



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010129628/14, 15.07.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.07.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **15.07.2010**(43) Дата публикации заявки: **20.01.2012** Бюл. № 2(45) Опубликовано: **10.05.2012** Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **РОЖЕНЦЕВ В.В. и др. Утомление при занятиях физической культурой и спортом, методы исследования. Советский спорт, 2006, с.48-61. RU 2392854 C1, 27.06.2010. SU 1752341 A1, 07.08.1992. US 6206837 B1, 27.03.2001. КАШУТИНА Т.Е. Комплексная оценка физической работоспособности, показателей кровообращения и дыхания у спортсменов разных специальностей и (см. прод.)**

Адрес для переписки:

**620016, г.Екатеринбург, а/я 57, В.З.
Мурзакаевой, рег.№ 874**

(72) Автор(ы):

**Вашляев Борис Федорович (RU),
Вашляева Ирина Рафисовна (RU),
Сазонов Игорь Юрьевич (RU),
Доронин Александр Иванович (RU),
Фарафонов Михаил Геннадьевич (RU),
Шачкова Татьяна Анатольевна (RU),
Вишнев Владислав Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский государственный университет
физической культуры" (RU)**

**(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ (ОЦЕНКИ) ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПО
ДИНАМИКЕ ОТНОШЕНИЯ МИНУТНОГО ОБЪЕМА ДЫХАНИЯ К МОЩНОСТИ
ВОЗРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теории и методики физической культуры и спорта. Проводят ступенчатый велоэргометрический тест. При этом определяют минутный объем дыхания (МОД), рассчитывают удельный дыхательный объем (удельный ДО) как отношение минутного объема дыхания к мощности выполняемой работы. Графически отражают динамику ДО в виде тренда как отношение изменения удельного ДО к приросту мощности нагрузки. При нарастании нагрузки делают заключение о неэкономичности работы или утомлении, при

повышении удельного ДО при нарастании нагрузки делают заключение о возрастании вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение работы умеренной мощности, при выраженном снижении и повышении удельного ДО при отсутствии стабильного отрезка делают заключение о неэффективной двигательной деятельности или утомлении, ведущим к скорой и значительной активизации гликолиза. Способ расширяет арсенал средств для оценки физической работоспособности спортсмена. 4 з.п. ф-лы, 4 ил., 11 прил.

(56) (продолжение):

RU 2449727 C2

RU 2449727 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010129628/14, 15.07.2010**

(24) Effective date for property rights:
15.07.2010

Priority:

(22) Date of filing: **15.07.2010**

(43) Application published: **20.01.2012 Bull. 2**

(45) Date of publication: **10.05.2012 Bull. 13**

Mail address:

**620016, g.Ekaterinburg, a/ja 57, V.Z.
Murzakaevoy, reg.№ 874**

(72) Inventor(s):

**Vashljaev Boris Fedorovich (RU),
Vashljaeva Irina Rafisovna (RU),
Sazonov Igor' Jur'evich (RU),
Doronin Aleksandr Ivanovich (RU),
Farafontov Mikhail Gennad'evich (RU),
Shachkova Tat'jana Anatol'evna (RU),
Vishnev Vladislav Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe
uchrezhdenie vysshego professional'nogo
obrazovaniya "Ural'skij gosudarstvennyj
universitet fizicheskoy kul'tury" (RU)**

(54) METHOD OF DETERMINING (ESTIMATING) PHYSICAL WORKING CAPACITY BY DINAMICS OF RATIO OF MINUTE RESPIRATION VOLUME TO POWER OF GROWING STRESS

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to field of theory and methodology of physical culture and sport. Step-by-step bicycle exercise testing is performed. Minute respiration volume (MRV) is determined, specific respiratory volume (specific RV) is calculated as ratio of minute respiratory volume to power of performed work. RV dynamics is shown graphically in form of trend as ratio of specific RV to increment of stress power. If stress growth, conclusion about inefficiency of work or fatigue is made, if specific

RV grows with growth of stress, conclusion about increase of contribution of anaerobic glycolysis in energy provision of work of moderate power is made, in case of expressed reduction and increase of specific RV with absence of stable segment conclusion about inefficient motor activity or fatigue resulting in fast and significant activation of glycolysis is made.

EFFECT: method extends arsenal of means for estimation of physical work capacity of athlete.

5 cl, 4 dwg, 11 tbl

RU 2 449 727 C2

RU 2 449 727 C2

Изобретение относится к области теории и методики физической культуры и спорта.

Высокая физическая работоспособность отличает всех хорошо подготовленных спортсменов, и оценка ее уровня, прогнозирование динамики, а также повышение являются весьма значимой проблемой профессиональной педагогической деятельности тренера. И.В.Аулик (1979) обозначает физическую работоспособность как потенциальную способность человека проявить максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе и отмечает достаточно большое число ее эргометрических и физиологических (биохимических) показателей, зависящих от многих факторов.

Эргометрические показатели (в педагогических тестах) напрямую, количественно, в виде результата двигательной деятельности, демонстрируют уровень физической работоспособности, однако не позволяют понять, за счет чего произошло достижение результата. То есть неизвестно, с каким напряжением функционировали биологические системы спортсмена, и, следовательно, сложно найти пути совершенствования и дать прогноз.

Физиологические (биохимические) показатели характеризуют функционирование отдельных систем организма, что позволяет качественно, но косвенно оценивать физическую работоспособность. Поскольку, по выражению Сократа, «свойства частей не являются свойством целого», велика вероятность ошибки как оценки, так и прогноза.

Для объективного определения физической работоспособности целесообразно опираться на взаимосвязь эргометрических и физиологических (биохимических) показателей. Взаимосвязи представлены в виде таблиц, графиков, номограмм и формул с разной степенью достоверности конечного результата (И.В.Аулик, 1979; В.Л.Карпман, В.Л.Белоцерковский, И.А.Гудков, 1988; З.Б.Белоцерковский, 2005).

Тестирующие нагрузки задаются строго регламентированной двигательной деятельностью, то есть независимыми переменными, например длительностью нагрузки, скоростью бега, частотой педалирования, силой сопротивления педали. В качестве зависимых переменных выступают биологические реакции на преодолеваемую нагрузку, например частота пульса, потребление кислорода, минутный объем дыхания, концентрация лактата. Наиболее доступное измерение частоты пульса, вследствие выраженных индивидуальных различий (тахикардия, брадикардия), обусловленных возрастом, спортивным стажем, уровнем тренированности, приводит к сомнению его пригодности для определения физической работоспособности квалифицированных спортсменов, например в распространенном тесте PWC 170 (И.В.Аулик, 1979; В.Л.Карпман, В.Л.Белоцерковский, И.А.Гудков, 1988; З.Б.Белоцерковский, 2005).

Наиболее объективны для оценки физической работоспособности данные о потреблении кислорода и концентрации лактата в процессе двигательной деятельности. Однако их измерение представляет определенные сложности.

Оборудование и расходные материалы относительно дороги, а измерение лактата еще и связано с забором крови. При этом лавинообразное нарастание концентрации лактата в общем русле крови, а также вегетативные реакции периферических сосудов, меняющие скорость кровотока, позволяют только приблизительно определить момент достижения пороговых значений мощности работы, таких как анаэробный порог (АнП) и критическая мощность ($N_{\text{крит}}$).

Таким образом, появляется потребность в опоре на биологический показатель, который во взаимосвязи с физической нагрузкой бы мог послужить основой для

наглядного, что весьма важно для педагогики, отражения физической работоспособности.

Внешнее дыхание, обеспечивающее поддержание важнейших констант соотношения содержания углекислого газа и кислорода ($\text{CO}_2\text{-O}_2$) в тканях при любой деятельности, наглядно отражает мощность физической работы, что дает основание для оценки физической работоспособности в сопоставлении легочной вентиляции с мощностью преодолеваемой нагрузки (И.С.Бреслав, А.А.Ноздрачев, 2005).

В числе факторов физической работоспособности выделим как наиболее значимый уровень аэробной производительности, детерминированный потреблением кислорода (И.В.Аулик, 1979). Измерения МОД, отражающие внешнее дыхание, позволяют косвенно отслеживать динамику потребления кислорода. В этом мы основывались на данных R.N.Girandola, F.I.Katch, F.M.Henri (1971), показавших высокую корреляцию между потреблением кислорода и минутным объемом дыхания при работе на велоэргометре с большой нагрузкой [7].

И.В.Аулик (1979) отмечает, что для оценки физической работоспособности в ступенчатом тесте нагрузка задается, как правило, до изнеможения. Подобное построение теста является серьезным испытанием, сопровождающимся значительным психическим напряжением, с неохотой воспринимается спортсменами и далеко не всегда целесообразно на определенных этапах подготовки. Доведение до состояния изнеможения не отвечает педагогическим требованиям, таким образом, появляется необходимость формализации маркера, позволяющего оценить уровень физической работоспособности при исключении изнуряющей нагрузки.

Кислородный запрос при выполнении физической работы напрямую связан с объемом внешнего дыхания. Исходя из этого возможно отразить физическую работоспособность в отношении минутного объема дыхания (МОД, л/мин) к мощности выполняемой работы (N, кгм/мин или Вт). Физическим смыслом этой величины - удельного дыхательного объема (ДО, л/кгм или л/(мин Вт)) - является объем вентилируемого воздуха при выполнении единицы работы. Мы не встретили в литературе такой интерпретации метаболического ответа на нагрузку, хотя попытки оценивать энерготраты на основе легочной вентиляции предпринимались А.В.Ford, Н.К.Heilerstein (1959); М.С.Maihotra, S.S.Ramaswami, S.Ray, T.N.Shrivastav (1962), а также Е.Б.Мякинченко, В.Н.Селуяновым (2005), В.В.Роженцовым, М.М.Полевщиковым (2006) [6, 7, 10].

Технический результат заявляемого изобретения состоит в определении объема вентилируемого воздуха при выполнении единицы работы, л/(мин Вт) или л/кгм, что является первой производной $d\text{МОД}/dN$ или удельным дыхательным объемом и может использоваться в качестве маркера детерминант физической работоспособности спортсмена. В их числе как новые детерминанты, а именно:

1. Показатель аэробной экономичности, л/мин Вт или л/кгм, минимальный удельный ДО при возрастании нагрузки (минимальное количество вентилируемого воздуха при выполнении единицы работы).

2. Динамика удельного дыхательного объема, характеризующая энергообеспечение работы (окислительное или гликолитическое), которое возможно формализовать в виде тангенса угла наклона тренда динамики удельного ДО (отношения изменения удельного ДО к приросту мощности нагрузки) (Фиг.1-4). Отрицательные значения свидетельствуют о нерациональных движениях или утомлении, положительные - о вкладе гликолиза в энергообеспечение, нулевые или приближающиеся к нулю - об аэробном энергообеспечении. Абсолютная величина значений характеризует степень

проявления вышеобозначенных процессов.

3. Критерий прекращения ступенчатого теста по резкому возрастанию удельного ДО (точка К на фиг.1-4), свидетельствующему об активизации гликолиза. В педагогическом аспекте это может быть достижение как анаэробного порога (АнП), так и критической мощности ($N_{\text{крит}}$).

Так и известные прежде по работам Е.Б.Мякинченко, В.Н.Селуянова (2005), В.В.Роженцова, М.М.Полевщикова (2006) и других авторов детерминанты физической работоспособности, но более отчетливо выявляемые на основе первой производной $dMOD/dN$:

4. Динамика физической работоспособности по смещению проекции точки К на ось абсцисс на фигурах 1-4, а именно, ее смещение вправо означает рост выносливости, влево - снижение.

5. Пульс анаэробного порога, уд/мин.

6. Мощность анаэробного порога, Вт/кг массы тела или кгм/(мин·кг массы тела).

7. Пульс критической мощности, уд/мин.

8. Критическая мощность, Вт/кг массы тела или кгм/(мин·кг массы тела).

Способ позволяет следующее:

- оценить экономичность работы в преодолении физических нагрузок;
- выявить степень участия окисления и гликолиза в энергообеспечении работы, что позволит оценить функциональную подготовленность, дать прогноз и коррекцию методики тренировки;
- получить критерий прекращения нагрузки в ступенчатом тесте;
- оценить (сравнить) физическую работоспособность;
- определить пульс анаэробного порога, уд/мин;
- определить анаэробный порог, Вт/кг массы тела или кгм/(мин·кг массы тела);
- определить пульс критической мощности, уд/мин;
- определить критическую мощность, Вт/кг массы тела или кгм/(мин·кг массы тела);
- выявить динамику детерминант физической работоспособности при повторных тестированиях.

Указанный технический результат достигается следующим образом.

Предлагается способ определения (оценки) физической работоспособности спортсменов. Сущность способа заключается в определении удельного дыхательного объема и его динамики в ступенчатом велоэргометрическом тесте, методика проведения которого подробно описана в работах И.В.Аулик (1979), В.Л.Карпмана, В.Л.Белоцерковского, И.А.Гудкова (1988), В.М.Зациорского (1979), Белоцерковского З.Б. (2005) и других авторов.

Классификация переменных осуществлялись по методике Губа В.П. (2006).

Независимые переменные следующие:

- темп педалирования, 60 или 80 об/мин;
- мощность ступени нагрузки, 30 Вт;
- длительность ступени нагрузки, 2 мин.

В качестве измеряемых зависимых переменных следующие:

- общее время работы, мин;
- пульс, уд/мин;
- дыхательный объем, л
- частота дыхания, мин;
- концентрация лактата в общем русле крови, ммоль/л.

В качестве расчетных зависимых переменных следующие:

- минутный объем дыхания (МОД), л/мин;
 - удельный дыхательный объем [мл/(мин Вт)]/кг массы тела или (мл/кгм)/кг массы тела;

- мощность анаэробного порога, Вт/кг массы тела, или кгм/(мин·кг массы тела);

- критическая мощность, Вт/кг массы тела, или кгм/(мин·кг массы тела).

Процессы отражены в таблицах и графически (Фиг.1-4, приложения 1-11)

Заявляемое изобретение осуществляется следующим образом.

Нагрузка в ступенчатом велоэргометрическом тесте задавалась педалированием на велоэргометре «Monark Ergonomic 828 E» с механической тормозящей системой.

Минутный объем дыхания измерялся в течение последних 15-и секунд каждой двухминутной ступени работы. Испытуемый по команде исследователя самостоятельно брал маску спирографа и дышал в нее, плотно прижав к лицу до команды об окончании забора воздуха. Испытуемый был предупрежден о недопустимости утечки воздуха из маски при выполнении теста. Диаметр воздухозаборной трубки в маске 2,5 см, «мертвое пространство» 44 мл. Большую часть времени работы (около 85%) испытуемый дышал без маски, что не затрудняло дыхание и не искажало показатели.

При измерении биологических параметров использовались следующие приборы:

- пульсометр, прилагаемый к велоэргометру «Monark Ergonomic 828 E»;

- портативный микропроцессорный спирограф СМП-21/01;

- портативный измеритель концентрации лактата в общем русле крови «Accusport».

Методика применения измерительных приборов была следующей. Пульс контролировался непрерывно в течение всего теста и фиксировался в конце каждой второй минуты. Ступенчато возрастающая нагрузка прекращалась при резком возрастании удельного ДО, а также при превышении частоты пульса 180 уд/мин. При этом испытуемый сохранял работоспособность. Мы не ставили задачей работу до отказа, так как это является тяжелым испытанием для спортсмена. Поэтому по педагогическому наблюдению в отдельных случаях работа прекращалась и раньше.

Концентрация лактата в общем русле крови измерялась на последних 30-и секундах работы в зоне критической мощности (по среднестатистическому значению пульса критической мощности, 170 уд/мин). Концентрация лактата около 6-8 ммоль/л и выше подтверждала активизацию гликолиза в энергообеспечении. В дальнейшем, ввиду очевидности, мы отказались от измерений концентрации лактата.

Все переменные по мере поступления данных подвергались компьютерной обработке и отражались на мониторе, что позволяло оперативно принимать педагогическое решение о прекращении нагрузки.

Нами были выполнены более трехсот исследований квалифицированных спортсменов в различных видах спорта. Определение объема вентилируемого воздуха при выполнении единицы работы (удельного ДО или dМОД/dN) с нарастанием нагрузки позволило наглядно (графически) отразить физическую работоспособность. При индивидуальных различиях биологических ответов на стандартную нагрузку динамику удельного ДО целесообразно представить в виде типичных трендов на Фиг.1-4.

1. Стабильность удельного ДО при нарастании нагрузки (Фиг.1, тренд 2). График, отражающий динамику удельного ДО, имеет три участка. В начале удельный ДО при относительно небольшой нагрузке повышен, что можно объяснить активизацией дыхания при достижении аэробного порога (АП) (Е.Б.Мякинченко, В.Н.Селуянов, 2005). Однако мы считаем, что повышение МОД в начале тестирования при

небольшой мощности работы связано не столько с преодолением умеренной по мощности нагрузки, сколько с энергообеспечением мышц, обеспечивающих дыхательные движения грудной клетки, перемещений собственно частей тела. Кроме того, МОД зависит от техники движений, а также от исходного состояния организма и психики (Фиг.1-4, тренд 1).

Далее было замечено, что на определенном участке удельный ДО, несмотря на возрастание мощности нагрузки и, соответственно, пульса, остается стабильным ($\pm 5\%$) в довольно широком диапазоне нагрузки (Фиг.1, тренд 2). Для оценки стабильности биологических величин такое отклонение считается допустимым (С.В.Начинская, 2005). Отмечаемая нами стабилизация свидетельствует об адекватности МОД (внешнего дыхания и кислородного запроса) выполняемой работе. Такой вывод не противоречит данным Astrand P.O. (1952), Henry F. (1953), Margaria R., Cerretelli, P., Aghemo, P., Sassi, G. (1963) [7].

Затем удельный ДО резко возрастает (Фиг.1-4, тренд 3). Дыхание становится неадекватным мощности выполняемой работы, что является признаком возрастающей активизации гликолиза. Эти наблюдения статистически достоверно ($p < 0,05$) подтверждаются измерениями концентрации лактата в зоне мощности, вызывающей резкое возрастание удельного ДО. При этом, несмотря на увеличивающийся кислородный запрос и значительно возрастающую легочную вентиляцию, мышцы не могут воспринять кислород из-за активизации гликолиза, нарушающего его транспорт (Ф.З.Меерсон, 1986). Мы видим, что возможность роста окисления в энергообеспечении работы спортсменом исчерпана, а дальнейшее увеличение нагрузки ведет к снижению потребления кислорода. Компьютерная обработка позволяет получить результаты сразу по мере фиксации переменных. Таким образом, появляется формализованное основание для прекращения теста.

График на Фиг.1 хорошо согласуется с данными данными R.J.Shephard (1966), Е.Б.Мякинченко, В.Н.Селуянова (2005), которые также отмечали форсированное дыхание при небольших и приближающихся к предельным по мощности физических нагрузках [6, 7].

Возрастание удельного ДО может происходить с разной скоростью в зависимости от продуцирования лактата и способности организма к его утилизации. При высоких окислительных способностях мышц эта скорость снижается и можно выделить анаэробный порог (АнП). Резкое возрастание удельного ДО наступит при достижении критической мощности работы ($N_{\text{крит}}$). Однако при быстротечности этих процессов и пониженных окислительных возможностях (вследствие активизации гликолиза и невысокой функциональной подготовленности) зачастую в тесте сложно разделить АнП и $N_{\text{крит}}$. Таким образом, в педагогическом аспекте важно, прежде всего, по возрастанию удельного ДО выявить активизацию гликолиза в преодолении физических нагрузок, что позволит скорректировать методику тренировки и предупредить нарушение здоровья спортсмена.

Первоначально наши исследования проводились с квалифицированными спортсменами, в числе которых конькобежцы, велосипедисты, лыжники, хоккеисты с мячом, которые, как показывает стабильный участок (Фиг.1, тренд 3), успешно справлялись с нагрузками в широком диапазоне мощности за счет преобладания аэробного энергообеспечения. Это позволило интерпретировать график на Фиг.1 как характерный для тренированных спортсменов в циклических и игровых видах спорта, связанных с выносливостью. Однако дальнейшее расширение контингента исследуемых за счет привлечения к тестированию спортсменов разных видов спорта и

разной подготовленности привело к другим вариантам графиков, отражающих удельный дыхательный объем (Фиг.2-4).

2. Снижение удельного ДО при нарастании нагрузки (Фиг.2, тренд 4), свидетельствующее об излишней активизации внешнего дыхания при нагрузке умеренной мощности, что является, как мы считаем, признаком неэкономичности работы или утомления.

3. Повышение удельного ДО при нарастании нагрузки (Фиг.3, тренд 5), свидетельствующее о возрастании вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение работы умеренной мощности.

4. Выраженное снижение и повышение удельного ДО при отсутствии стабильного отрезка (Фиг.4.). Налицо неэффективная двигательная деятельность или утомление, ведущие к скорой и значительной активизации гликолиза.

На разных этапах спортивной подготовки состояния спортсменов меняются, что при повторении тестов отражается на независимых и расчетных переменных величинах и, соответственно, на графиках, характеризующих физическую работоспособность (Фиг.1-4, приложения 1-11).

Литература

1. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические критерии физической работоспособности у спортсменов [Текст] / З.Б.Белоцерковский. - М.: Советский спорт, 2005. - 312 с.

2. Бреслав, И.С. Дыхание. Висцеральный и поведенческий аспекты [Текст] / И.С.Бреслав, А.А.Ноздрачев. - СПб.: Наука, 2005. - 309 с.

3. Губа, В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике. Учебное пособие для вузов физической культуры. - 2-е издание [Текст] / В.П.Губа, М.П.Шестаков, Н.Б.Бубнов, М.П.Борисенков. - М.: Физкультура и Спорт, 2006. - 220 с., ил.

4. Зациорский, В.М. Основы спортивной метрологии [Текст] / В.М.Зациорский. - М.: Физкультура и спорт, 1979. - 152 с.

1. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине [Текст] / В.Л.Карпман, В.Л.Белоцерковский, И.А.Гудков. - М.: Физкультура и спорт, 1988. - 208 с.

2. Мякинченко, Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта [Текст] / Е.Б.Мякинченко, В.Н.Селуянов. - М.: ТВТ Дивизион, 2005. - 338 с.

3. Наука и спорт. Пер. с англ. [Текст] / М.: «Прогресс», 1982. - 270 с.

4. Начинская, С.В. Спортивная метрология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / С.В.Начинская. - М.: Издательский центр «Академия», 2005, - 240 с.

5. Определение физической работоспособности в клинике и спорте [Текст] / Под. ред. И.В.Аулик. - М.: Медицина, 1979. - 195 с., ил.

6. Роженцов, В.В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования [Текст]: монография / В.В.Роженцов, М.М.Полевщиков. - Советский спорт, 2006. - 280 с.

7. Физиология адаптационных процессов [Текст] / О.Г.Газенко, Ф.З.Меерсон и др.; под ред. П.Г.Костюка. - М.: Наука, 1986. - 635 с.

Формула изобретения

1. Способ оценки физической работоспособности спортсменов в ступенчатом велоэргометрическом тесте, отличающийся тем, что определяют минутный объем дыхания (МОД), рассчитывают удельный дыхательный объем (удельный ДО), как отношение минутного объема дыхания к мощности выполняемой работы, графически

отражают динамику ДО в виде тренда, как отношение изменения удельного ДО к приросту мощности нагрузки, и при нарастании нагрузки делают заключение о неэкономичности работы или утомлении, при повышении удельного ДО при нарастании нагрузки делают заключение о возрастании вклада анаэробного гликолиза в энергообеспечение работы умеренной мощности, при выраженном снижении и повышении удельного ДО при отсутствии стабильного отрезка делают заключение о неэффективной двигательной деятельности или утомлении, ведущим к скорой и значительной активизации гликолиза.

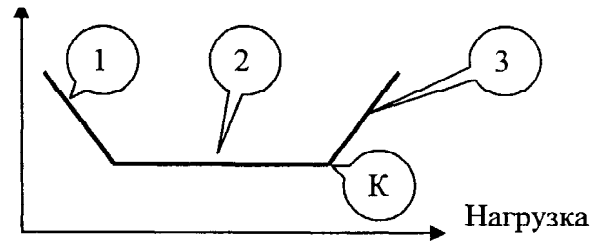
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что темп педалирования при выполнении велоэргометрического теста 60 или 80 об/мин, мощность ступени нагрузки 30 Вт, длительность ступени нагрузки 2 мин.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что пульс контролируют непрерывно в течение всего теста и фиксируют в конце каждой второй минуты.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что МОД измеряют в течение последних 15 с каждой двухминутной ступени работы.

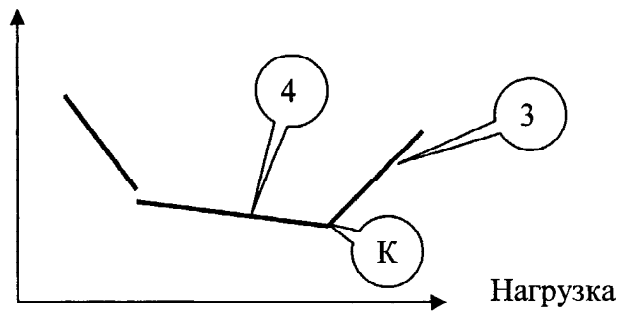
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что ступенчато возрастающую нагрузку прекращают при резком возрастании удельного ДО, а также при превышении частоты пульса до 180 уд/мин при условии сохранении испытуемым работоспособности.

Удельный ДО



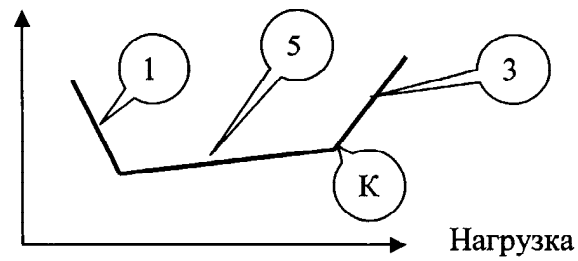
Фиг. 1

Удельный ДО



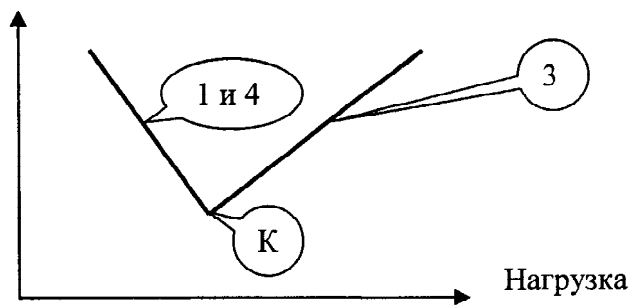
Фиг. 2

Удельный ДО



Фиг. 3

Удельный ДО

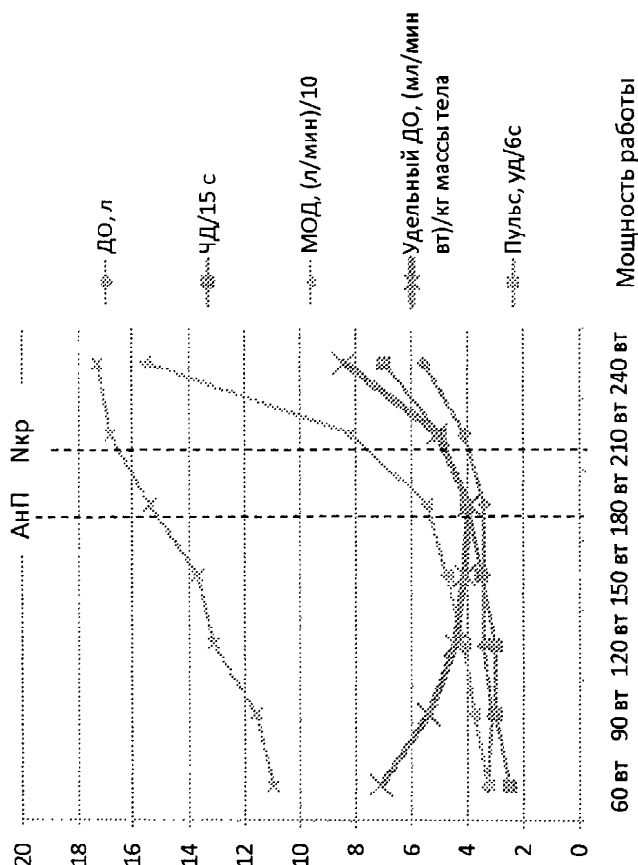


Фиг. 4

Невысокая физическая работоспособность

29.09.2009		Беляков Алексей					коньки		МС	
об/мин	Рост, см	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в ы д, л	Факт. ЖЕЛ, л	Расч. ЖЕЛ, л			
80	186	18	77	3,61	3,36	6,97	5,7			
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, [мл/(мин вт)]/кг массы тела			
	0,4	30								
2	0,75	60	110	3,28	10	32,8	7,1			
4	1,1	90	116	3,12	12	37,4	5,4			
6	1,5	120	131	3,43	12	41,2	4,5			
8	1,9	150	137	3,40	14	47,6	4,1			
10	2,2	180	154	3,40	16	54,5	3,9			
12	2,6	210	168	4,10	20	82,0	5,1			
14	3	240	173	5,56	28	155,7	8,4			
	3,4	270								
	3,75	300								
	4,1	330								
	4,5	360								
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		3,9	Пульс, уд/мин		АНП		154			
					N крит		168			
Мощность 1 ступени, вт		90	Мощность, вт/кг массы тела		АНП		2,34			
Пульс 1 ступени, уд/мин		116			N крит		2,73			
Мощность 2 ступени, вт		180	Тангенс угла наклона графика удельного ДО минус - нерациональные движения или утомление;							
Пульс 2 ступени, уд/мин		154	ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз							
PWC 170, кг/мин		1334	начало		середина		окончание			
PWC 170, (кг/мин)/кг		17,3	-0,026		0,038		0,112			

Ступенчатый велоэргометрический тест



Окончание базового подготовительного периода.

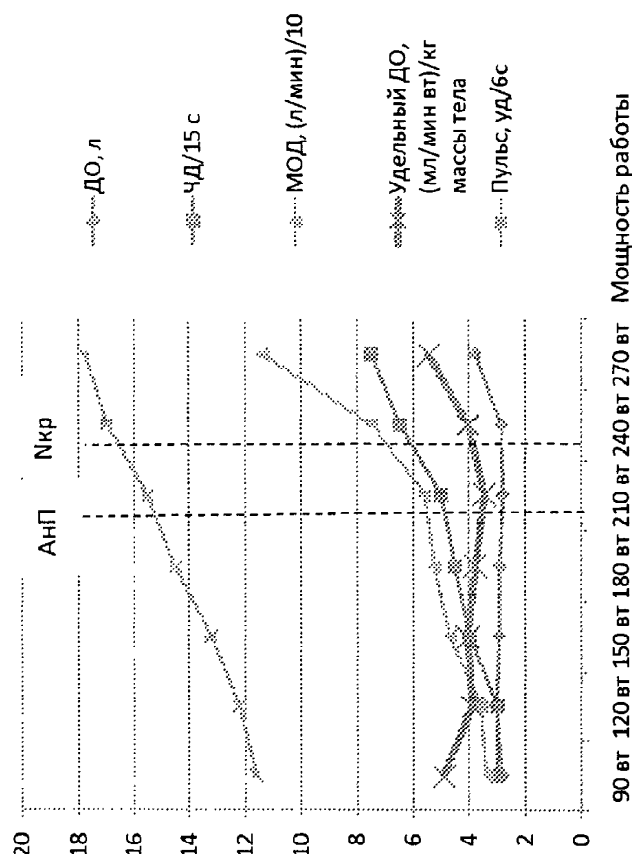
Работа неэкономична. Отмечается нервно-мышечное утомление. Снижен уровень аэробной производительности.

Приложение 2

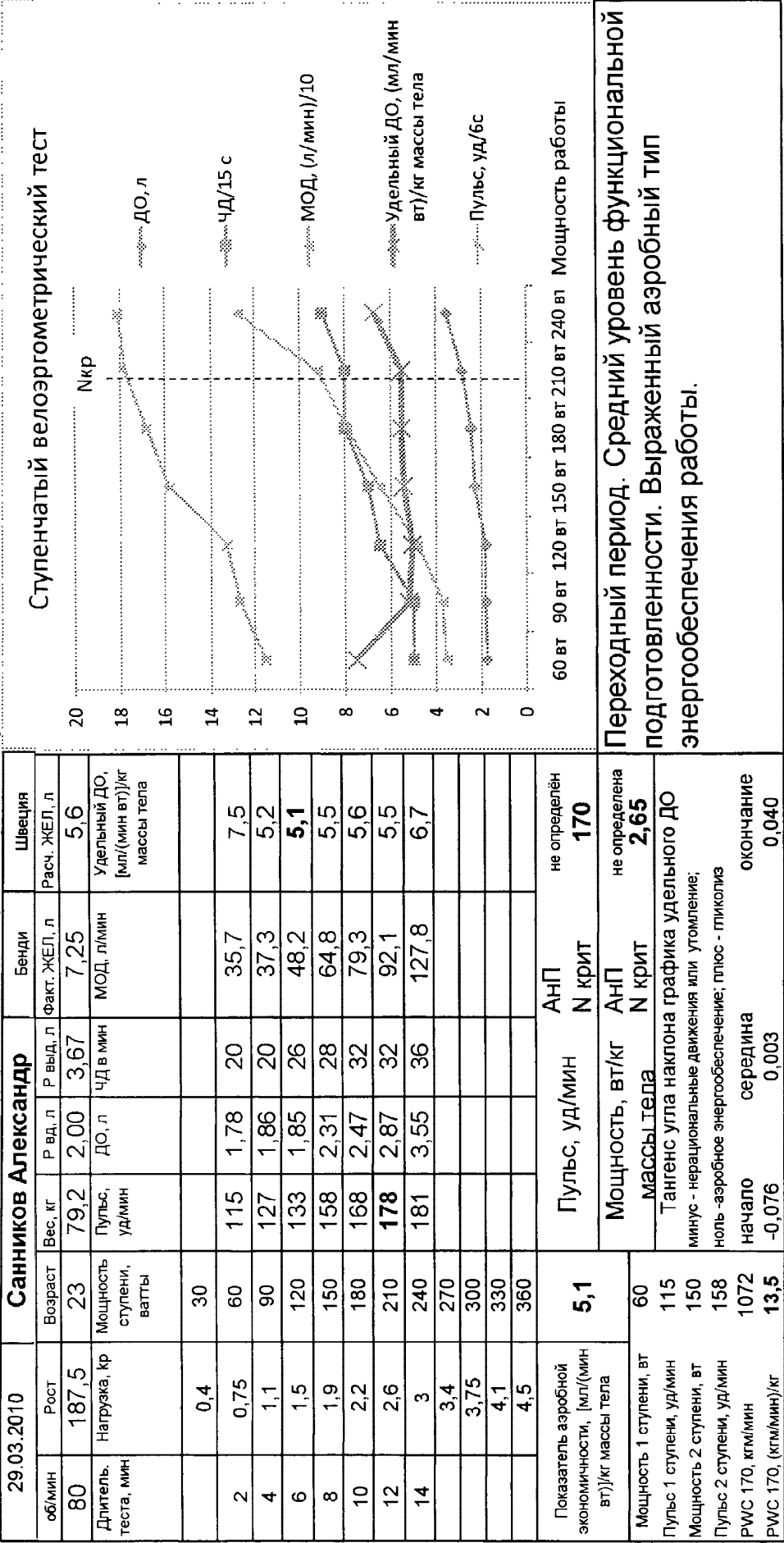
Высокая физическая работоспособность

02.01.2010		Беляков Алексей						коньки		МС	
об/мин	Рост, см	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в ыд, л	Факт. ЖЕЛ, л	Расч. ЖЕЛ, л				
80	186	18	77	3,07	3,82	6,93	5,7				
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, [мл/(мин вт)]/кг массы тела				
	0,4	30									
	0,75	60									
2	1,1	90	116	2,83	12	34,0	4,9				
4	1,5	120	122	3,04	12	36,0	3,9				
6	1,9	150	132	2,94	16	47,0	4,1				
8	2,2	180	145	2,92	18	52,6	3,8				
10	2,6	210	155	2,80	20	56,0	3,5				
12	3	240	170	2,87	26	74,8	4,0				
14	3,4	270	178	3,79	30	113,7	5,5				
	3,75	300									
	4,1	330									
	4,5	360									
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		3,5	Пульс, уд/мин		АнП		155				
Мощность 1 ступени, вт		90	Мощность, вт/кг		АнП		170				
Пульс 1 ступени, уд/мин		112	массы тела		N крит		2,73				
Мощность 2 ступени, вт		210	Тангенс угла наклона графика удельного ДО		N крит		3,12				
Пульс 2 ступени, уд/мин		155	минус - нерациональные движения или утомление;								
PWC 170, кг/мин		1541	ноль -аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз								
PWC 170, (кг/мин)/кг		20,0	начало		середина		окончание				
			-0.034		-0.010		0.047				

Ступенчатый велоэргометрический тест



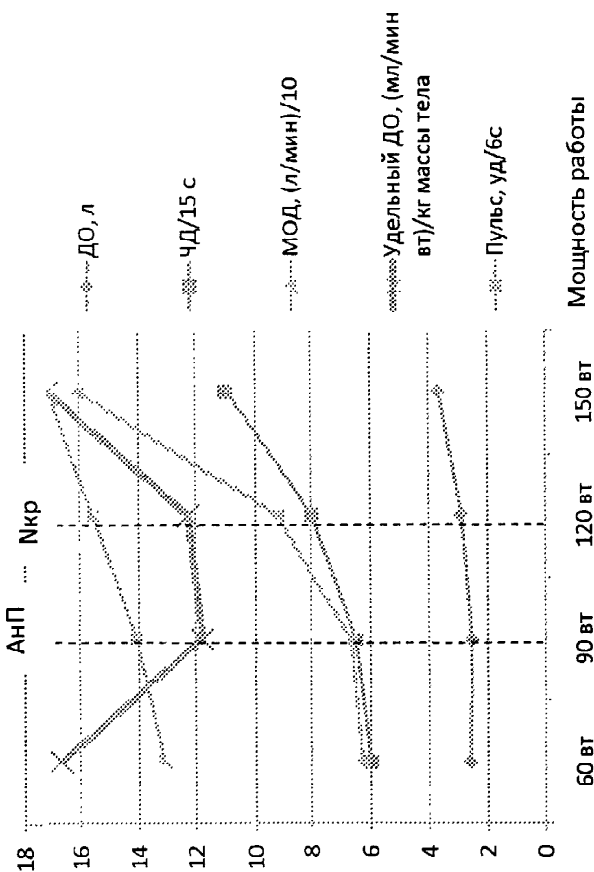
Невысокая физическая работоспособность



Пониженная физическая работоспособность

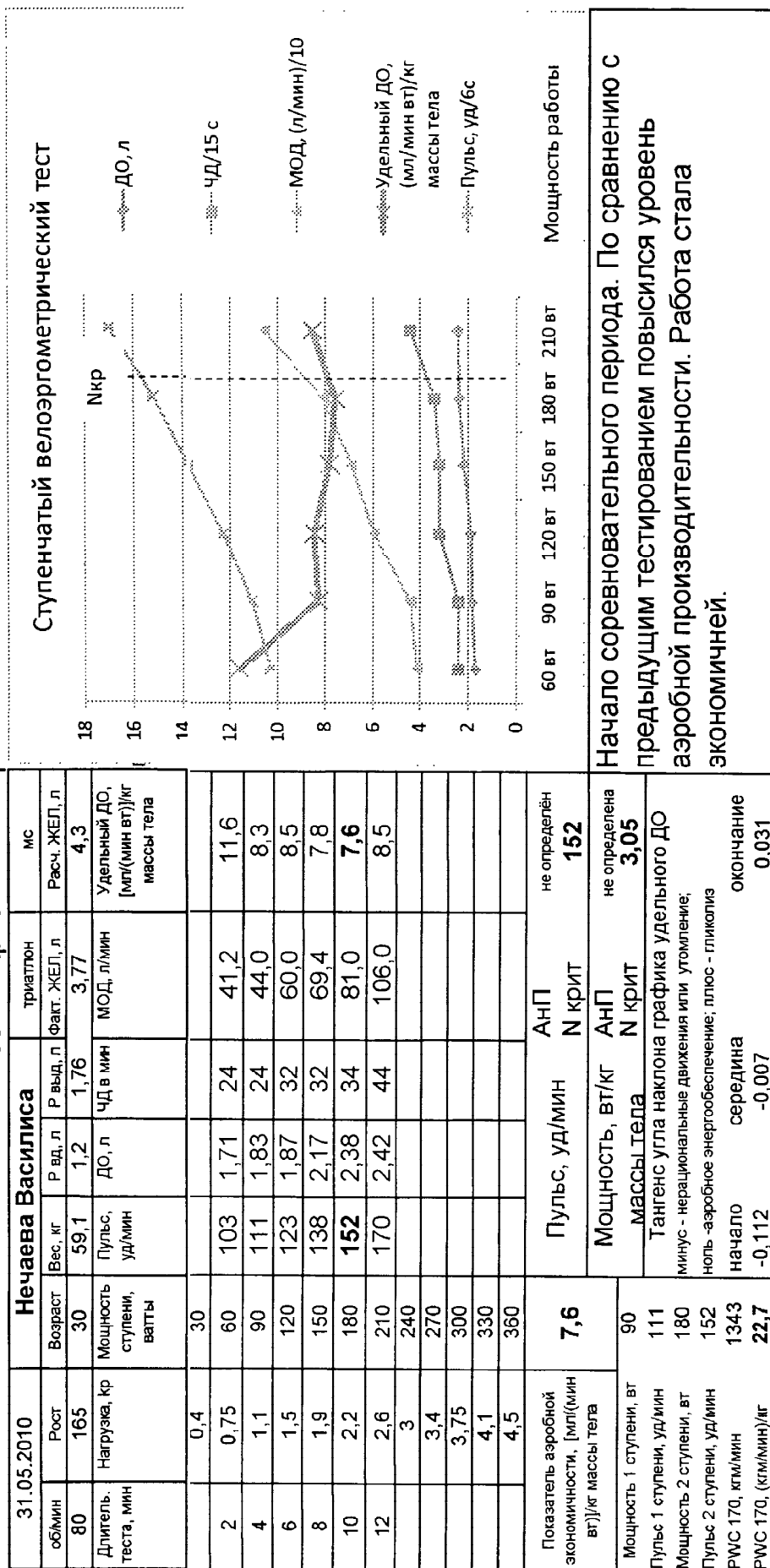
25.03.2010		Нечаева Василиса				триатлон		мс
об/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р выд, л	Факт. ЖЕЛ, л	Расч. ЖЕЛ, л	
80	165	30	62,8	0,58	2,05	5,06	4,3	
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, [мл/(мин вт)]/кг массы тела	
	0,4	30						
2	0,75	60	131	2,61	24	62,8	16,7	
4	1,1	90	141	2,56	26	66,7	11,8	
6	1,5	120	156	2,89	32	92,5	12,3	
8	1,9	150	171	3,66	44	161,0	17,1	
	2,2	180						
	2,6	210						
	3	240						
	3,4	270						
	3,75	300						
	4,1	330						
	4,5	360						
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		11,8	Пульс, уд/мин		АнП		Мощность работы	
Мощность 1 ступени, вт		60			АнП		141	
Пульс 1 ступени, уд/мин		131			N крит		156	
Мощность 2 ступени, вт		120			АнП		1,43	
Пульс 2 ступени, уд/мин		156			N крит		1,91	
RWC 170, кг/мин		940						
RWC 170, (кг/мин)/кг		15,0						
			начало	середина			окончание	
			-0,162	0,016			0,161	

Ступенчатый велоэргометрический тест



Начало подготовки. Незначительная работа. Невысокий уровень функциональной подготовленности. Спортсменка растренирована.

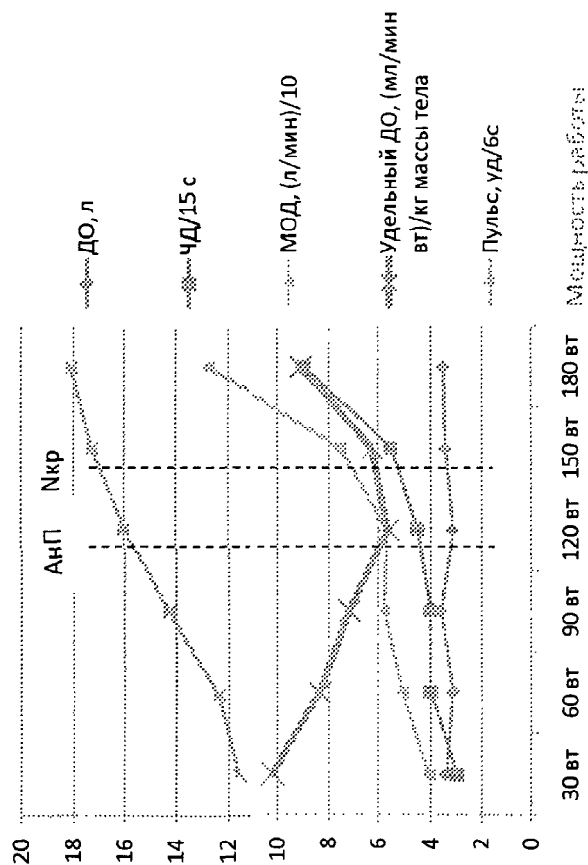
Высокая физическая работоспособность



Невысокая физическая работоспособность

08.09.2009		Потерочин Станислав				Борьба		МС
об/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в д, л	Факт. ЖЕЛ, л	Расч. ЖЕЛ, л	
60	175	20	67	0,44	4,32	5,12	5,1	
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, (мл/(мин вт))/кг массы тела	
2	0,5	30	116	3,41	12	41	10,2	
4	1	60	124	3,15	16	50,4	8,4	
6	1,5	90	143	3,62	16	57,9	7,2	
8	2	120	160	3,15	18	56,8	5,7	
10	2,5	150	173	3,45	22	75,9	6,3	
12	3	180	181	3,55	36	128,0	9,1	
	3,5	210						
	4	240						
	4,5	270						
	5	300						
	5,5	330						
	6	360						
Показатель аэробной экonomicности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		5,7		Пульс, уд/мин		АнП		160
Мощность 1 ступени, вт		30		Мощность, вт/кг массы тела		АнП		1,79
Пульс 1 ступени, уд/мин		116		Тангенс угла наклона графика удельного ДО		АнП		2,24
Мощность 2 ступени, вт		120		минус - нерациональные движения или утомление;				
Пульс 2 ступени, уд/мин		160		ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз				
PWC 170, кг/мин		860		начало		середина		окончание
PWC 170, (кг/мин)/кг		12,8		-0,051		0,021		0,093

Ступенчатый велоэргометрический тест

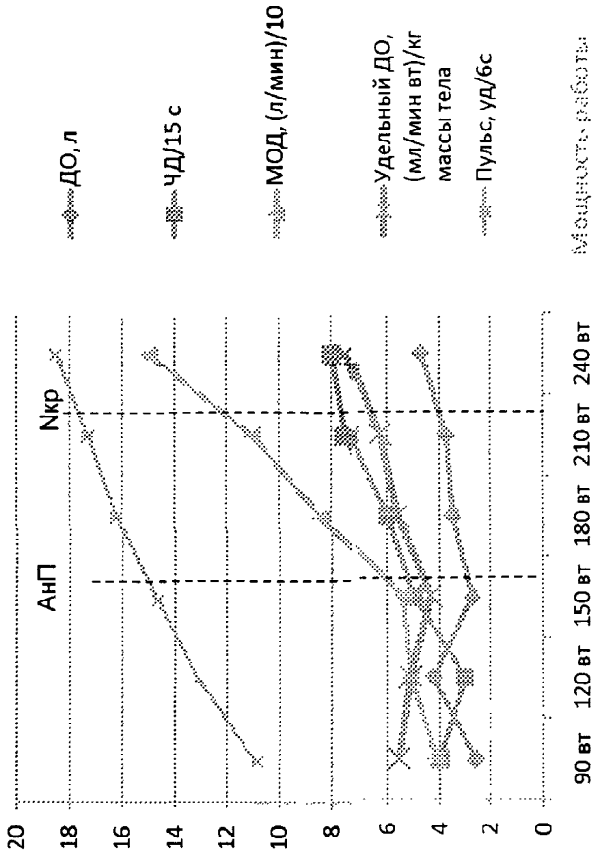


Невысокий уровень функциональной подготовленности.
Утомление с активизацией гликолиза.

Невысокая физическая работоспособность

07.07.2009		Антропов Александр				Хоккей		Автомобилист	
об/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в ы д, л	Факт. ЖЕП, л	Расч. ЖЕП, л		
60	176,5	18	83,1	0,9	2,9	5,2	5,2		
Длитель- теста, мин	Нагрузка, кр	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		
		0,5							
		1							
2	1,5	90	109	2,6	16	41,6	5,6		
4	2	120	131	4,26	12	51,2	5,1		
6	2,5	150	147	2,71	20	54,2	4,3		
8	3	180	162	3,49	24	83,8	5,6		
10	3,5	210	173	3,76	30	110	6,3		
12	4	240	185	4,71	32	150	7,5		
	4,5	270							
	5	300							
	5,5	330							
	6	360							
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		4,3		Пульс, уд/мин		АНП		147	
						N крит		173	
						Мощность, вт/кг массы тела		1,81	
						АНП		2,53	
						Тангенс угла наклона графика удельного ДО минус - нерациональные движения или утомление; ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз			
						начало		окончание	
						середина			
						0,020		0,033	
						14,3		0,041	

Ступенчатый велоэргометрический тест



Невысокий уровень функциональной подготовленности. Активизация гликолиза.

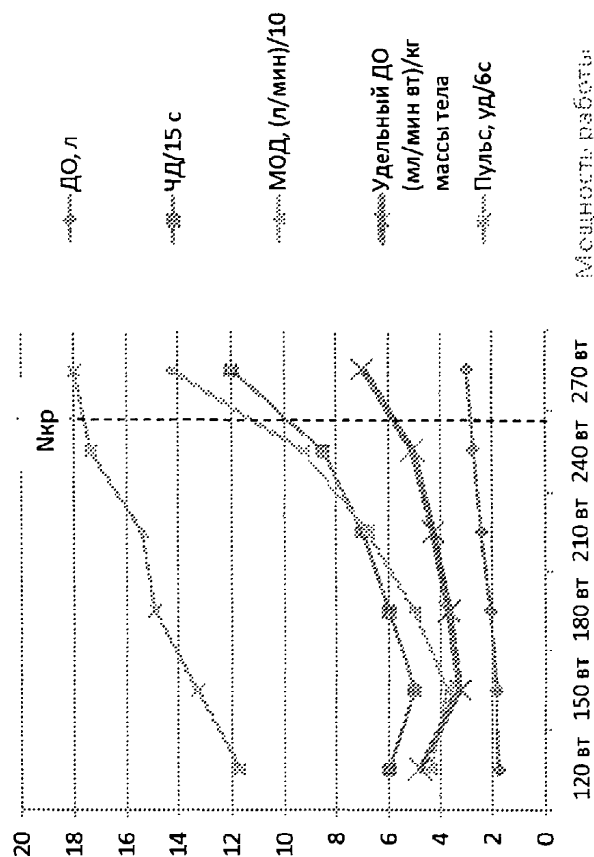
Высокая физическая работоспособность

15.06.2010.		Амельченко Александр					коньки		МС	
об/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в ы д, л	Факт. ЖЕП, л	Расч. ЖЕП, л			
80	184	21	73,6	1,6	2,73	5,69	5,5			
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, (мл/(мин вт))/кг массы тела			
	0,4	30								
	0,75	60								
2	1,1	90	112	2,12	18	38,2	5,8			
4	1,5	120	118	1,38	22	30,5	3,5			
6	1,9	150	123	1,67	24	40,2	3,6			
8	2,2	180	147	2,04	24	49	3,7			
10	2,6	210	156	2,33	24	56	3,6			
12	3	240	171	2,81	20	56,2	3,2			
14	3,4	270	180	2,76	28	77,3	3,9			
16	3,75	300	184	3,14	28	88	4,0			
18	4,1	330	195	2,85	40	114	4,7			
	4,5	360								
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		3,2	Пульс, уд/мин		АНП		171			
			Мощность, вт/кг массы тела		АНП		184			
Мощность 1 ступени, вт		120	Тангенс угла наклона графика удельного ДО		N крит		3,26			
Пульс 1 ступени, уд/мин		118	минус - нерациональные движения или утомление;				4,08			
Мощность 2 ступени, вт		210	ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз							
Пульс 2 ступени, уд/мин		156	начало							
PWC 170, кг/мин		1488	середина							
PWC 170, (кг/мин)/кг		20,2	окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							
			окончание							
			начало							
			середина							

Высокая физическая работоспособность

09.07.2009		Желтышев Василий				Хоккей		Автомобилист	
ОБ/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в д, л	Факт. ЖЕЛ, л	Расч. ЖЕЛ, л		
60	175	16	76	0,72	3,68	5,29	5,1		
Длительность теста, мин	Нагрузка, кр	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		
	0,5	30							
	1	60							
	1,5	90							
2	2	120	117	1,82	24	43,8	4,8		
4	2,5	150	133	1,86	20	37,2	3,3		
6	3	180	149	2,09	24	50,2	3,7		
8	3,5	210	154	2,43	28	68,2	4,3		
10	4	240	174	2,72	34	92,6	5,1		
12	4,5	270	180	2,98	48	143,0	7,0		
	5	300							
	5,5	330							
	6	360							
Показатель аэробной экономичности, [мл/(мин вт)]/кг массы тела		3,3		Пульс, уд/мин		АнП N крит		не определен	
Мощность 1 ступени, вт		120		Мощность, вт/кг массы тела		АнП N крит		не определена	
Пульс 1 ступени, уд/мин		117		Тангенс угла наклона графика удельного ДО минус - аэробное энергообеспечение; ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз		АнП N крит		3,16	
Мощность 2 ступени, вт		210		начало				окончание	
Пульс 2 ступени, уд/мин		154		середина					
RWC 170, кг/мин		1523		0,051					
RWC 170, (кг/мин)/кг		20,0		0,020					

Ступенчатый велоэргометрический тест



Высокий уровень функциональной подготовленности с активизацией гликолиза в энергообеспечении.

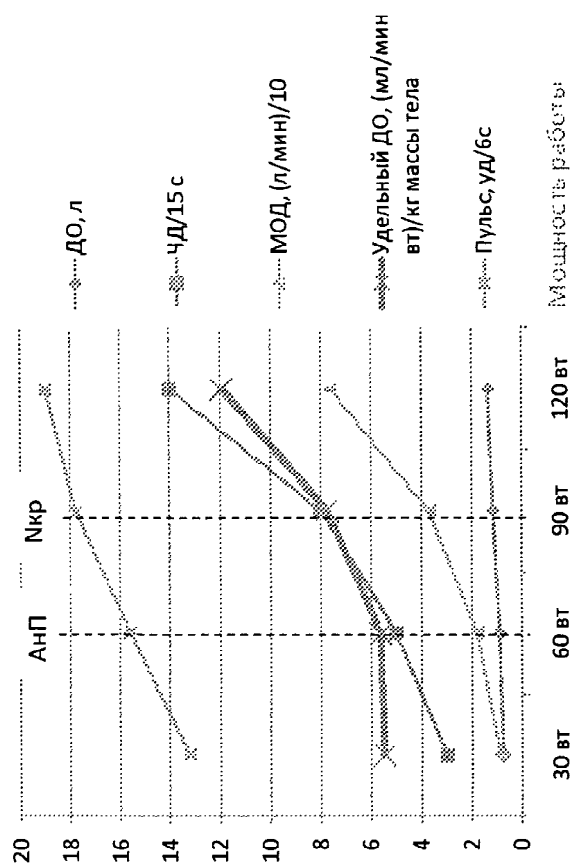
Невысокая физическая работоспособность

5.05.2010.		Кулузова Настя			стрельба из лука			МСМК
Об/мин	Рост	Возраст	Вес, кг	Р в д, л	Р в д, л	Факт, ЖЕЛ, л	Расч, ЖЕЛ, л	
60	174,5	21	53,3	0,3	2,62	3,25	5,0	
Длительность теста, мин	Нагрузка, кг	Мощность ступени, ватты	Пульс, уд/мин	ДО, л	ЧД в мин	МОД, л/мин	Удельный ДО, (мл/(мин вт))/кг массы тела	
2	0,5	30	132	0,75	12	8,8	5,5	
4	1	60	156	0,9	20	18	5,6	
6	1,5	90	178	1,16	32	37,1	7,7	
8	2	120	190	1,36	56	76,2	11,9	
	2,5	150						
	3	180						
	3,5	210						
	4	240						
	4,5	270						
	5	300						
	5,5	330						
	6	360						
Показатель аэробной экономичности, (мл/(мин вт))/кг массы тела		5,5	Пульс, уд/мин		АнП		156	
					N крит		178	
			Мощность, вт/кг		АнП		1,13	
			массы тела		N крит		1,69	
		30	Тангенс угла наклона графика удельного ДО					
		132	минус - нерациональные движения или утомление;					
		60	ноль - аэробное энергообеспечение; плюс - гликолиз					
		156	начало		середина		окончание	
		474	0,004		0,070		0,139	
		8,9						
		PWC 170, (кг/мин)/кг						

Ступенчатый велоэргометрический тест							
		АнП		Nкр			
		ДО, л		ЧД/15 с		МОД, (л/мин)/10	
		Удельный ДО, (мл/мин вт)/кг массы тела		Пульс, уд/бс		Мощность работы	
		30 вт	60 вт	90 вт	120 вт		

Невысокий уровень функциональной подготовленности.	
--	--

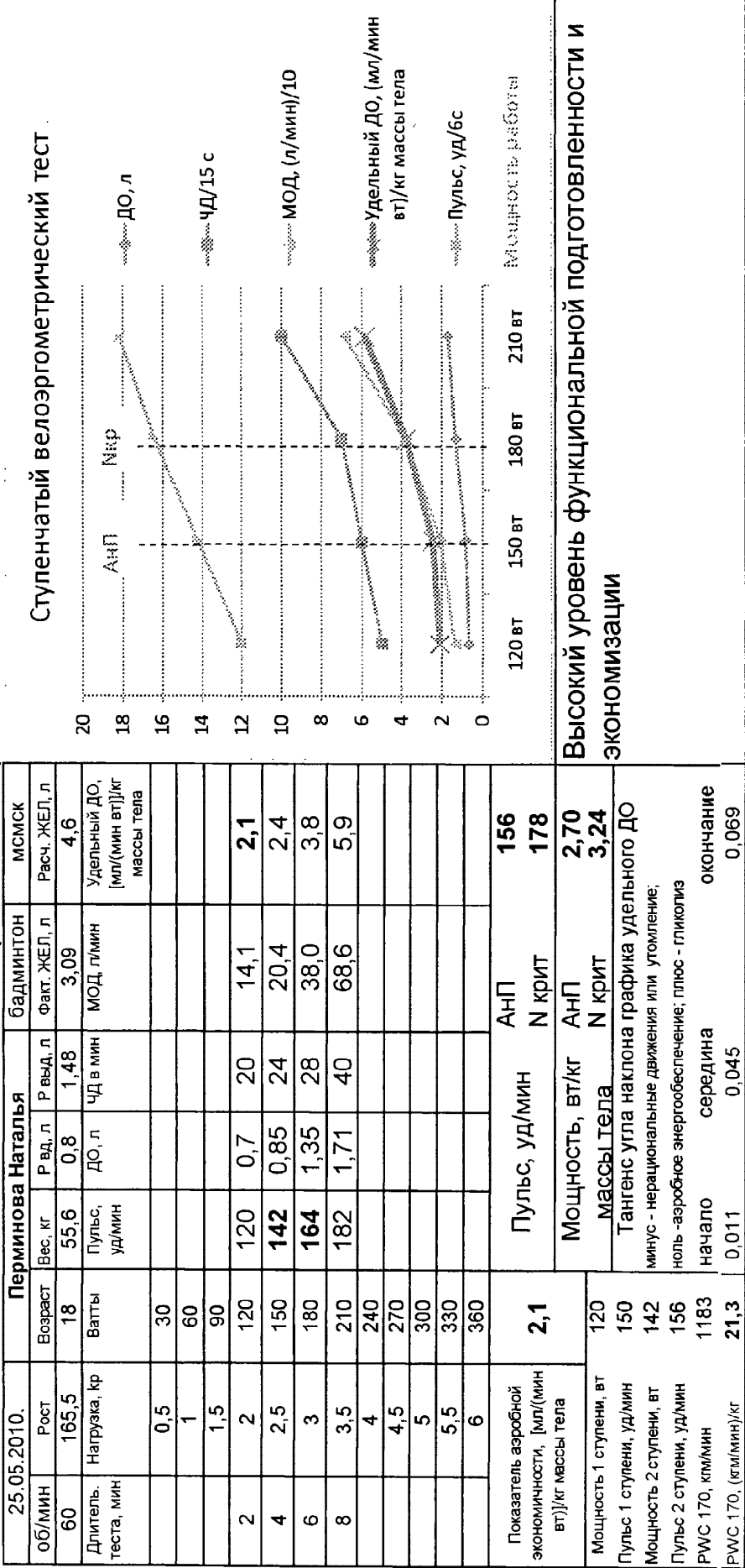
Ступенчатый велоэргометрический тест



Невысокий уровень функциональной подготовленности.

Высокая физическая работоспособность

Ступенчатый велоэргометрический тест



Высокий уровень функциональной подготовленности и экономизации