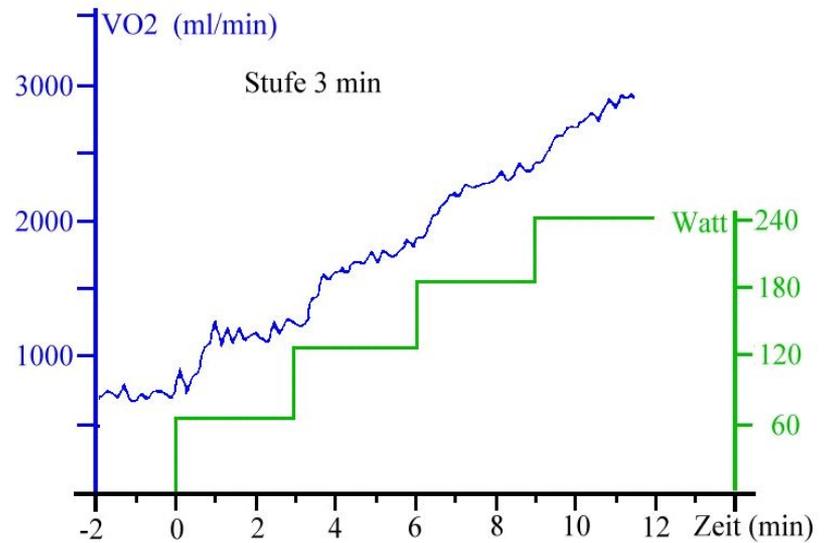
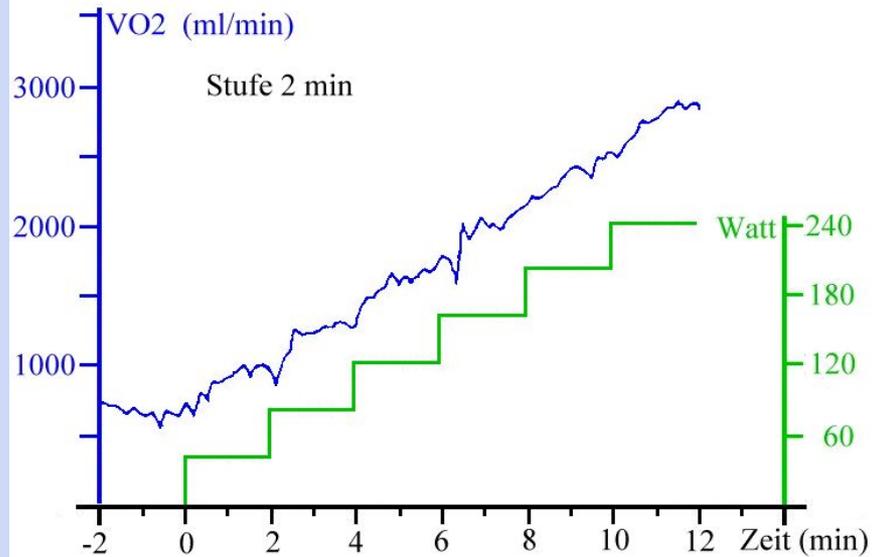
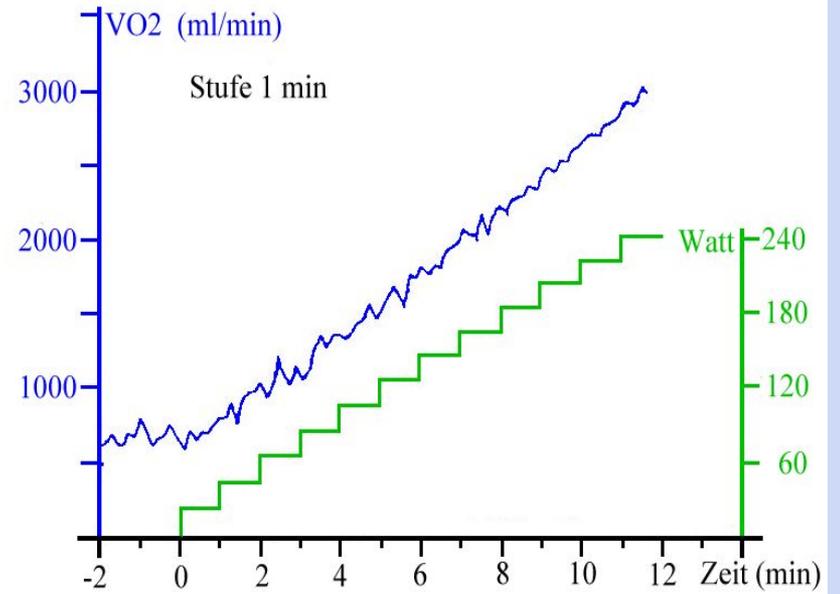
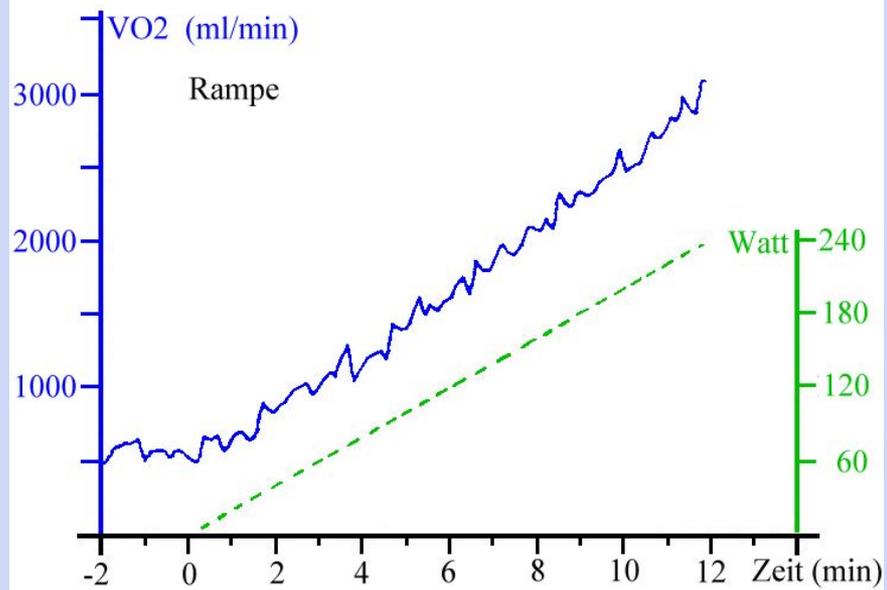




***Границы аэробно-
анаэробного перехода:
АП-1, АНП-2.***



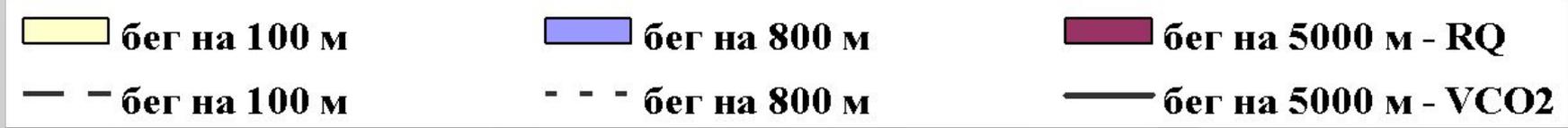
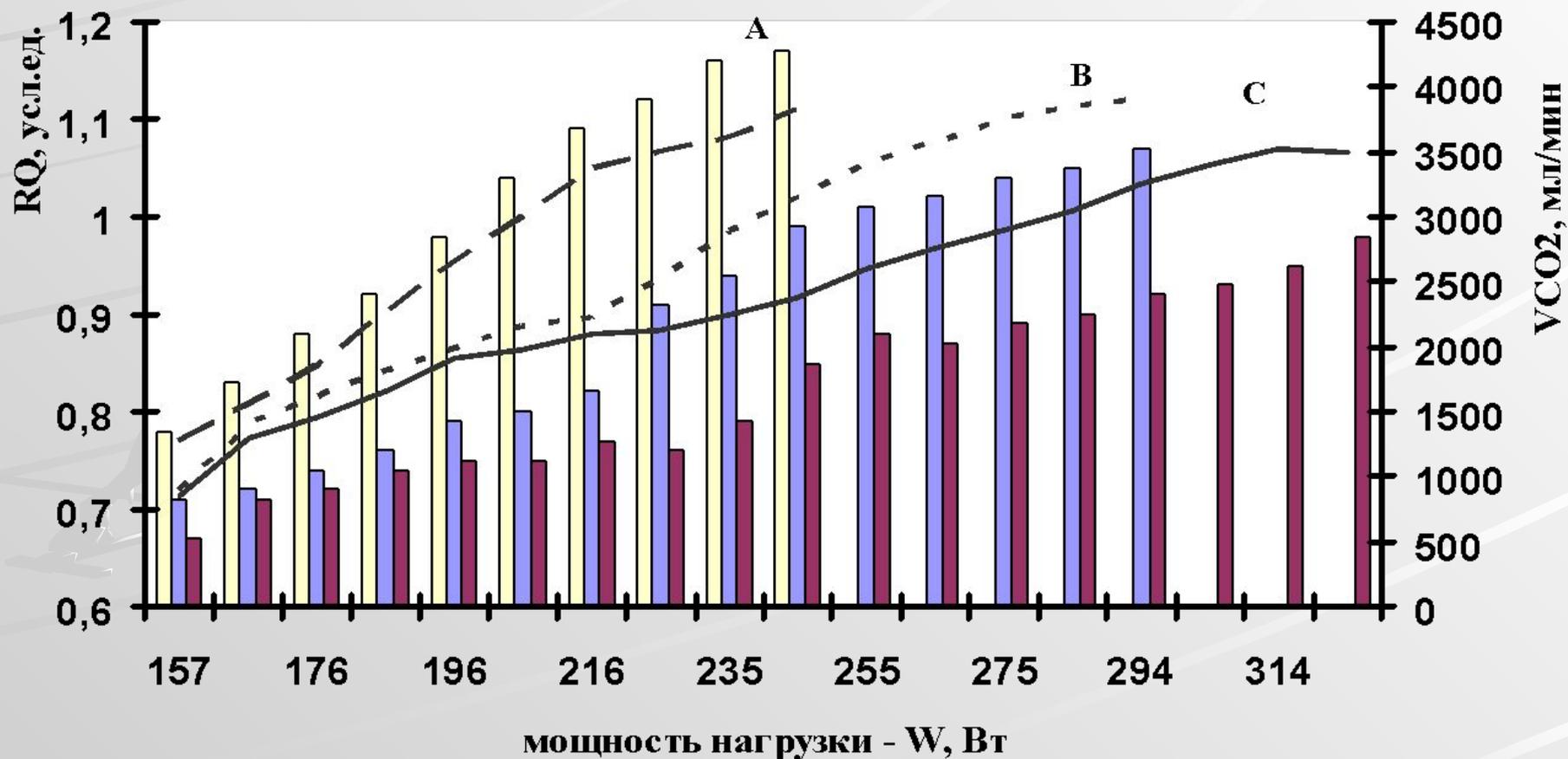
- 1. Детская спортивная медицина / Руководство. – М.: Медицина, 1991. – С.281 – 288.
- 2. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. – М.: Медицина, 1990. – с. 61-69.
- 3. Физиологическое тестирование спортсмена высокой квалификации: Пер с англ / Бекус Р.Д. Х., Банистер Е.У., Бушар К., Дюлак С., Грин Г. Дж., Хабли-Коуди Ч.Л., Мак-Дугалл Д.Д. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 431 с.



1. Тестирующие нагрузки максимальной аэробной мощности:

- **нагрузка ступенчатоповышающейся мощности** без интервалов отдыха между ступенями:
 - скорость движения 10 км/час,
 - длительность ступени - 2 мин
 - прирост угла наклона тредмила каждые 2 мин на 2°
 - длительность – «до отказа» испытуемого от дальнейшего продолжения работы.
- оценка максимальной аэробной мощности (максимального потребления кислорода), аэробной эффективности («анаэробный порог»), уровня общей физической работоспособности,
- определение пульсовых режимов нагрузок различной направленности - восстановительной, аэробной, аэробно-анаэробной, анаэробно-аэробной

Динамика выделения CO_2 (VCO_2 , $\text{мл}\cdot\text{мин}^{-1}$) и дыхательного коэффициента ($\text{RQ}=\text{VCO}_2\cdot\text{VO}_2^{-1}$) в условиях выполнения тестирующей нагрузки ступенчатоповышающейся мощности «до отказа» у квалифицированных спортсменов



Аэробный (вентиляционный) порог (АП-1)
определялся в условиях тестирующей нагрузки ступенчатовозрастающей мощности неинвазивным способом с использованием метода компьютерно-графического анализа

--- по началу нелинейного увеличения V_E и V_{CO_2} ,

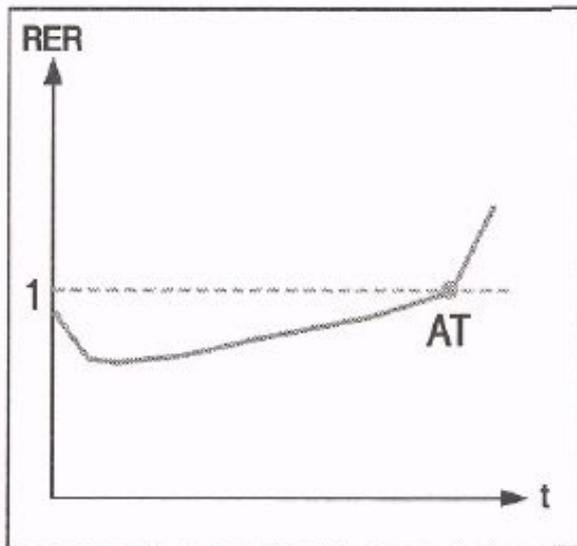
--- по началу увеличения V_{CO_2}/V_{O_2}

--- по началу прироста EQ_{O_2} , что не сопровождался сопровождающимся приростом EQ_{CO_2} ,

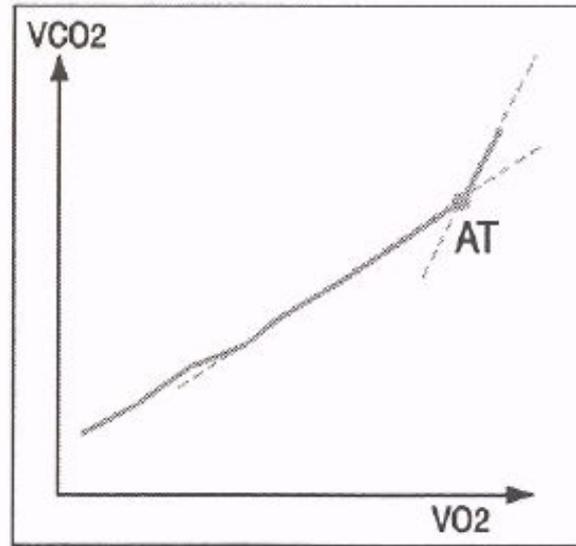
--- по началу увеличения фракции O_2 у выдыхаемом воздухе (FE_{O_2} , %).

Порог анаэробного обмена – AT = Anaerobic Threshold

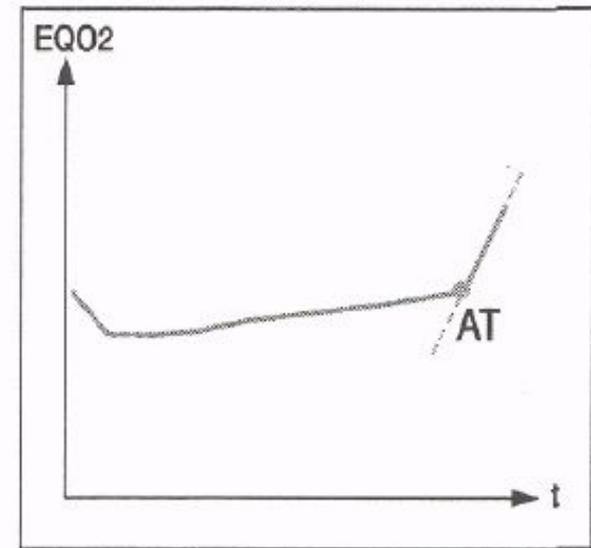
- At the moment, five methods can be selected in Oxycon:
- Respiratory exchange ratio ($RER = VCO_2/VO_2$)
- VCO_2
- Breathing equivalent EQO_2
- Manual determination
- Lactate



RER

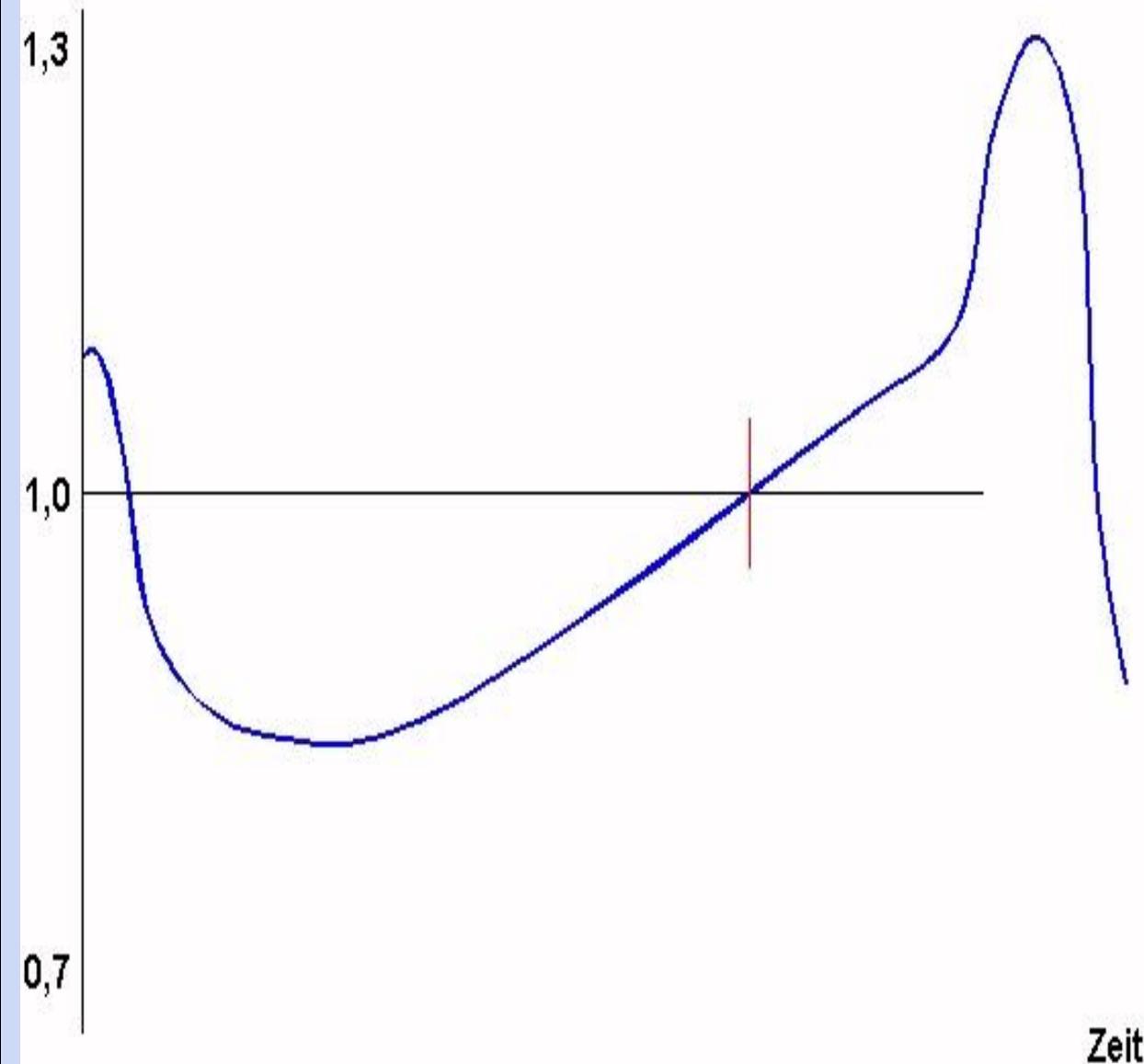


VCO_2



EQO_2

AT: RER, RQ



$$\text{RER} = \frac{\text{VCO}_2}{\text{VO}_2}$$

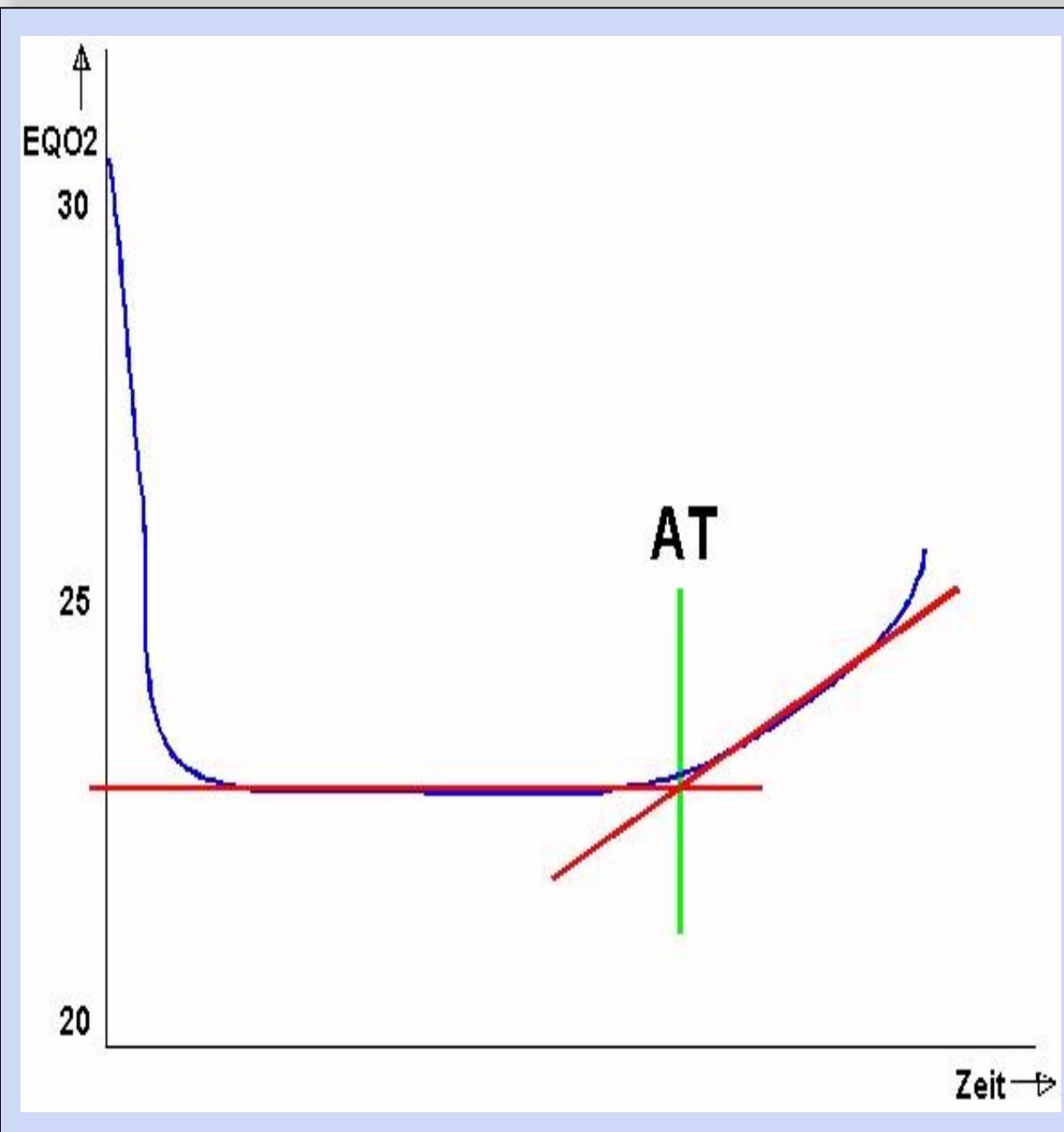
RER = 1

**is the upper limit for
the anaerobic
threshold**

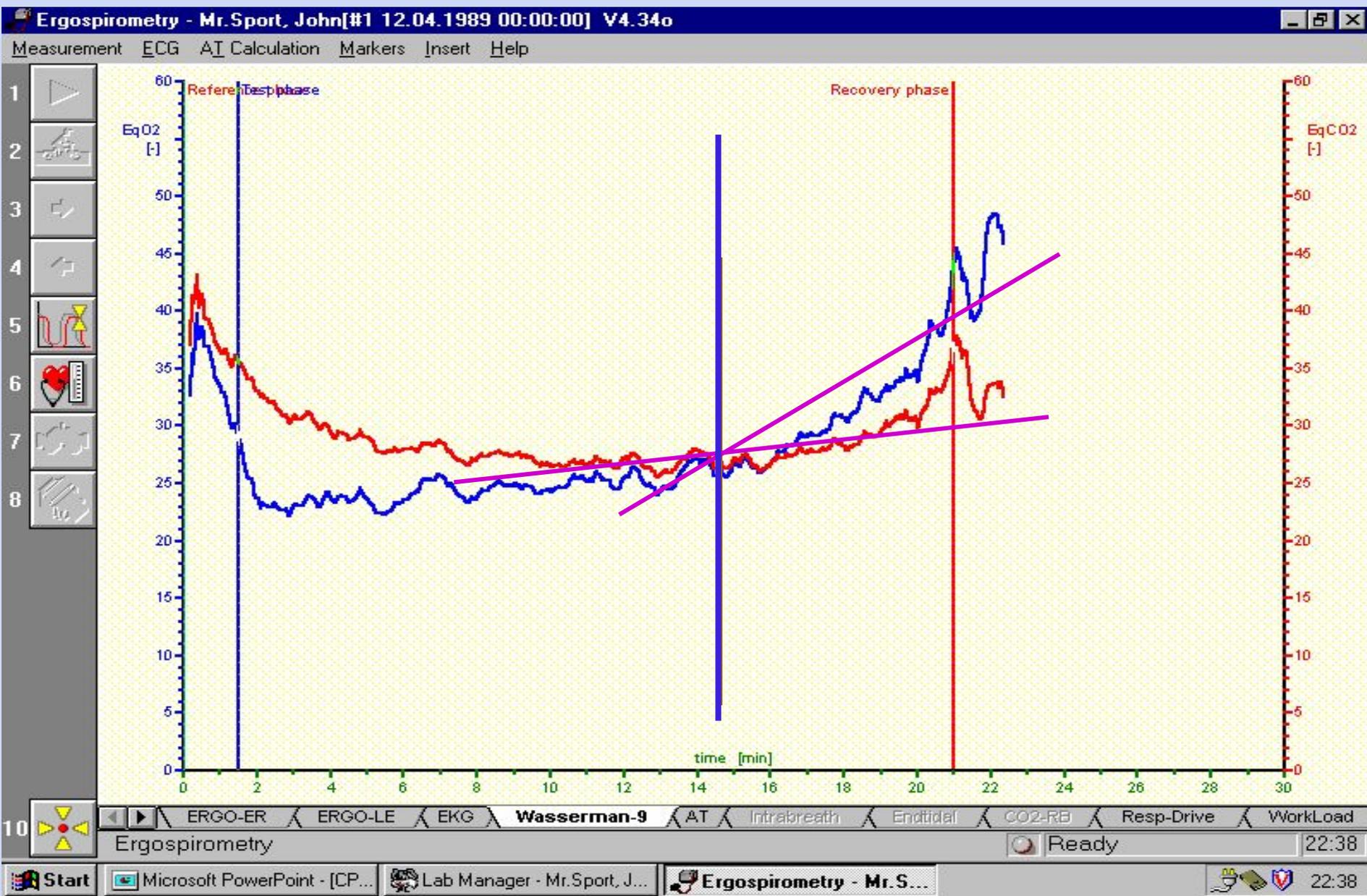
AT: EQO₂

$$EQO_2 \approx \frac{VE}{VO_2}$$

$$EQO_2 = \frac{VE - VD_s * BF}{VO_2}$$



AT: EQO₂

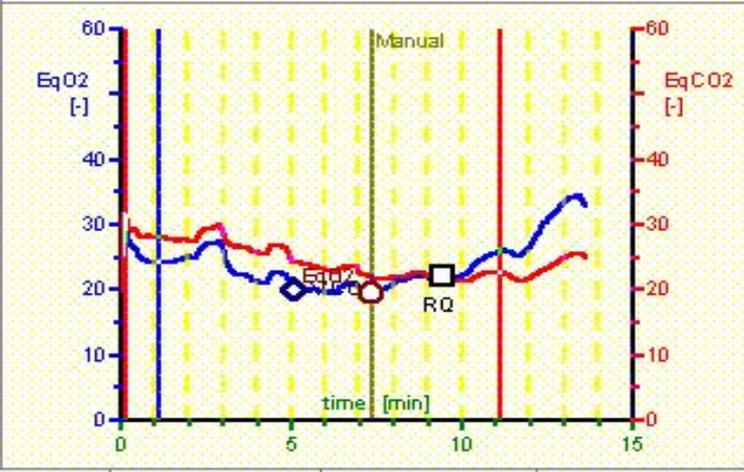
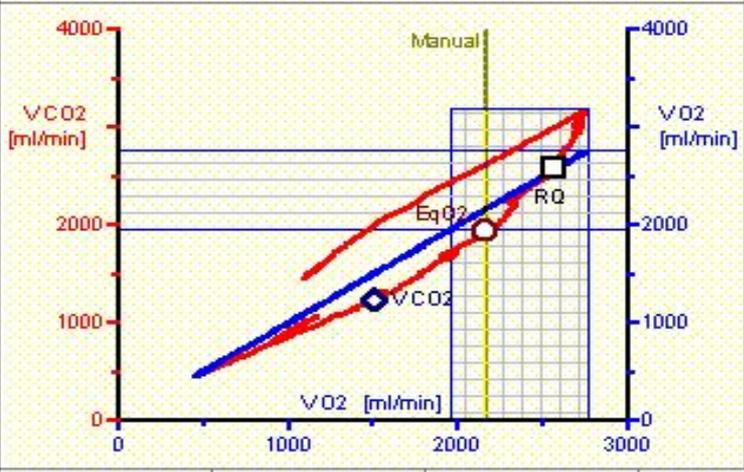
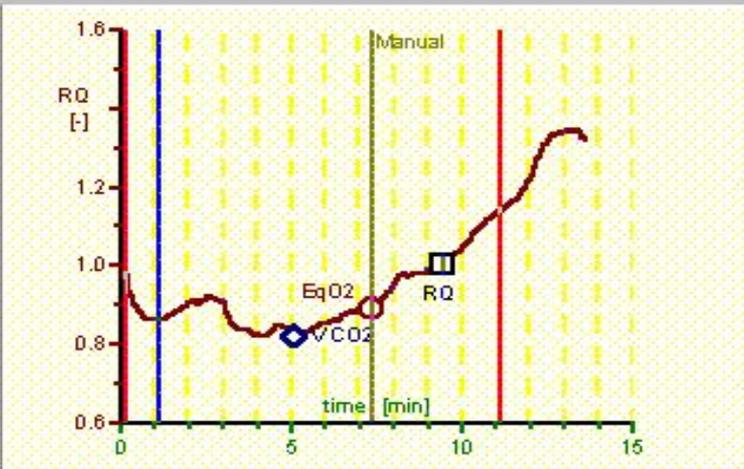
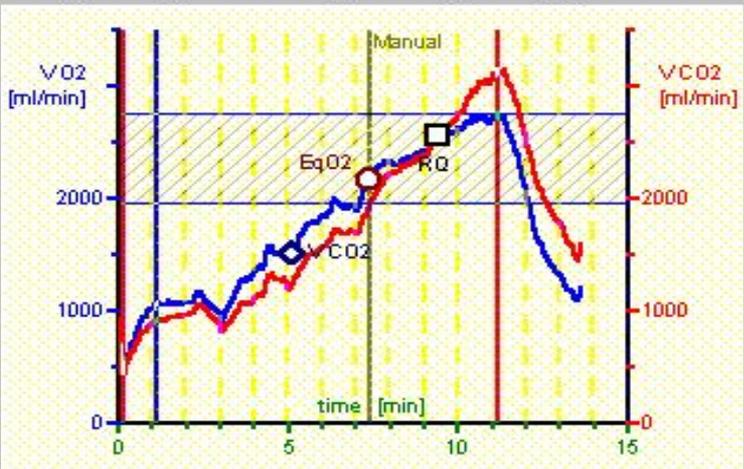


RER, V-slope, EQO₂

Ergospirometry - Mr. C. Obstructive, Louis[#2 09.12.1997 18:00:30] V4.34o

Measurement ECG AI Calculation Markers Insert Help

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



HR	135
HRR	28
O ₂ /HR	16.0
BR	46
Watt	161

V O ₂	V C O ₂	R Q	V E	BF	V T _{ex}	tPh	time
2166	1930	0.89	43.3	25	1.708	06:14	07:22

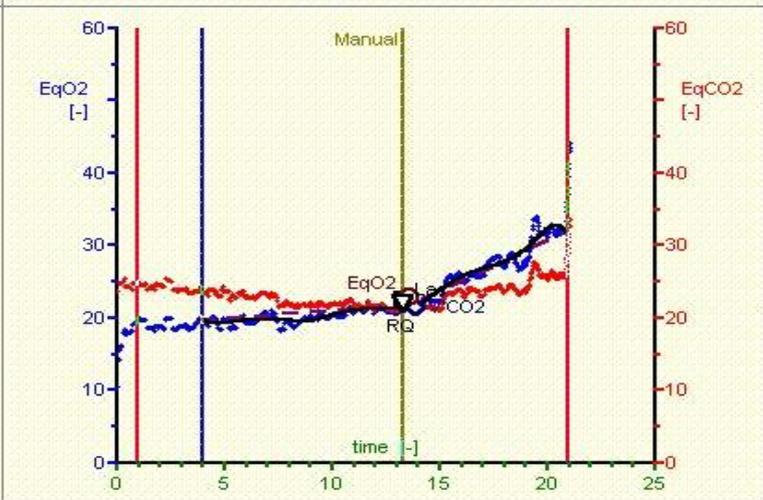
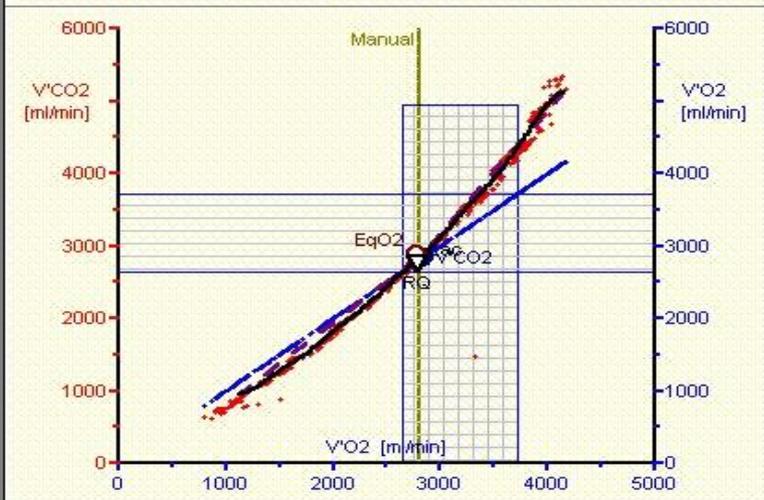
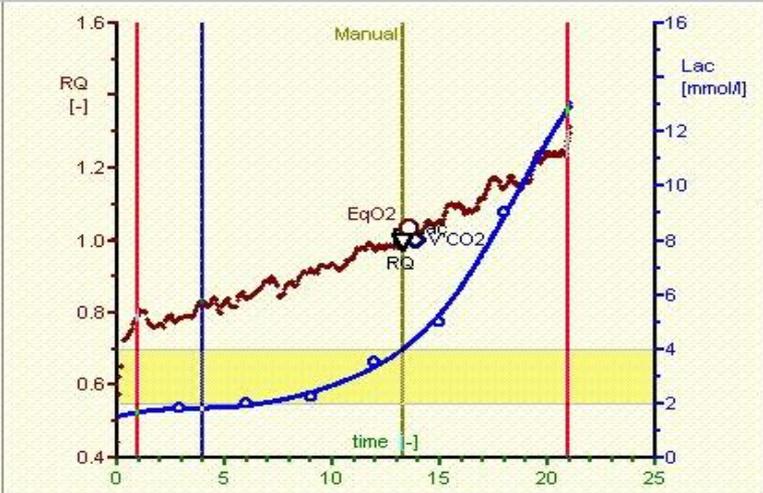
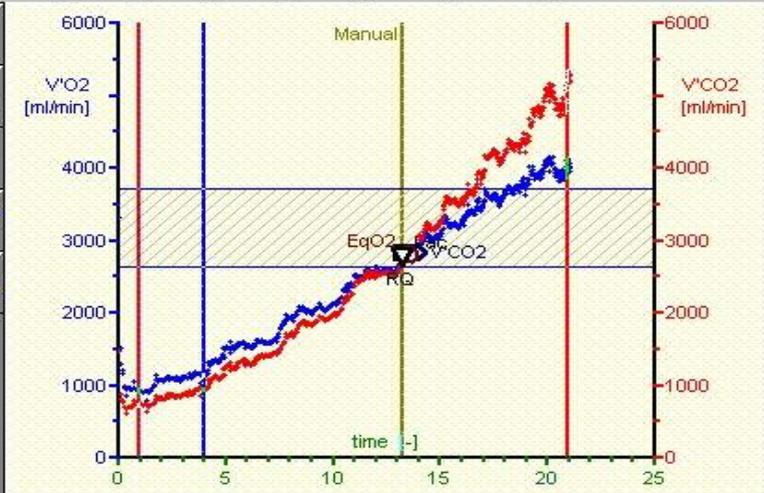
10 ERGO-ER ERGO-LE EKG Wasserman-9 AT Intrabreath Endtidal CO₂-RB Resp-Drive WorkLoad
Ergospirometry Ready 21:46

AT - Including Lactate

Evaluation Ergospirometry V4.50a - Hopeltseeder, Markus[#2 12-03-1998 12:24:56] [SKI 100 WATT]

Measurement View Markers Insert Tools Options Window Help

- 1
- 2
- 4
- 5



HR	144
Lac	4.0
O2/HR	19.5
BR	56
Load	250
time	13:16

V'O2	V'CO2	RQ	VE	BF	VTex	tPh
2802	2790	1.00	65.7	28	2.355	00:20

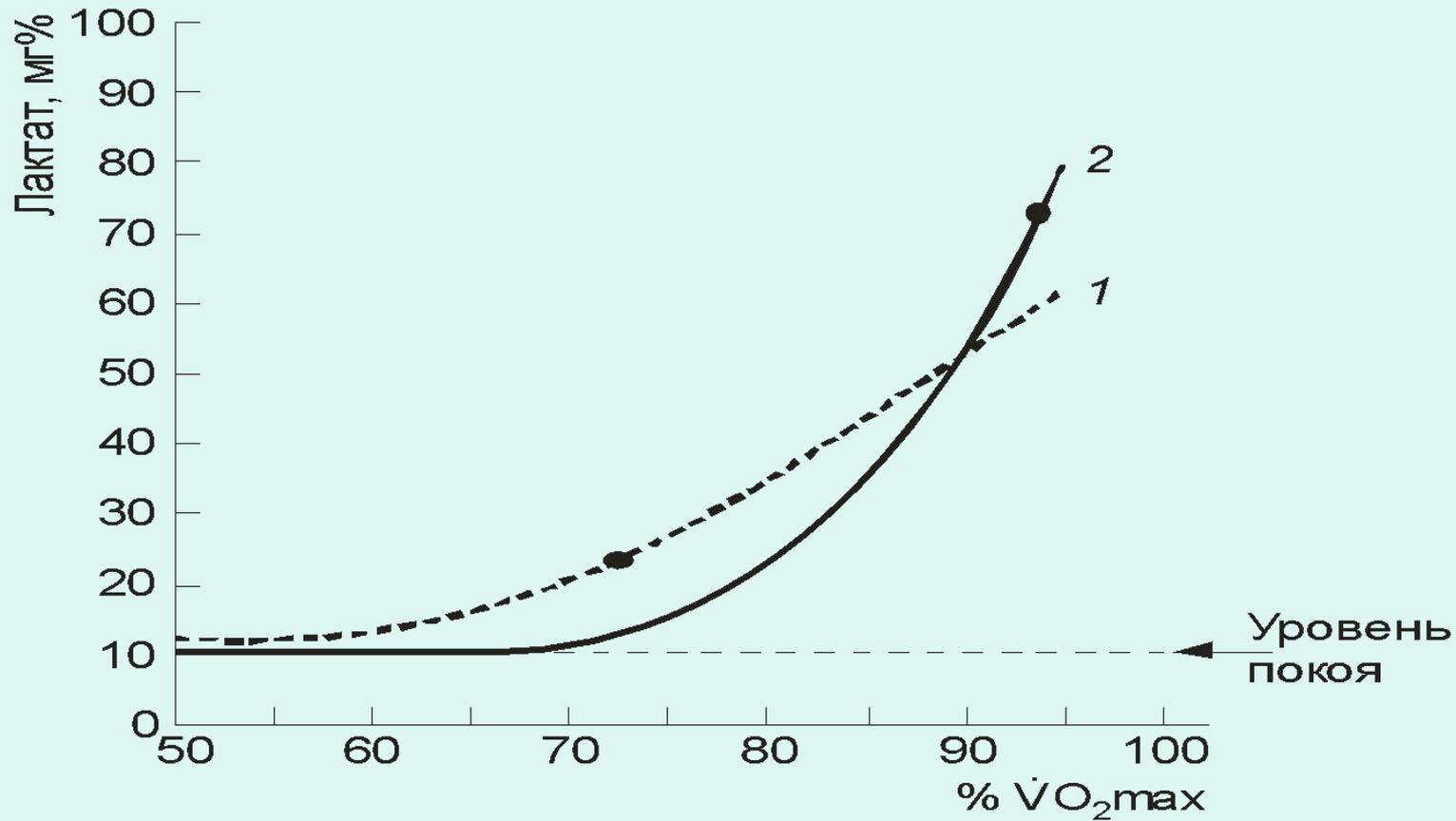
Ramp-test



При классификации тренировочных нагрузок аэробной направленности в целях индивидуализации их тренирующего эффекта учитывается существование критических точек мощности нагрузок:

- Точка ПАНО. Она определяется мощностью нагрузки при которой начинается прирост лактата по сравнению с исходным уровнем покоя.
- Точка декомпенсированного метаболического ацидоза. Она наступает позже, чем ПАНО, при большей интенсивности нагрузки на фоне повышения уровня лактата в артериальной крови и характеризуется началом снижения рН крови.
- Верхняя точка диапазона аэробно-анаэробного перехода. Она характеризуется наибольшей интенсивностью нагрузки, при которой еще может быть поддержан баланс образования лактата в мышцах и его утилизация в организме.
- Точка критической мощности нагрузки. Она характеризуется наименьшей мощностью нагрузки, при которой уже достигается $VO_{2\text{макс}}$.

Порог анаэробного обмена у нетренированных лиц (1) и бегунов на длинные дистанции средней квалификации (2) (Fox, 1993)



Определяли точку анаэробного порога и соответствующие ей значения мощности нагрузки ($W_{\text{АП}}$), время достижения АП ($T_{\text{АП}}$) и другие физиологические показатели ($VO_{2\text{АП}}$, $VCO_{2\text{АП}}$, $VE_{\text{АП}}$, ЧСС $_{\text{АП}}$).

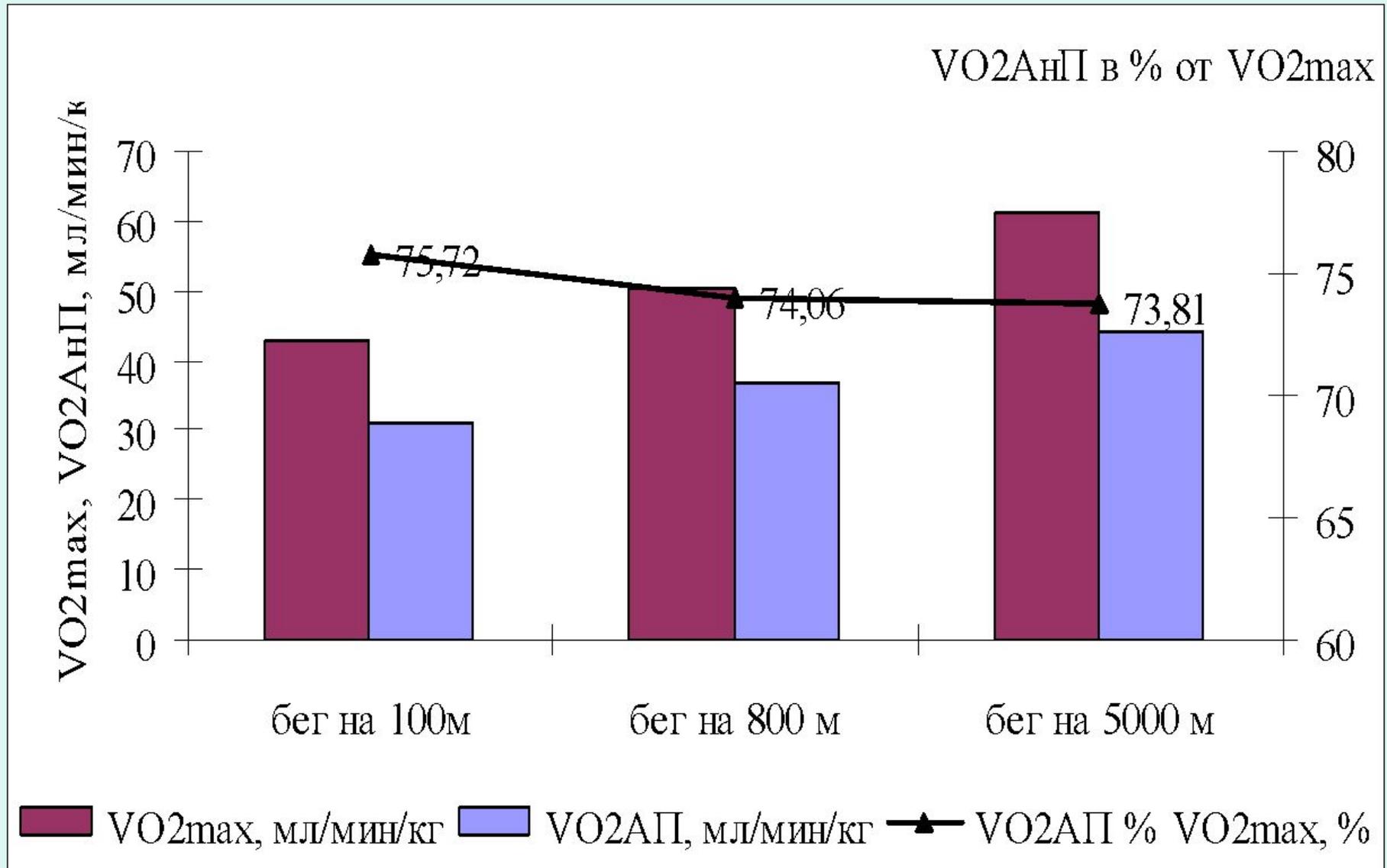
Определяли абсолютный и относительный (в % от максимального) уровень потребления O_2 на уровне анаэробного порога ($VO_{2\text{АП}}$ в % от $VO_{2\text{max}}$).

- Выявлены отличия **абсолютного** уровня физической работоспособности и уровня функционирования кардиореспираторной системы на уровне “анаэробного” порога у квалифицированных спортсменов различной спортивной специализации

Уровень показателей работоспособности и реакции кардиореспираторной системы спортсменов, специализирующихся в беге на различные дистанции (100, 800, 5000 м) в условиях выполнения тестирующей нагрузки ступенчатоповышающейся мощности (максимальный уровень и уровень порога анаэробного обмена), $M \pm m$

	Бег на короткие дистанции, 100 м	Бег на средние дистанции, 800 м	Бег на длинные дистанции, 5000 м	
W_{\max} , Вт·кг ⁻¹	3.18 ± 0.17	3.57 ± 0.15	4.82 ± 0.22	максимальный уровень нагрузки
$V_{E\max}$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	1574.68±124.13	1872.58±119.20	2222.64±78.54	
$VO_{2\max}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	42.97 ± 3.36	50.11 ± 3.20	61.08 ± 2.38	
$VCO_{2\max}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	56.94 ± 3.71	52.03 ± 3.06	55.09 ± 2.41	
ЧСС _{max} , уд·мин ⁻¹	191.0 ± 4.55	186.50 ± 4.51	184.29 ± 5.65	
RQ нагр., усл.ед.	1.45 ± 0.16	1.22 ± 0.10	1.04 ± 0.08	
НЛа, ммоль·л⁻¹	11.79 ± 0,93	8.96 ±1,74	7.64 ± 1.18	
				уровень порога анаэробного обмена
$W_{\text{АнП}}$, Вт·кг ⁻¹	2.49 ± 0.11	2.94 ± 0.13	3.73 ± 0.22	
$V_{E\text{АнП}}$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	983.87±124.61	1065.99±101.92	1305.90±136.05	
$VO_{2\text{АнП}}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	31.11 ± 2.29	36.74 ± 2.04	44.20 ± 2.5	
$VCO_{2\text{АнП}}$, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	33.69 ± 3.06	33.57 ± 2.01	37.63 ± 2.16	
ЧСС _{АнП} , уд·мин ⁻¹	162.63 ± 1.96	164.14 ± 2.52	158.14 ± 3.15	
$VO_{2\text{АП}}$ % $VO_{2\max}$, %	75.72 ± 2.41	74.06 ± 4.01	73.81 ± 3.79	

Относительный уровень анаэробного порога (VO2АП в % от VO2max)



- 1. У квалифицированных спортсменов разных видов спорта, различной спортивной специализации и уровня тренированности - **выявлены отличия** по **абсолютному** уровню физической работоспособности и уровню функционирования кардиореспираторной системы на уровне “анаэробного” порога
- 2. Отличия **могут быть не выявлены** по уровню **относительного** порога анаэробного обмена (VO_{2Ap} в % от VO_{2max}) у квалифицированных спортсменов разных видов спорта, различной спортивной специализации и уровня тренированности
- 3. Изменения **уровня** порога анаэробного обмена позволит выявить **анализ индивидуальной динамики относительного** порога анаэробного обмена в процессе спортивной подготовки
- 4. ?????? **Сравнивать ли спортсменов одной спортивной специализации и уровня спортивных достижений** ----- больше уделять внимание **сравнительному анализу абсолютного** уровня физической работоспособности и уровня функционирования кардиореспираторной системы на уровне “анаэробного” порога

4 энергетических зоны тренировочных нагрузок по частоте сердечных сокращений (ЧСС), которые ...

- ... принципиально отличают по характеру функционирования функциональных систем и преимущественному участию факторов энергообеспечения работоспособности.
- ... характеризуют различия тренирующего воздействия на организм
 - I. Зона восстановительной или "не тренирующей" нагрузки.
 - II. Зона "аэробной нагрузки".
 - III. Зона "аэробно-анаэробного перехода".
 - IV. Зона "анаэробно-аэробной нагрузки".

I. Зона восстановительной или "не тренирующей" нагрузки.

- Эта нагрузка характеризуется таким диапазоном ЧСС, при котором не происходит существенного развития аэробных возможностей организма.
- Нагрузка способствует выведению метаболитов и их утилизации, создает наиболее эффективные условия для периферического кровообращения, в целом благоприятно влияет на ускорение процесса восстановления после предшествующей нагрузки.
- Нагрузка используется как метод реабилитации после перенесенных заболеваний.

II. Зона "аэробной нагрузки".

- ... характеризуется моментом появления в крови лактата (молочной кислоты) выше исходного уровня, нелинейным возрастанием легочной вентиляции, дыхательного коэффициента, выделения углекислоты (начальная фаза активизации анаэробных процессов энергообеспечения).
- Концентрация лактата при этом, как правило, около 2мМоль/л и совпадает с наибольшей величиной процента потребления O₂ из выдыхаемого воздуха (наибольшая экономичность работы).
- Зона аэробной нагрузки находится в пределах значений ЧСС, соответствующих восстановительной нагрузке, с одной стороны, и ЧСС аэробного порога, с другой стороны.
- По своему воздействию применяемая в этой зоне нагрузка является основной для формирования аэробной базы организма.

III. Зона "аэробно-анаэробного перехода".

- ... характеризуется наличием устойчивого баланса выхода лактата в кровь и его утилизации и находится в пределах изменения концентрации лактата около 2.0-4.0 мМоль/л. Верхняя граница зоны практически соответствует уровню порога анаэробного обмена (ПАНО).
- Зона аэробно-анаэробного перехода выделяется как диапазон ЧСС, ограничивающийся, с одной стороны, ЧСС аэробного порога, а с другой - ЧСС ПАНО (активизация анаэробных механизмов энергообеспечения).
- Нагрузка, применяющаяся в этой зоне, наиболее интенсивно воздействует на развитие преимущественно аэробных источников энергообеспечения

IV. Зона смешанной "анаэробно-аэробной нагрузки".

- ... при достижении максимального уровня потребления O₂ работа может определенное время продолжаться; при этом максимальном потреблении O₂ уже не растет, иногда может даже несколько снижаться, а ЧСС возрастает до самого окончания работы --- явление неадекватности потребления O₂ и ЧСС на высоком уровне нагрузки и вызвало необходимость выделения этой зоны, когда задействованы как аэробные, так и анаэробные источники энергии.
- Зона смешанной аэробно-анаэробной нагрузки находится в пределах ЧСС ПАНО и ЧСС начала достижения максимального потребления O₂ (зона в среднем 180-190 уд/мин).
- В начале этой зоны, когда ЧСС составляет 150-170 уд/мин (зона 4.1), преобладают аэробные компоненты энергообеспечения, а затем, когда ЧСС возрастает до 170-190 уд/мин (зона 4.2), возрастает доля анаэробных источников, причем тем значительнее, чем больше приближается к верхней границе этой зоны интенсивность нагрузки. Концентрация лактата колеблется от 4 до 12 ммоль/л.
- Используется для развития и поддержания уровня общей выносливости (зона 4.1).
- Выполнение работы при ЧСС верхней границы данной зоны (зона 4.2) периодически может использоваться хорошо подготовленными спортсменами для развития скоростной выносливости.



Содержание тренировочных нагрузок квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ в мезоциклах различной направленности

Показатели учета нагрузки	Направленность мезоцикла	
	Аэробная	Скоростная выносливость
Объем гребли по зонам интенсивности, %		
I. Зона восстановительной нагрузки.	64.1	74.6
II. Зона "аэробной нагрузки".	29.4	4.0
III. Зона "аэробно-анаэробного перехода".	---	1.4
IV. Зона "анаэробно-аэробной нагрузки -4.1	2.0	15.1
IV. Зона "анаэробно-аэробной нагрузки 4.2.	4.5	4.8
Объем скоростных упражнений (III – IV зоны), %	6.5	19,9
Объем упражнений, выполняемых со скоростью ниже соревновательной (I -III зоны), %	93.5	80,0

С ростом квалификации спортсменов, этапа многолетней подготовки, периода макроцикла существенно изменяется состав и направленность средств, способных оказать полноценное тренирующее воздействие.

- ... например, если развитие специальной выносливости у спортсменов, имеющих относительно невысокую квалификацию и находящихся на ранних этапах многолетней подготовки, успешнее всего осуществляется за счет повышения мощности аэробной системы энергообеспечения, выражаемой такими показателями, как максимальное потребление кислорода, минутный объем дыхания, сердечный выброс, то ...
- ... у спортсменов высокого класса этот путь абсолютно не перспективен, а работа должна быть направлена на повышение экономичности, устойчивости и вариативности деятельности системы энергообеспечения (Булатова М.М., 1996).

2. Тестирующие нагрузки низкой и средней аэробной мощности

- - **нагрузка низкой аэробной мощности** - разминка: длительность – 3 мин, скорость движения - 5 км/час;
- - **нагрузка средней аэробной мощности** - “стандартная” нагрузка: длительность 12 минут, мощность 2 Ватта на килограмм массы тела, скорость движения - 10 км/час;

- оценка уровня экономичности и устойчивости функционирования кардиореспираторной системы, скорости развития функциональных реакций в условиях нагрузок аэробного характера
- -для прогнозирования общей функциональной подготовленности спортсменов,
- для контроля эффективности тренировочного процесса в динамике

Показатели, которые регистрируются каждые 10 с	Характеристика тестирующих нагрузок			Расчетные показатели
	Длительность теста, мин	Скорость передвижения км/час	Мощность нагрузки, Вт	
V_E , мл/мин	1. состояние покоя:			- средние значения показателей
$F_{E O_2}$, %	3 мин	0	0	
$F_{E CO_2}$, %	2. разминка:			- средние значения показателей
V_T , мл/мин	3 мин	5 км/час	65 Вт	
f_T	3. нагрузка “стандартной” мощности			W, Вт-пульс, T_{50} ЧСС, $T_{50} VO_2$, КФУ ЧССст, КФУ EQO_2 ст, средние значения показателей
VO_2 , мл/мин	12 мин	10 км/час	2 Вт на кг массы тела	
VCO_2 , мл/мин				
EQO_2				
$EQCO_2$	4. Ступенчатовозрастающая нагрузка:			Wкр, $W_{АП}$, VCO_2/VO_2 фн, VCO_2/VO_2 восст, $VO_{2АП}$ % VO_{2max} , HLa, ЧССвосст, показатели на
O_2 -пульс, мл	4.1. нагрузка			
	до 20 мин	10 км/час	130 Вт + 34 Вт каждые 2	

- **КФС HRст, %** - коэффициент функциональной устойчивости по частоте сердечных сокращений при выполнении нагрузки “стандартной” мощности:
- **$$\text{КФС ЧССст} = (a - b) / c \cdot 100\%$$**,
- где, **a** - ЧСС, усредненная с 10 по 12 минуты работы, уд/мин;
- **b** - ЧСС, усредненная з 2 по 4 минуты работы, уд/мин;
- **c** – ЧСС, усредненная з 2 по 12 минуты работы, уд/мин.
- **КФС EQO2ст, %** - коэффициент функциональной устойчивости для вентиляционного эквивалента для O2 в условиях “стандартной” нагрузки определялся аналогично КФС ЧССст, но для EQO2.

- **СУ VO2, кол.раз** - скорость увеличения потребления O2 за первые 30 секунд выполнения 60-секундной тестирующей нагрузки субмаксимальной интенсивности:
 - **СУ VO2 = VO2(1-30)/ VO2(исх),**
- где **VO2(1-30)** - величина VO2 за первые 30 секунд работы (мл/мин); **VO2(исх)** – величина VO2, зарегистрированная непосредственно перед выполнением теста (мл/мин).
- **T50ЧСС, с** – постоянная времени (полупериод реакции) для частоты сердечных сокращений определялась по времени на протяжении которого ЧСС увеличивалась на 50% от исходной перед началом теста до максимально достигнутой величины во время его выполнения.
- **T50VO2, с** - постоянная времени для увеличения потребления O2 определялась аналогично T50ЧСС.