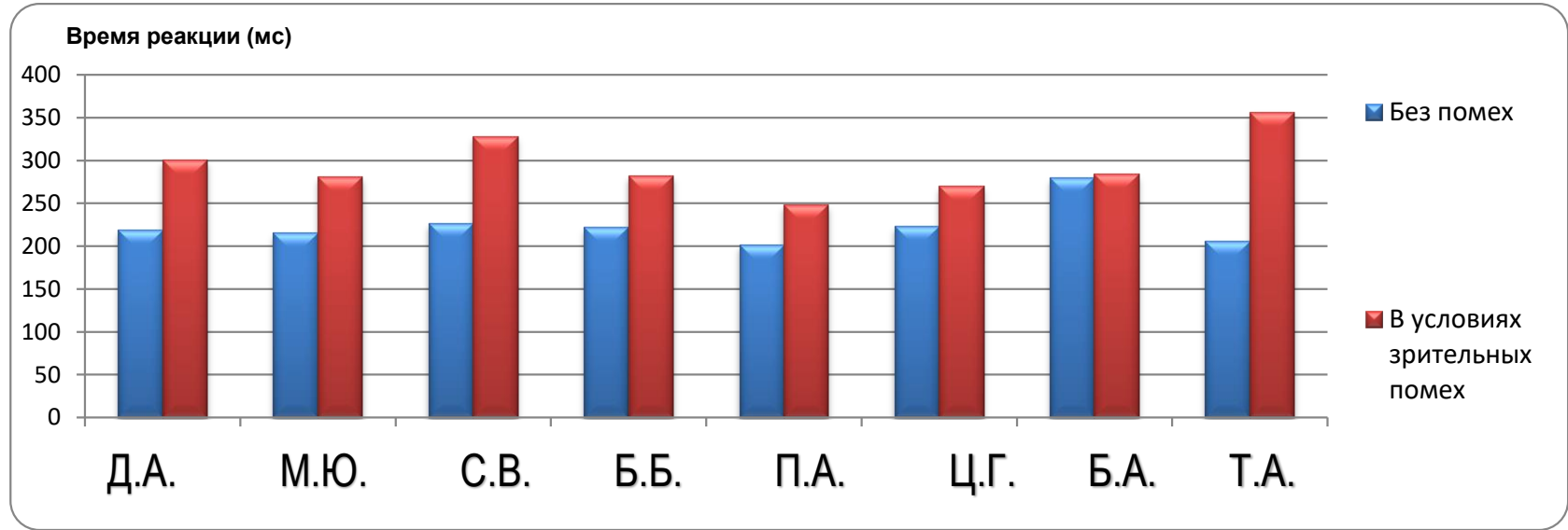
Направление	Основное содержание	Используемые методики
Психолого-педагогический	Изучении личности спортсмена с установлением ее профиля, выявлении доминирующих состояний и их динамике	Наблюдения, опросники, тесты самооценки, беседы со спортсменами по специальной схеме, личностные тесты
Психический	Изучение уровня психических качеств (показателей быстроты и точности реакций, быстроты и точности оперативного мышления, свойств внимания и т.д)	Аппаратурные методики
Психо-физиологический	Изучение психофизиологического состояния спортсмена в тренировке или соревновании	Методики регистрации тремора, кожно-гальванической реакции, КЧСМ и др., до и после нагрузки, оценка психоэнергетических изменений под влиянием нагрузок

В программу ЭКО целесообразно включать в тех видах, где показатели информативны по отношению к соревновательной деятельности. В остальных – в ТО

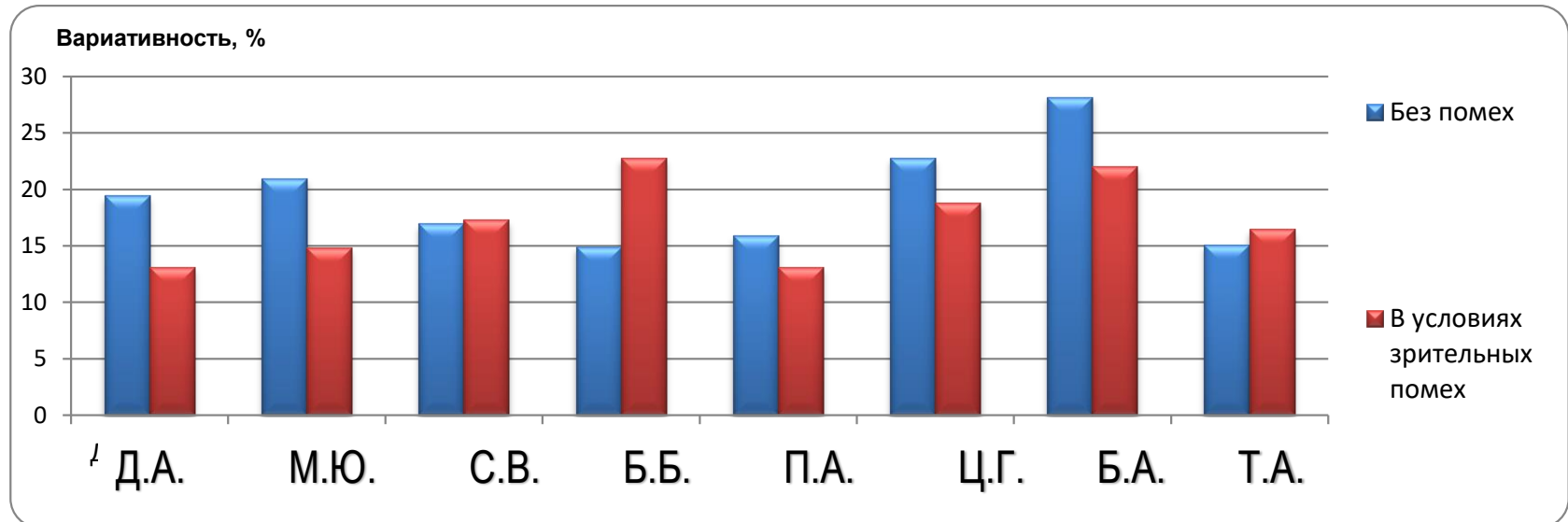
Результаты тестирования с использованием АПК Нейрософт-Психотест

Пулевая стрельба: Помехоустойчивость в условиях зрительных помех

Соотношение времени сенсомоторного реагирования без помех и в условиях зрительных помех

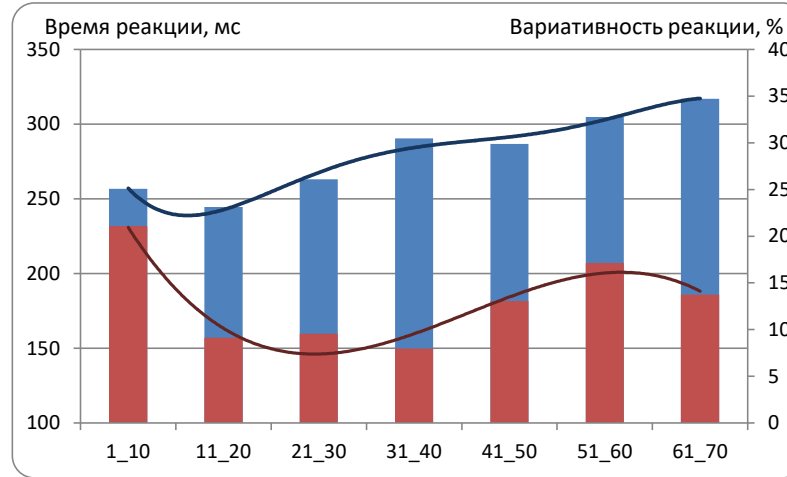


Соотношение вариативности времени сенсомоторного реагирования без помех и в условиях зрительных помех

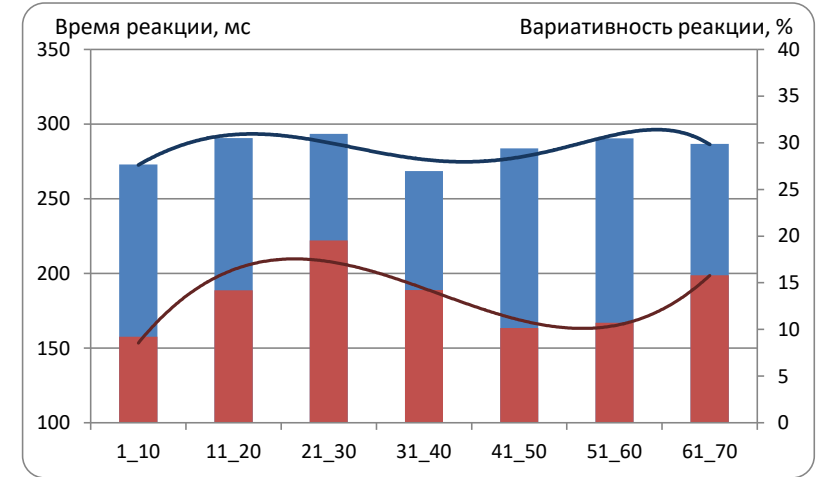


Помехоустойчивость в условиях зрительных помех

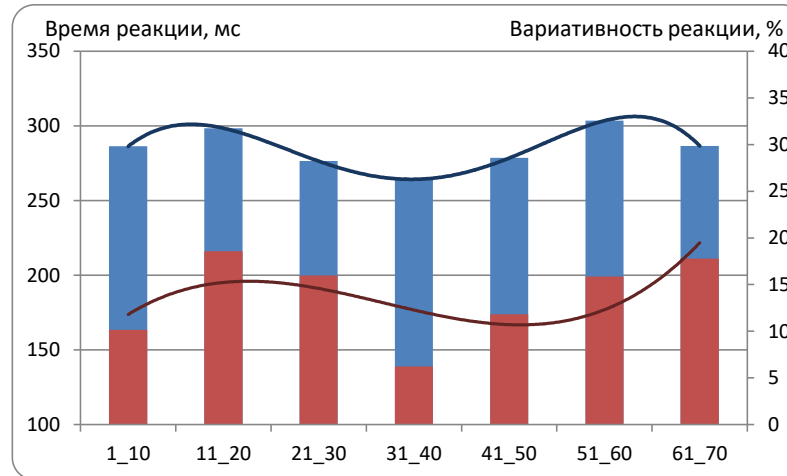
Динамика соотношения
времени реакции и
вариативности времени
сенсомоторного
реагирования
без помех и в условиях
зрительных помех
в ходе выполнения теста



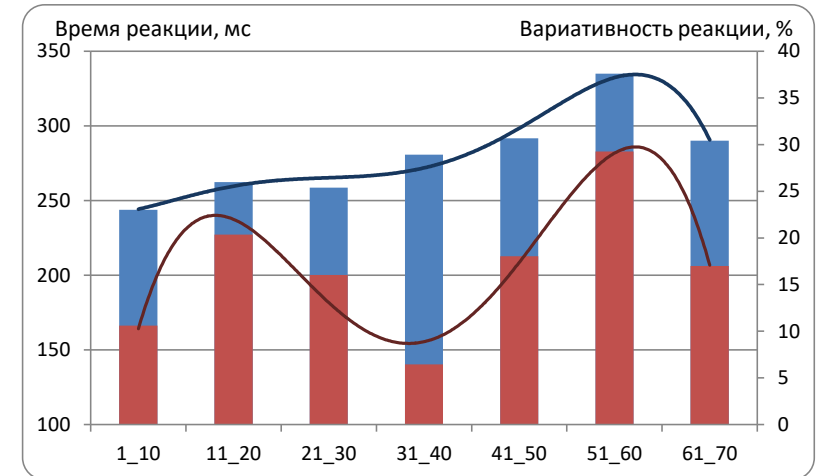
Б. Б.



Е. Л.

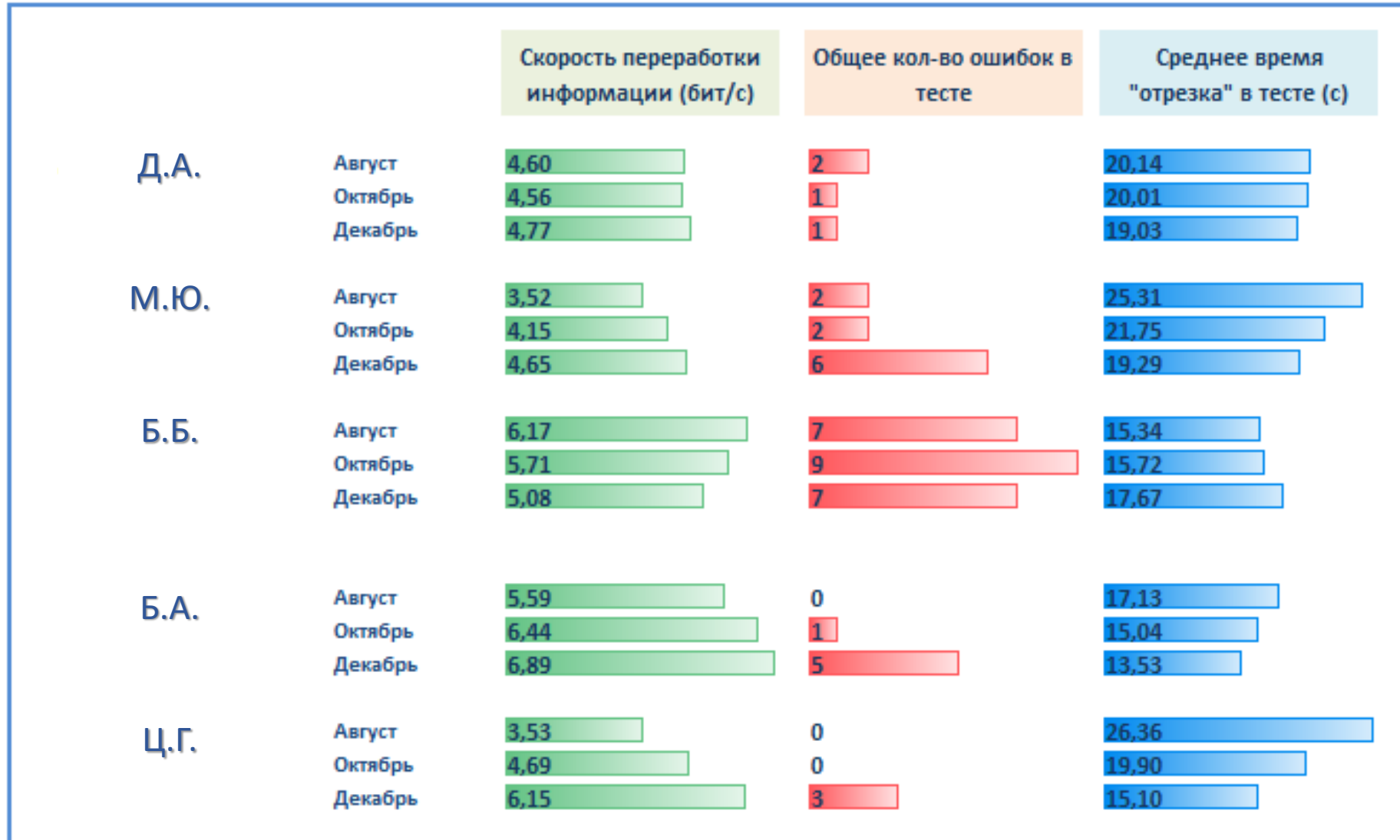


А. Т.

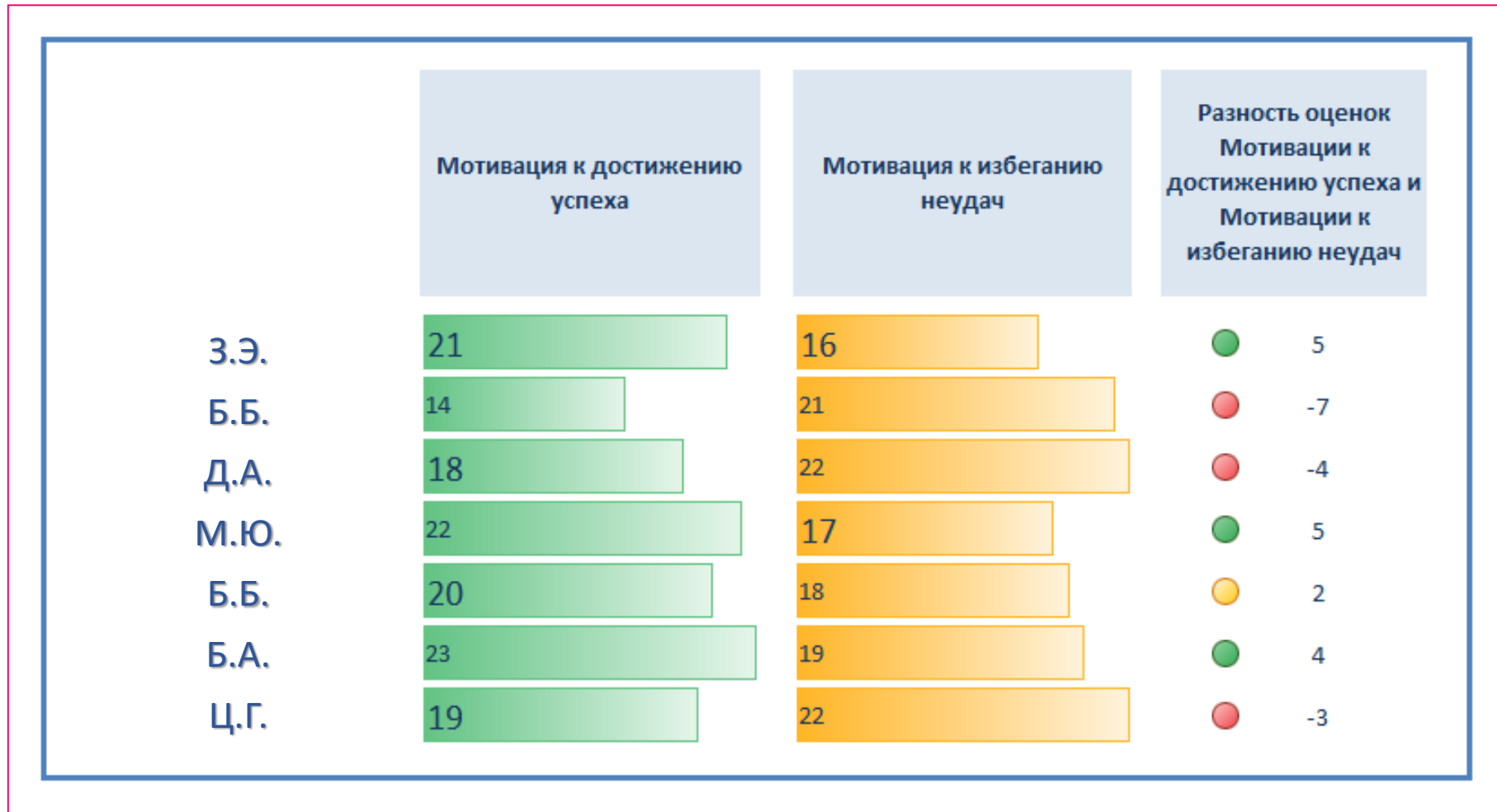


Г. Ц.

Скорость переработки зрительной информации: динамика результатов в процессе подготовки



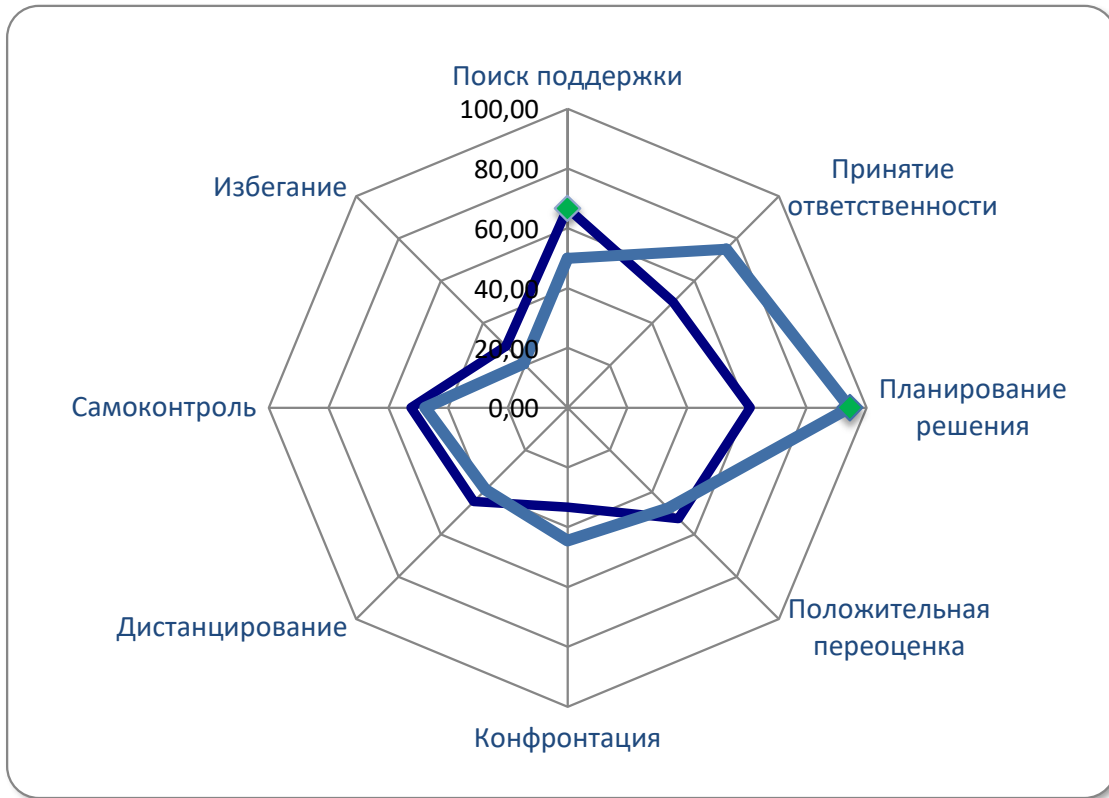
Особенности мотивации спортсменов



Особенности поведения в стрессовых ситуациях: общая характеристика группы

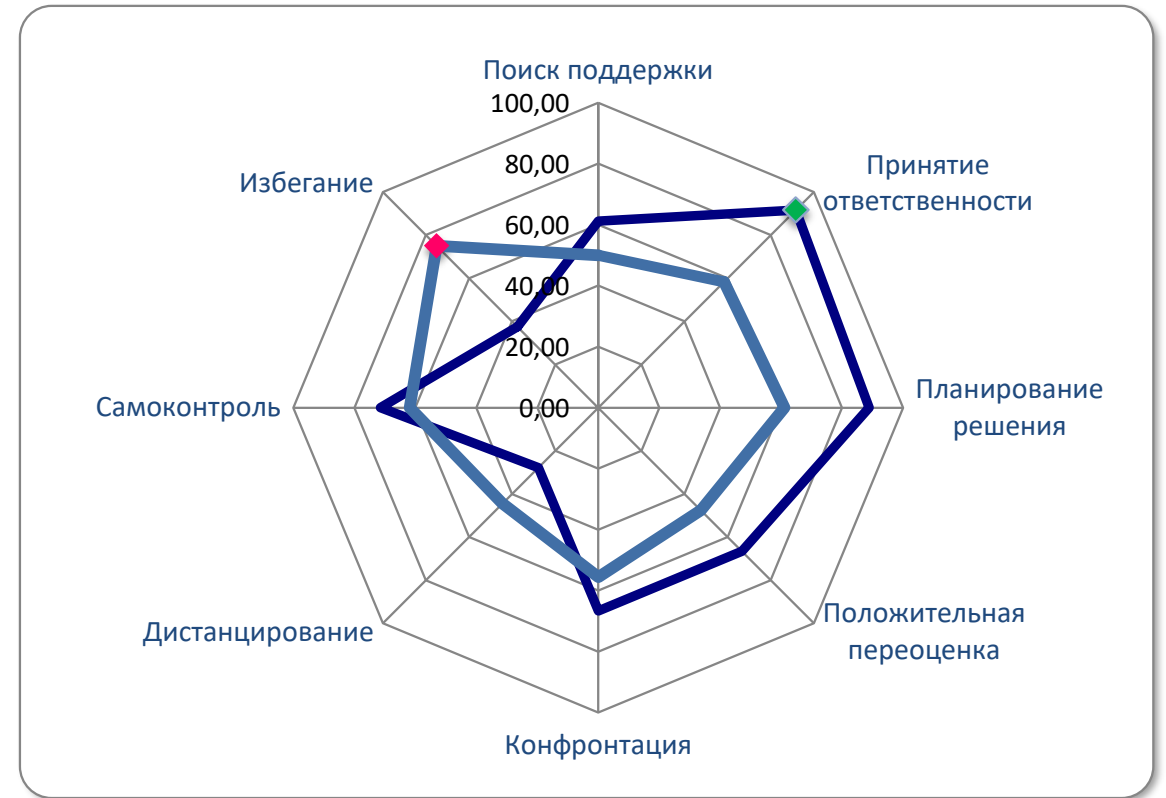
	Поиск поддержки	Принятие ответственности	Планирование решения	Положительная переоценка	Конфронтация	Дистанцирование	Самоконтроль	Избегание
	(усилия в поиске информационной, действенной и эмоциональной поддержки)	(принятие ответственности за возникновение проблемы и ее решение)	(произвольные усилия по изменению ситуации, включающие аналитический подход к проблеме)	(усилия по извлечению "жизненного урока" с фокусированием на росте собственной личности)	(склонность к проявлению агрессии в стрессовой ситуации)	(бездействие, игнорирование наличия проблемы, стремление уменьшить ее значимость для себя)	(усилия по регулированию своих чувств и действий)	(уход от решения проблемы, стремления и усилия, направленные к избеганию проблемы)
Д.А.	50,00	50,00	77,78	71,43	44,44	61,11	61,90	54,17
М.Ю.	61,11	83,33	77,78	57,14	55,56	55,56	61,90	45,83
С.В.	77,78	66,67	77,78	80,95	55,56	50,00	80,95	45,83
Б.Б.	55,56	58,33	72,22	66,67	33,33	33,33	71,43	25,00
Б.Е.	50,00	75,00	94,44	47,62	44,44	38,89	47,62	20,83
Л.Е.	66,67	50,00	61,11	52,38	33,33	44,44	52,38	29,17
П.А.	55,56	66,67	77,78	71,43	38,89	55,56	61,90	12,50
Ц.Г.	61,11	91,67	88,89	66,67	66,67	27,78	71,43	37,50
Б.А.	50,00	58,33	61,11	47,62	55,56	44,44	61,90	75,00
Т.А.	77,78	75,00	94,44	66,67	55,56	44,44	71,43	37,50

Особенности поведения в стрессовых ситуациях: индивидуальные профили



— - Л.

— - Б.



— - Г.

— - А.

Техническая подготовленность

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

объективные показатели, дающие количественную оценку
уровня технической подготовленности спортсмена

Кинематические

- Траектория перемещения,
- Длительность,
- Скорость,
- Ускорение,
- Темп

Энергетические

- Работа
- Энергия
- Мощность
- КПД (%)

Динамические

- Сила
- Масса
- Момент силы
- Момент инерции
- Импульс силы

ПРОБЛЕМА

Раздел «Контроль технической подготовленности»
слабо представлен в программах НМО

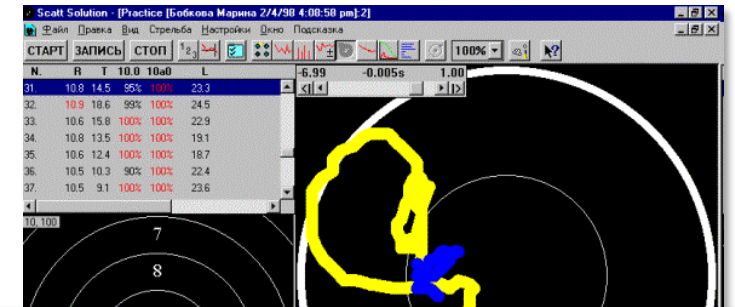
ЧТО НЕОБХОДИМО:

- Высокий уровень специализированности оборудования
- Понятность получаемых показателей для тренеров, их пригодность для использования в практической работе («приоритет целевой аудитории»)
- Ограничение комплекса показателей 3-4 наиболее информативными
- Быстрота, оперативность обработки и анализа результатов
- Возможность проведения тестирования «техники» совместно с тестированием функциональных возможностей и физической подготовленности

Техническая подготовленность

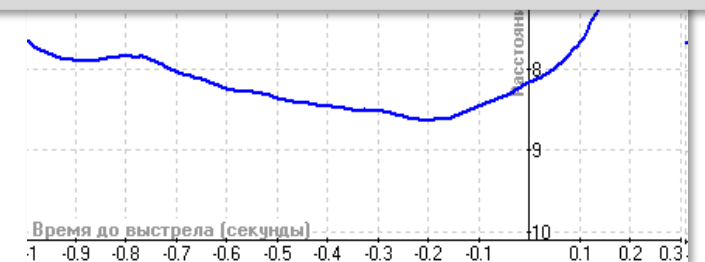
Пулевая стрельба

Специализированный стрелковый тренажер СКАТТ



Регистрируемые показатели:

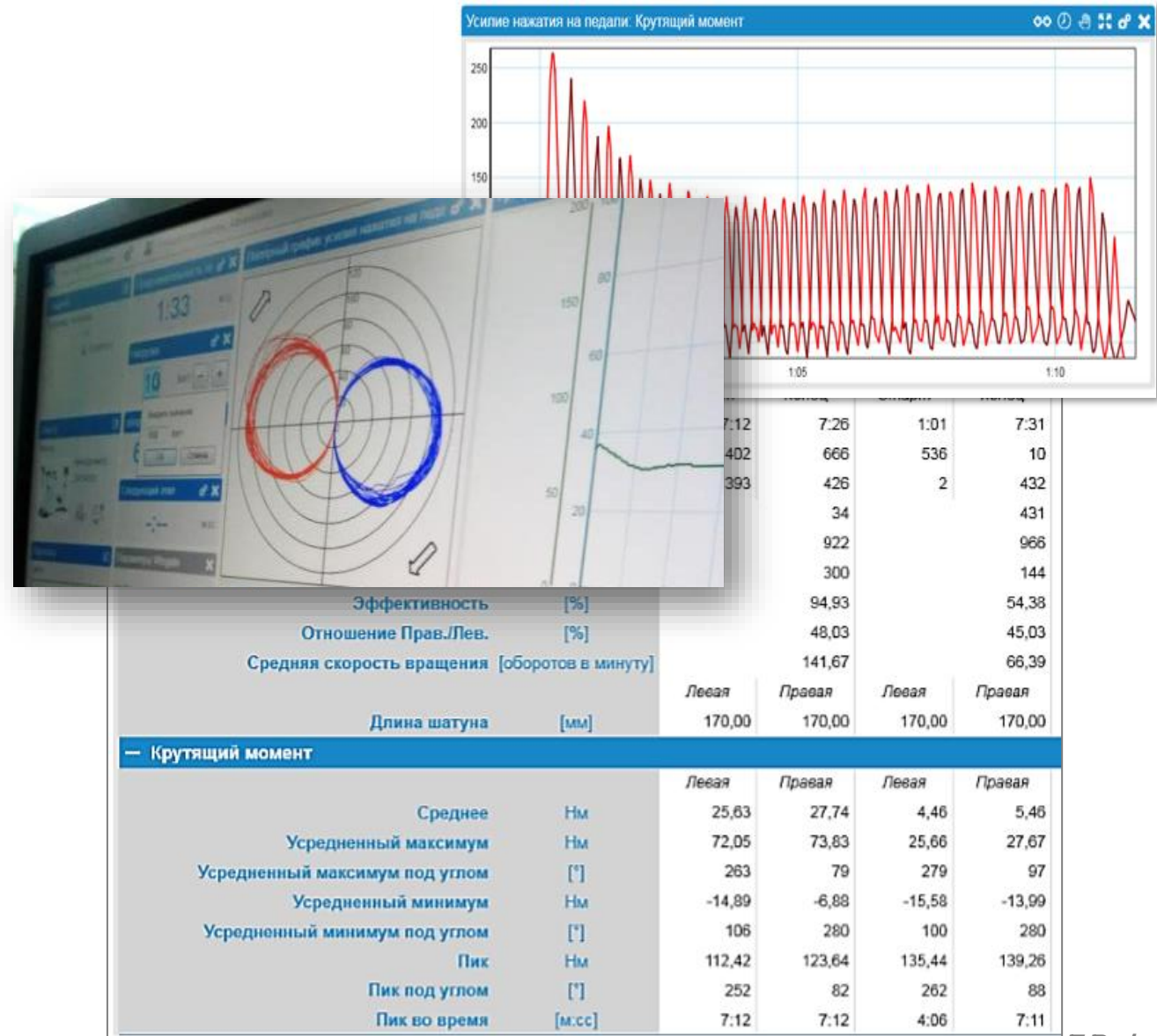
- «КОНТРОЛЬНАЯ СЕРИЯ» - результат в серии из 10 выстрелов из пневматической винтовки;
- «L-ДЛИНА ТРАЕКТОРИИ» - один из наиболее информативных показателей качества стрельбы - показывает путь, пройденный траекторией прицеливания за одну секунду до выстрела. Показатель «L» можно также определить как устойчивость оружия в заключительной фазе выстрела: чем меньше «L», тем лучше устойчивость;
- «% УСТОЙЧИВОСТИ В 10.0»: выражает, сколько времени до выстрела точка прицеливания находилась в 10.0 из установленного для анализа времени;
- «СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ НА ВЫСТРЕЛ» – усредненный показатель времени, затрачиваемого стрелком на выполнение одного выстрела.



Техническая подготовленность

Велосипедный спорт

Велоэргометр LODE Excalibur Sport



Техническая подготовленность

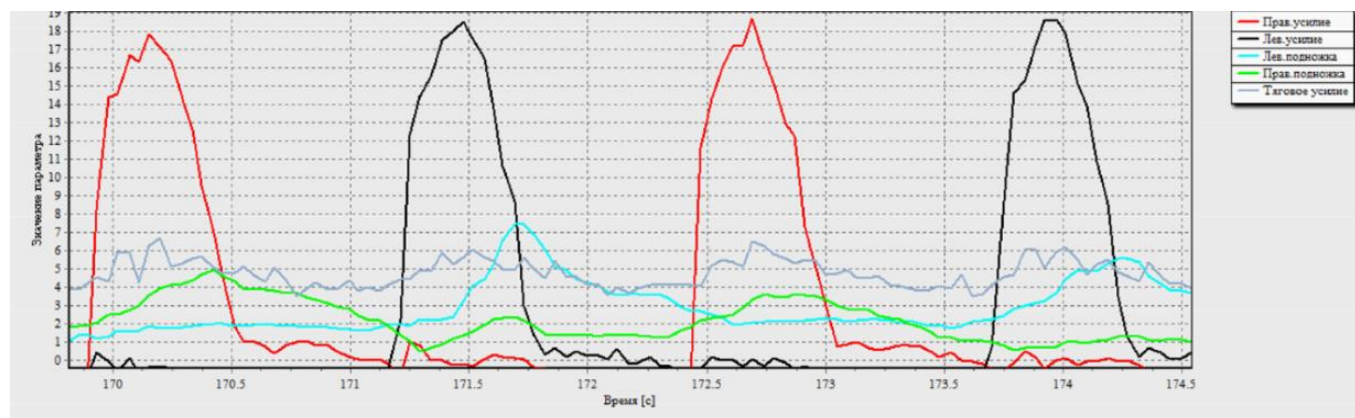
РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- распределение усилий на весле и подножке, разворот туловища и как это отражается на продвижение лодки (в данном случае на продвижение подвижной тележки);
- среднее и максимальное усилие на весле одного гребка;
- среднее и максимальное усилие повременно в процессе тестируемого отрезка;
- среднее и максимальное усилие на подножке одного гребка;
- среднее и максимальное усилие повременно в процессе тестируемого отрезка;
- среднее и максимальное полезное продвигающее усилие повременно в процессе тестируемого отрезка;
- пройденный путь (без учета проката);
- количество гребков;
- длину протяжки (опорной фазы гребка);
- время протяжки (опорной фазы гребка);
- мощность гребка (на левом и на правом весле);
- работу выполненную левым и правым гребком;
- среднюю полезную продвигающую мощность повременно в процессе тестируемого отрезка;
- разворот туловища (в градусах).

Гребля на байдарках

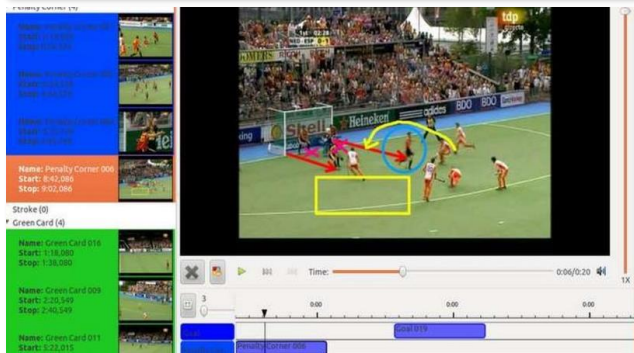


Тренажер Ефремова



Техническая подготовленность

Видеосъемка

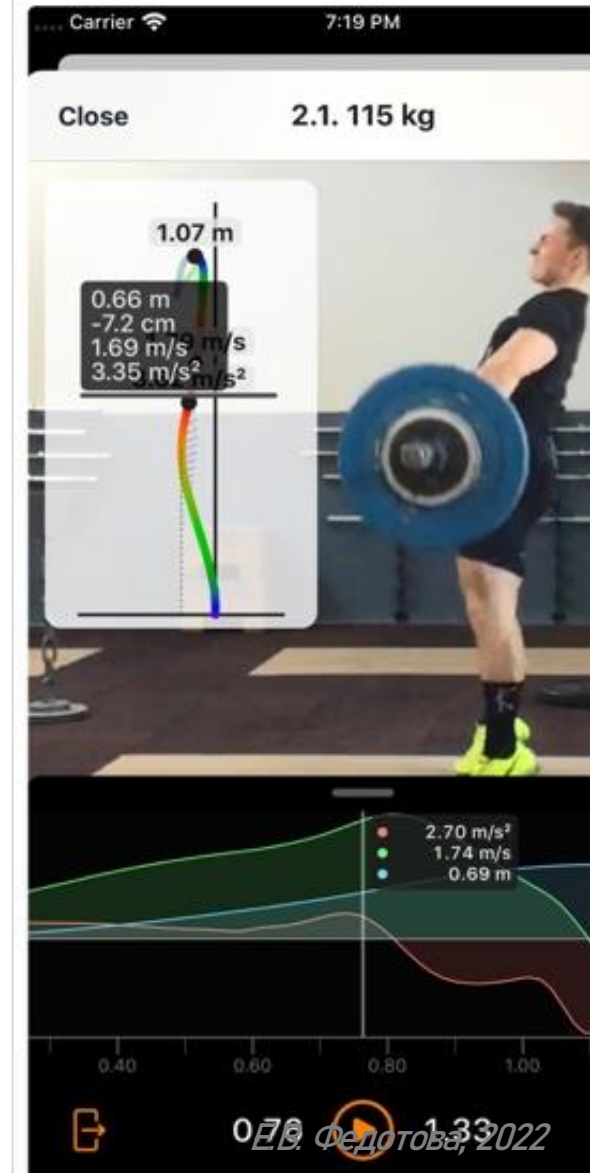


Преимущества:

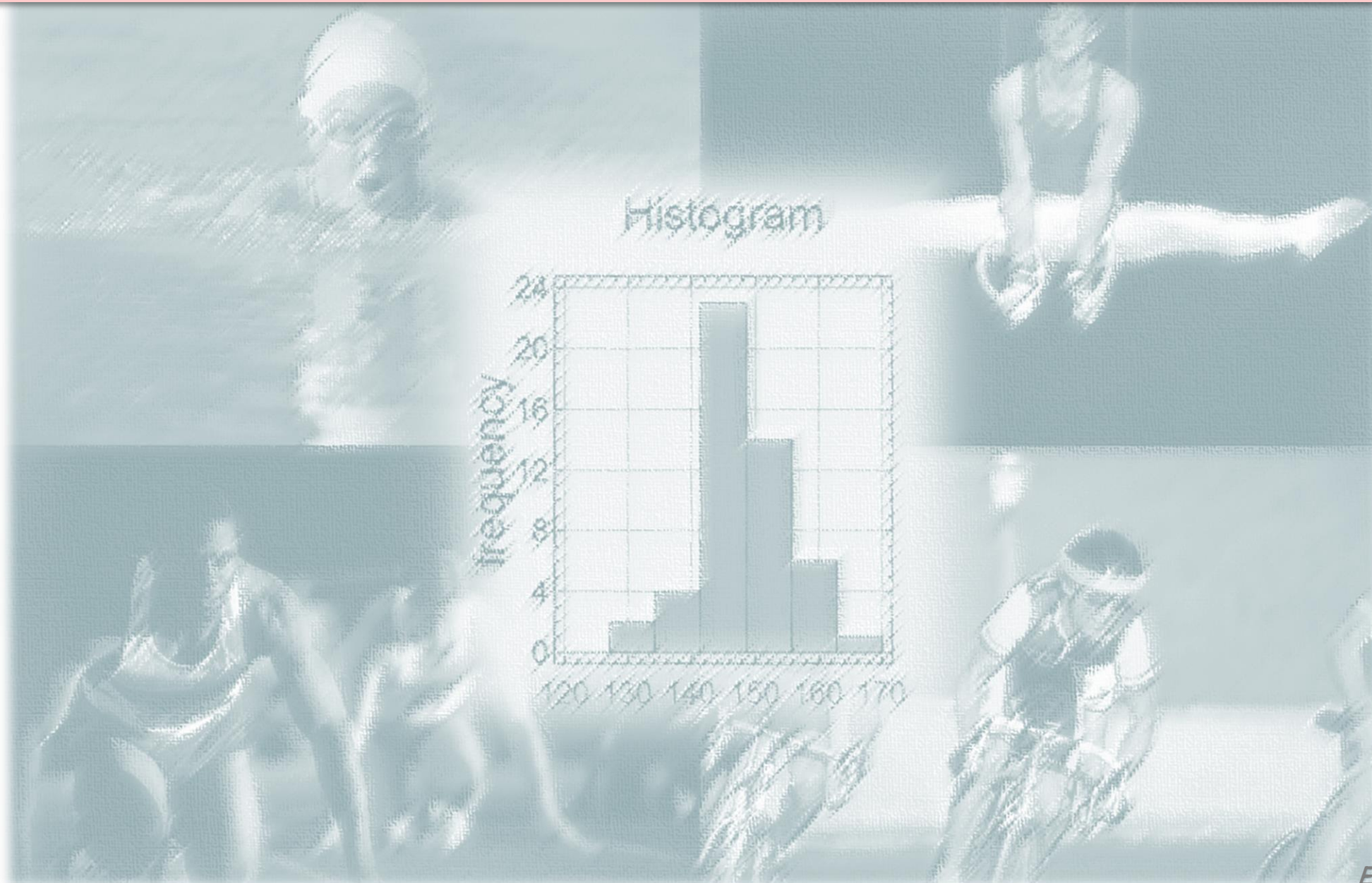
- Доступность (если не нужно профессиональное качество, последующая оцифровка и анализ)
- Возможность мгновенного получения результата и просмотра сразу после выполнения движений
- Возможность «экспертной оценки» при невозможности точной количественной оценки и представления результатов в количественном формате

Недостатки:

- Видеосъемку нужно вести с нескольких ракурсов
- Требуется размещение маркеров на теле
- Спортсмен не может двигаться свободно на большие расстояния, иначе он неминуемо выйдет за пределы зоны видеосъемки
- Необходимость специализированного ПО для оцифровки и последующего анализа

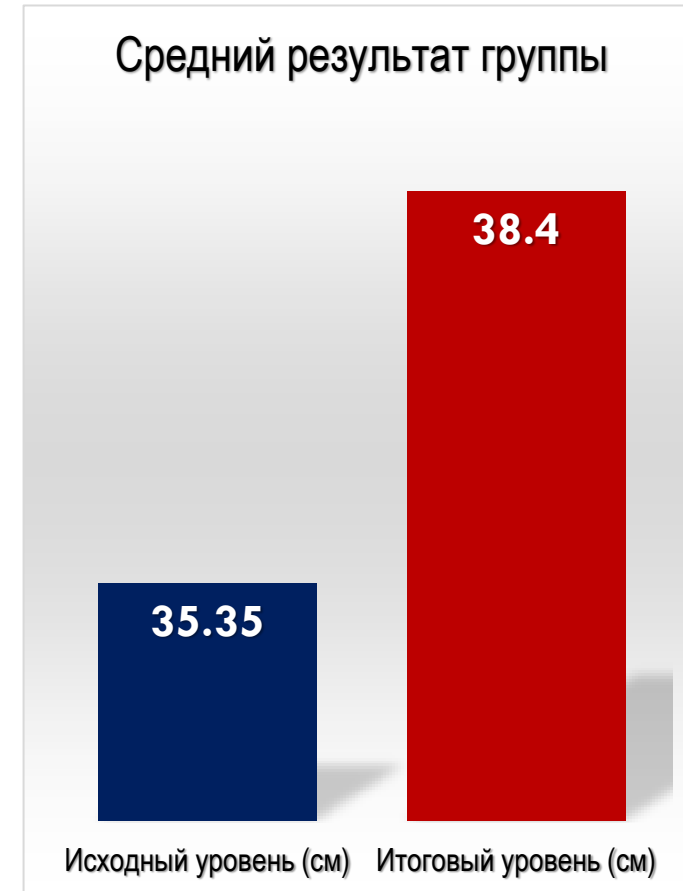


Анализ и оценка результатов ЭКО



Оценка эффективности программы подготовки: сравнение исходного и итогового уровня результатов группы спортсменов (тест «Прыжок вверх», n=10)

Спортсмен	Исходный уровень (см)	Итоговый уровень (см)
01	34.20	40.65
02	41.80	38.80
03	30.60	35.90
04	29.50	34.36
05	44.21	41.21
06	34.80	39.80
07	35.10	40.40
08	42.85	39.85
09	31.55	38.50
10	29.10	34.50
Средняя ± SD	35.35 ± 6.69	38.40 ± 2.56



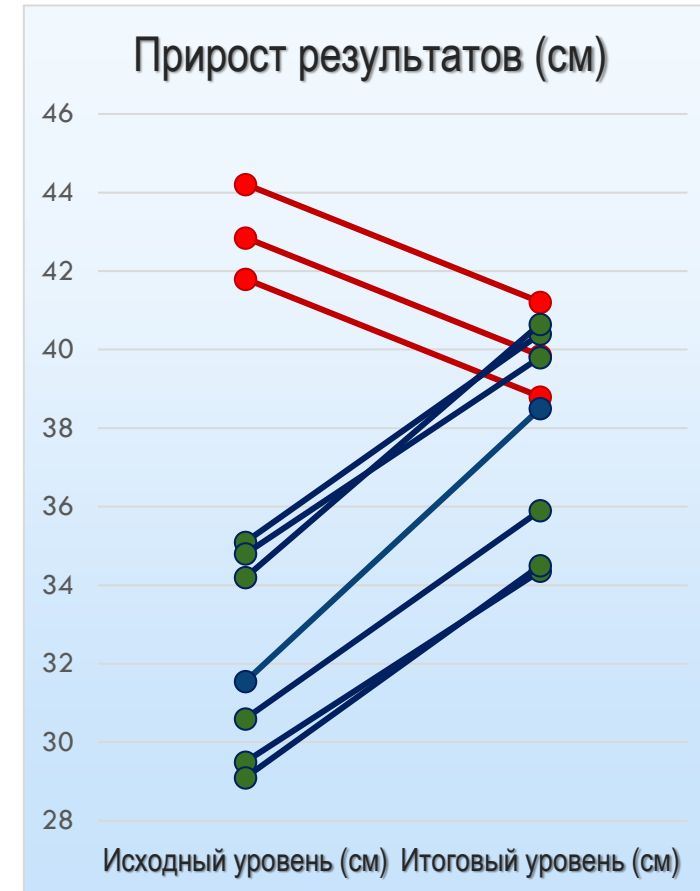
Достоверность различий: t-test = -2.29, $p = 0.048 (<0.05)$.

Улучшение результатов в группе: $\cong 8\%$.

ВОПРОС: эффективна ли предложенная программа скоростно-силовой подготовки?

Оценка эффективности программы подготовки: сравнение исходного и итогового уровня результатов спортсменов в тесте «Прыжок вверх»

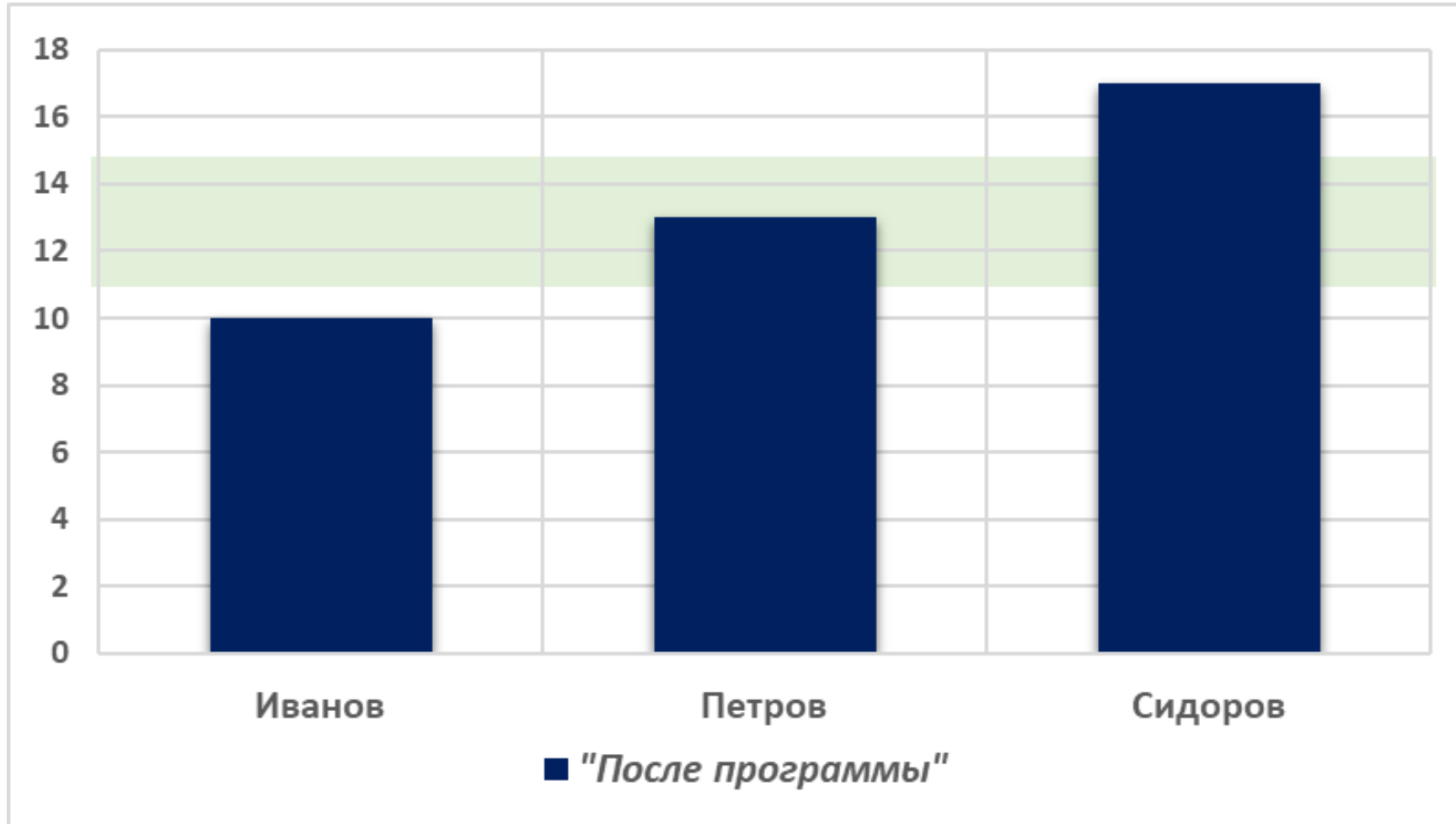
Спортсмен	Исходный уровень (см)	Итоговый уровень (см)
5	44.21	41.21
8	42.85	39.85
2	41.8	38.8
7	35.1	40.4
6	34.8	39.8
1	34.2	40.65
9	31.55	38.5
3	30.6	35.9
4	29.5	34.36
10	29.1	34.5
Средняя ± SD	35.35 ± 6.69	38.40 ± 2.56



Тренер знает, что эти три спортсмена - единственные надежды на призовые места.
ВОПРОС: программа скоростно-силовой подготовки эффективна???

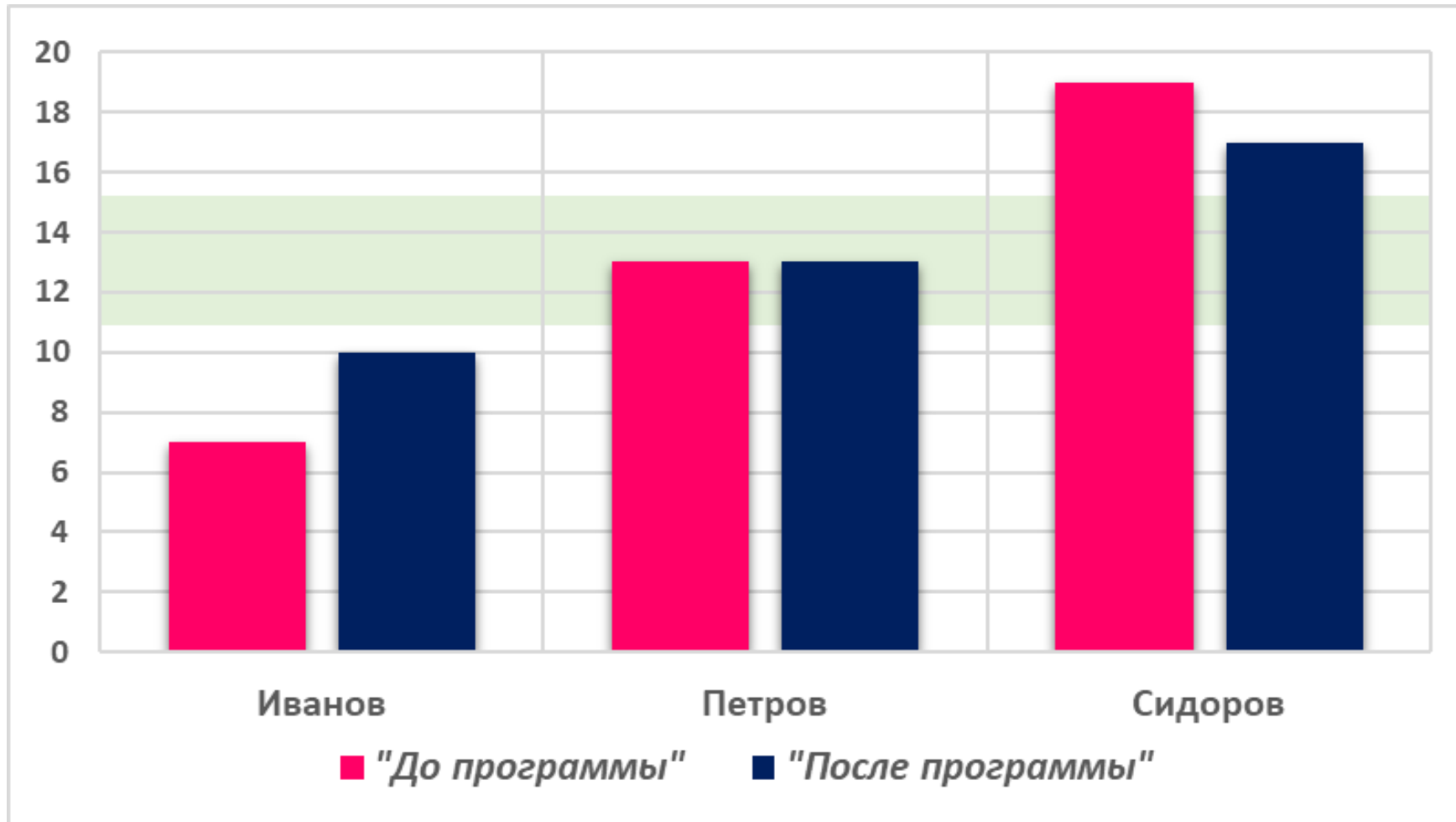
ВАЖНОСТЬ ОЦЕНКИ В ДИНАМИКЕ

Оценка достигнутого уровня результата спортсмена?
Оценка эффективности программы подготовки для спортсмена?



ВАЖНОСТЬ ОЦЕНКИ В ДИНАМИКЕ

Оценка достигнутого уровня результата спортсмена?
Оценка эффективности программы подготовки для спортсмена?



Использование шкал оценки



- Универсальные (обобщенные) шкалы – на начальных этапах для межвидовой ориентации
- «Внутривидовые» шкалы – на последующих этапах для оценки соответствия уровня и динамики
- Для спортсменов высокой квалификации (КМС, МС и выше), работающих по индивидуальным планам – преимущественно индивидуальная оценка уровня и динамики на основе многолетних систематических наблюдений и обследований



КОГДА КОНТРОЛИРОВАТЬ?

Выбор времени проведения мероприятий контроля зависит от цели контроля и определяется:

- 🕒 скоростью адаптационных перестроек под воздействием программы подготовки избранной направленности,
- 🕒 временем завершения этих перестроек,
- 🕒 оцениваемым типом тренировочного эффекта

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТОВ

при наличии батареи тестов разной направленности

- Измерения не требующие приложения усилий и не вызывающие утомления спортсмена (антропометрические измерения и т.п.)
- Тесты для оценки координационных возможностей
- Тесты для оценки максимальной мощности и силы
- Спринты
- Тесты для оценки силовой (мышечной) выносливости
- Тесты для оценки «анаэробной выносливости»
- Тесты для оценки «аэробной выносливости»

ПОДГОТОВКА СПОРТСМЕНА К ПРОХОЖДЕНИЮ ЭКО

Этапное комплексное обследование – часть программы подготовки, не менее важная, чем тренировочные занятия, и требующая от спортсмена подготовки к участию

Как подготовиться к тестированию?

- За два дня до теста не следует проводить тяжелых тренировок (силовых, интервальных или длительных).
 - Накануне тестирования необходим день отдыха.
 - После супер-длинных нагрузок (более 3 часов) за неделю до тестирования – уделить особое внимание восстановлению организма.
 - В день тестирования не следует употреблять жирную пищу.
 - Следует исключить кофе и другие тонизирующие напитки или добавки как минимум за три часа до тестирования.
- ❖ С собой на тестирование – привычную удобную спортивную форму, обувь, при необходимости – специальный инвентарь (велотуфли, педали).



*Елена Викторовна ФЕДОТОВА,
доктор педагогических наук,
ведущий научный сотрудник Лаборатории проблем спортивной
подготовки ФГБУ ФНЦ ВНИИФК
М.тел.: +7 965 4099091
Email: efedotova@yandex.ru, fedotova.e.v@vniifk.ru*