



Η εφαρμογή της Καρδιοαναπνευστικής δοκιμασίας κόπωσης σε ασθενείς με Πνευμονική Αρτηριακή υπέρταση

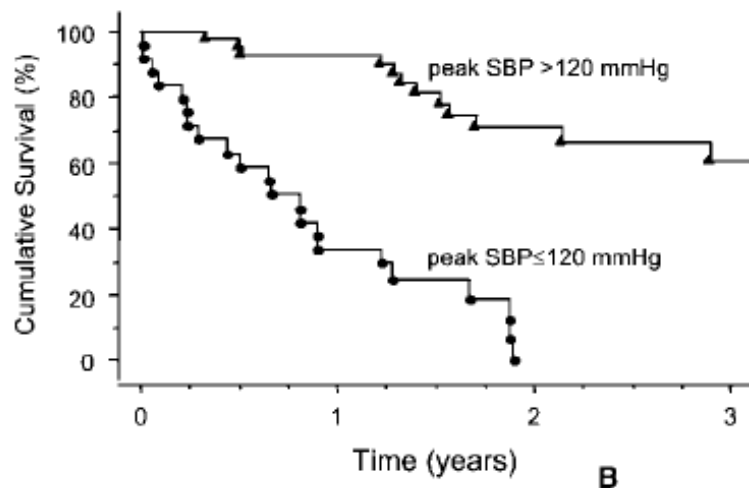
**Κωνσταντίνος Κώντσας, Παρασκευή Τριβήλου, Αναστασία
Καραγκιούλη, Ελένη Τριανταφυλλίδη**

Εργαστήριο Καρδιοαναπνευστικής Δοκιμασίας Κόπωσης

Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική

Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ

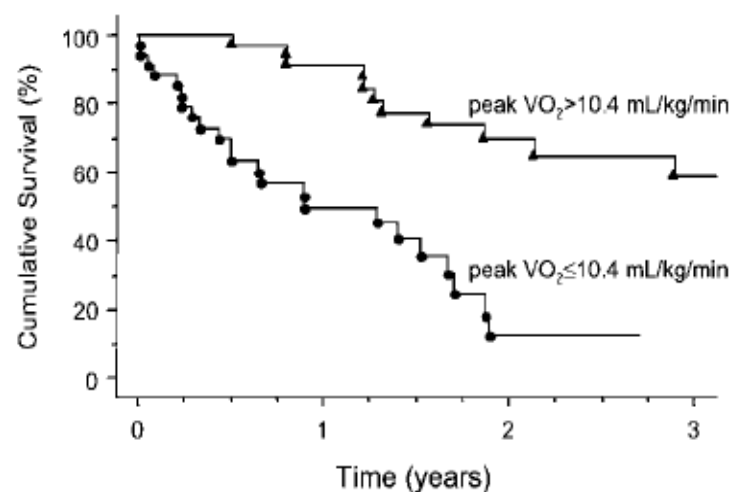
Η προγνωστική σημασία της CPET στην Πνευμονική Υπέρταση



Background—Primary pulmonary hypertension (PPH) is a life-threatening disease. Prognostic assessment is an important factor in determining medical treatment and lung transplantation. Whether cardiopulmonary exercise testing data predict survival has not been reported previously.

Methods and Results—We studied 86 patients with PPH (58 female, age 46 ± 2 years, median NYHA class III) between 1996 and 2001 who were followed up in a tertiary referral center. Right heart catheterization was performed and serum uric acid levels were measured in all patients. Seventy patients were able to undergo exercise testing. At the start of the study, the average pulmonary artery pressure was 60 ± 2 mm Hg, average pulmonary vascular resistance was 1664 ± 81 dyne $\cdot$ s $\cdot$ cm $^{-5}$, average serum uric acid level was 7.5 ± 0.35 mg/dL, and average peak oxygen uptake during exercise (peak $\dot{V}O_2$) was 11.2 ± 0.5 mL $\cdot$ kg $^{-1}$ $\cdot$ min $^{-1}$. During follow-up (mean: 567 ± 48 days), 28 patients died and 16 underwent lung transplantation (1-year cumulative event-free survival: 68%; 95% CI 58 to 78). The strongest predictors of impaired survival were low peak $\dot{V}O_2$ ($P < 0.0001$) and low systolic blood pressure at peak exercise (peak SBP; $P < 0.0001$). In a multivariable analysis, serum uric acid levels (all $P < 0.005$) and diastolic blood pressure at peak exercise independently predicted survival ($P < 0.05$). Patients with peak $\dot{V}O_2 \leq 10.4$ mL $\cdot$ kg $^{-1}$ $\cdot$ min $^{-1}$ and peak SBP ≤ 120 mm Hg (ie, 2 risk factors) had poor survival rates at 12 months (23%), whereas patients with 1 or none of these risk factors had better survival rates (79% and 97%, respectively).

Conclusions—Peak $\dot{V}O_2$ and peak SBP are independent and strong predictors of survival in PPH patients. Hemodynamic parameters, although also accurate predictors, provide no independent prognostic information. (*Circulation*. 2002;106:319-324.)

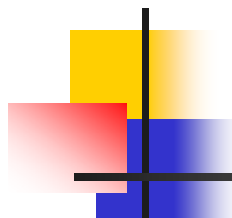


Assessment of Survival in Patients With Primary Pulmonary Hypertension: Importance of Cardiopulmonary Exercise Testing
 Roland Wensel, Christian F. Opitz, Stefan D. Anker, Jörg Winkler, Gert Höffken, Franz X. Kleber, Rakesh Sharma, Manfred Hummel, Roland Hetzer and Ralf Ewert
Circulation 2002;106:319-324; originally published online Jun 24, 2002;



Καρδιοαναπνευστική κόπωση

Overview



- Σκοπός της εξέτασης είναι να αξιολογηθεί ο τυχόν περιορισμός ενός ατόμου για σωματική άσκηση.
- Η κύρια παράμετρος που επιζητείται είναι η VO_2 peak, αφενός σε απόλυτες τιμές (στάδια Weber) και αφετέρου σε ποσοστό της προβλεπομένης.
- Παρακολουθώντας τις υπόλοιπες παραμέτρους θα διακρίνουμε μεταξύ της καρδιαγγειακής και αναπνευστικής συμμετοχής στην ελάττωση της ικανότητας προς άσκηση.
- Η εξέταση αν και θυμίζει απλή δοκιμασία κόπωσης διαφέρει από αυτήν γιατί δεν βασίζεται στην εκτίμηση της μεταβολής του ST αλλά στην εκτίμηση μεταβολικών παραμέτρων.
- Η συνεργασία του εξεταζομένου είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού από την διάθεση του να συνεχίσει την εξέταση εξαρτάται το αποτέλεσμα (μάσκα, ρινοπρίεστρο, επιστόμιο, ποδήλατο).



Καρδιοαναπνευστική κόπωση

Overview (2)

■ Σκοπός της εξέτασης είναι να αξιολογηθεί ο τυχόν περιορισμός ενός ατόμου για σωματική άσκηση.

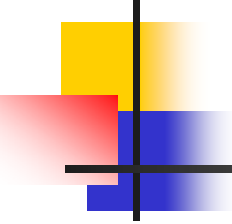
└ Η κύρια παράμετρος που επιζητείται είναι η VO_2 peak, αφενός σε απόλυτες τιμές (στάδια Weber) και αφετέρου σε ποσοστό της προβλεπόμενης.

└ Παρακολουθώντας τις υπόλοιπες παραμέτρους θα διακρίνουμε μεταξύ της καρδιαγγειακής και αναπνευστικής συμμετοχής στην ελάττωση της ικανότητας προς άσκηση.

■ Η εξέταση αν και θυμίζει απλή δοκιμασία κόπωσης διαφέρει από αυτήν γιατί δεν βασίζεται στην εκτίμηση της μεταβολής του ST αλλά στην εκτίμηση μεταβολικών παραμέτρων.

■ Η συνεργασία του εξεταζομένου είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού από την διάθεση του να συνεχίσει την εξέταση εξαρτάται το αποτέλεσμα (μάσκα, ρινοπίεστρο, επιστόμιο, ποδήλατο).

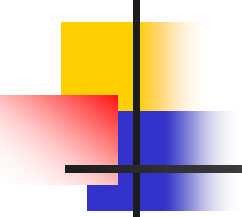




ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΚΟΠΩΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

Θάνατος σε 2-5 ασθενείς : 100.000 εξετάσεις

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ CPEΤ



Α. ΔΙΑΓΝΩΣΗ

- Εκτίμηση της ικανότητας προς άσκηση και επακόλουθα της φυσικής κατάστασης ενός ατόμου.
- Διερεύνηση ανεξήγητης δύσπνοιας ή μειωμένης σωματικής αντοχής.

Β. ΔΙΑΓΝΩΣΘΕΙΣΑ ΚΑΡΔΙΑΚΗ/ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΝΟΣΟΣ

- Εκτίμηση της ικανότητας προς άσκηση ασθενών με γνωστή καρδιαγγειακή ή αναπνευστική νόσο (πορεία και θεραπευτική αγωγή).
- Εκτίμηση του περιεγχειρητικού κινδύνου ασθενών με γνωστή καρδιαγγειακή ή αναπνευστική νόσο πριν από μεγάλη ενδοθωρακική/ενδοκοιλιακή χειρουργική επέμβαση.

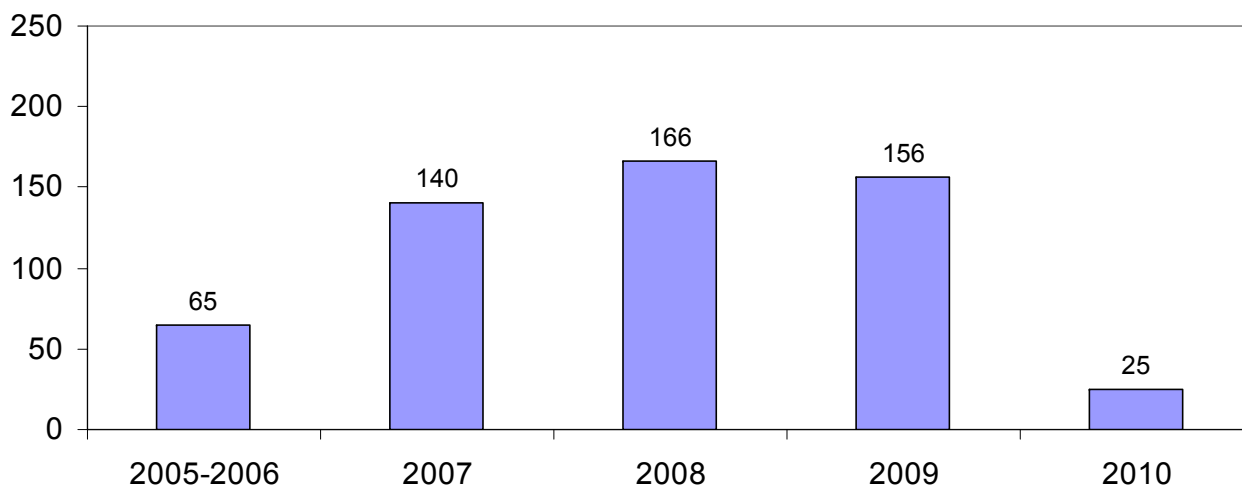
Γ. ΜΕΤΑΜΟΣΧΕΥΣΗ ΚΑΡΔΙΑΣ

Επιλογή των ασθενών αλλά και εκτίμηση της φυσικής κατάστασης των ασθενών οι οποίοι υποβλήθηκαν σε μεταμόσχευση καρδιάς, πνευμόνων ή συνδυασμό αυτών.

ΚΑΡΔΙΟΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΚΟΠΩΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΟΥ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

1 περίπτωση κοιλιακής μαρμαρυγής σε ασθενή με ΗΟСМ επί 552 εξετάσεων

**Καρδιοαναπνευστικές κοπώσεις
Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική
Νοσοκομείο ΑΤΤΙΚΟΝ (1.1.2005-16.2.2010)**



- Διατατική μυοκαρδιοπάθεια
- Ισχαιμική καρδιακή ανεπάρκεια
- Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια
- Συγγενείς καρδιοπάθειες
- Πνευμονική υπέρταση
- Υπέρταση
- Εκτίμηση φυσικής κατάστασης

Βασικές μετρήσεις



VO₂ peak

Αναερόβιος ουδός (AT)

Αναπνευστικό πηλίκιο (VCO₂/VO₂)

>84% προβλεπόμενης τιμής

40%-80% προβλεπόμενης VO₂

1.05-1.30

Καρδιακή συχνότητα (HR)

Εφεδρεία καρδιακής συχνότητας (HRR) <15 bpm

O₂ παλμού (VO₂ peak/HR)

>80%

Αρτηριακή πίεση (BP)

<220/90 mm Hg

Αναπνευστική συχνότητα (BF)

<60 αναπνοές/min

Κατά λεπτό αερισμός (VE)

lt/min

Αναπνευστική εφεδρεία (BR)

MVV-VE / MVV >20-40%

Κορεσμός O₂ (saturation)

πτώση <4%

Κλίση VE/VCO₂

< 34

Κλίση O₂ ανάνηψης (O₂ recovery)

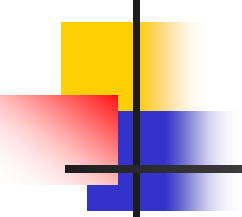
> 650

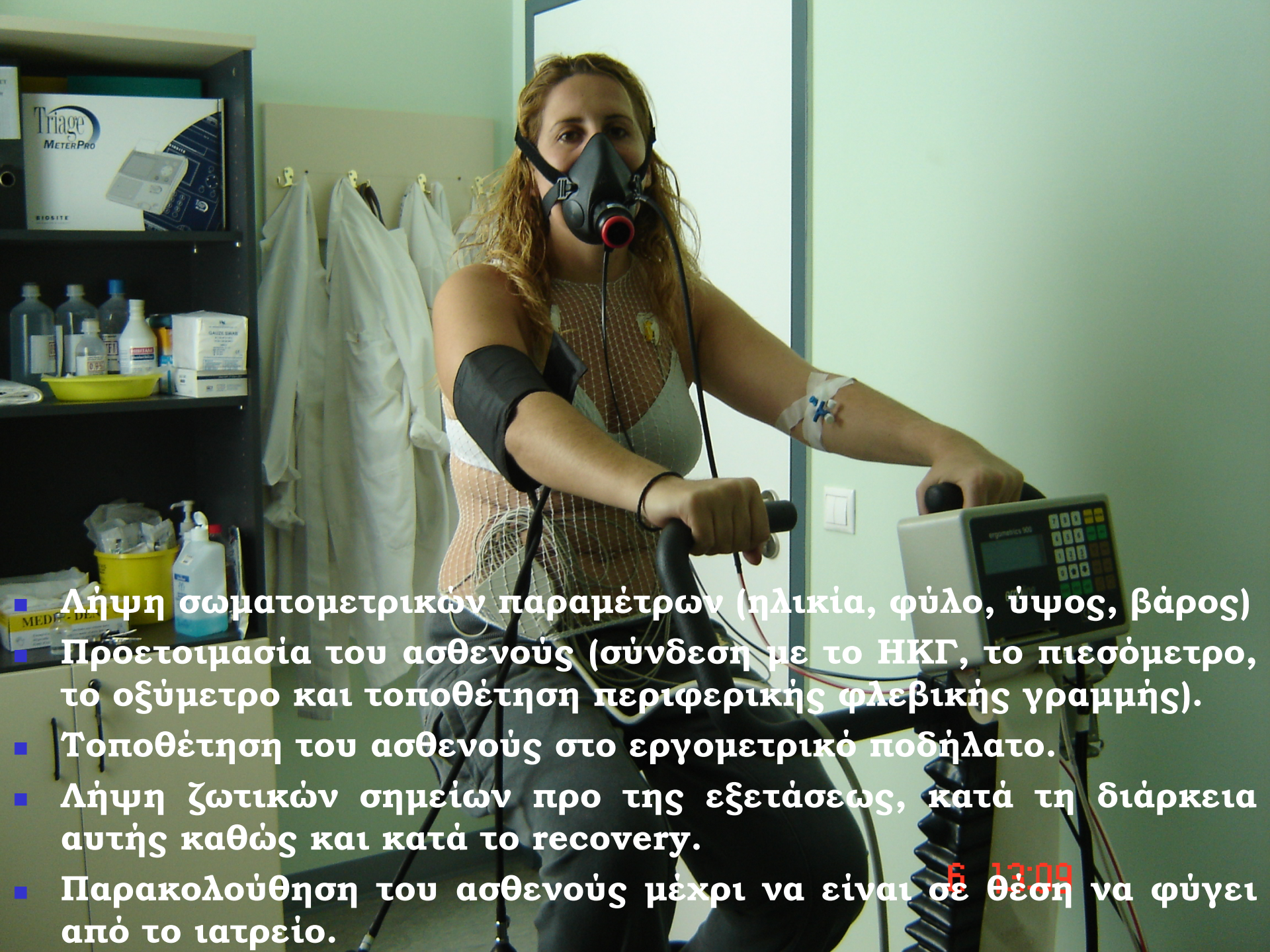




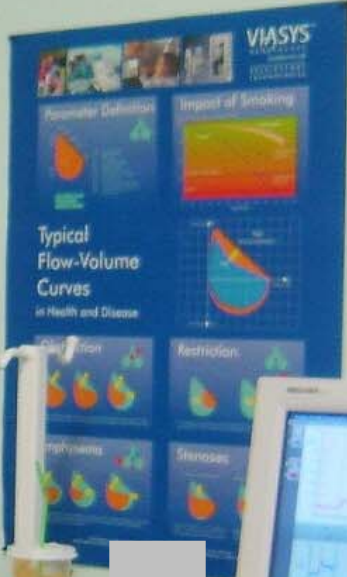
Καρδιοαναπνευστική κόπωση

Ο ρόλος του νοσηλευτή

- 
- Έλεγχος του απινιδωτή
 - Προετοιμασία φαρμάκων (ατροπίνη, ξυλοκαΐνη, αδρεναλίνη, φυσιολογικός ορός)
 - Έλεγχος της παροχής οξυγόνου-βρογχοδιασταλτικών
-
- ┌ Λήψη σωματομετρικών παραμέτρων (ηλικία, φύλο, ύψος, βάρος)
 - ┌ Προετοιμασία του ασθενούς (σύνδεση με το ΗΚΓ, το πιεσόμετρο, το οξύμετρο και τοποθέτηση περιφερικής φλεβικής γραμμής).
 - ┌ Τοποθέτηση του ασθενούς στο εργομετρικό ποδήλατο.
 - ┌ Λήψη ζωτικών σημείων προ της εξετάσεως, κατά τη διάρκεια αυτής καθώς και κατά το recovery.
 - ┌ Παρακολούθηση του ασθενούς μέχρι να είναι σε θέση να φύγει από το ιατρείο.



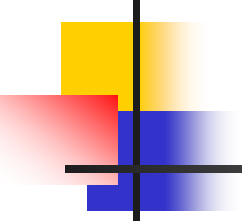
- Λήψη σωματομετρικών παραμέτρων (ηλικία, φύλο, ύψος, βάρος)
- Προετοιμασία του ασθενούς (σύνδεση με το ΗΚΓ, το πιεσόμετρο, το οξύμετρο και τοποθέτηση περιφερικής φλεβικής γραμμής).
- Τοποθέτηση του ασθενούς στο εργομετρικό ποδήλατο.
- Λήψη ζωτικών σημείων προ της εξετάσεως, κατά τη διάρκεια αυτής καθώς και κατά το recovery.
- Παρακολούθηση του ασθενούς μέχρι να είναι σε θέση να φύγει από το ιατρείο.

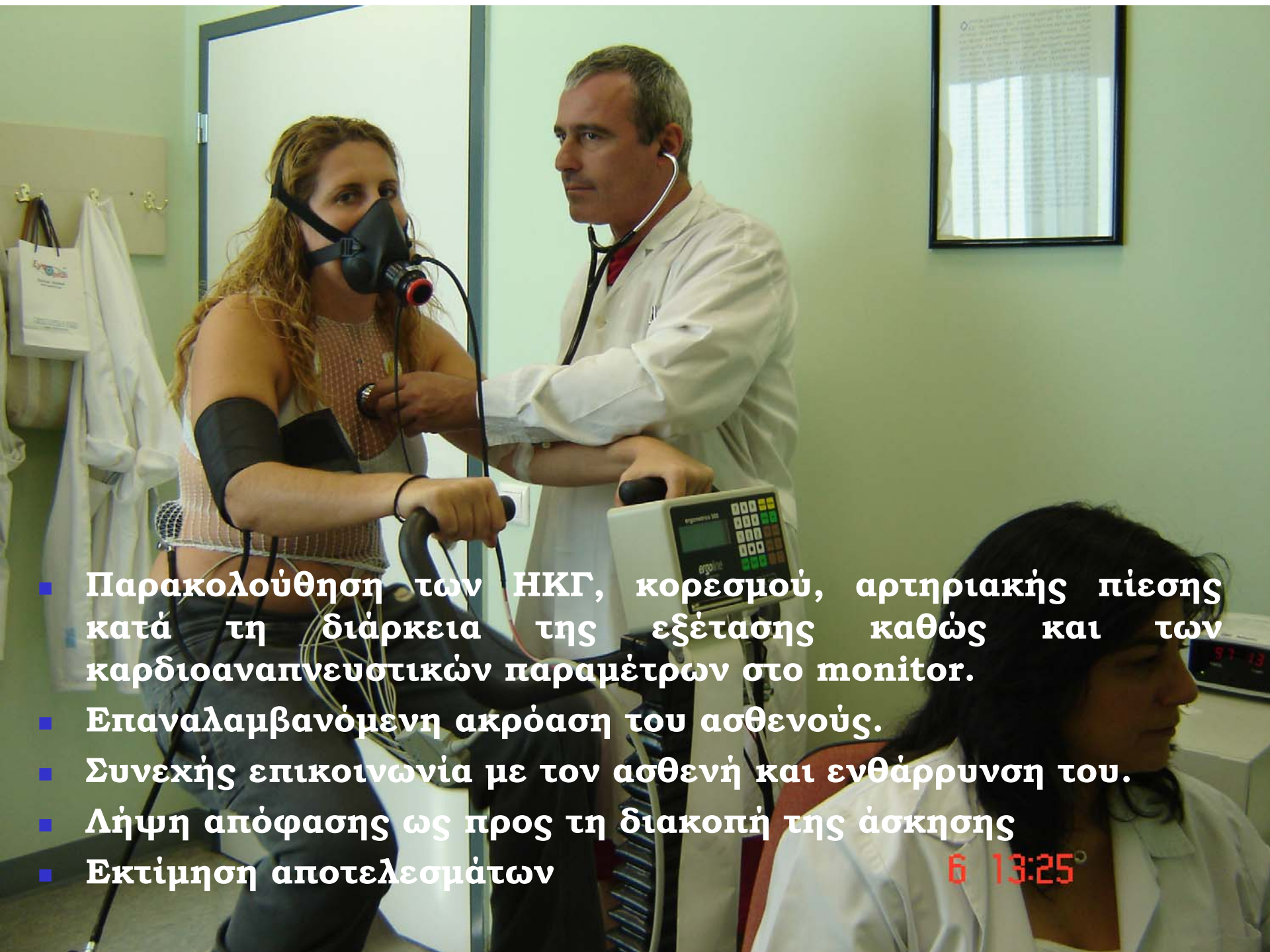


9 9:11

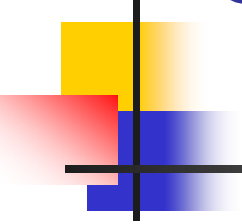
Καρδιοαναπνευστική κόπωση

Ο ρόλος του ιατρού

- 
- Λήψη ιστορικού-φαρμακευτικής αγωγής
 - Κλινική εξέταση του ασθενούς
 - Οδηγίες για την εκτέλεση της άσκησης
 - ┌ Παρακολούθηση των ΗΚΓ, κορεσμού, αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια της εξέτασης καθώς και των καρδιοαναπνευστικών παραμέτρων στο monitor.
 - ┌ Επαναλαμβανόμενη ακρόαση του ασθενούς.
 - ┌ Συνεχής επικοινωνία με τον ασθενή και ενθάρρυνση του.
 - ┌ Λήψη απόφασης ως προς τη διακοπή της άσκησης
 - ┌ Εκτίμηση αποτελεσμάτων

- 
- Παρακολούθηση των ΗΚΓ, κορεσμού, αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια της εξέτασης καθώς και των καρδιοαναπνευστικών παραμέτρων στο monitor.
 - Επαναλαμβανόμενη ακρόαση του ασθενούς.
 - Συνεχής επικοινωνία με τον ασθενή και ενθάρρυνση του.
 - Λήψη απόφασης ως προς τη διακοπή της άσκησης
 - Εκτίμηση αποτελεσμάτων

6 13:25



CPET και ολοκλήρωση της άσκησης

- Επίτευξη $\text{VO}_2 \text{ max} =$ (μεταβολή $< 1 \text{ ml/kg/min}$ για 30' επόμενου σταδίου φόρτισης).
- Επίτευξη μέγιστου προβλεπόμενου έργου ή μέγιστης καρδιακής συχνότητας.
- Επίτευξη μέγιστης σωματικής προσπάθειας ($\text{RER} > 1.05$).
- Αξιολογείται η δυσχέρεια της αναπνοής μετά την κόπωση, η γενικευμένη κόπωση και η κόπωση των κάτω άκρων).

Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ SYMPTOM-LIMITED



CPET και διακοπή της άσκησης

Ισχύουν τα ίδια αίτια με την απλή δοκιμασία κόπωσης

- Συμπτώματα: ¶ αιφνίδια ωχρότητα, σύγχυση, αίσθημα λιποθυμίας, έλλειψη συνεργασίας / **πτώση καρδιακής παροχής**,
¶ δύσπνοια / **αύξηση πίεσης πνευμονικών τριχοειδών**,
¶ στηθάγχη / **στεφανιαία ανεπάρκεια**.
- Ισχαιμία (σημαντική πτώση του ST).
- Αρρυθμίες (ριπή κοιλιακής ταχυκαρδίας).
- Υπέρταση (>250 mmHg συστολική και/ή >120 mmHg διαστολική).
- Υπόταση (πτώση >20 mmHg).
- Αποκορεσμός (saturation <80%).

ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing

Am J Respir Crit Care Med Vol 167. pp 211-277, 2003

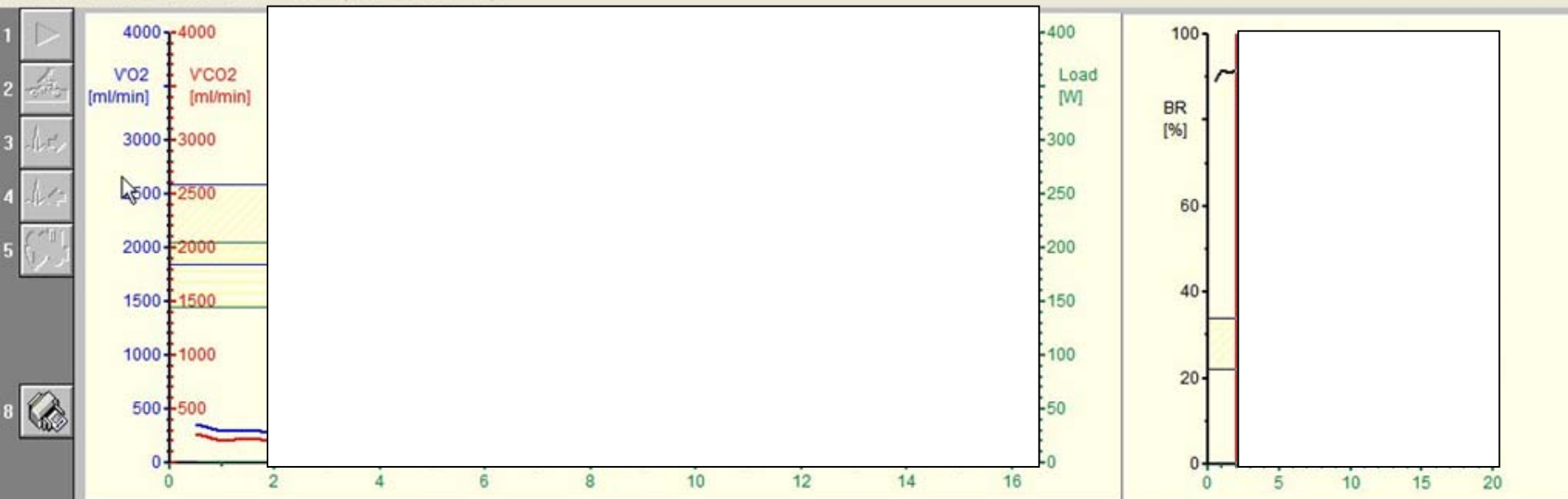


ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

- Προετοιμασία του μηχανήματος βάσει θερμοκρασίας, υγρασίας και υψόμετρου.
- Δημογραφικά στοιχεία ασθενούς βάσει προβλεπόμενων τιμών σύμφωνα με την ηλικία, το φύλο, το βάρος και το ύψος.
- Σύνδεση ασθενούς με το εργοσπιρόμετρο, το ΗΚΓ, το οξύμετρο και το πιεσόμετρο.
- Κόπωση σε διάδρομο ή ποδήλατο βάσει πρωτοκόλλου (σημασία έχει η εξέταση να διαρκέσει περίπου 8-12').

ΚΟΠΩΣΗ

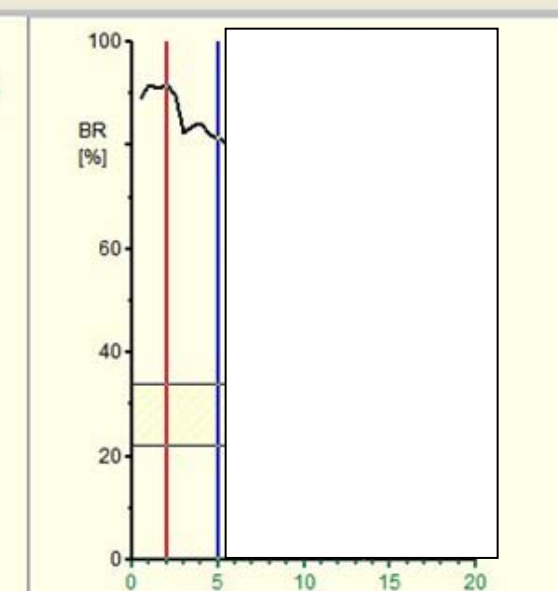
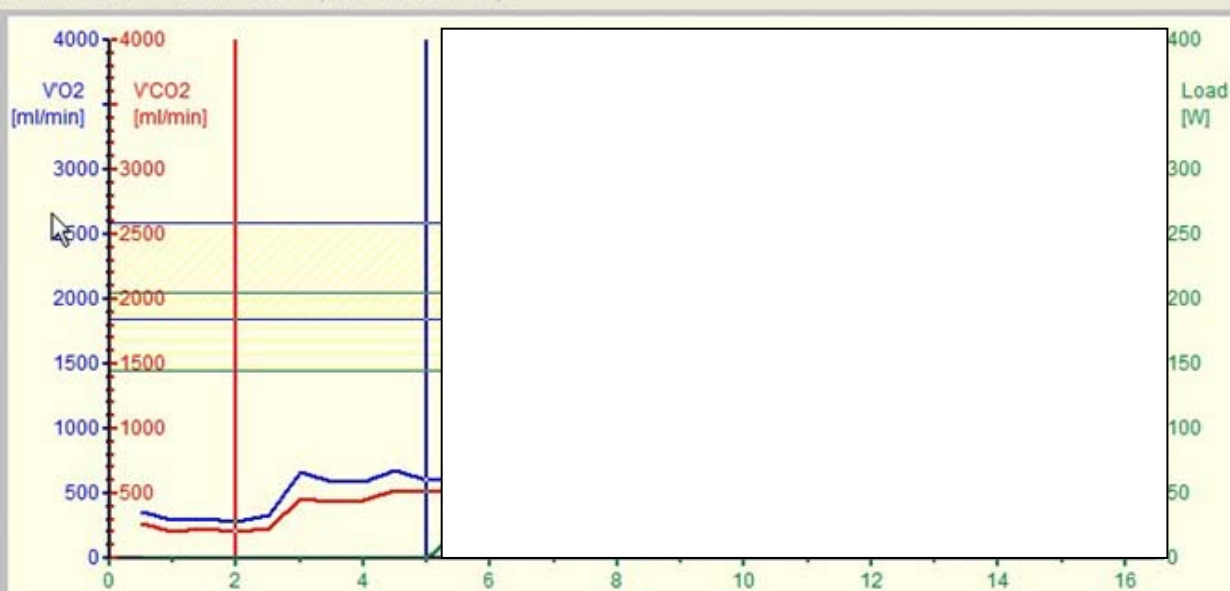
- Βασική καταγραφή των αναπνευστικών παραμέτρων για 2' με ήρεμες αναπνοές.
- Έναρξη κόπωσης χωρίς φορτίο και καταγραφή για 3'
- Συνέχιση της κόπωσης με συνεχώς αυξανόμενο φορτίο/min.
- Διακοπή της κόπωσης, ποδήλατο χωρίς φορτίο και καταγραφή ήρεμων αναπνοών για 3'
- Ανάλυση αποτελεσμάτων



$\dot{V}O_2$ 0	$\dot{V}CO_2$ 0	$\dot{V}E$ 0	BR 0	MET 0.0	Time 00:00	RER 0.00
-------------------	--------------------	-----------------	---------	------------	---------------	-------------



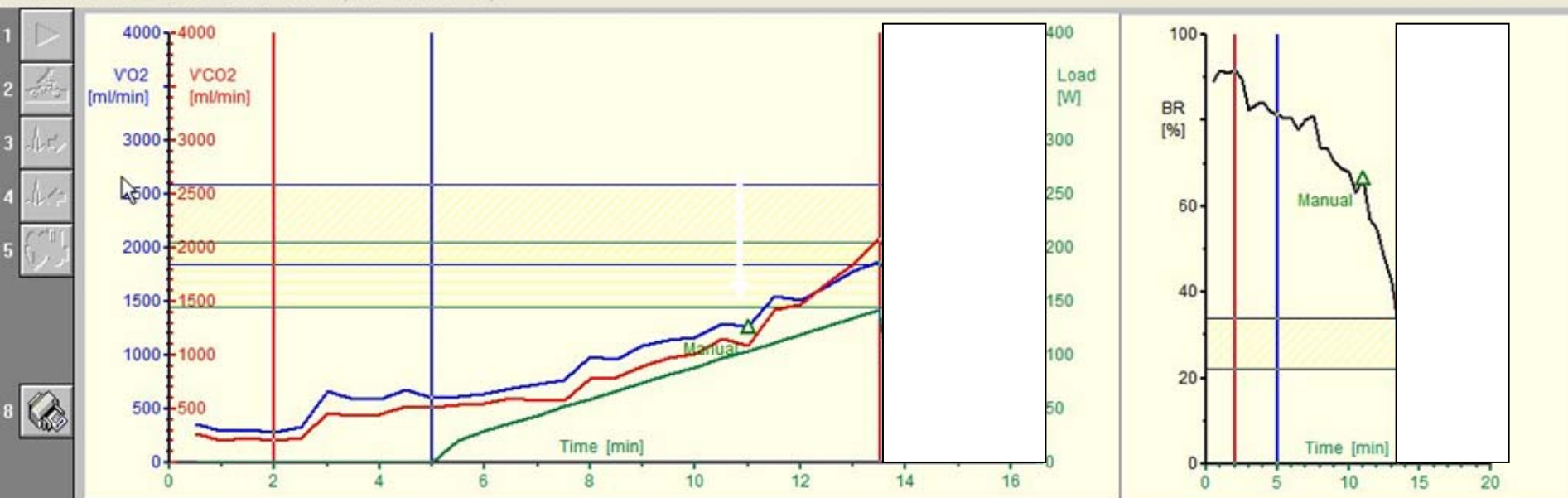
t-ph 00:00	Load 0	SpO2 0	HR 0	HRR 0	VO2%p 0	VO2/kg 0.0
---------------	-----------	-----------	---------	----------	------------	---------------



V'O2 0	V'CO2 0	V'E 0	BR 0	MET 0.0	Time 00:00	RER 0.00
-----------	------------	----------	---------	------------	---------------	-------------



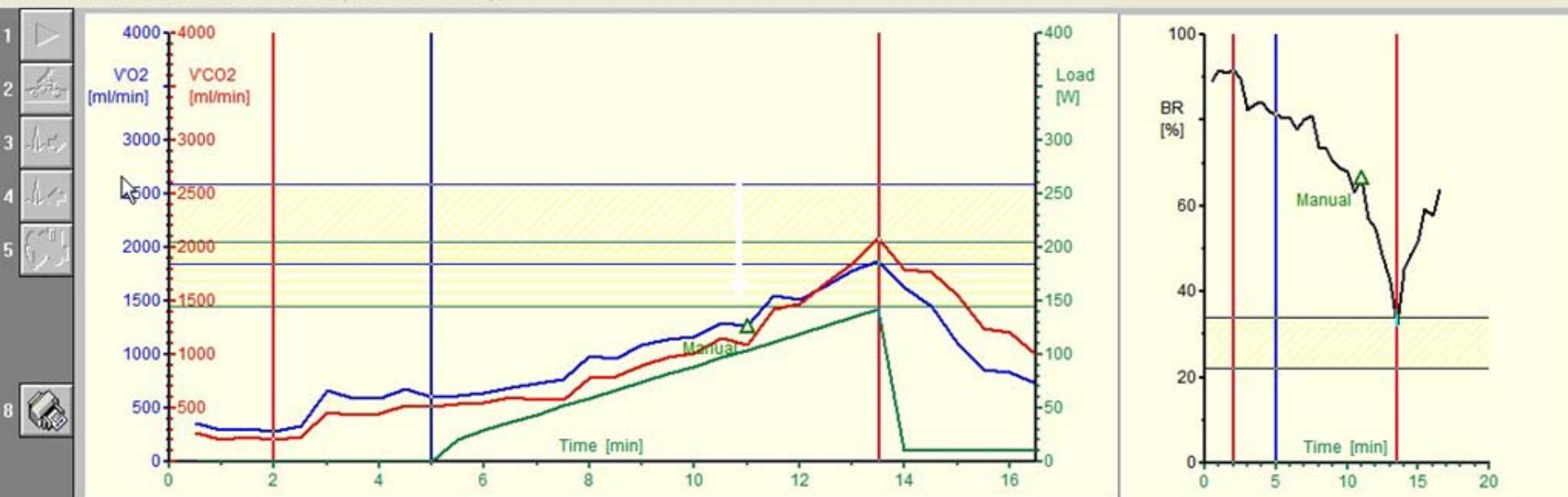
t-ph 00:00	Load 0	SpO2 0	HR 0	HRR 0	VO2%p 0	VO2/kg 0.0
---------------	-----------	-----------	---------	----------	------------	---------------



$\dot{V}O_2$ 0	$\dot{V}CO_2$ 0	$\dot{V}E$ 0	BR 0	MET 0.0	Time 00:00	RER 0.00
-------------------	--------------------	-----------------	---------	------------	---------------	-------------



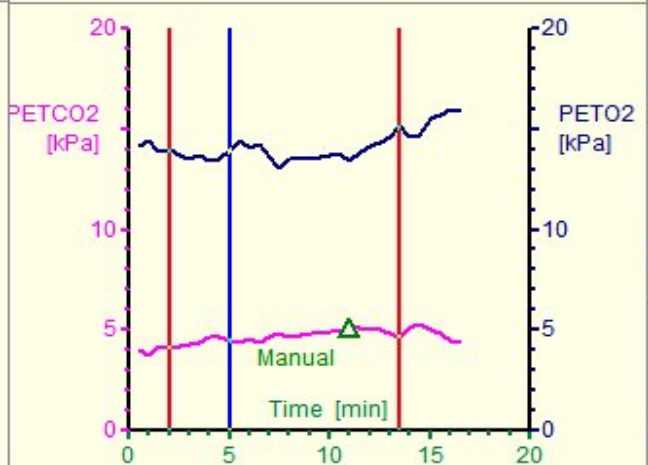
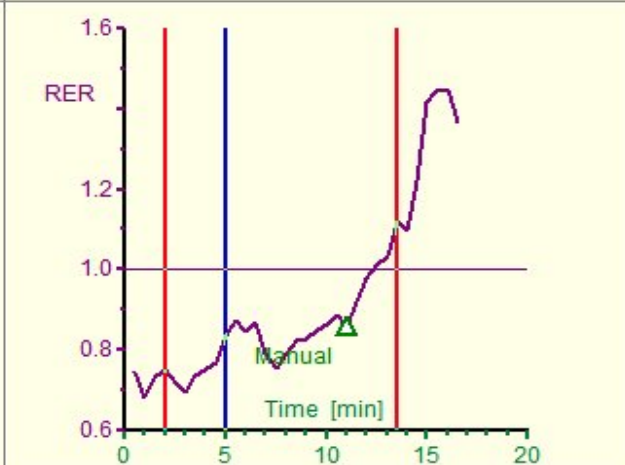
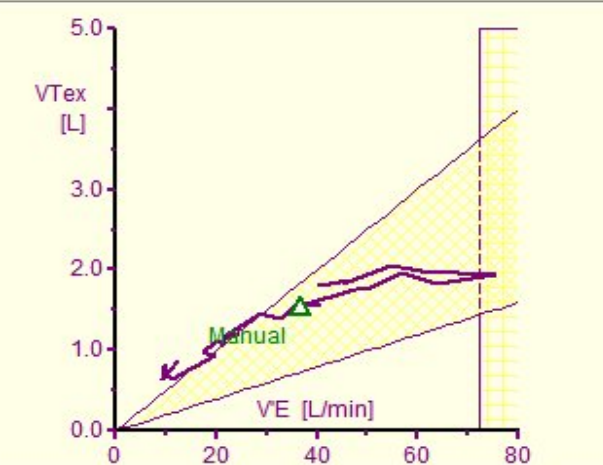
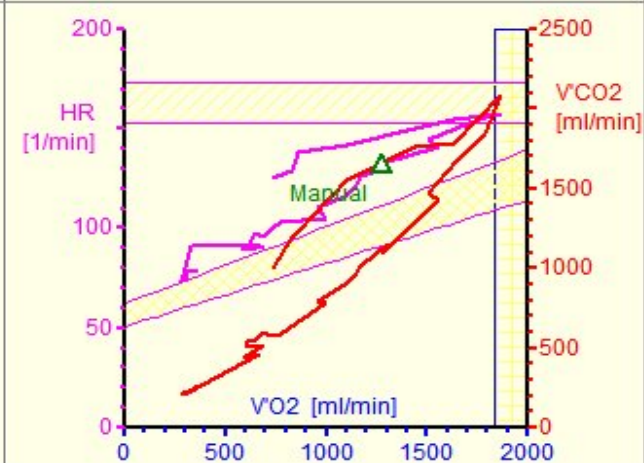
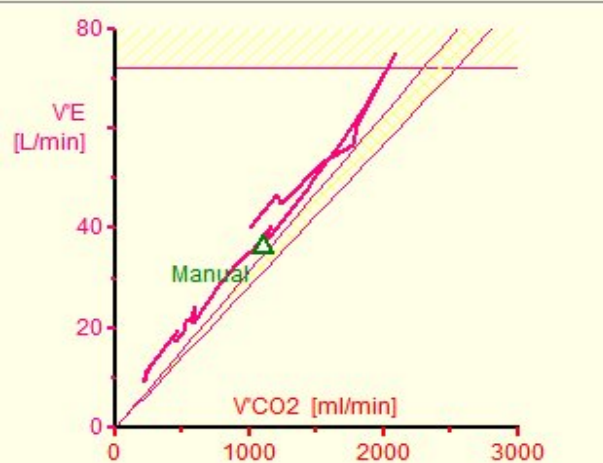
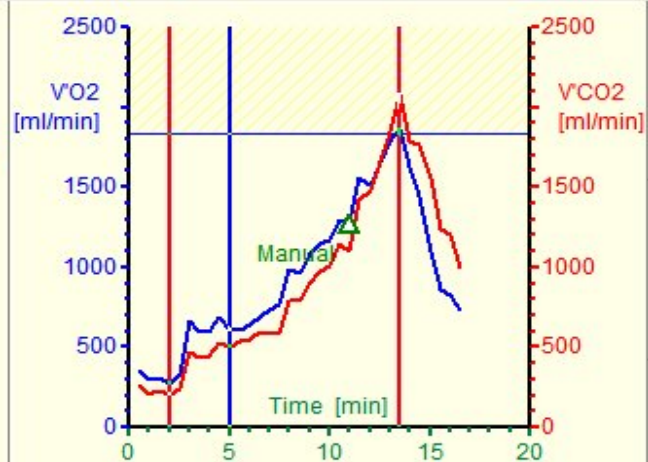
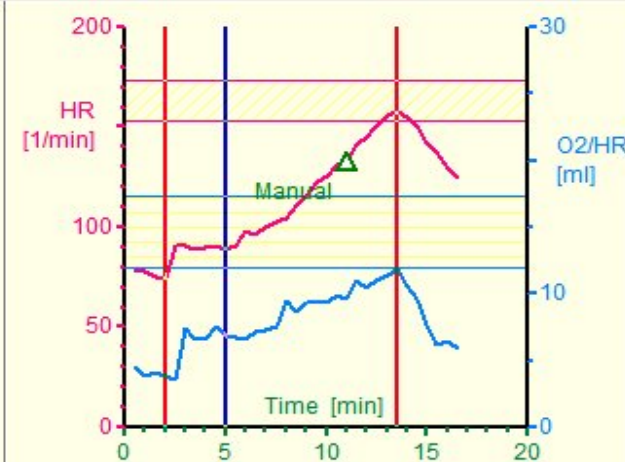
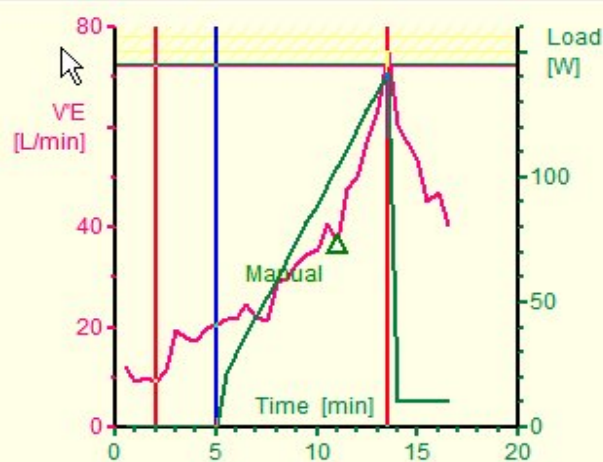
t-ph 00:00	Load 0	SpO2 0	HR 0	HRR 0	$\dot{V}O_2\%$ 0	$\dot{V}O_2/kg$ 0.0
---------------	-----------	-----------	---------	----------	---------------------	------------------------



V'O2 0	V'CO2 0	V'E 0	BR 0	MET 0.0	Time 00:00	RER 0.00
-----------	------------	----------	---------	------------	---------------	-------------



t-ph 00:00	Load 0	SpO2 0	HR 0	HRR 0	VO2%p 0	VO2/kg 0.0
---------------	-----------	-----------	---------	----------	------------	---------------





Patient data

Last Name: Laoudis First Name: Stauros
 Identification: 271107A
 Date of Birth: 06/06/1950 Age: 57 Years
 Sex: male Weight: 81,0 kg
 Height: 170,0 cm Smoker:
 Physician:

Ergospirometry test data

Date: 27/11/2007 Time: 12:21:41µ
 Protocol: ATTIKON1 15/15W RAMP Ergometer: Bicycle

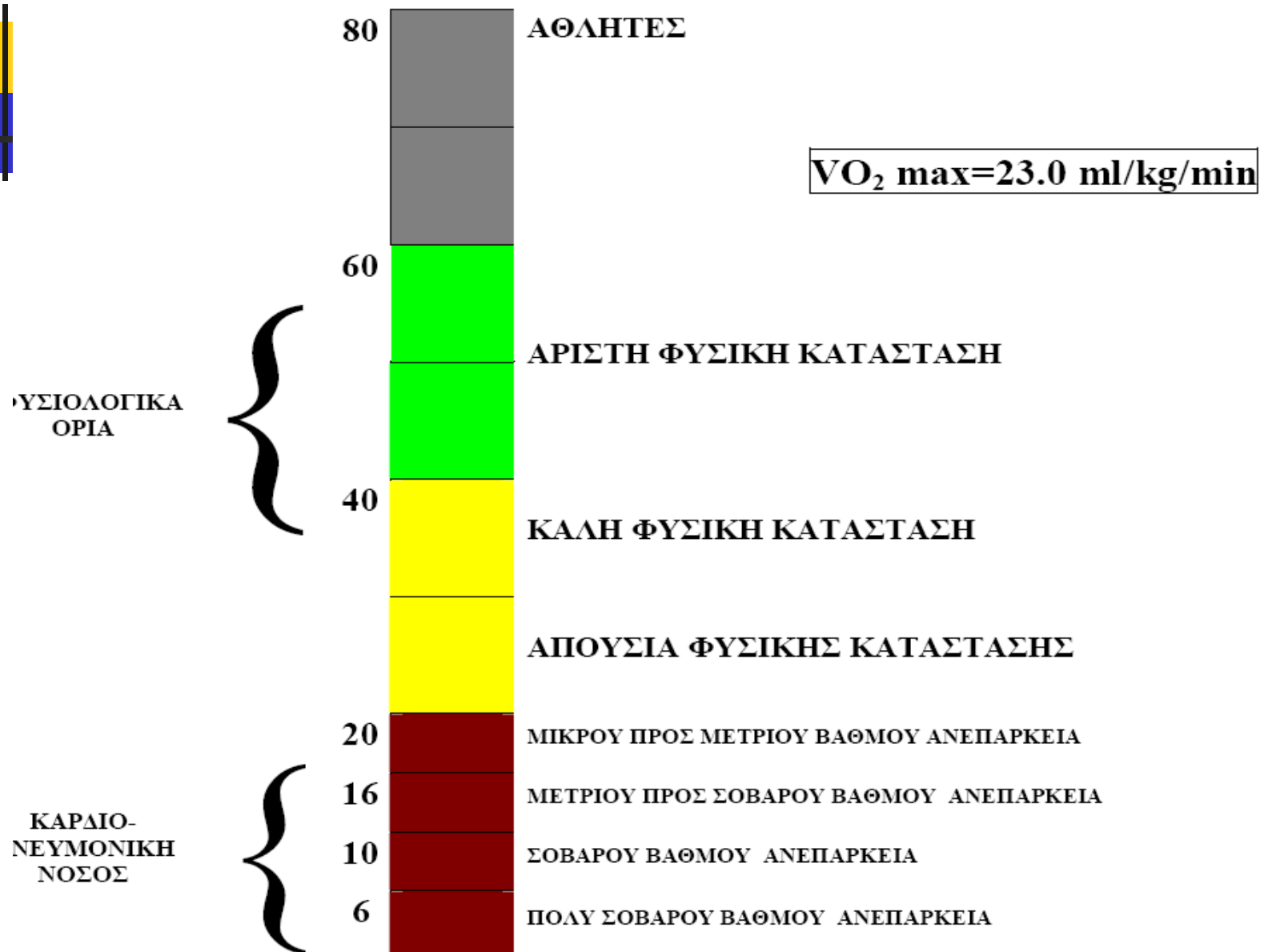
Oxycon table - Summary

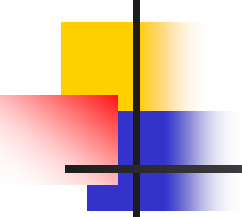
Summary	Resting	Ref.	AT	Max	Pred	Max I	Recov	Recov
			Manual	Watts		%pred	30 sec	120 sec
Time averaging 30 Seconds								
Time	min	02:00	05:00	11:00	13:30		14:00	15:30
Load	W	0	15	104	142	175	10	10
MET		1.2	2.0	4.5	6.8	8.1	5.8	3.0
HR	1/min	74	89	133	160	163	155	138
HRR	1/min	89	74	30	3		8	25
O2/HR	ml	4.7	6.4	9.6	11.7	14.7	10.5	6.2
BF	1/min	12	20	24	39		30	25
V'E	L/min	11	21	37	75	91	60	45
BR	%	90	81	67	32	28	46	59
VD _E /VT	%	16	27	26	24	19	26	27
V'O2	ml/min	350	570	1274	1866	2217	1631	856
VO2/kg	ml/min/kg	4.3	7.0	15.7	23.0		20.1	10.6
VCO2	ml/min	256	522	1095	1591		1785	1238
RER		0.73	0.91	0.86	1.12		1.09	1.45
EqO2		26.4	33.8	26.8	38.0		34.7	49.5
PETO2	kPa	14.46	14.12	13.44	15.15		14.54	15.71
PETCO2	kPa	3.96	4.51	5.16	4.61		5.11	4.86
HRR	1/min	89	74	30	3		8	25
FEQCO2	%	-	-	-	-		-	-
vaCCO2	Vol%	-	-	-	-		-	-
Qt	L/min	-	-	-	-		-	-
SV	ml	-	-	-	-		-	-
CI	L/min/m2	-	-	-	-		-	-

Curve fitting

1st order polynomial: X=Time, Y=V'O2, Equation: $Y = -464.6 * X + 8138.5$, Sd: 0.000000,
 1st order polynomial: X=V'CO2, Y=V'E, Equation: $Y = 0.02991 * X + 5.347$, Sd: 0.698154,

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ($\text{VO}_2 \text{ max}$)





Καρδιοαναπνευστική δοκιμασία κόπωσης σε ασθενείς με πνευμονική αρτηριακή υπέρταση

- Μείωση της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου, η οποία εκφράζει την μειωμένη ικανότητα του ασθενούς για μέγιστη άσκηση.
- Μείωση του αναερόβιου ουδού, η οποία δηλώνει τη πρώιμη εμφάνιση αναερόβιου μεταβολισμού και φαίνεται να αποτελεί έναν ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα για την εξέλιξη της πνευμονικής υπέρτασης.
- Μείωση του οξυγονικού παλμού, η οποία εκφράζει έμμεσα τη μείωση του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής.
- Αύξηση της κλίσης του αναπνευστικού ισοδύναμου ως προς την κατανάλωση διοξειδίου του άνθρακα ($VE/VCO_2 \geq 34$), υποδηλώνοντας την ανεπάρκεια του αναπνευστικού συστήματος ως προς την ανταλλαγή αερίων κατά τη διάρκεια της άσκησης.
- Αποκορεσμός της αιμοσφαιρίνης ($\Delta sat > 4-5\%$).

Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension

The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT)

Table 15 Parameters with established importance for assessing disease severity, stability and prognosis in PAH (adapted from McLaughlin and McGoon⁹⁴)

Better prognosis	Determinants of prognosis	Worse prognosis
No	Clinical evidence of RV failure	Yes
Slow	Rate of progression of symptoms	Rapid
No	Syncope	Yes
I, II	WHO-FC	IV
Longer (>500 m) ^a	6MWT	Shorter (<300 m)
Peak O ₂ consumption >15 mL/min/kg	Cardio-pulmonary exercise testing	Peak O ₂ consumption <12 mL/min/kg
Normal or near-normal	BNP/NT-proBNP plasma levels	Very elevated and rising
No pericardial effusion TAPSE ^b >2.0 cm	Echocardiographic findings ^b	Pericardial effusion TAPSE ^b <1.5 cm
RAP <8 mmHg and CI ≥2.5 L/min/m ²	Haemodynamics	RAP >15 mmHg or CI ≤2.0 L/min/m ²

^aDepending on age.

^bTAPSE and pericardial effusion have been selected because they can be measured in the majority of the patients.

BNP = brain natriuretic peptide; CI = cardiac index; 6MWT = 6-minute walking test; RAP = right atrial pressure; TAPSE = tricuspid annular plane systolic excursion; WHO-FC = WHO functional class.

Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension

The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT)

Table 16 Suggested assessments and timing for the follow-up of patients with PAH

	At baseline (prior to therapy)	Every 3–6 months ^a	3–4 months after initiation or changes in therapy	In case of clinical worsening
Clinical assessment WHO-FC ECG	✓	✓	✓	✓
6MWT ^b	✓	✓	✓	✓
Cardio-pulmonary exercise testing ^b	✓		✓	✓
BNP/NT-proBNP	✓	✓	✓	✓
Echocardiography	✓		✓	✓
RHC	✓ ^c		✓ ^d	✓ ^d

^aIntervals should to be adjusted to individual patients needs.

^bUsually one of the two exercise tests is performed.

^cIs recommended (Table 11A).

^dShould be performed (Table 11A).

BNP = brain natriuretic peptide; ECG = electrocardiogram; RHC = right heart catheterization; 6MWT = 6-minute walking test; WHO-FC = WHO functional class.

Χιμπατζής στο εργομετρικό για χάρη της επιστήμης

Πρόκειται για πείραμα, σύμφωνα με το οποίο οι επιστήμονες καταλήγουν στο ότι ο άνθρωπος οδηγήθηκε από την ίδια την φύση στο να περπατάει στα δύο του πόδια και να εγκαταλείψει το μπουσούλημα.

Η αιτιολόγηση βρίσκεται στο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας, η οποία όταν περπατάμε στα δύο πόδια είναι μικρότερη.



Έτσι ξεκινήσαμε, λοιπόν, το περπάτημα

Χιμπατζής στο εργομετρικό για χάρη της επιστήμης

→ Όχι, ο χιμπατζής της φωτογραφίας δεν θέλει να χάσει βάρος (αν και τέσσερα-πέντε κιλάκια δεν θα τον χάλαναν). Πρόκειται για πείραμα, σύμ-

φωνα με το οποίο οι επιστήμονες καταλήγουν στο ότι ο άνθρωπος οδηγήθηκε από την ίδια τη φύση στο να περπατάει στα δύο του πόδια και να

εγκαταλείψει το μπουσούλημα. Η αιτιολόγηση βρίσκεται στην κατανάλωση ενέργειας, η οποία όταν περπατάμε στα δύο πόδια είναι μικρότε-

ρη. Συμπέρασμα: Μαζί με τη διατροφή λαχανικών και το γυμναστήριο ξεκινήστε και το μπουσούλημα! Είναι επιστημονικώς αποδεδειγμένο...