

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

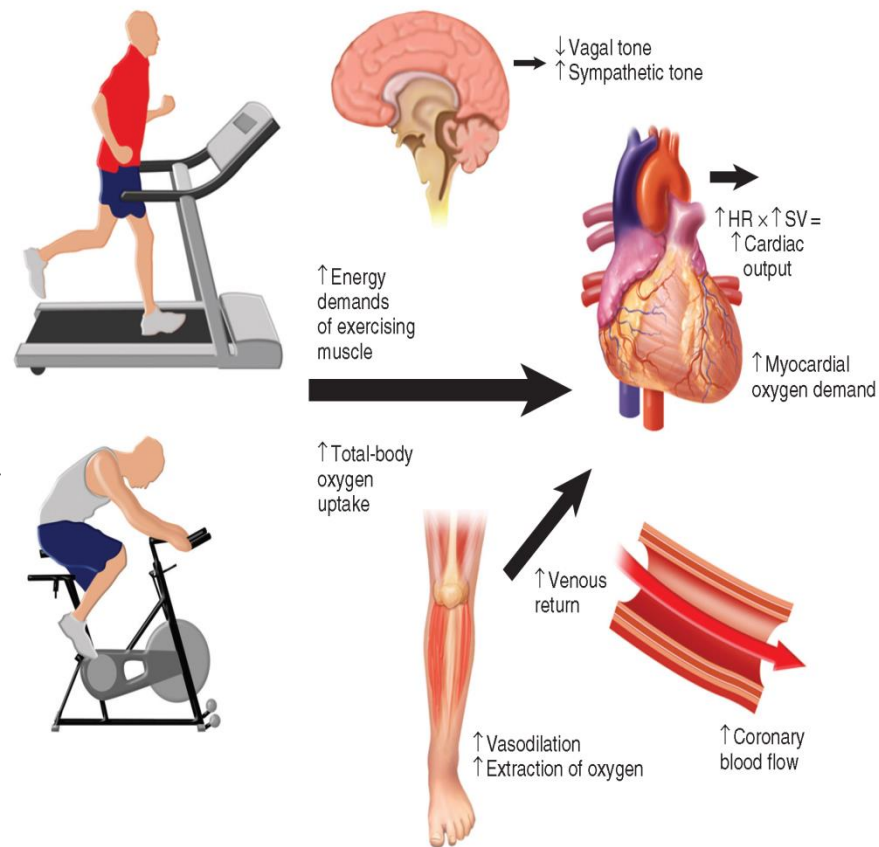
Φουκαρακης Μανώλης

Καρδιολογική Κλινική

Βενιζέλειο – Πανάκειο Νοσοκομείο

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ ΜΕ ΤΟΠΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΚΗ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΗ ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ
- ΟΓΚΟΣ ΠΑΛΜΟΥ Χ1,5 -- ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ Χ2-3
- ΠΑΡΟΧΗ = ΟΓΚΟΣ ΠΑΛΜΟΥ χ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ Χ5
- ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΙΩΝΟΝΤΑΙ (ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ)
- ΑΥΞΗΣΗ ΡΟΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΜΥΕΣ-ΚΑΡΔΙΑ-ΔΕΡΜΑ
- ΑΥΞΗΣΗ ΣΑΠ, ΣΤΑΘΕΡΗ ΔΑΠ
- Η ΜΕΣΗ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΑΥΞΑΝΕΙ ΣΤΟ ΔΙΠΛΑΣΙΟ, ΕΝΩ ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΙΩΝΟΝΤΑΙ ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟ ΟΤΙ ΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΕΣ
- ΕΡΓΟ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ- ΑΜΕΣΗ ΣΥΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ



ΔΚ στη διάγνωση ΣΝ

(ΠΡΟΣΟΧΗ είναι λειτουργική δοκιμασία όχι ανατομική)

	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	68%	77%
Single VD(LAD>RAD>LCX)	25-71%	
MULTIVESSEL	81%	66%
LM/3-VD	86%	53%

Δοκιμασίες φόρτισης



	Diagnosis of CAD	
	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Exercise ECG ^{a, 91, 94, 95}	45–50	85–90
Exercise stress echocardiography ⁹⁶	80–85	80–88
Exercise stress SPECT ⁹⁶⁻⁹⁹	73–92	63–87
Dobutamine stress echocardiography ⁹⁶	79–83	82–86
Dobutamine stress MRI ^{b, 100}	79–88	81–91
Vasodilator stress echocardiography ⁹⁶	72–79	92–95
Vasodilator stress SPECT ^{96, 99}	90–91	75–84
Vasodilator stress MRI ^{b, 98, 100-102}	67–94	61–85
Coronary CTA ^{c, 103-105}	95–99	64–83
Vasodilator stress PET ^{97, 99, 106}	81–97	74–91

Thomas Bayes



- 1702-1761 Άγγλος Μαθηματικός -Θεολόγος.
- Πρώτος διατύπωσε την ιδέα αξιολόγησης της πιθανότητας ενός νέου συμβάντος επαγωγικά στη βάση της προηγούμενης εμπειρίας.
- Ουσιαστικά πρόκειται για τη στατιστική δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν η υποκειμενική εμπειρία ή και παλαιότερα αντικειμενικά δεδομένα για την πιθανολόγηση μιας αρχικής κατανομής, η οποία στη συνέχεια θα αναθεωρηθεί στη βάση ενός νέου δείγματος.

Παράδειγμα

- Δοκιμασία ανακάλυψης χρήσης ναρκωτικών ουσιών: 99% ευαισθησία και 99% ειδικότητα.
- Επιχείρηση αποφασίζει να εξετάσει όλους τους εργαζομένους και να απολύσει αυτούς που κάνουν χρήση.
- Το ποσοστό των εργαζομένων που κάνει χρήση είναι 0,5%.
- Η πιθανότητα να είναι κάποιος χρήστης επί θετικού τεστ στο σύνολο των εξετασθέντων εργαζομένων σύμφωνα με την εξίσωση του θεωρήματος θα είναι:
$$P(+/D) \times Pr(D) / Pr(+)=$$
$$P(+/D) \times Pr(D) / P(+/D) \times Pr(D) + Pr(+/N) \times Pr(N)=$$
$$0,99 \times 0,005 / 0,99 \times 0,005 + 0,01 \times 0,995= 0,3322$$

περίπου **33%**
- Δηλαδή για κάθε 5 στους 1000 που κάνουν χρήση και θα απολύει, θα απολύει και 10 που δεν κάνουν χρήση αλλά βρίσκονται θετικοί στο τεστ.

Δοκιμασία κόπωσης

- Κατά τη δοκιμασία κόπωσης επικεντρωνόμαστε συχνά στην ευαισθησία και ειδικότητα της μεθόδου.
 - Πόσοι από τους ασθενείς και πόσοι από τους υγιείς θα αποκαλυφθούν από το τεστ;
- Το βασικό όμως κλινικό ερώτημα είναι:
 - όταν έχουμε το αποτέλεσμα μιας θετικής ή αρνητικής δοκιμασίας **ποια η πιθανότητα να υπάρχει ή όχι στεφανιαία νόσος ;** (post test probability)-(θετική ή αρνητική προγνωστική αξία)

Δοκιμασία κόπωσης και θεωρία του Bayes

- Η post test probability σχετίζεται όχι μόνο από τη διαγνωστική ικανότητα του τεστ (ευαισθησία και ειδικότητα) αλλά και από την πιθανότητα ύπαρξης στεφανιαίας νόσου πριν το τεστ (pre test probability).
- Η pre test probability μπορεί να υπολογισθεί από προϋπάρχουσες μελέτες ή από την εμπειρία μας.
- Προσοχή στις μελέτες προσδιορισμού ευαισθησίας και ειδικότητας μιας μεθόδου δίδονται συχνά και ποσοστά θετικής και αρνητικής προγνωστικής αξίας. Αυτά αφορούν αποκλειστικά και μόνο τον πληθυσμό της συγκεκριμένης μελέτης.

Κοινός νους και θεωρία του Bayes

- Φοιτητές Ιατρικής μετά από σεμινάρια πάνω στην θεωρία του Bayes, κατάφεραν να εκτιμήσουν σχετικά ικανοποιητικά την πιθανότητα μετά το τεστ σε πληθυσμούς υψηλού κινδύνου, ενώ δεν συνέβη το ίδιο σε πληθυσμούς χαμηλού κινδύνου.
 - Αδυναμία κατανόησης του κόσμου μέσα από τη θεωρία των πιθανοτήτων. Δεν κατανοούμε ότι δεν γίνεται να μηδενίσουμε τη διαγνωστική αβεβαιότητα.
 - Φόβος απώλειας της διάγνωσης της νόσου, με αποτέλεσμα τα θετικά αποτελέσματα να αξιολογούνται ως πιο σημαντικά.
- [Noguchi et al J GEN INTERN MED 2004](#)

Πιθανότητα ΣΝ προ τεστ	5%	20%	50%	90%
Με ΣΝ	50	200	500	900
Χωρίς ΣΝ	950	800	500	100
Αληθώς +	25	100	250	450
Ψευδώς +	95	80	50	10
Σύνολο +	120	180	300	460
Θετική προγνωστική αξία	21%	56%	83%	98%
Ψευδώς -	25	100	250	450
Αληθώς -	855	720	450	90
Σύνολο -	880	820	700	540
Αρνητική προγνωστική αξία	97%	88%	64%	17%
Προγνωστική ακρίβεια	88%	82%	70%	54%

Ευαισθησία 50%, ειδικότητα 90%

ESC, www.esced.org

Πίνακες υπολογισμού Πιθανότητας

Age (years)	Typical angina		Atypical angina		Non-anginal chest pain	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
30-39	69.7 ± 3.2	25.8 ± 6.6	21.8 ± 2.4	4.2 ± 1.3	5.2 ± 0.8	0.8 ± 0.3
40-49	87.3 ± 1.0	55.2 ± 6.5	46.1 ± 1.8	13.3 ± 2.9	14.1 ± 1.3	2.8 ± 0.7
50-59	92.0 ± 0.6	79.4 ± 2.4	58.9 ± 1.5	32.4 ± 3.0	21.5 ± 1.7	8.4 ± 1.2
60-69	94.3 ± 0.4	90.1 ± 1.0	67.1 ± 1.3	54.4 ± 2.4	28.1 ± 1.9	18.6 ± 1.9

Age (years)	ST-depression (mV)	Typical angina		Atypical angina		Non-anginal chest pain		Asymptomatic	
		Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
30-39	0.00-0.04	25	7	6	1	1	<1	<1	<1
	0.05-0.09	68	24	21	4	5	1	2	4
	0.00-0.14	83	42	38	9	10	2	4	<1
	0.00-0.19	91	59	55	15	19	3	7	1
	0.00-0.24	96	79	76	33	39	8	18	3
>0.25	99	93	92	63	68	24	43	11	
40-49	0.00-0.04	61	22	16	3	4	1	1	<1
	0.00-0.09	86	53	44	12	13	3	5	1
	0.00-0.14	94	72	64	25	26	6	11	2
	0.00-0.19	97	84	78	39	41	11	20	4
	0.00-0.24	99	93	91	63	65	24	39	10
>0.25	>99	98	97	86	87	53	69	28	
50-59	0.00-0.04	73	47	25	10	6	2	2	1
	0.00-0.09	91	78	57	31	20	8	9	3
	0.00-0.14	96	89	75	50	37	16	19	7
	0.00-0.19	98	94	86	67	53	28	31	12
	0.00-0.24	99	98	94	84	75	50	54	27
>0.25	>99	99	98	95	91	78	81	56	
60-69	0.00-0.04	79	69	32	21	8	5	3	2
	0.00-0.09	94	90	65	52	26	17	11	7
	0.00-0.14	97	95	81	72	45	33	23	15
	0.00-0.19	99	98	89	83	62	49	37	25
	0.00-0.24	99	99	96	93	81	72	61	47
>0.25	>99	99	99	98	94	90	85	76	

Diamond , Forrester NEJM, 1979

ESC, Guidelines Stable Angina Pectoris 2006

Παράδειγμα χρήσης ΔΚ και SPECT

- Άνδρας 68 ετών με τυπική στηθάγχη (Pretest 94,3%)

- Πληθυσμός 1000 άτομα
- ΣΝ $1000 \times 94.3\% = 943$
- ΣΝ με + ΔΚ $943 \times 70\% = 660$
- ΣΝ με - ΔΚ $943 \times 30\% = 283$
- Χωρίς ΣΝ $1000 - 943 = 57$
- Χωρίς ΣΝ με - ΔΚ $90\% \times 57 = 51$
- Χωρίς ΣΝ με + ΔΚ $10\% \times 57 = 6$
- Σύνολο +ΔΚ $660 + 6 = 666$
- Σύνολο -ΔΚ $283 + 51 = 334$
- Ποσοστό με -ΔΚ που έχουν ΣΝ $283/334 = 84,7\%$ μετά -ΔΚ

- Πληθυσμός 1000 άτομα
- ΣΝ με ΔΚ $1000 \times 84.7\% = 847$
- ΣΝ +SPECT $847 \times 89\% = 754$
- ΣΝ με - SPECT $847 \times 11\% = 93$
- Χωρίς ΣΝ $1000 - 847 = 153$
- Χωρίς ΣΝ με - SPECT $90\% \times 153 = 138$
- Χωρίς ΣΝ με + SPECT $10\% \times 153 = 15$
- Σύνολο +SPECT $754 + 15 = 769$
- Σύνολο -SPECT $93 + 138 = 231$
- Ποσοστό με -ΔΚ και -SPECT που έχουν ΣΝ $93/231 = 40,3\%$ μετά -SPECT

Κατευθυντήριες οδηγίες

- ACC/AHA Guideline Update for Exercise Testing 2002
- Guidelines for the Role of Noninvasive Testing in the Clinical Evaluation of Women with Suspected Coronary Artery Disease 2005
- ESC STABLE CAD 2012

Recommendations	Class ^a	Level ^b			Typical angina		Atypical angina		Non-anginal pain	
Exercise ECG is recommended as the initial test for establishing a diagnosis of SCAD in patients with symptoms of angina and intermediate PTP of CAD (Table 13, 15–65%), free of anti-ischaemic drugs, unless they cannot exercise or display ECG changes which make the ECG non evaluable.	I	B	Age	Men	Women	Men	Women	Men	Women	
			30–39	59	28	29	10	18	5	
			40–49	69	37	38	14	25	8	
			50–59	77	47	49	20	34	12	
			60–69	84	58	59	28	44	17	
			70–79	89	68	69	37	54	24	
			>80	93	76	78	47	65	32	

The Bruce protocol

- 1949 Robert A. Bruce, ο πατέρας της φυσιολογίας της άσκησης
- Το πρωτόκολλο ουσιαστικά καθιερώθηκε από το 1963.



Αντενδείξεις Δοκιμασίας Κόπωσης

Απόλυτες

- ΟΕΜ τις προηγούμενες 2 ημέρες
- Συνεχιζόμενη ασταθής στηθάγχη
- Αρρυθμίες με αιμοδυναμικές διαταραχές
- Ενδοκαρδίτιδα
- Συμπτωματική σοβαρή στένωση αορτικής
- Συμφορητική μη ελεγχόμενη ΚΑ
- Πνευμονική εμβολή, εν τω βάθει φλεβοθρόμβωση
- Οξεία μυοκαρδίτιδα-Οξεία περικαρδίτιδα
- Διαχωρισμός αορτής

Σχετικές

- Νόσος στελέχους
- Σοβαρή στένωση αορτής με αμφιλεγόμενα συμπτώματα
- Ταχυαρρυθμίες με υψηλή ΚΣ
- Επίκτητο σοβαρό AV block
- Υπερτροφική με σοβαρή κλίση πίεσης
- Πρόσφατο ΑΕΕ
- Ψυχογενή σοβαρά προβλήματα
- ΑΠ >200/110 mm Hg
- Παθολογικά προβλήματα όπως αναιμία, θυρεοειδοπάθειες, διαταραχές ηλ/των

Διαταραχές ΗΚΓ

- Σε **LBBB** και σε διαταραχές ST-T, όπως σε λήψη **ΔΙΓΟΞΙΝΗΣ, LVH, WPW** η δοκιμασία κόπωσης δεν μπορεί να εκτιμήσει τις διαταραχές ST
 - Προτείνεται η λύση των απεικονιστικών μεθόδων (SCANNING, STRESS ECHO)

Γενικά στοιχεία

- **Ένδειξη διενέργειας κόπωσης**
 - (Διάγνωση ΣΝ, Μετά PTCA ή CABG, Μετά ΕΜ, Εκτίμηση καρδιαγγειακού κινδύνου προεγχειρητικά, άλλες)
- **Κλινικά στοιχεία**
 - Προδιαθεσικοί παράγοντες
 - Ιστορικό
 - **Λαμβανόμενη φαρμακευτική αγωγή καρδιαγγειακού** (αν έχει γίνει διακοπή τότε;) ιδιαίτερα β-αποκλειστές
- **ΗΚΓ ηρεμίας**
 - (βασική περιγραφή ρυθμού, διαταραχών)

Αλλοιώσεις ST διαστήματος

- Ισχαιμικές ή μη

- $\geq 1\text{mm}$ οριζόντια ή κατιούσα πτώση ST 60-80 από σημείο J σε 3 διαδοχικές συστολές 2 κοντινών απαγωγών
- $> 1,5\text{ mm}$ βραδεία ανιούσα πτώση ST 60-80 από σημείο J σε 3 διαδοχικές συστολές 2 κοντινών απαγωγών
- $\geq 1\text{mm}$ ανάσπαση ST 60-80 από σημείο J σε 3 διαδοχικές συστολές 2 κοντινών απαγωγών χωρίς αρχικό κύμα Q (εκτός V1)

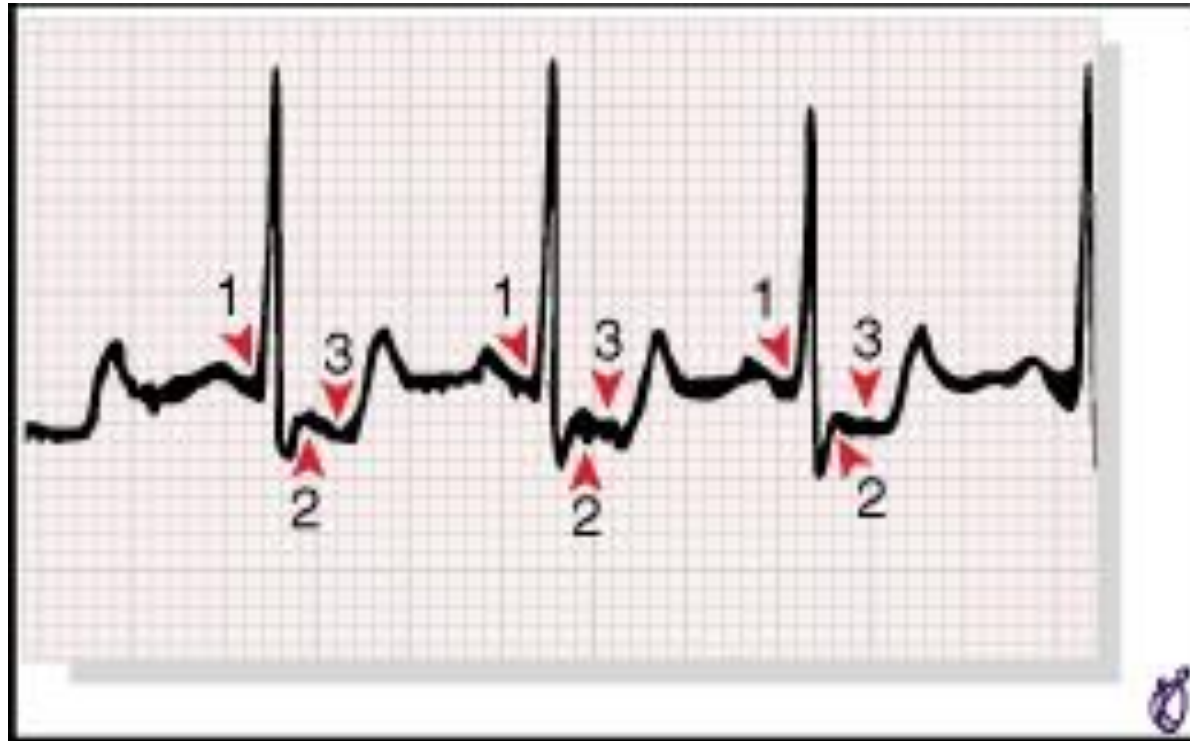
*Αν υπάρχει πτώση ST στην ηρεμία υπολογίζεται η περαιτέρω πτώση.

(Προσοχή σε σχέση με στάση σώματος και σε περιπτώσεις υπεραερισμού)

Αλλοιώσεις ST διαστήματος

- **Μορφολογία** (οριζόντια, κατιούσα, ανιούσα-ακόμη και η κλίση έχει σημασία) –ισοηλεκτρική το PQ
- **Βαθμός πτώσης** (>2-3mm)
- Αριθμός απαγωγών με πτώση (>5)
- Καρδιακή συχνότητα εμφάνισης πτώσης
- **Χρόνος έναρξης πτώσης** (πρωιμότητα <5Mets)
- **Χρόνος αποκατάστασης κατά την ανάνηψη** (>5min)

The Exercise ECG



1 = Iso-electric (PQ)

2 = J point

3 = J + 80 msec

(>130BPM 60msec)

ST SEGMENT DEPRESSION DURING EXERCISE

No ST Depression

J-point only Depression

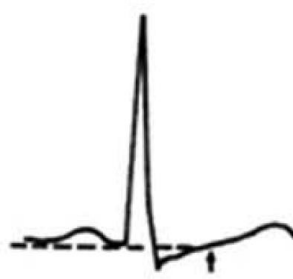
Upsloping ST Depression

Horizontal ST Depression

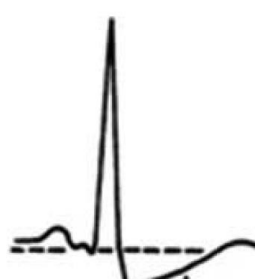
Downsloping ST Depression



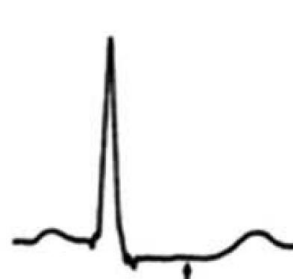
60-80 ms after j-point



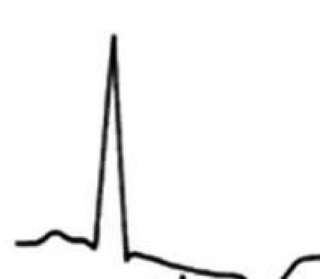
<1.0 mm (0.1 mV)



≥1.0 mm



≥1.0 mm



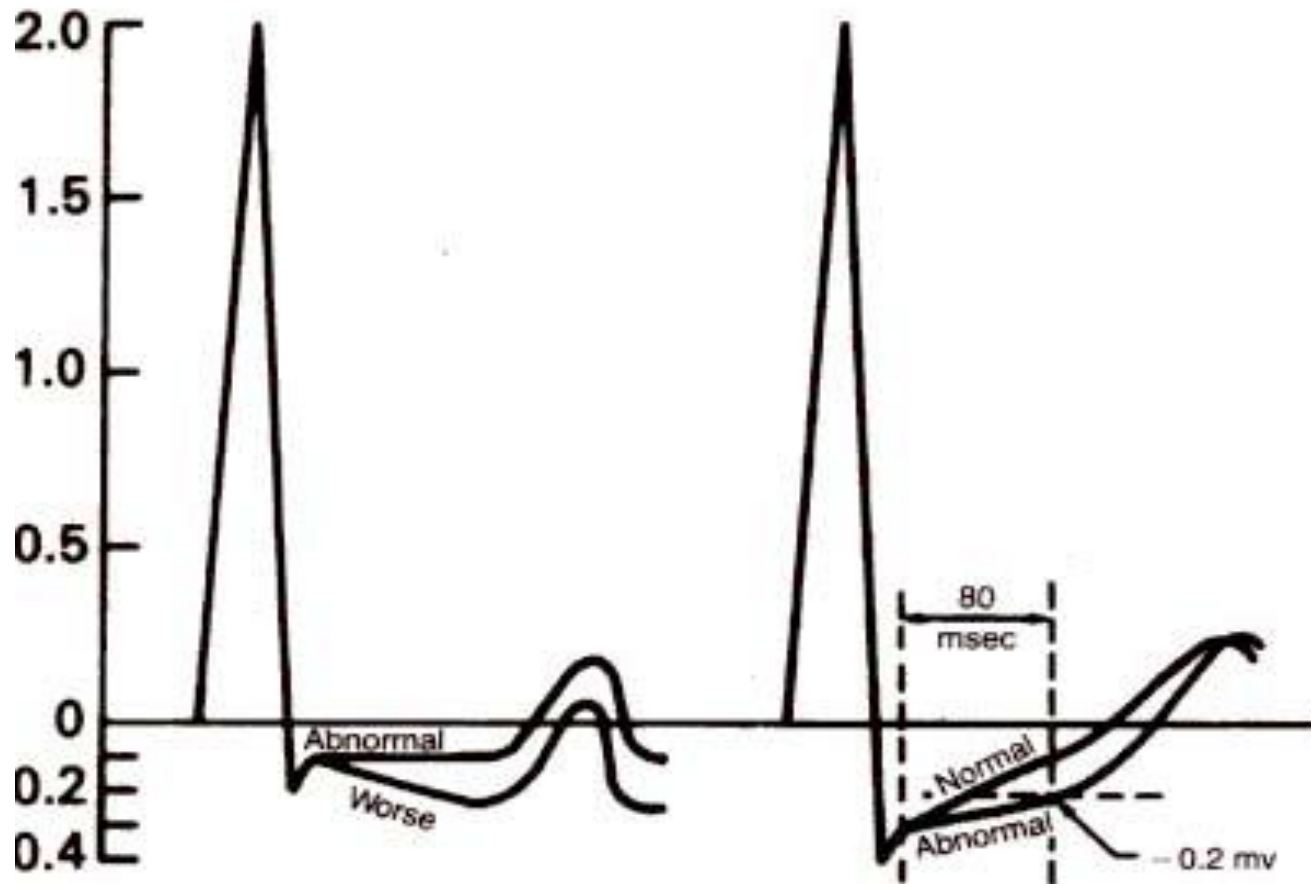
≥1.0 mm

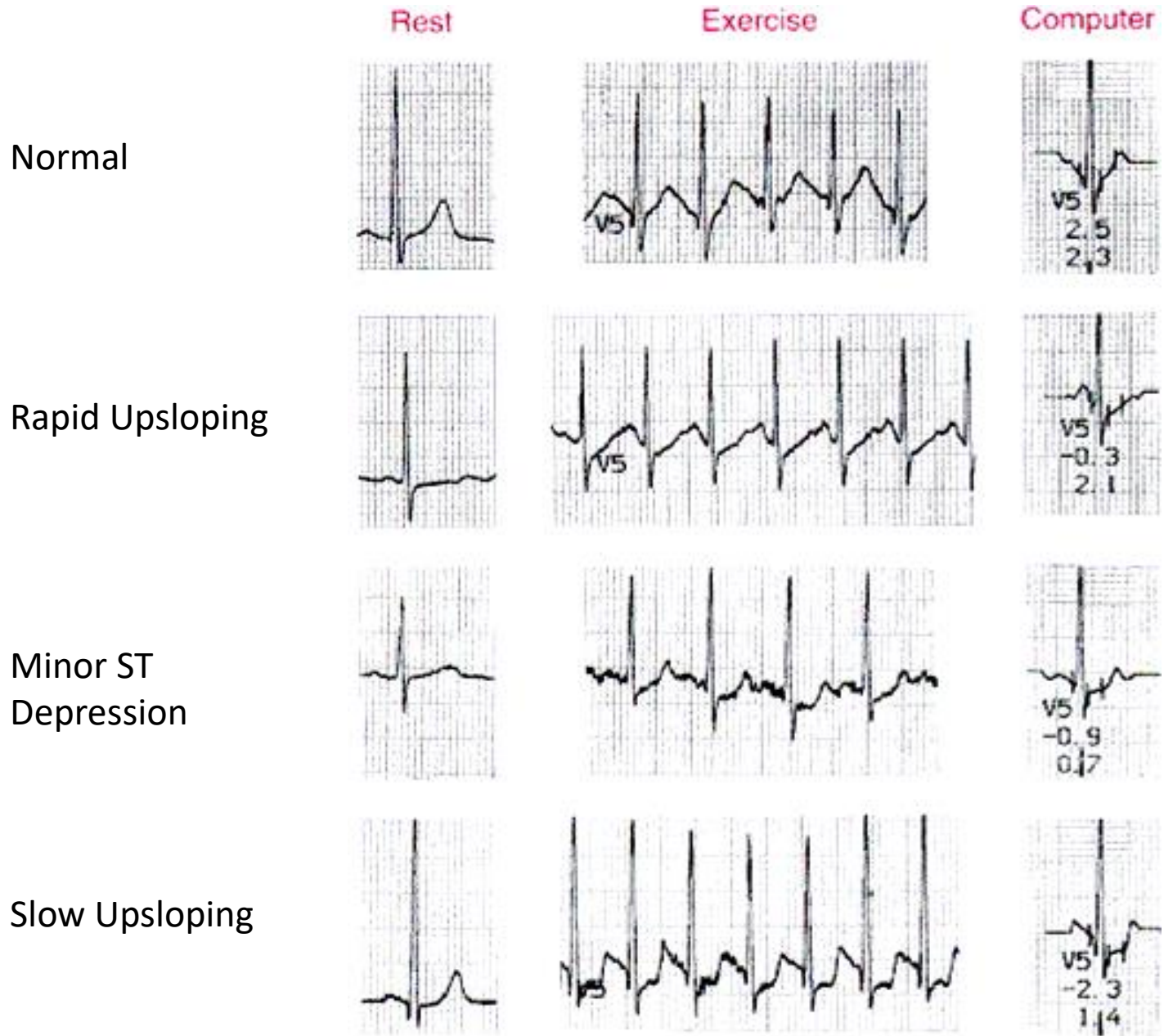
Negative standard ECG responses

Equivocal standard ECG response

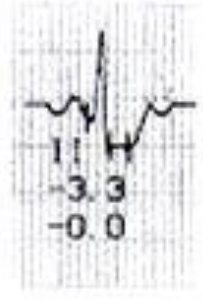
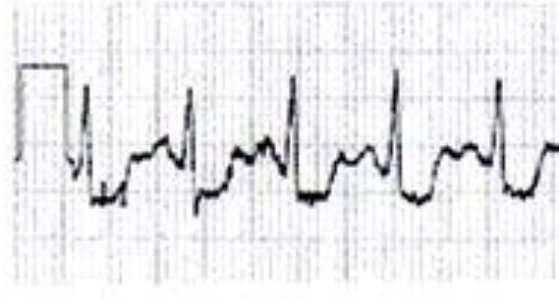
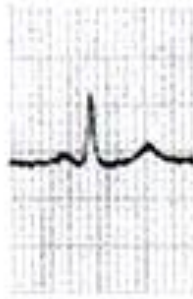
Positive standard ECG responses

ECG changes during stress test

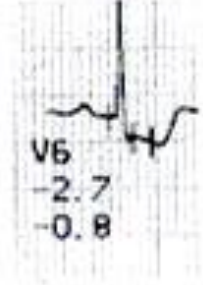
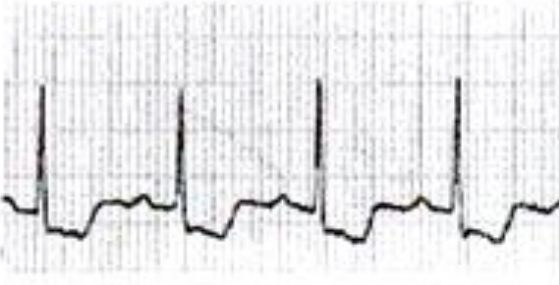




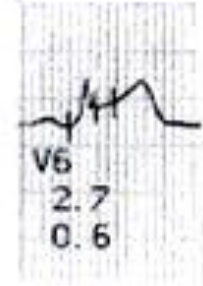
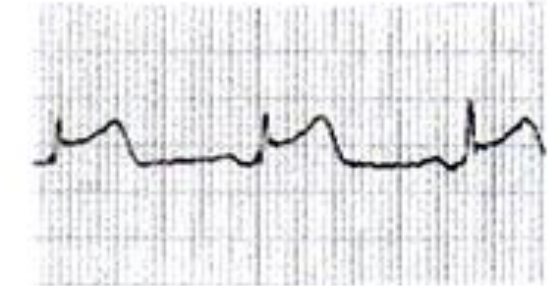
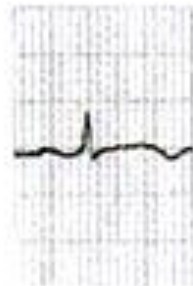
Horizontal



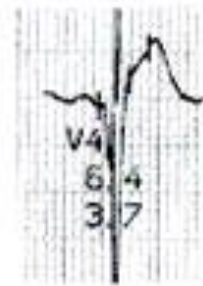
Downsloping

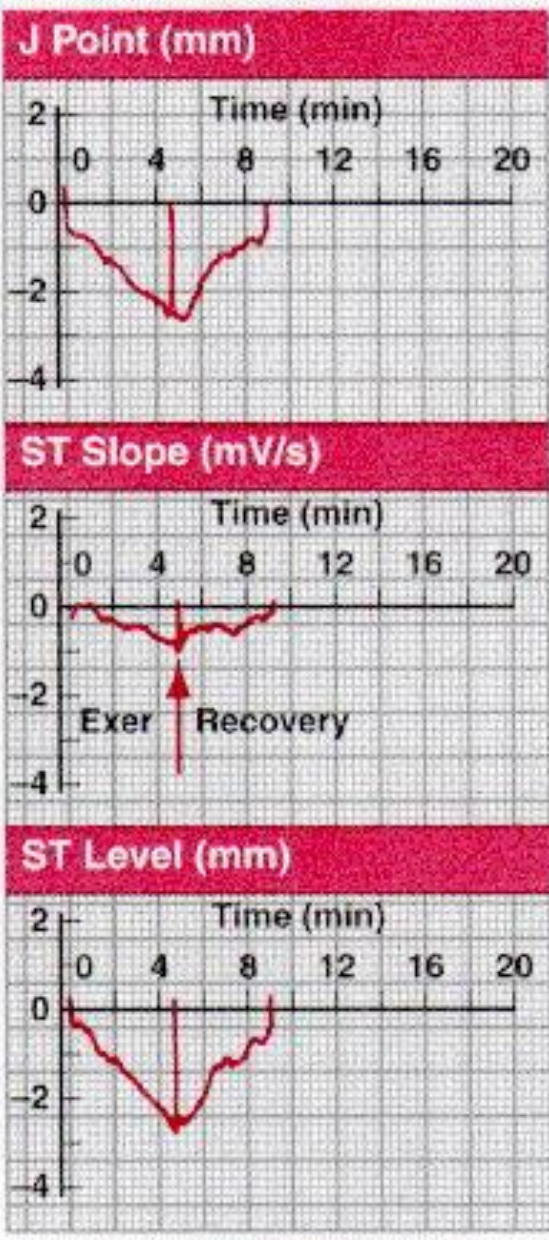
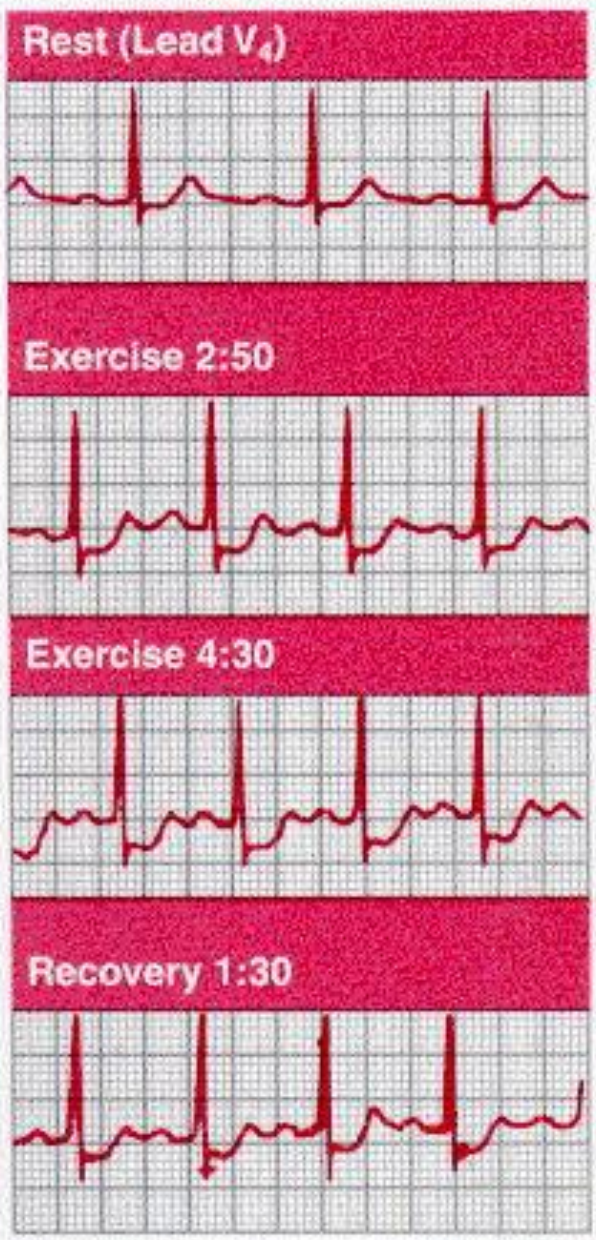


Elevation (non Q lead)



Elevation (Q wave lead)





- In lead V4 , the exercise ECG result is abnormal early in the test, reaching 0.3 mV (3 mm) of horizontal ST segment depression at the end of exercise.
- severe ischemic response.

Rest Lead II



Peak Exercise



Recovery 1:00



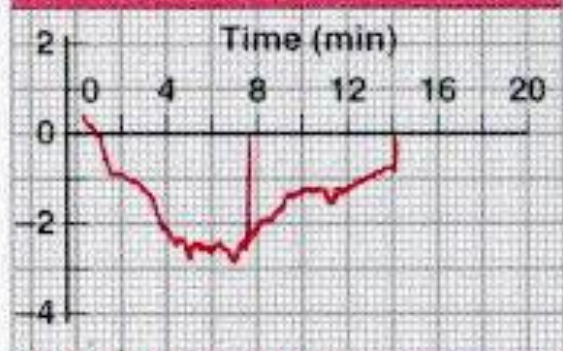
Recovery 3:00



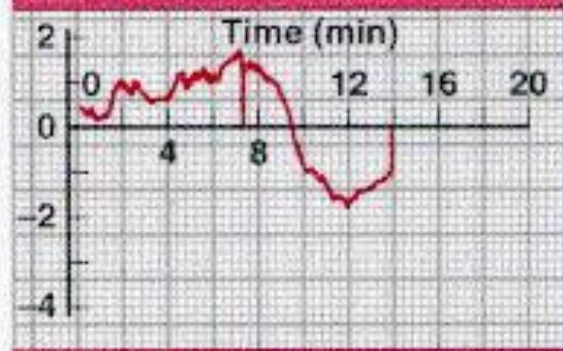
Recovery 5:00



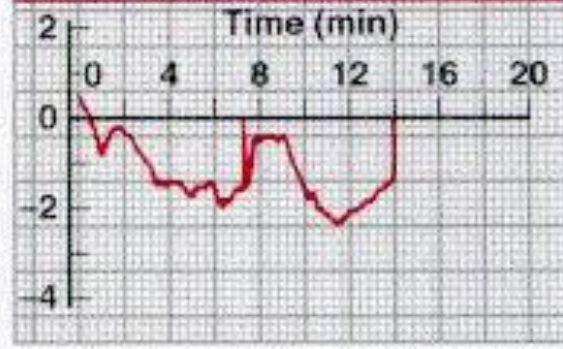
J Point (mm)



ST Slope (mV/s)



ST Level (mm)



- The J point at peak exertion is depressed 2.5 mm, the ST segment slope is 1.5 mV/sec, and the ST segment level at 80 msec after the J point is depressed 1.6 mm.

- “slow upsloping” ST segment at peak exercise indicates an ischemic pattern in patients with a high coronary disease prevalence pretest.

- typical ischemic pattern is seen at 3 minutes of the recovery phase when the ST segment is horizontal and 5 minutes after exertion when the ST segment is downsloping.

Rest (Lead V₅)



Exercise 8:50



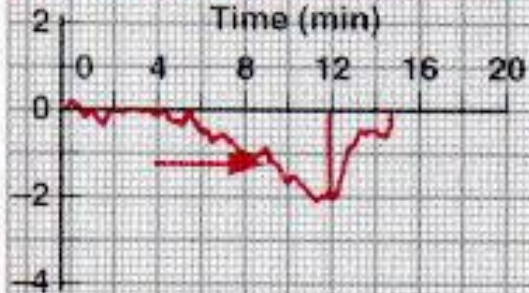
Exercise 12:00



Recover 0:30



J Point (mm)



ST Slope (mV/s)



ST Level (mm)



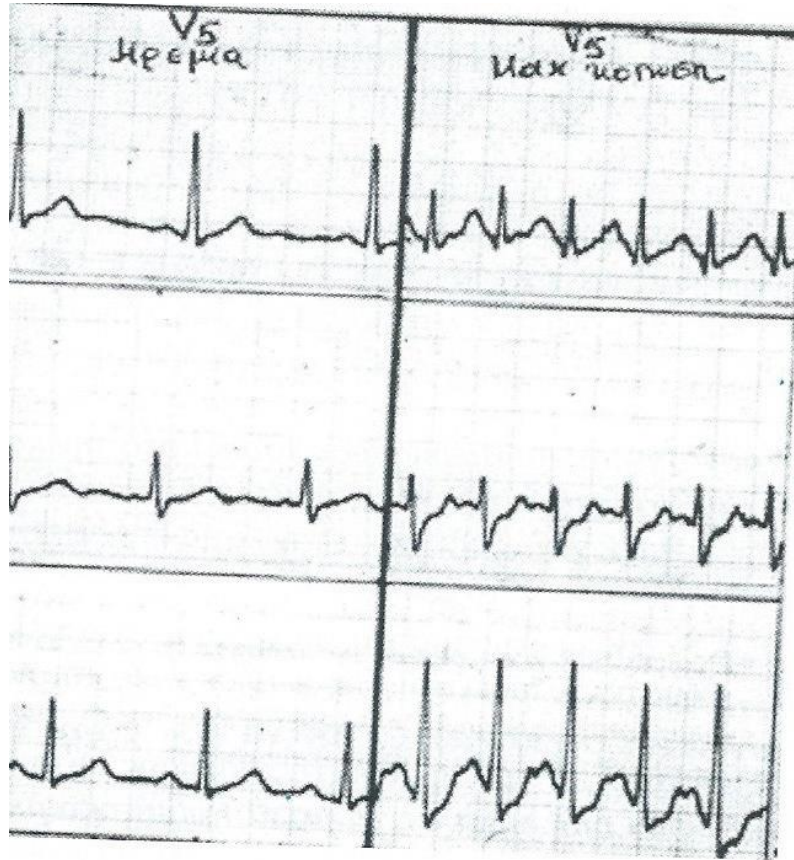
- abnormal at 9:30 minutes ES test and resolves in the immediate recovery phase.

- pattern in which the ST segment becomes abnormal only at high exercise workloads and returns to baseline in the immediate recovery phase may indicate a **false-positive** result in an asymptomatic individual without atherosclerotic risk factors.

Δευτερεύοντα σημεία ισχαιμίας

- Δείκτης $ST/HR > 1,6 \mu V/bpm$ (για παράδειγμα αν η συχνότητα ηρεμίας 50 και στο μέγιστο κόπωσης στις 150 σφύξεις η κατάσπαση 1mm, τότε ο δείκτης είναι 1 και είναι φυσιολογικός)
- Μεταβολές ύψους του R (φυσιολογικά το R αυξάνεται σταδιακά μέχρι τις 120 σφύξεις και στην συνέχεια μειώνεται έως το μέγιστο της κόπωσης, αν αυξηθεί τότε σχετίζεται με ισχαιμία και μειωμένη λειτουργικότητα αρ κοιλίας)
- Χρήση δεξιών προκάρδιων απαγωγών (V3-5R) αυξάνει την σημαντικά την ευαισθησία της μεθόδου σε ασθενείς με μονοαγγειακή νόσο της RCA/LCX
- Κατάσπαση V5 με συνοδό ανάσπαση aVR σημαίνει νόσο LAD
- Ανάσπαση στην V1 μπορεί να σχετίζεται με 3αγγειακή νόσο

Κύμα R



A. Φυσιολογική απάντηση.

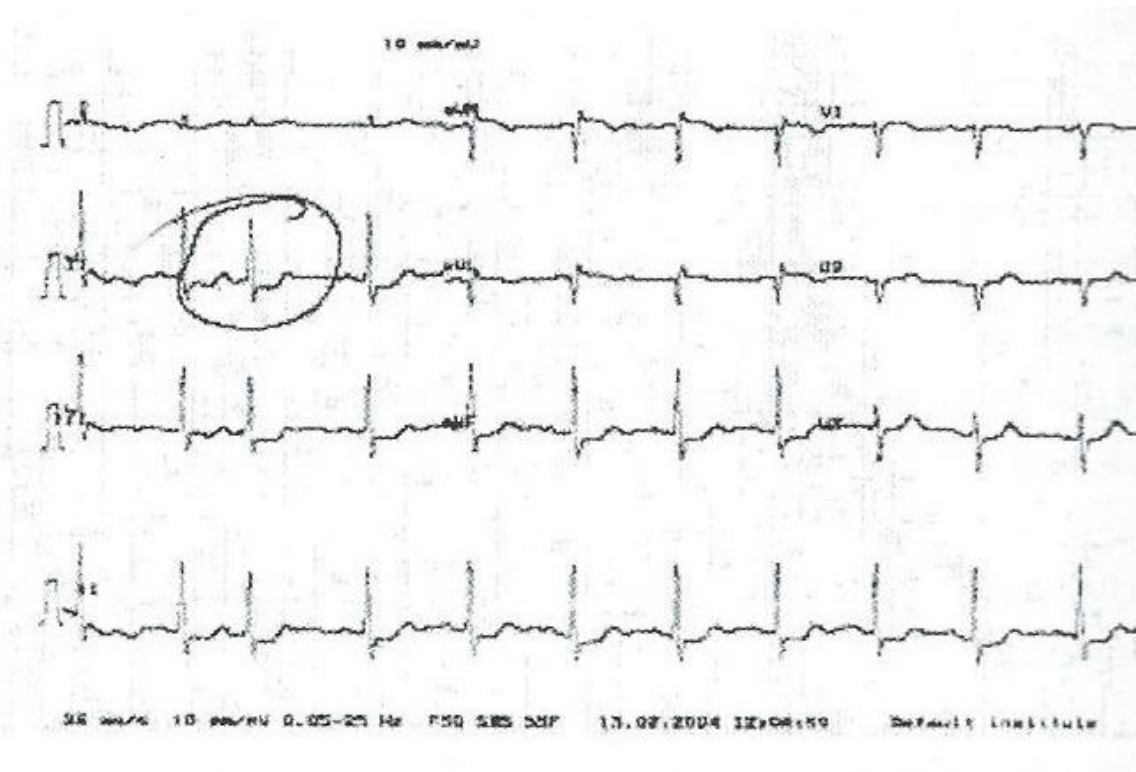
B. Ισχαιμία με φυσιολογική λειτουργικότητα της Α.Κ.

C. Ισχαιμία με πτωχή λειτουργικότητα Α.Κ. ↓ Ε.Φ. καθώς η άσκηση συνεχίζεται.

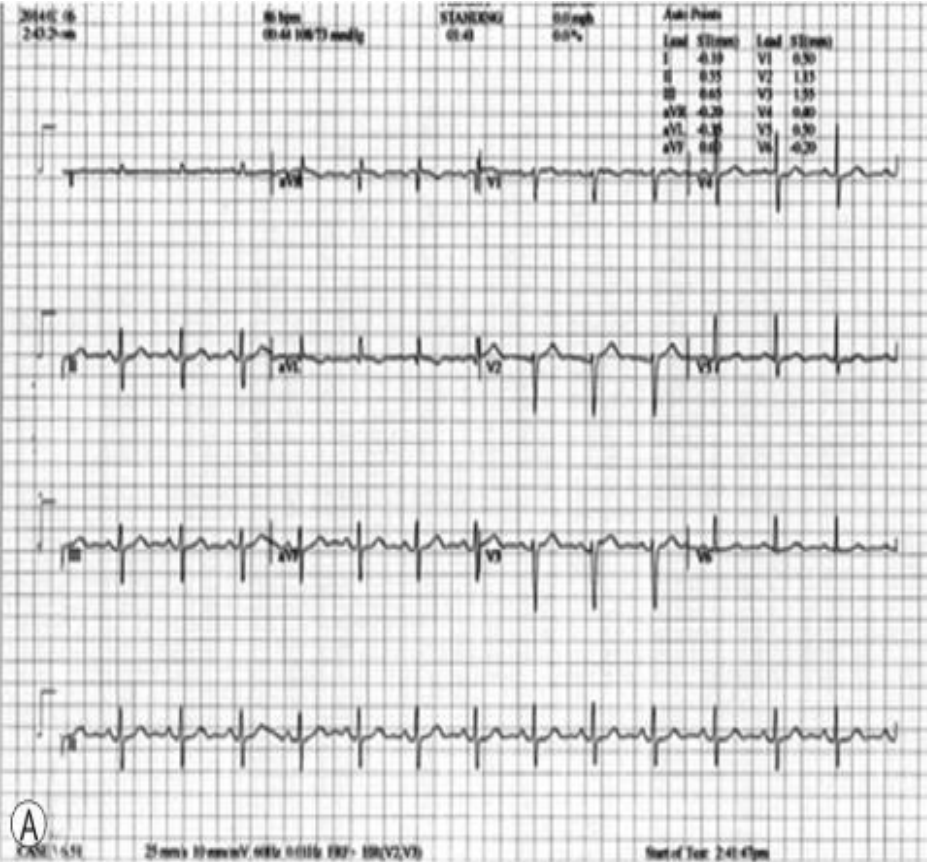
Δευτερεύοντα σημεία ισχαιμίας

- Παράταση QTc
- Διεύρυνση QRS
- Παρουσία κατάσπασης ST σε υπερκοιλιακή συστολή (STx)
- Παρουσία κατάσπασης ST στην επόμενη φλεβοκομβική μιας κοιλιακής έκτακτης
- Εμφάνιση νέων αρνητικών u κυμάτων κατά την άσκηση
- Μετατόπιση άξονα προς τα αριστερά πιθανή συσχέτιση με ισχαιμία από LAD
- Μείωση ή εξαφάνιση των q από τις αρ προκάρδιες απαγωγές σχετίζεται με ισχαιμία από LAD , ενώ αντίθετα η αύξηση των q ακόμη και σε πτώση ST με απουσία ισχαιμίας
- Εμφάνιση αποκλεισμών σκελών (RBBB, LBBB >120bpm)

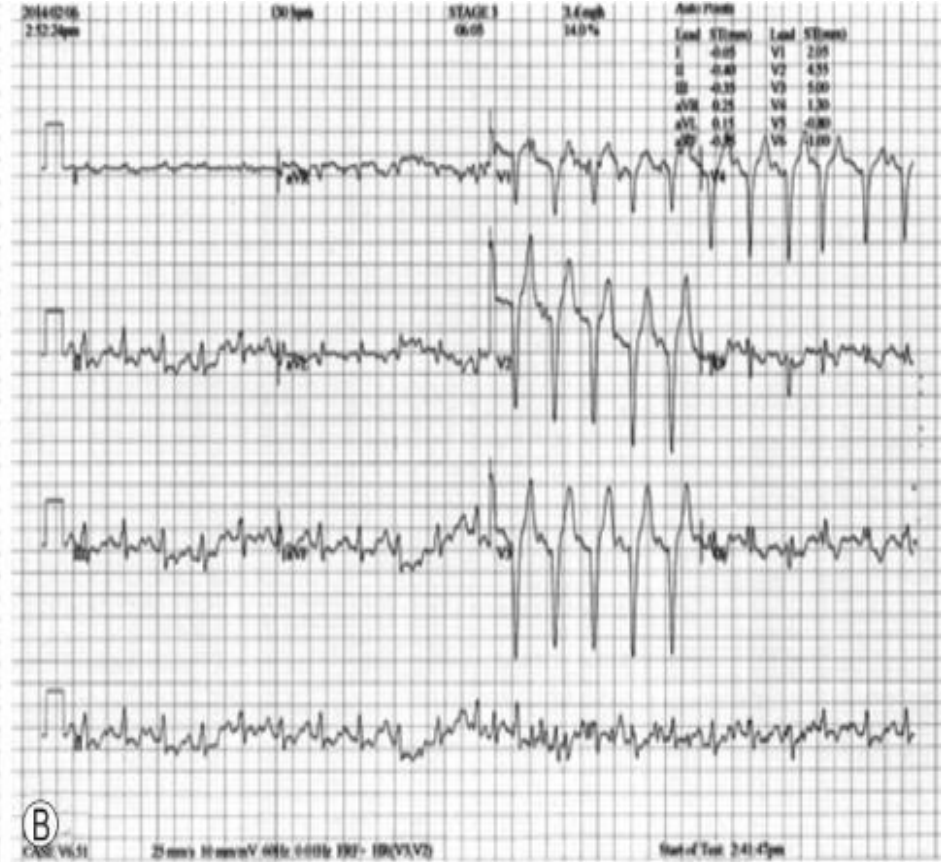
Έκτακτη υπερκοιλιακή



LBBB



75 BPM



130BPM

Συμπτώματα- Σημεία

- **Στηθάγχη**

- (λεπτό έναρξης, λεπτό ύφεσης, επιδεινούμενη ή μη, χρήση φαρμάκων)

- **Ισοδύναμα στηθάγχης**

- (δύσπνοια, προκάρδια δυσφορία, ωχρότητα- ζάλη)

- **Άτυπα ενοχλήματα**

Σημεία που δεν υπάρχουν στην ηρεμία και εμφανίζονται στην κόπωση

- τέταρτος τόνος

- τρίτος τόνος

- συστολικό φύσημα ανεπάρκειας μιτροειδούς

- Υγροί μη μουσικοί βάσεων, μουσικοί ήχοι

Αρρυθμιολογικά συμβάματα

- Αναφέρονται τυχόν υπερκοιλιακές αρρυθμίες (δεν έχουν συνήθως σχέση με στεφανιαία νόσο), διαταραχές της κολποκοιλιακής αγωγής.
- **Κοιλιακή αρρυθμιογένεση** (σχέση με ισχαιμία εφόσον συνδυάζονται με διαταραχές ST και στηθάγχη)
 - είδος και αριθμός
 - κατά την αποκατάσταση (προγνωστικό σημείο): >7 VC/min, ζεύγη, τριδυμία, διδυμία, VT.
 - Μπορεί να σχετίζονται με ιδιοπαθή κοιλιακή αρρυθμιογένεση από RV/LVOT ή και CPVT

Αιμοδυναμική απάντηση Καρδιακή συχνότητα-

- Αναφορά **μέγιστης συχνότητας** και εκτίμηση χρονότροπης απάντησης ως ποσοστό μέγιστης προβλεπόμενης συχνότητας
 - Μέγιστη 100% προβλεπόμενης δια ηλικία
 - Ικανοποιητική >85% μέγιστης
 - Υπομέγιστη < 85% μέγιστης
- **Χρονοτροπική Εφεδρεία**
 - (Μέγιστη ΚΣ – Ηρεμίας ΚΣ / Μέγιστη προβλεπόμενη ΚΣ – Ηρεμίας ΚΣ)
- **Χρονοτροπική ανεπάρκεια**
 - < 85% μέγιστης προβλεπόμενης
 - <100 bpm στο μέγιστο κόπωσης
 - <80% χρονοτροπικής εφεδρείας (<62% εφεδρείας επί λήψης β-αναστολέα)

Αιμοδυναμική απάντηση

Καρδιακή συχνότητα

- Υπέρμετρη αύξηση στα αρχικά στάδια
 - Καθιστική ζωή, κοιλιακή μαρμαρυγή, υπερθυρεοειδισμός, αναιμία, υποογκαιμία, καρδιομυοπάθεια
- Αποκατάσταση καρδιακής συχνότητας
 - Παθολογική όταν:
 - πτώση <12 στο 1^ο λεπτό σε όρθια θέση
 - πτώση <18 στο 1^ο λεπτό σε ύπτια θέση
 - πτώση <22 στο 2^ο λεπτό σε καθιστή θέση

Αρτηριακή πίεση

Βασική εξίσωση

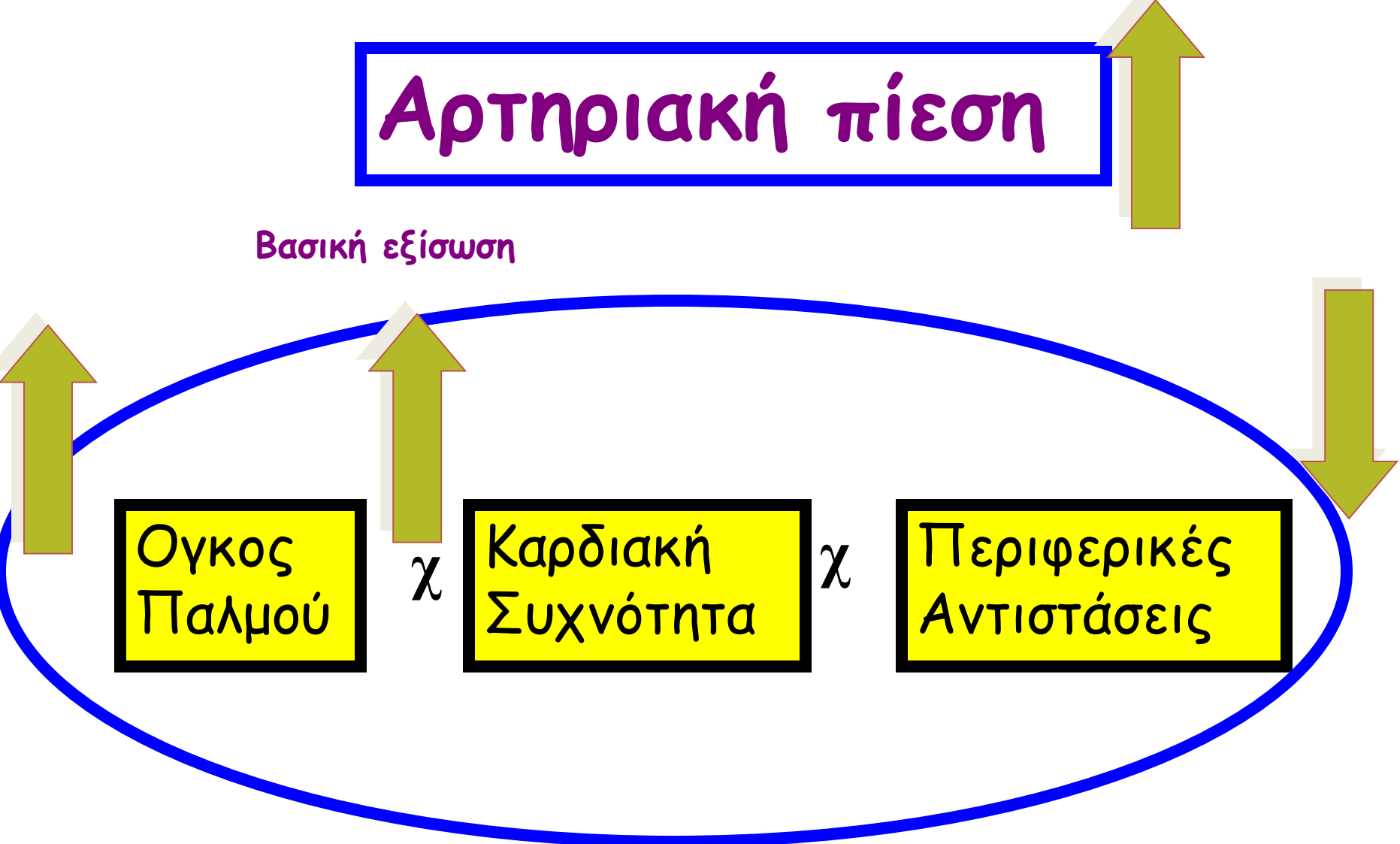
Όγκος
Παλμού

\times

Καρδιακή
Συχνότητα

\times

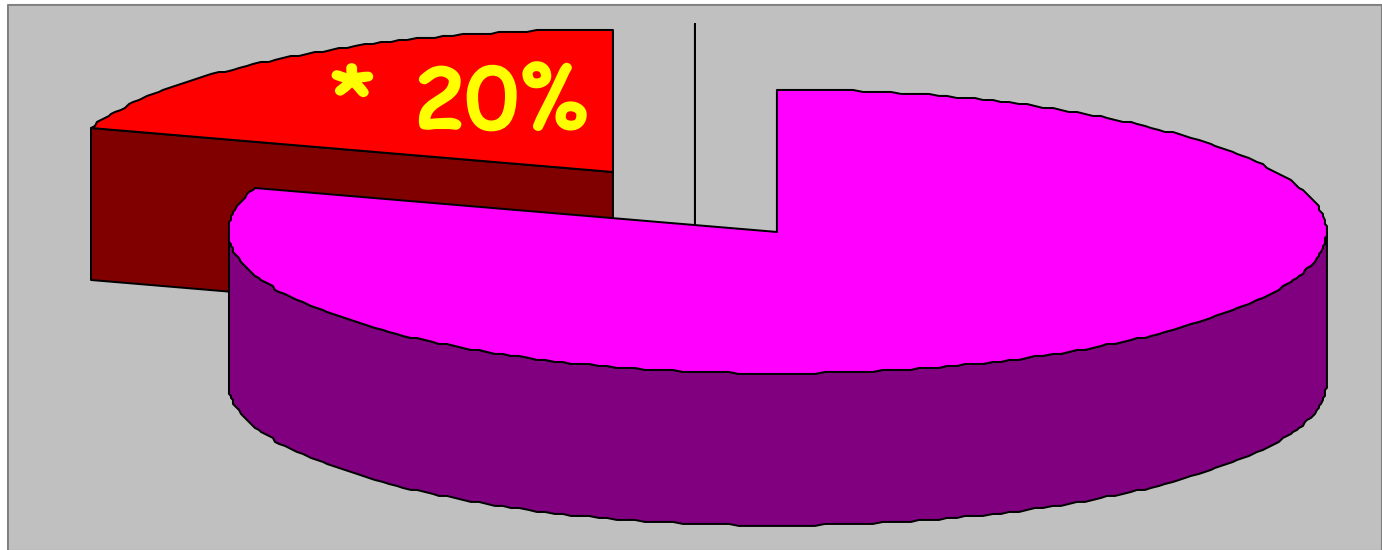
Περιφερικές
Αντιστάσεις



Αιμοδυναμική απάντηση Αρτηριακή πίεση

- Φυσιολογική απάντηση (Αύξηση ΣΑΠ)
- Υπερτασική απάντηση
 - Μέγιστη ΣΑΠ $>210-230\text{mmHg}$ ή αύξηση $\Delta\text{ΑΠ}>20\text{mmHg}$ από επίπεδα ηρεμίας
- Παθολογική απάντηση
 - Αδυναμία ανόδου ΣΑΠ $>130\text{mmHg}$ ή πτώση ΣΑΠ $>10\text{mmHg}$ από επίπεδα ηρεμίας ιδιαίτερα αν συνοδεύεται από κλινικά σημεία (ωχρότητα-ζάλη)

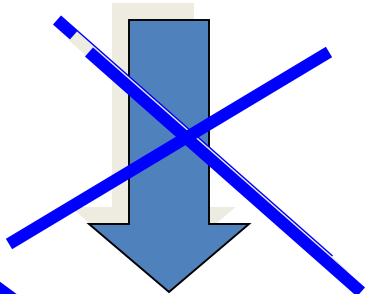
Υπερτασική απάντηση σε άτομα φαινομενικά υγιή



* Άτομα δυνητικά υπερτασικά

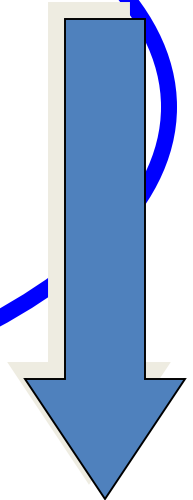
Στεφανιαία νόσος

Υποτασική απάντηση κατά τη ΔΚ

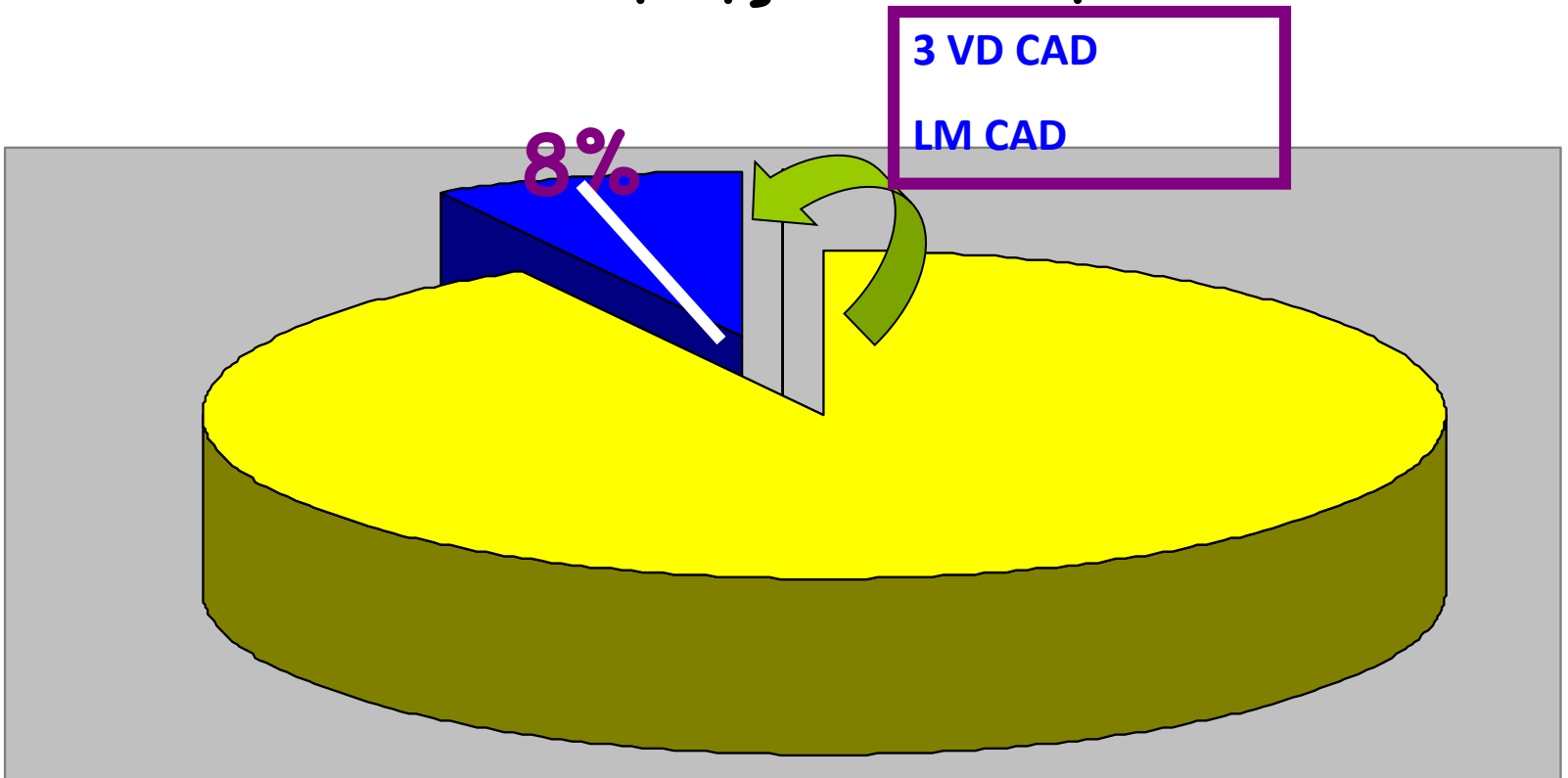


Καρδιακή
παροχή

Περιφερικές
αγγειακές
αντιστάσεις



Η συχνότητα εκδήλωσης υποτασικής απάντησης κατά τη ΔΚ



Ατομα με στεφανιαία νόσο

Iskandrian AS et al. Am J Cardiol 1992;69:1517-1520

Αιμοδυναμική απάντηση Αρτηριακή πίεση

- Αποκατάσταση αρτηριακής πίεσης

Παθολογική όταν:

-ΣΑΠ 3ο λεπτό αποκατάστασης / μέγιστης ΣΑΠ $>0,9$

ή

-ΣΑΠ 3ο λεπτό αποκατάστασης / ΣΑΠ 1ο λεπτό αποκατάστασης
 >1

Λόγος διακοπής

- Επίτευξη μέγιστου έργου
- ΗΚΓικά κριτήρια
- Αιμοδυναμικές διαταραχές
- Αρρυθμιολογικά συμβάματα
- Συμπτώματα
 - (στηθάγχη, δύσπνοια, κόπωση, ζάλη, διαλείπουσα χωλότητα, κά)
- Τεχνικές αδυναμίες
- Επιθυμία εξεταζομένου

Ενδείξεις διακοπής ΔΚ

ΑΠΟΛΥΤΕΣ

- ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ > 10 ΜΜΗΓ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΕΝΑΡΞΗΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ
- ΜΕΤΡΙΟΥ ΕΩΣ ΣΟΒΑΡΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΣΤΗΘΑΓΧΗ
- ΕΠΙΔΕΙΝΟΥΜΕΝΑ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ (ΑΤΑΞΙΑ, ΖΑΛΗ, ΠΡΟΛΙΠΟΘΥΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ)
- ΣΗΜΕΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ ΙΣΤΩΝ (ΚΥΑΝΩΣΗ, ΩΧΡΟΤΗΤΑ)
- ΕΠΙΘΥΜΙΑ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΔΙΑ ΔΙΑΚΟΠΗ
- ΕΠΙΜΕΝΟΥΣΑ ΚΟΙΛΙΑΚΗ ΤΑΧΥΚΑΡΔΙΑ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΚΓ Η΄ ΠΙΕΣΗΣ
- ΑΝΟΔΟΣ ΤΟΥ ST>1ΜΜ ΣΕ ΑΠΑΓΩΓΕΣ ΧΩΡΙΣ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ Q-ΚΥΜΑ (ΟΧΙ ΠΑΝΤΩΣ ΣΤΗ V1 ΚΑΙ AVR)

ΣΧΕΤΙΚΕΣ

- ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ > 10 ΜΜΗΓ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΕΝΑΡΞΗΣ ΧΩΡΙΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΙΣΧΑΙΜΙΑΣ
- ΕΠΙΔΕΙΝΟΥΜΕΝΟ ΘΩΡΑΚΙΚΟ ΑΛΓΟΣ
- ΚΟΠΩΣΗ, ΔΥΣΠΝΟΙΑ, ΣΥΡΙΓΜΟΣ, ΚΡΑΜΠΕΣ, ΔΙΑΛΕΙΠΟΥΣΑ ΧΩΛΟΤΗΤΑ
- BLOCK ΣΚΕΛΟΥΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΔΙΑΦΟΡΟΔΙΑΓΝΩΣΘΕΙ ΑΠΟ ΚΟΙΛΙΑΚΗ ΤΑΧΥΚΑΡΔΙΑ
- ΑΡΡΥΘΜΙΕΣ ΟΠΩΣ: ΠΟΛΥΜΟΡΦΕΣ ΚΟΙΛΙΑΚΕΣ ΕΚΤΑΚΤΕΣ, ΤΡΙΠΛΕΤΕΣ ΚΟΙΛΙΑΚΩΝ, ΥΠΕΡΚΟΙΛΙΑΚΗ ΤΑΧΥΚΑΡΔΙΑ, ΒΡΑΔΥΑΡΡΥΘΜΙΑ, ΚΟΛΠΟΚΟΙΛΙΑΚΟΣ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ
- ΠΤΩΣΗ ST >2ΜΜ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ Η΄ ΚΑΤΙΟΥΣΑ ΦΟΡΑ ΚΑΙ ΕΚΣΕΣΗΜΑΣΜΕΝΗ ΑΛΛΑΓΗ ΑΞΟΝΑ QRS
- ΥΠΕΡΤΑΣΙΚΗ ΑΠΑΝΤΗΣΗ (ΣΑΠ>250, ΔΑΠ>115)

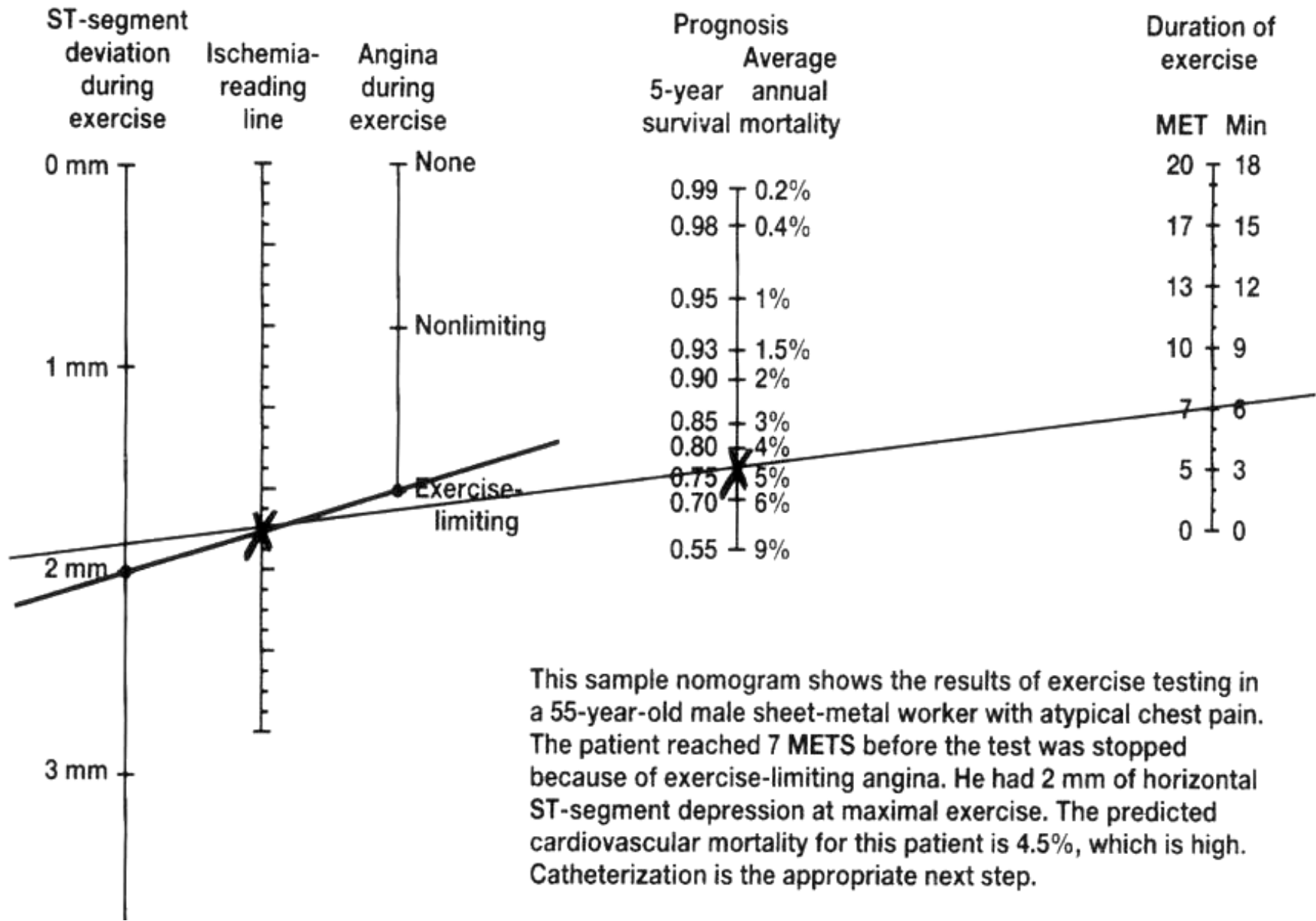
Ικανότητα προς άσκηση

Ανοχή στην κόπωση

- Αναφέρεται η **διάρκεια κόπωσης**
- Προβλεπόμενη σχετίζεται με φύλο και ηλικία
 - Νορμογράμματα
 - 14,7- (0,11 χ ηλικία) METS για άνδρες
 - 14,7- (0,13 χ ηλικία) METS για γυναίκες
 - <85% προβλεπόμενης παθολογική
- **Βαθμονόμηση**
 - Πτωχή <3min, <5METS
 - Μέτρια 3-6min, 5-7METS
 - Ικανοποιητική 6-9min, 7-10METS
 - Καλή >9min, >10METS

Δείκτες- Scores

- Duke score
 - Προγνωστικής σημασίας
 - Min κόπωσης – (5 x διαταραχή ST*) – (4 x Δείκτης στηθάγχης**)
 - * η διαταραχή οριζόντια-κατιούσα ή ανιούσα >1mm,
 - ** επί στηθάγχης 1 και επί στηθάγχης που απαιτεί διακοπή κόπωσης 2
 - >+5 χαμηλού κινδύνου, <+5 έως -10 μέτριου κινδύνου και <-10 υψηλού κινδύνου



This sample nomogram shows the results of exercise testing in a 55-year-old male sheet-metal worker with atypical chest pain. The patient reached 7 METS before the test was stopped because of exercise-limiting angina. He had 2 mm of horizontal ST-segment depression at maximal exercise. The predicted cardiovascular mortality for this patient is 4.5%, which is high. Catheterization is the appropriate next step.

Δείκτες- Scores

- Athens QRS score
 - QRS score AVF + QRS score V5
 - $\text{score} = [(\text{R-q-s ηρεμίας}) - (\text{R-q-s άσκησης})]$
 - Τιμές του δείκτη $< +5$ ανιχνεύουν μυοκαρδιακή ισχαιμία, ενώ αρνητικές τιμές την κάνουν πιο βέβαια.

Συμπέρασμα

- **Ποσότητα έργου κόπωσης**

- Μέγιστη (100% μέγιστης προβλεπόμενης καρδιακής συχνότητας)
- Ικανοποιητικού έργου (>85% αλλά <100% μέγιστης προβλεπόμενης)
- Υπομέγιστη (<85% μέγιστης προβλεπόμενης)

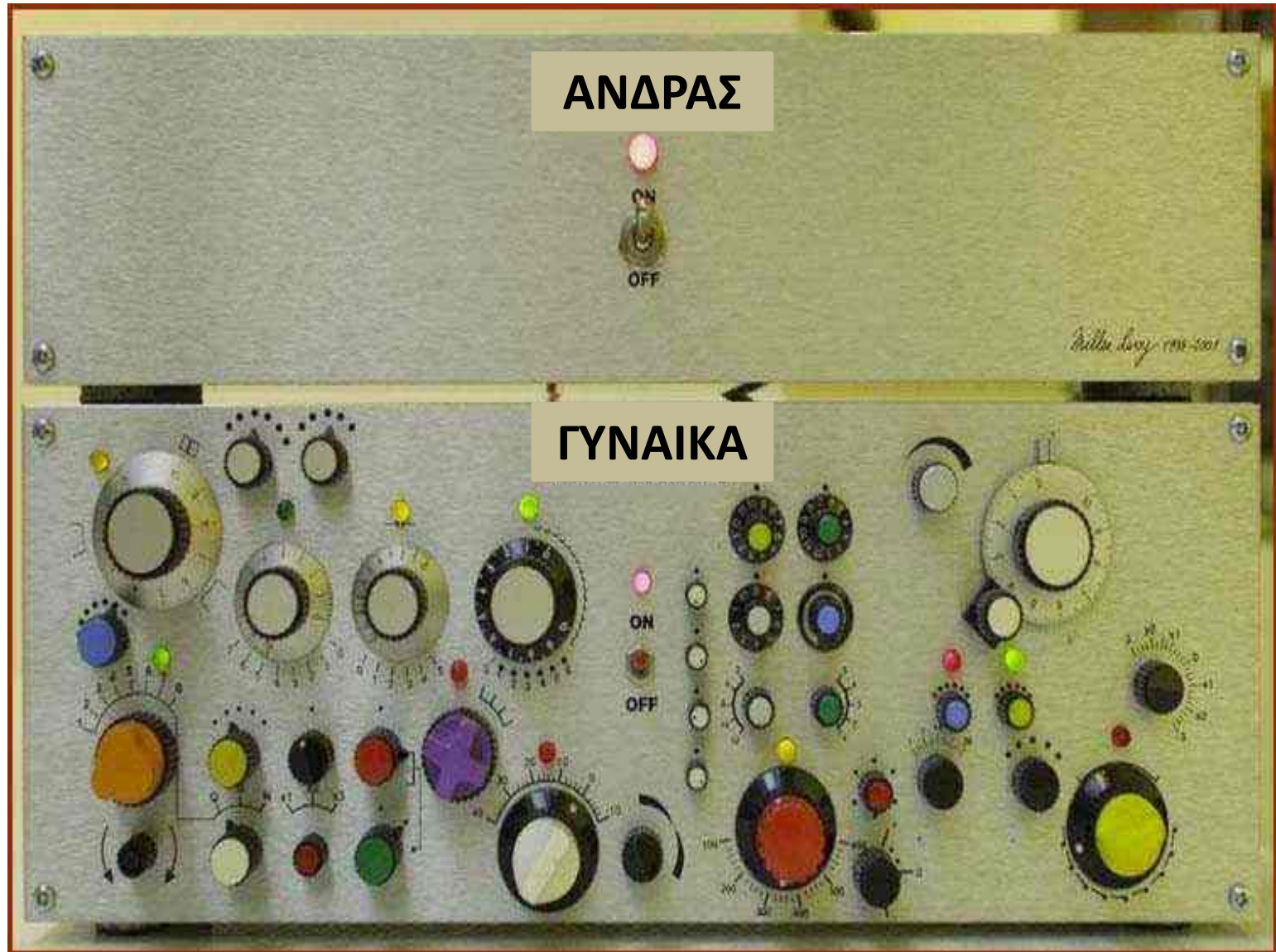
- **Ύπαρξη ή μη ισχαιμίας**

- Θετική
 - ΗΚΓικό ή Κλινικό κριτήριο
 - Πρώιμα (<5Mets) ή όψιμα
 - Εντόνως θετική (κατιούσα >2mm, συνοδός στηθάγχη, αιμοδυναμικές διαταραχές)
- Αρνητική
- Αμφίβολη-ύποπτη (δευτερεύοντα σημεία ισχαιμίας)
- Μη διαγνωστική (υπομέγιστη χωρίς σημεία ισχαιμίας)

Σχολιασμός

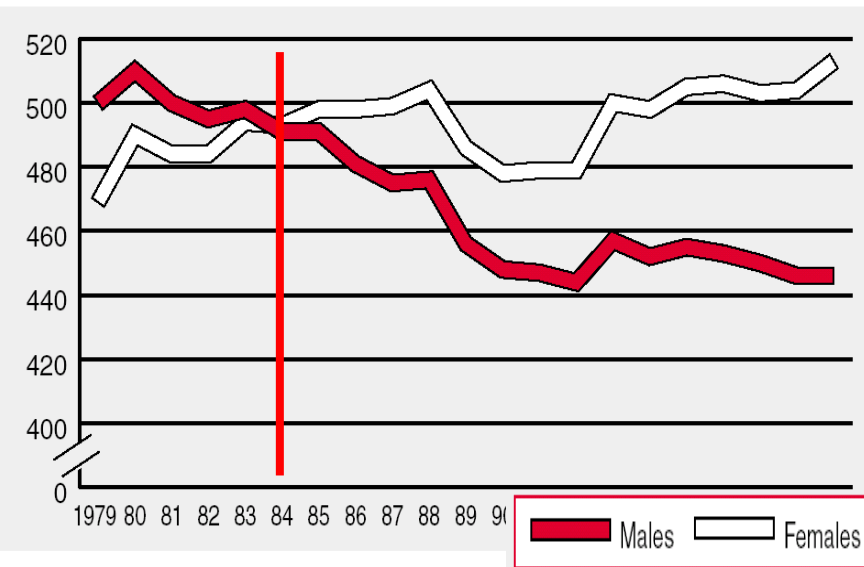
Η άποψη του εξεταστή πάντα σημαντική καθώς μπορεί να αναδείξει σημεία που δεν απαιτούνται από το τυποποιημένο πόρισμα και να μεταφέρει την εικόνα του ατόμου που «έζησε» τη δοκιμασία και δεν μετέφερε απλά στοιχεία από μια οθόνη σε ένα χαρτί.

ΔΚ σε Γυναίκες

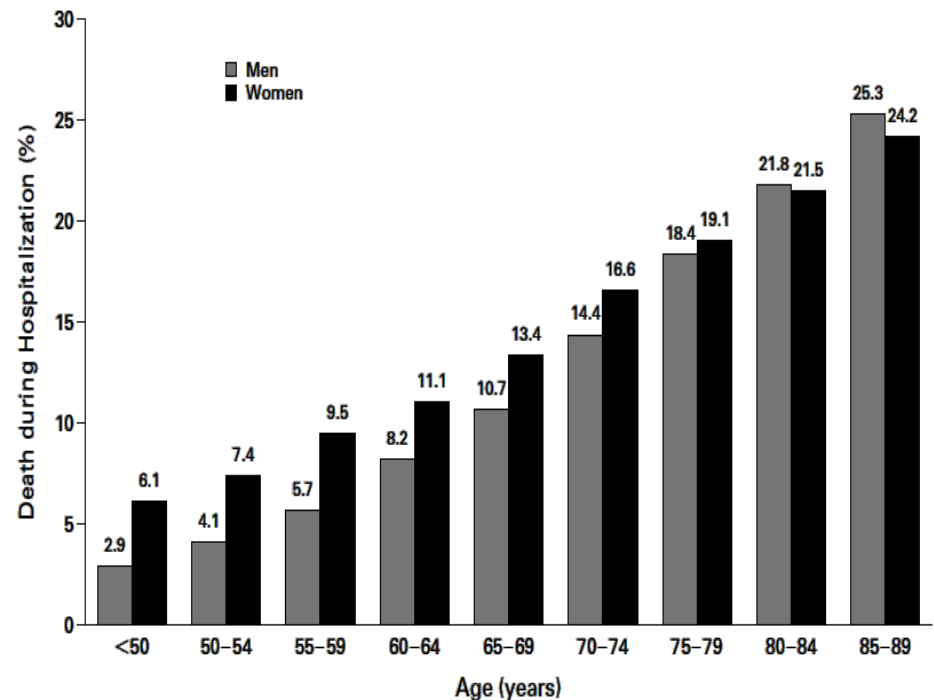


Κινδυνεύουν εξίσου με τους άνδρες;

- Η καρδιαγγειακή νόσος είναι η πρώτη αιτία θανάτου στις γυναίκες
- Περισσότερες γυναίκες από ότι άνδρες πεθαίνουν από καρδιαγγειακά αίτια στις ΗΠΑ
- Γυναίκες με στεφανιαία νόσο φαίνεται να έχουν χειρότερη πρόγνωση από ότι οι άνδρες



AHA. 2002 Heart and Stroke Statistical Update.



N Engl J Med 1999;341:217-25.

Διαγνωστική αξία μεθόδου στις γυναίκες

ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ	n	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)
Derty, 1977	47	80	63
Weiner, 1979	580	76	64
Barolsky, 1979	92	60	68
Friedman, 1982	60	32	41
Guiteras, 1982	112	79	66
Hung, 1984	92	73	59

ΜΕΤΑΝΑΛΥΣΗ ΓΥΝΑΙΚΕΣ	n	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)
Kwok, 1999	3721	61	70

ΜΕΤΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΔΡΕΣ	n	Ευαισθησία (%)	Ειδικότητα (%)
Gianrossi, 1989	24074	68	77

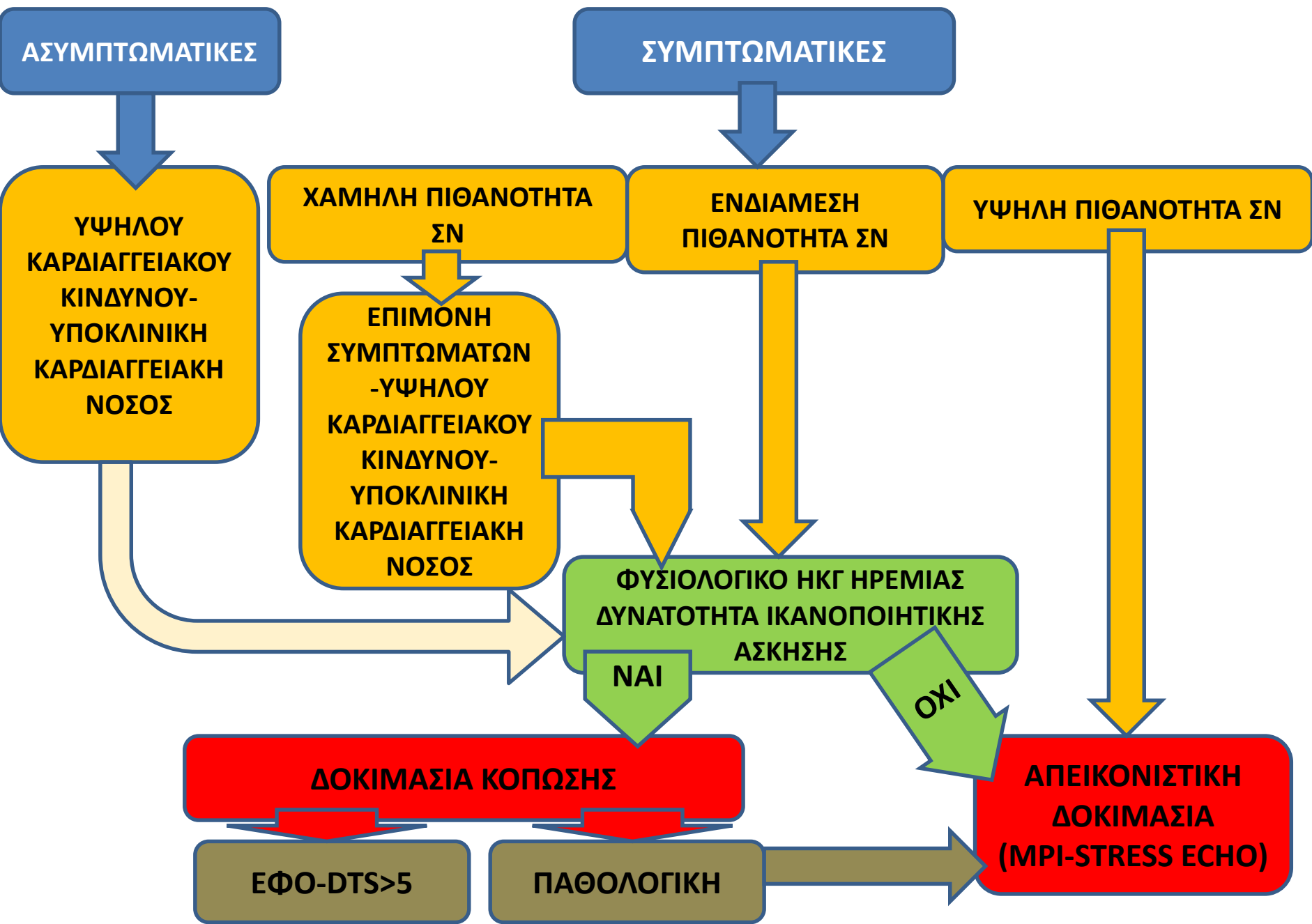
Θετική και αρνητική προγνωστική αξία

	Γυναίκες n=66		Άνδρες n=66
Θετική προγνωστική αξία	45%	<<	90%
Αρνητική προγνωστική αξία	77%	=	78%
Ποσοστό θετικών δοκιμασιών	33%		30%
Ευαισθησία	50%		50%
Ειδικότητα	95%		95%

Barolsky et al, Circulation 1979

Κατάσπαση ST διαστήματος

- Γυναίκες συχνότερα κατάσπαση ST και διαταραχές T στην ηρεμία.
- **Εμφανίζουν συχνότερα κατάσπαση του ST κατά την άσκηση** (ασυμπτωματικοί εξεταζόμενοι στα 3min εμφάνισαν κατάσπαση του στο 16% οι γυναίκες και στο 3% οι άνδρες)
- Τα **οιστρογόνα** (φυσικά ή προσλαμβανόμενα) φαίνεται να έχουν **δίκηνη διγοξίνης δράση**
- Γυναίκες συχνότερα **έχουν μειωμένη ικανότητα προς άσκηση** κάτι που μπορεί να επηρεάσει την ευαισθησία της μεθόδου.
- Ο μειωμένος επιπολασμός της νόσου στις γυναίκες έχει ως αποτέλεσμα σύμφωνα με το θεώρημα του Bayes **μειωμένη θετική διαγνωστική αξία.**




•Guidelines for the Role of Noninvasive Testing in the Clinical Evaluation of Women with Suspected Coronary Artery Disease 2005

ΔΚ μετά από επαναιμάτωση

Society for Cardiovascular Angiography and Interventions

Five Things Physicians and Patients Should Question

Released March 31, 2014

 Download PDF

1

ΑΠΟΦΥΓΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΩΝ ΚΟΠΩΣΗΣ ΩΣ ΡΟΥΤΙΝΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΡCΙ ΧΩΡΙΣ ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΝΔΕΙΞΗ

In patients who have undergone successful revascularization with PCI and are now symptom free, routine screening via stress testing can lead to the performance of additional procedures with little clinical benefit. Therefore, testing should generally be limited to patients with changes in clinical status (for example: new symptoms or decreasing exercise tolerance).

2

Avoid coronary angiography in post-coronary artery bypass graft (CABG) and post-PCI patients who are asymptomatic, or who have normal or mildly abnormal stress tests and stable symptoms not limiting quality of life.

In the majority of patients who have been completely revascularized with PCI or CABG and are now symptom free, routine coronary angiography is unlikely to identify additional blockages that, if treated, will lead to treatments that will improve quality of life. Therefore, angiography should be limited to patients with changes in clinical status (for example: new symptoms or decreasing exercise tolerance, or significant abnormalities on clinically indicated stress testing).



Related Materials

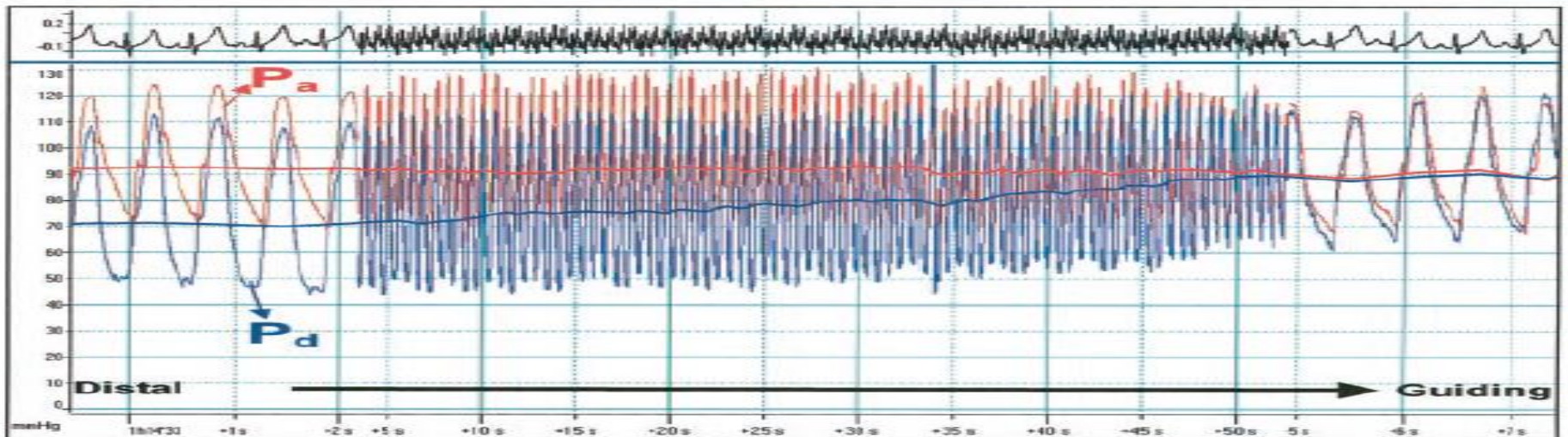
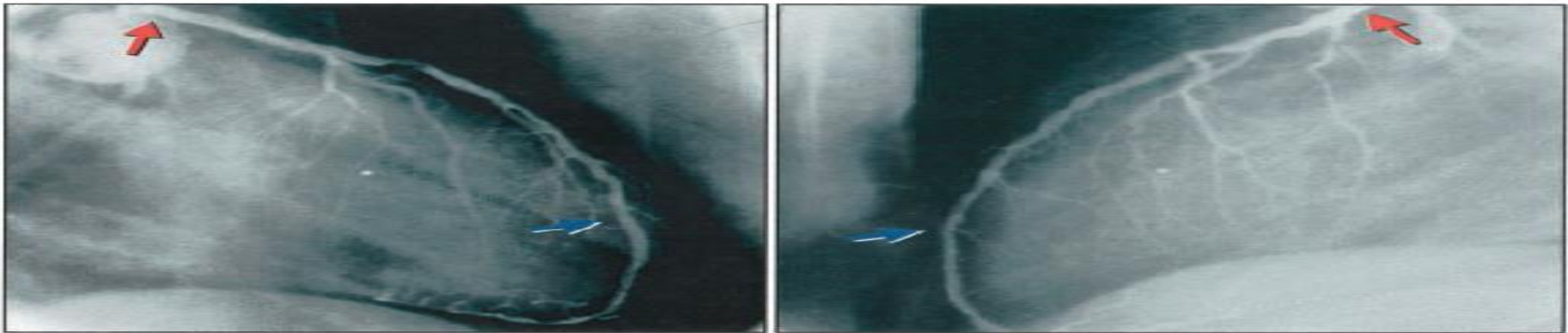
- Additional information is available in the Resources section.

More patient-friendly materials are available from Consumer Reports at Consumer Health Choices.

Μειονεκτήματα κλασικής ΔΚ

- Η κλασική δοκιμασία κόπωσης δεν έχει την δυνατότητα του προσδιορισμού της έκτασης της μυοκαρδιακής ισχαιμίας, αλλά και κυρίως της θέσης της ισχαιμίας στο μυοκάρδιο
- Οι δοκιμασίες με απεικόνιση υπερτερούν στους ασθενείς με προηγούμενη επαναιμάτωση καθώς μπορούν να προσδιορίσουν τη θέση της ισχαιμίας και να την συσχετίσουν με την ανατομία των στεφανιαίων αγγείων πριν και μετά την επαναιμάτωση.

- Ψευδώς θετική ΔΚ μπορεί τελικά να σημαίνει ισχαιμία λόγω αγγειοσύσπασης στο επίπεδο της αγγειοπλασθείσας βλάβης ή μακριά από αυτήν ή και διαταραχή της στεφανιαίας μικροκυκλοφορίας (**De Bruyne Circulation 2001**)



IIa

Επαγγέλματα σχετιζόμενα με ασφάλεια πληθυσμού (πιλότοι, οδηγοί, δύτες), Αθλητές

- Επιβιώσαντες από αιφνίδιο θάνατο**
- Μερική επαναιμάτωση ή μη ικανοποιητικά αποτελέσματα επαναιμάτωσης**
- Επιπλοκές κατά την επαναίματωση**
- Ασθενείς με ΣΔ**
- Πολυαγγειακή νόσος με υπολειπόμενη ή σιωπηρή ισχαιμία**

**Δοκιμασία κόπωσης ρουτίνας ίσως
σε ασθενείς > 2 έτη μετά PCI και
> 5 έτη μετά CABG**

IIb

C

- Η δοκιμασία κόπωσης μετά από επαναιμάτωση θα πρέπει να καθοδηγείται από τα συμπτώματα και όχι να γίνεται ως ρουτίνα.
- Ψευδώς θετικά αποτελέσματα, πρώιμα μετά από επαναιμάτωση, σχετίζονται με διαταραχές της στεφανιαίας εφεδρείας
- Κύριος στόχος πρέπει να είναι η εκτίμηση του λειτουργικού σταδίου και των συμπτωμάτων σε ασθενείς με ιδιαίτερα κλινικά και ανατομικά χαρακτηριστικά και όχι η πιθανότητα επαναστένωσης.
- Ως ρουτίνα σε ασυμπτωματικούς ίσως 2 έτη μετά από PCI και 5 έτη μετά από CABG.

ΔΚ σε ασυμπτωματικούς

Ασυμπτωματικοί

7.	<ul style="list-style-type: none"> • Low global CHD risk • Regardless of ECG interpretability and ability to exercise 	R	R	R	R	R	R	R
8.	<ul style="list-style-type: none"> • Intermediate global CHD risk • ECG interpretable and able to exercise 	M	R	R	R	M	R	R
9.	<ul style="list-style-type: none"> • Intermediate global CHD risk • ECG uninterpretable OR unable to exercise 		M	M	R	M	R	R
10.	<ul style="list-style-type: none"> • High global CAD Risk • ECG interpretable and able to exercise 	A	M	M	M	M	M	R
11.	<ul style="list-style-type: none"> • High global CAD Risk • ECG uninterpretable OR unable to exercise 		M	M	M	M	M	R

ΔΚ σε ειδικές περιπτώσεις

- Σε WPW (απότομη εξαφάνιση προδιέγερσης- καλόηθες δεμάτιο)
- Σε CPVT (εμφάνιση πολύμορφης κοιλιακής αρρυθμιογένεσης-διάγνωση παρακολούθηση θεραπείας)
- Σε μακρύ QT (διάγνωση με παράταση μετά 4^ο λεπτό αποκατάστασης)
- Σε στένωση αορτής (ανάδειξη της αιμοδυναμικής επιβάρυνσης με πτώση ΑΠ)
- Ανάδειξη συμπτωμάτων αιμοδυναμικής επιβάρυνσης σε βαλβιδικές παθήσεις και σε πνευμονική υπέρταση
- Ανάδειξη χρονοτροπικής ανεπάρκειας σε άτομα με SSS

Οδηγίες για άσκηση

- Συνταγογράφηση της άσκησης μετά από ΔΚ
- Καθοδήγηση η μέγιστη λειτουργική ικανότητα, τα συμπτώματα, οι ΗΚΓ αλλοιώσεις, οι αρρυθμίες
- Καθορισμός των ορίων όπου η άσκηση ασφαλής και επωφελής (70-80% της συχνότητας όπου δεν αναφέρονται συμπτώματα και δεν εμφανίζονται αιμοδυναμικές ή ΗΚΓικές διαταραχές)

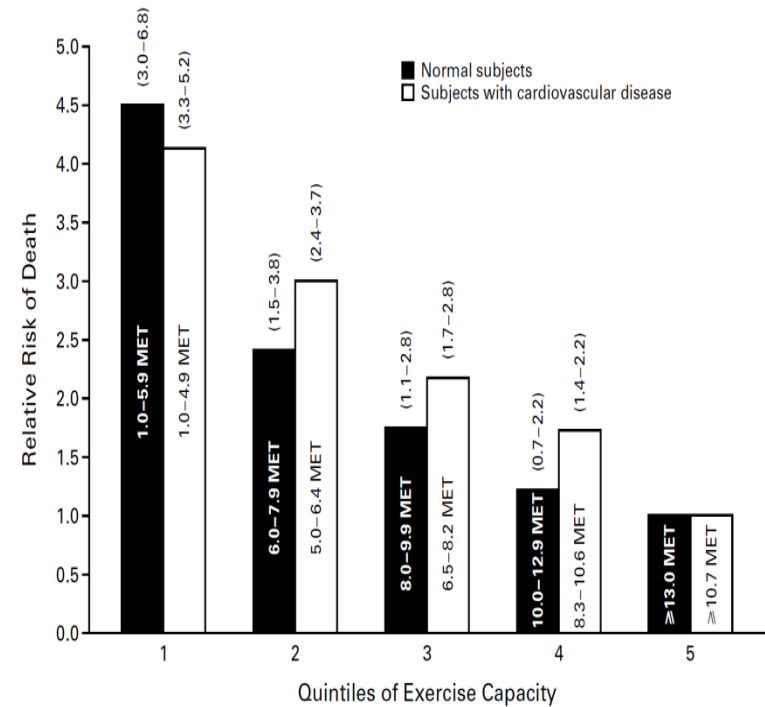
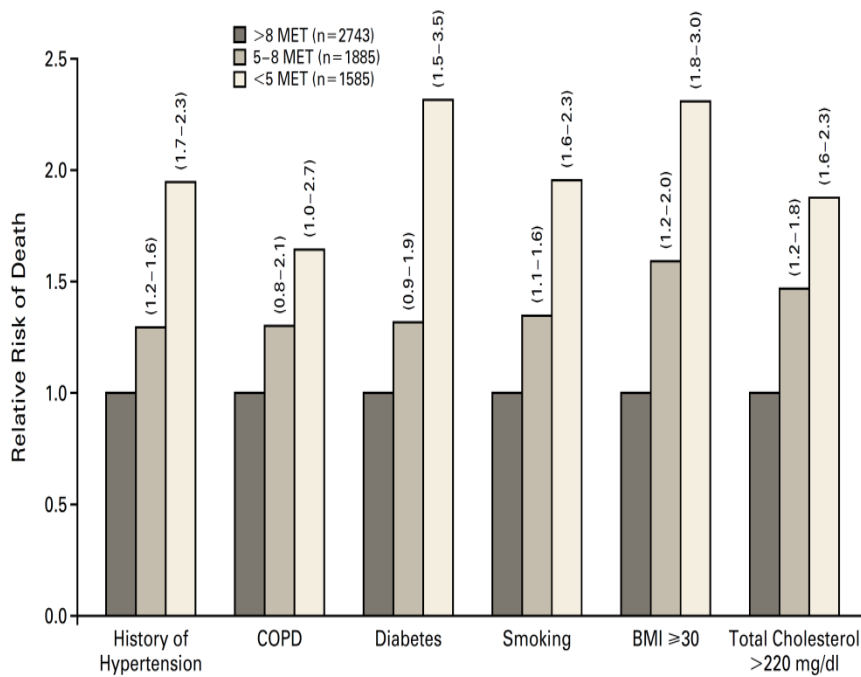
Φυσική κατάσταση

Η ικανότητα του ατόμου να διεκπεραιώνει τις καθημερινές του ασχολίες με ρώμη και ετοιμότητα, χωρίς αδικαιολόγητη εμφάνιση κόπωσης με ταυτόχρονη ύπαρξη άφθονης ενέργειας για την αντιμετώπιση απροσδόκητων επειγόντων καταστάσεων

- **Καρδιοαναπνευστική Αντοχή:**
 - Κυρίαρχη απαίτηση της φυσικής κατάστασης
 - Ικανότητα εκτέλεσης αεροβικής άσκησης
 - Σχετίζεται με την ικανότητα καρδιάς-πνευμόνων-αγγείων να μεταφέρουν το απαραίτητο O^2 στους μύες και την ικανότητα των μυών να το διαχειρισθούν κατά την άσκηση.
- Μυϊκή δύναμη-αντοχή-ελαστικότητα
- Ευλυγισία σώματος
- Σύσταση σώματος



Καρδιοαναπνευστική αντοχή και θνητότητα



Myers et al N Engl J Med 2002;346:793

Guidelines of American College of Sports Medicine (ACSM)

- ≥ 5 ημέρες/εβδομάδα μετρίου βαθμού αεροβική άσκηση (3-6 MET) ή ≥ 3 ημέρες έντονης (>6 MET). (Συνεχής ή διακοπτόμενη 10 min)
- 30–60 min/ημέρα (150 min/εβδομάδα) μέτριας άσκησης, ή 20–60 min/ημέρα (75 min/εβδομάδα) έντονης
- 500–1000 MET.min/εβδομάδα
- Σταδιακή αύξηση έντασης άσκησης
- Συνύπαρξη 2-3 ημέρες /εβδομάδα και ασκήσεων ενδυνάμωσης μυών, ευλυγισίας, ισορροπίας

ΑΣΚΗΣΗ ΩΣ ΠΟΛΥΧΑΠΙ



VS

