



Ergospirometri hos uthållighetsidrottare

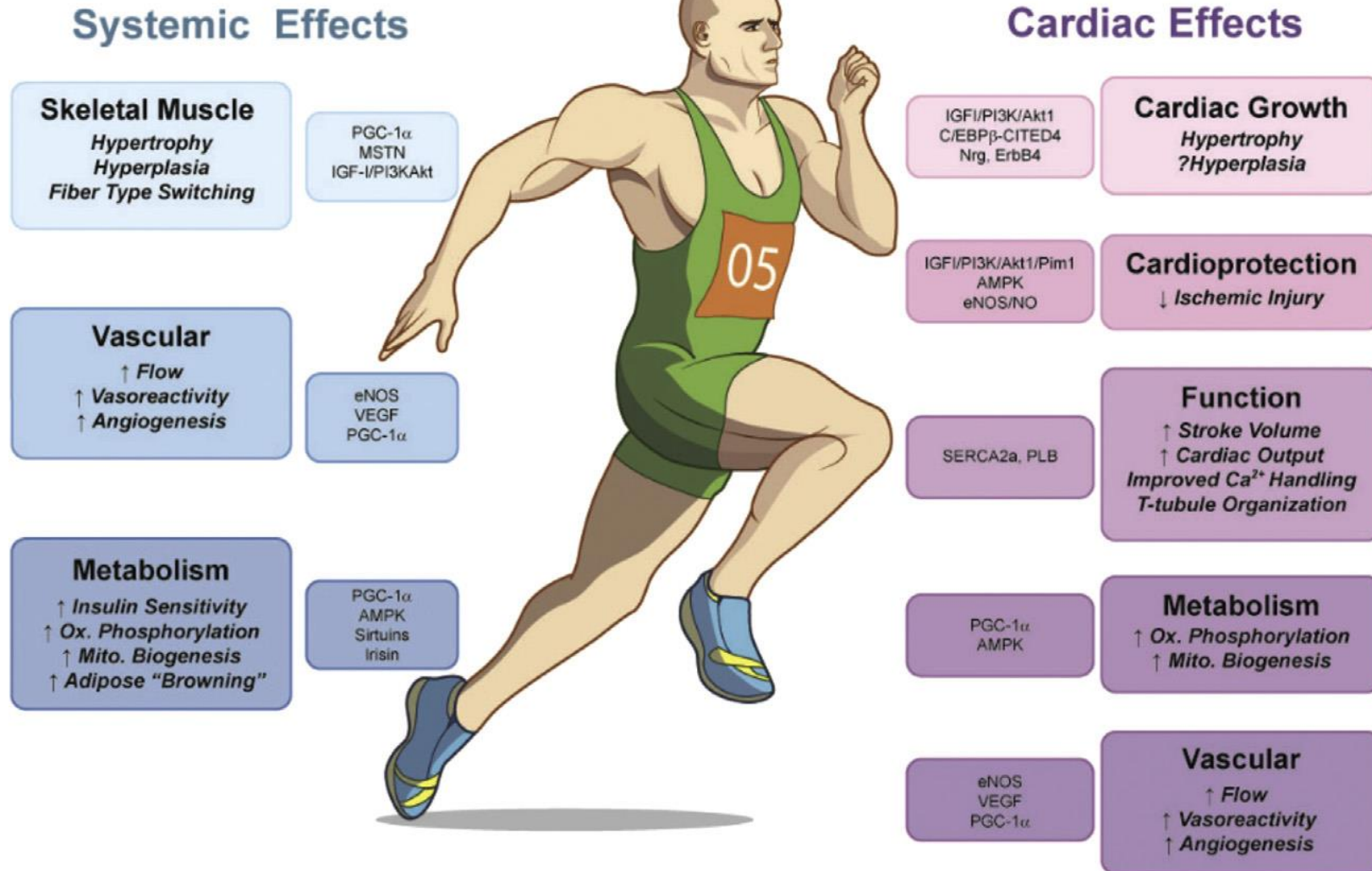
Helena Wallin



**Karolinska
Institutet**



Region Stockholm



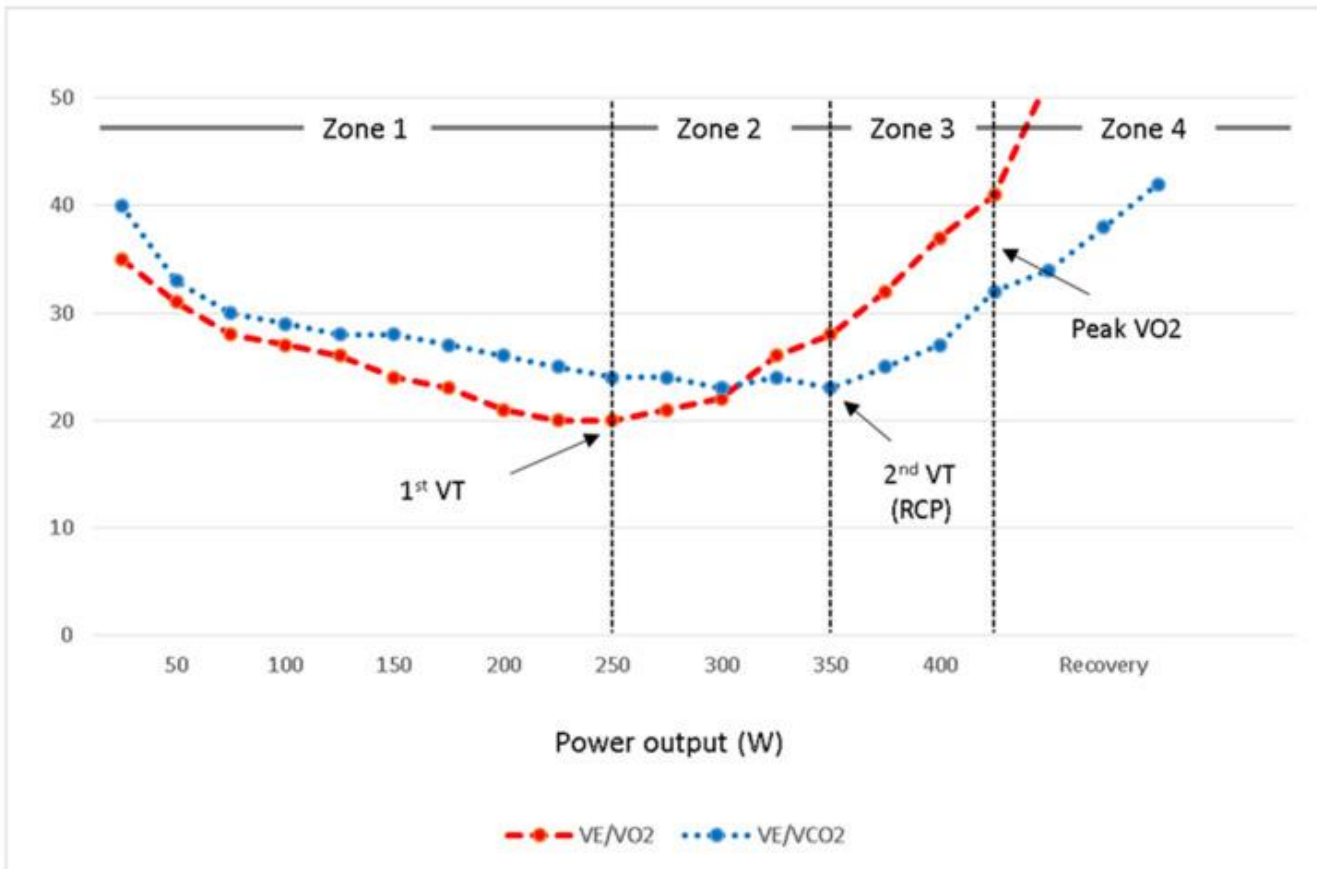
Varför CPET hos idrottare?

- Symtom? Diagnosticera. Ex andfåddhet.
- Evaluering av idrottare med ex hjärtsjukdom

Idrottsspecifikt:

- Mäta/följa fitness
- Lägga upp träningsprogram (främst tröskeltest/steady state)

Utanför kliniken och ur prestationsaspekt är det oftast submaximala tester/
tröskeltester som är intressant och träningszoner baseras idealt inte på ramparbete.



Trösklar på CPET med ramparbete ej utbytbara med
laktatrösklar, men finns hög korrelation.

RCP korrelerar ganska bra med critical power/speed:
Högsta power output som kan bibehållas med relativt
stabila värden på ex VO_2 , laktat, beräknas beroende
på hur mycket kraft idrottaren kan utveckla under
olika tidsperioder.

Brakar motsvara ca 30 min arbete.

Typiska fynd idrottare vid ergo

- Hög VO₂max
- Hög andningsfrekvens
- Låg/uttömd andningsreserv
- Desaturation vid maxarbete ej ovanligt
- Snabbare heart rate recovery

Table 2. Key CPET parameters in elite athletes.

An Elite Athlete Compare to an Ordinary Peer

VO ₂ max (mL/kg/min)	↑↑
VO ₂ at VT	↑↑
Watts at VT	↑↑
O ₂ pulse/BSA	↑
VE/VO ₂ at VT	↓
VE/VCO ₂ slope	↔
PETCO ₂	↔
OUES	↔
ΔVO ₂ /Δworkload	↔↓
VO ₂ at RCP	↑↑
Watts at RCP	↑↑
Exercise duration at RCP level	↑↑

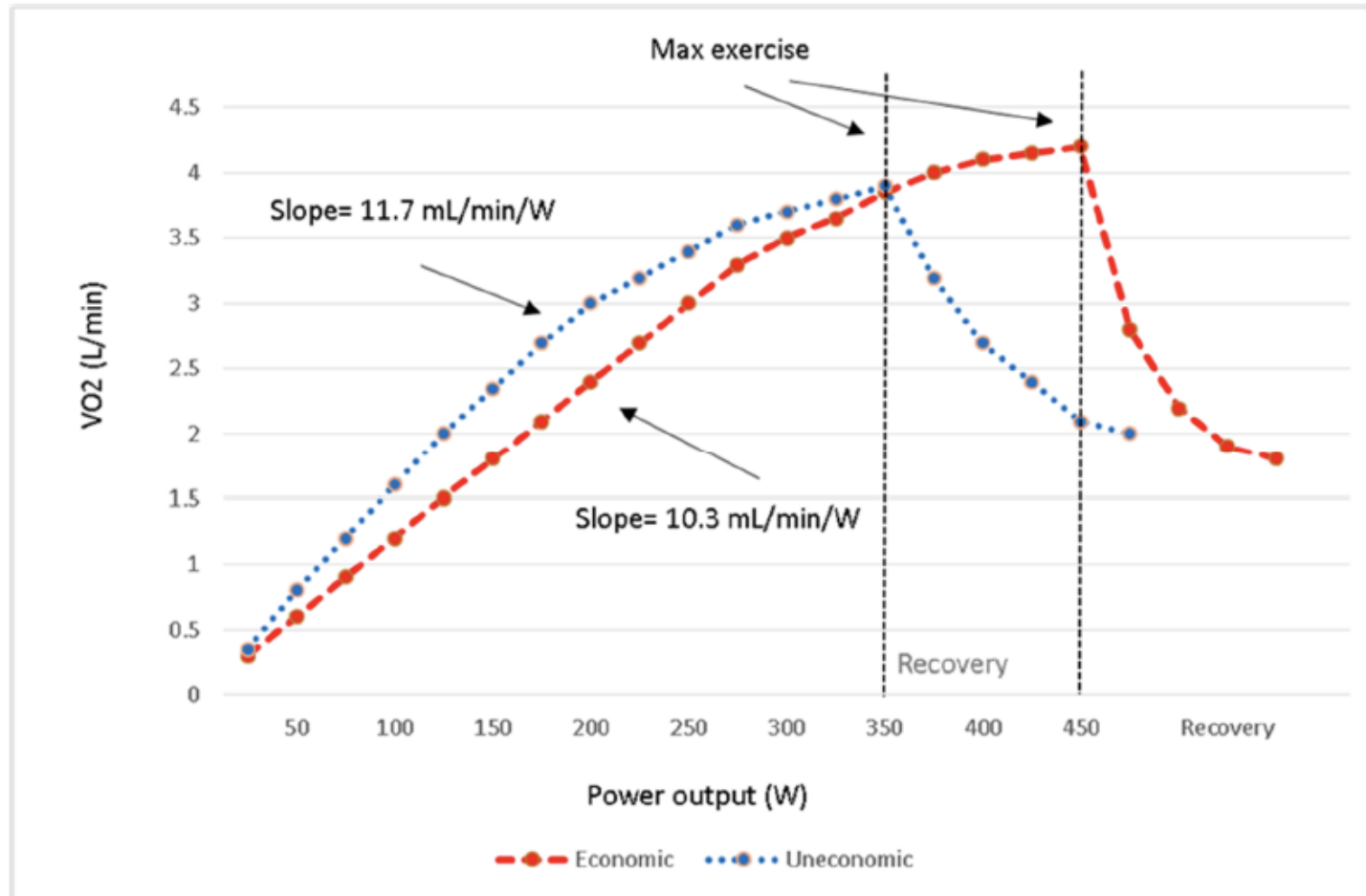


Figure 1. Athletes with different exercise economy as shown by VO₂/workload responses to incremental exercise.

J. Clin. Med. 2021, 10, 5073.

Respiratorisk begränsning hos uthållighetsidrottare

J Appl Physiol 129: 1235–1256, 2020.
First published August 13, 2020; doi:10.1152/japplphysiol.00444.2020.

REVIEW | *Synthesis*

Is the healthy respiratory system built just right, overbuilt, or underbuilt to meet the demands imposed by exercise?

Jerome A. Dempsey,¹ Andre La Gerche,^{2,3} and James H. Hull^{4,5}

- Ofta uttömd andningsreserv och mycket hög andningsfrekvens
- EIH (exercise-induced arterial hypoxemia)/desaturation vanligt
- Expiratorisk flödesbegränsning (och/el ansträngningsastma)
- Uttröttnings av andningsmuskulatur?
- EILO
- Marginell effekt av träning på lungfunktion

Låg andningsreserv hos uthållighetsidrottare

- Vissa tömmer ut sin andningsreserv helt och vissa inte
- ↑ ventilatoriskt krav ↓ ventilatorisk kapacitet? (EFL, bronkokonstriktion)
- Vid normal spirometri och supranormal VO_2max brukar det tolkas som en "sekundär" pulmonell mekanisk begränsning till det vältränade kardiovaskulära systemet
- Fungerar uppmätt och beräknad MVV bra för att uppskatta maxventilation hos idrottare?

EFL hos elit-uthållighetsidrottare?

Ökning av transpulmonellt tryck utan ökning i expiratoriska flödet.

Ökning av end-expiratorisk lungvolym och dynamisk hyperinflation.

Förekommer hos vältränade individer trots normal lungfunktion i vila.

Vanligare hos kvinnor och veteranidrottare?

Kvinnor har mindre mindre lungor och smalare luftvägar.

Med ålder lägre elasticitet i lungan, högre V_d/V_t och därmed kraftigare ventilatoriskt svar.

Förekomst verkar ej vara associerat med sämre prestation hos idrottare.

Desaturation/EIH

- Vanlig definition: $\text{SaO}_2 < 94\%$ (<90-95), drop på minst 4%.
- Vanligt hos både manliga och kvinnliga uthållighetsidrottare (>50% i vissa studier)
- Både maximalt och submaximalt arbete
- Orsak?
 - Right shift i Hb dissociationskurva pga pH och temp – några % minskning i SaO_2
 - För hög CO/för kort tid för för att RBC ska hinna syresättas? Diffusionsdefekt
 - V/Q mismatch
 - Shunt
 - Relativ hypoventilation och EFL
 - Med mera

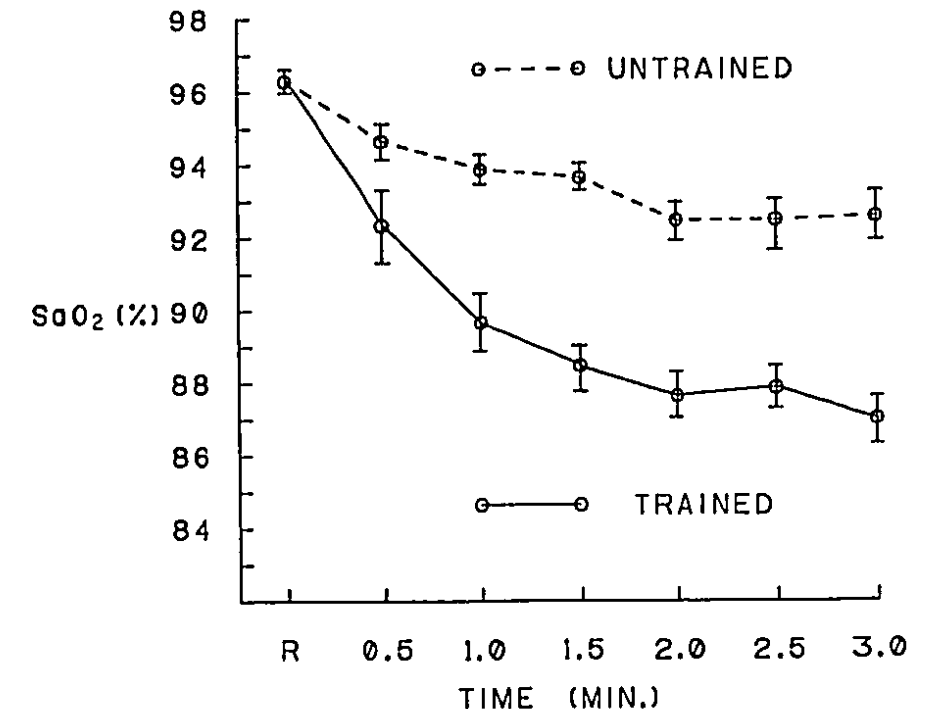


Figure 2—Changes in % SaO_2 during constant load exercise at 95% of $\text{VO}_{2\text{max}}$ in the trained and untrained subjects. Significant differences ($P < 0.05$) existed between groups at all measurement points except R (rest). Values are means; bars, SE.

Desaturation

- Betydelse för VO₂max och prestation?
 - Något oklar
 - Ej sämre prestationsförmåga jämfört med icke-EIH
 - Finns data som ändå talar för påverkan:

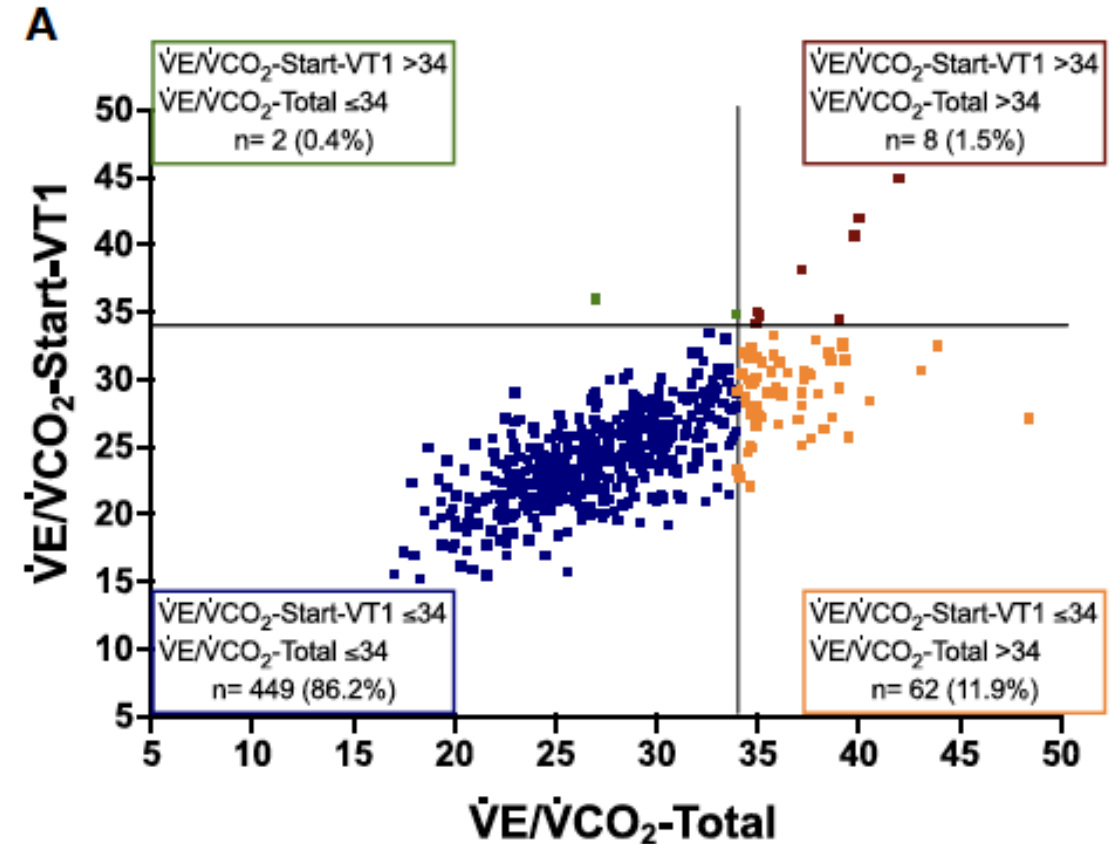
Ökning av SaO₂ ökar VO₂max hos individer med EIH...

- Vad händer vid hypoxi?

Uthållighetsprestation på simulerad hög höjd verkar försämras mer hos EIH vs icke-EIH-atleter

VE/VCO₂-slope

- VE/VCO₂ slope (före VT) verkar inte variera beroende på fitness och träningsnivå
- Men om man mäter efter VT/RCP kan den vara förhöjd...



CPET - Cardio Pulmonary Exercise Test

Karolinska Universitetssjukhuset Huddinge
Fysiologkliniken

Age: 34 Years

Last Name: xxx
Height: 179,0 cm
Operator: --

Identification: xx
Weight: 69,0 kg

Exercise Results

Summary	Resting	VT2 Man.	MaxVO2	Pred	MaxVO2 %pred	Recov 30 sec
Time averaging 20 Seconds						
V'O2	l/min	0.38	2.71	4.90	2.82	174
VO2/kg	ml/min/kg	5.5	39.3	71.1	40.9	174
V'CO2	l/min	0.31	2.26	5.66		
RER		0.82	0.83	1.15		
V'E	L/min	12	52	202	121	167
Load	W	0	207	400	220	181
Time	min	00:14	07:00	16:40		17:40

Cardial Parameters

Summary	Resting	Ref.	MaxVO2	Max Watts	Last load	Pred
Time averaging 20 Seconds						
HR	l/min	0	71	176	176	178
HRR	l/min	0	114	9	9	7
O2/HR	ml	0.0	5.4	27.9	27.9	26
Psys	mmHg	0	0	0	0	0
VO2%p	%	13	13	174	174	167
do2/dW	ml/min/Watt	0.00	0.00	11.31	11.31	11

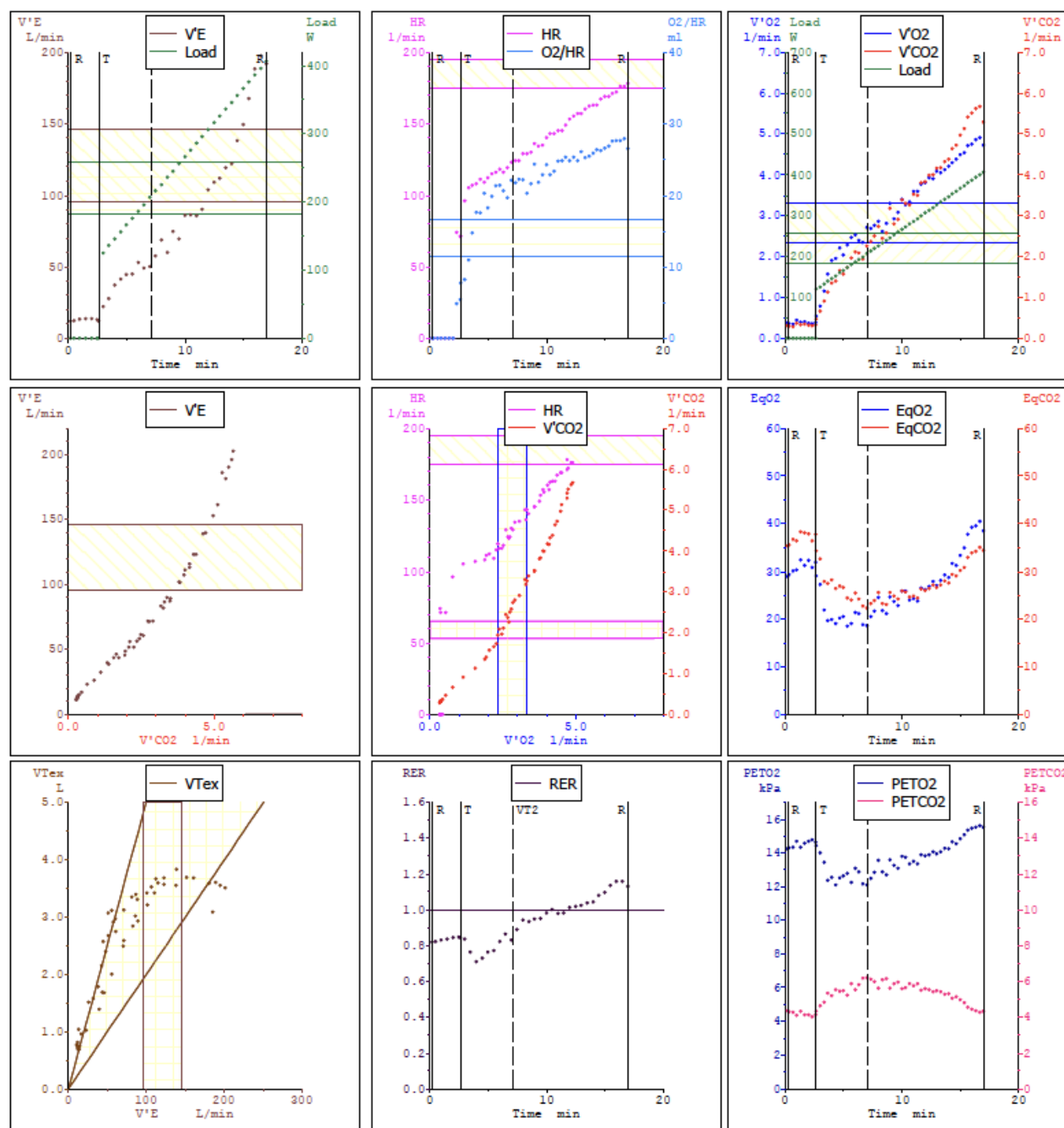
Exempel-ergo
Långdistanslöpare,
test dock utfört på cykel

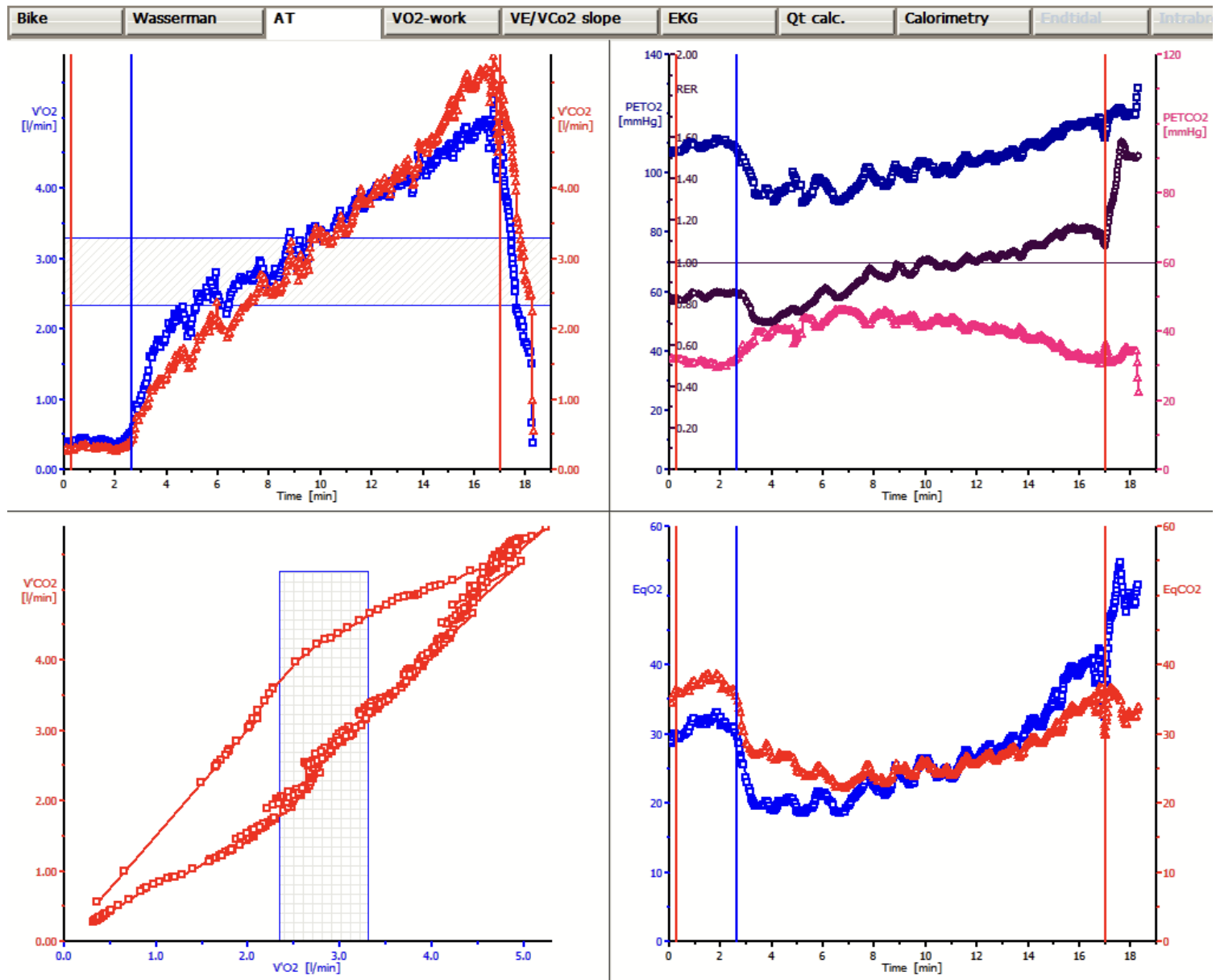
Ventilation / Breathing Reserve

Summary		Resting	Ref.	VT2 Man.	Last load	MaxVO2	MaxVO2 %pred
Time averaging 20 Seconds							
Ventilation	L/min	12	14	52	186	202	167
Tidal volume-ex	L	0.809	0.681	3.068	3	3.507	
Breathing freq	1/min	15	20	17	60	58	139
Breathing reserve	%	94	94	76	12	4	15
Rel. dead sp.-et	%	21	21	16	20	19	93
PETCO2	kPa	4.33	4.13	6.20	4	4.27	
PETO2	kPa	14.22	14.63	12.09	16	15.61	
Breath. equiv. CO2		35.3	37.8	22.3	34	35.0	
Breath. equiv. O2		28.9	31.9	18.6	38	40.4	

Aerob / Anaerobic Transition

Summary		VT2 Man.
Time averaging 20 Seconds		
V'O2/V'O2pred	%	96
V'O2/V'O2max	%	55





Exercise Overview Table

Time min	t-ph min	Load W	HR 1/min	V'E L/min	BF l/min	V'O2 l/min	VO2/kg ml/ min/kg	V'CO2 l/min	PETCO2 kPa	EqCO2	RER
10:00	07:22	266	140	90	31	3.39	49.2	3.39	5.57	25.9	1.00
10:20	07:41	272	143	86	29	3.27	47.3	3.30	5.65	25.6	1.01
10:40	08:01	279	143	82	24	3.34	48.3	3.26	5.85	24.5	0.98
11:00	08:23	286	145	89	27	3.59	52.0	3.52	5.74	24.8	0.98
11:20	08:42	292	145	87	26	3.59	52.1	3.50	5.84	24.4	0.97
11:40	09:02	299	149	102	32	3.77	54.6	3.80	5.50	26.3	1.01
12:00	09:23	306	153	101	30	3.80	55.0	3.83	5.57	25.9	1.01
12:20	09:42	312	155	107	30	3.92	56.9	3.98	5.53	26.4	1.01
12:40	10:03	319	157	111	32	3.89	56.4	4.00	5.41	27.1	1.03
13:00	10:22	326	157	113	31	4.09	59.2	4.16	5.47	26.6	1.02
13:20	10:43	333	160	115	32	4.04	58.5	4.17	5.41	27.1	1.03
13:40	11:02	339	162	123	35	4.12	59.8	4.31	5.27	28.0	1.04
14:00	11:23	346	163	123	33	4.21	61.0	4.38	5.29	27.6	1.04
14:20	11:43	353	163	139	39	4.30	62.3	4.64	5.04	29.3	1.08
14:40	12:03	359	167	139	36	4.38	63.4	4.72	5.13	29.0	1.08
15:00	12:23	366	169	153	41	4.49	65.0	4.97	4.97	30.1	1.11
15:20	12:42	373	169	161	44	4.53	65.7	5.12	4.78	30.8	1.13
15:40	13:03	380	171	181	51	4.71	68.3	5.41	4.54	32.8	1.15
16:00	13:23	386	172	190	53	4.75	68.8	5.50	4.44	33.8	1.16
16:20	13:43	393	176	196	55	4.85	70.3	5.61	4.35	34.2	1.16
16:40	14:02	400	176	202	58	4.90	71.1	5.66	4.27	35.0	1.15
17:00	14:23	406	178	186	60	4.72	68.4	5.28	4.31	34.4	1.12
17:20	00:19	0	171	178	50	4.25	61.5	5.05	4.38	34.6	1.19
17:40	00:39	0	163	166	47	3.19	46.3	4.54	4.29	35.7	1.42

Fall hockeyspelare 19 år

Screening visar stor vänster kammare

EDV 245 ml (115ml/m²) Eko

BSA 2,14 (88/1,87)

Även höger kammare förstörad med RVD1 50 mm.

Förmaksförstoring

Normal VK- och HK-funktion

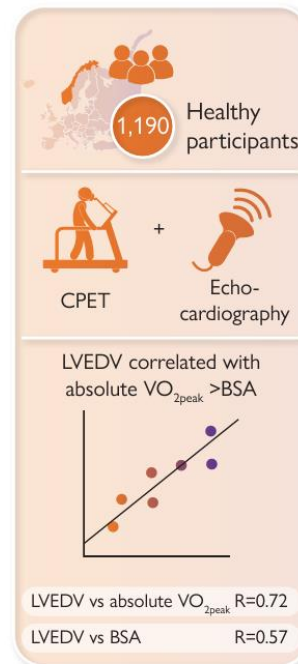
Syreupptag: VO₂max 58 ml/m²



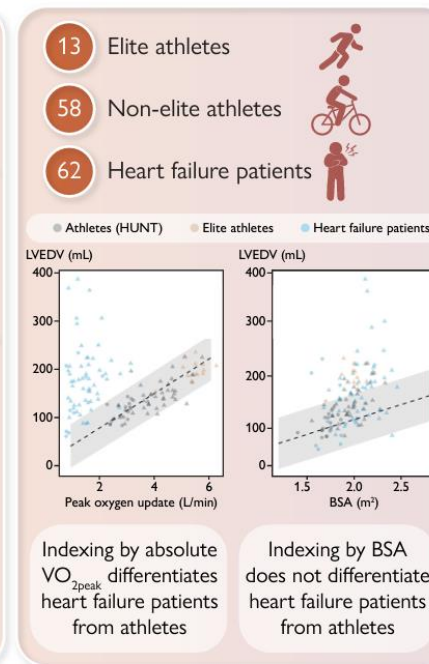
Fall hockeyspelare 19 år

$$\text{LVEDV}/\text{VO}_{2\text{peak}} = 245/5\text{L} = 49$$

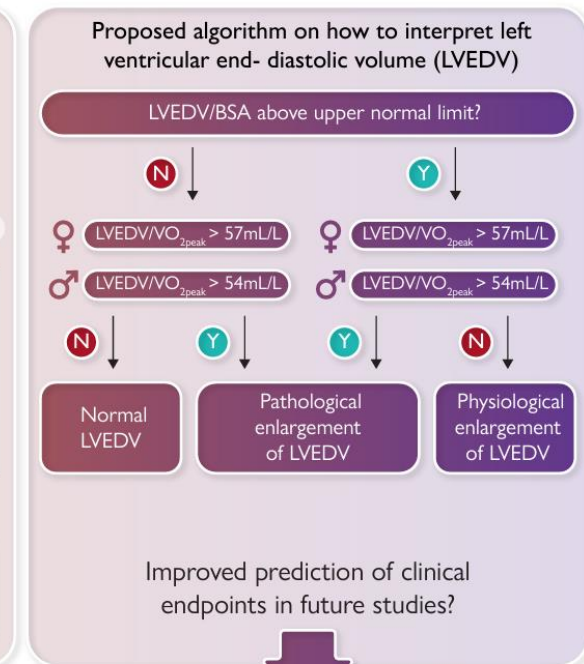
Sannolikt normal fysiologisk adaptation



Healthy sample for developing reference data



Differentiation between the failing heart and physiological chamber dilatation in heart failure patients and athletes



En uthållighetsidrottare ska ej ha normala ergovärden – då är något fel!

