

## Μεταβολικό Σύνδρομο, Μεσογειακή Διατροφή και Άσκηση

Θανάσης Τζιαμούρτας, Ph.D.  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Βιοχημείας της Άσκησης

## Κατανομή λίπους και χρόνιες παθήσεις

- Ο τρόπος εναπόθεσης του σωματικού λίπους έχει αποδειχτεί τελευταία πως αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα στην πρόβλεψη της εμφάνισης ορισμένων χρόνιων παθήσεων.
- Ένας τρόπος αξιολόγησης της εναπόθεσης του σωματικού λίπους είναι και η μέτρηση της αναλογίας της μέσης προς τους γοφούς (waist to hip circumference) (ACSM Guidelines, 2006).

## Αναλογία μέσης προς γοφούς

- *Πολύ υψηλός κίνδυνος:* Νέοι Άνδρες > 0.95; Νέες Γυναίκες > 0.86
  - Η εναπόθεση λίπους στη κοιλιακή χώρα οδηγεί σε μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης υπέρτασης,
    - διαβήτη τύπου II,
    - αυξημένα λιπίδια αίματος,
    - καρδιαγγειακές ασθένειες
- συγκριτικά με άτομα που είναι το ίδιο παχύσαρκα αλλά έχουν μεγαλύτερη ποσότητα λίπους αποθηκευμένη στο κάτω μέρος του σώματος.

## Περιφέρεια μέσης

- Ειδικό πάνω σε θέματα παχυσαρκίας έχουν αποφανθεί πως η περιφέρεια της μέσης από μόνη της αποτελεί σημαντικό προδιαθεσικό παράγοντα για εμφάνιση προβλημάτων υγείας.
- *Πολύ υψηλός κίνδυνος:* Άνδρες > 102 cm; Νέες Γυναίκες > 88 cm
- Η παχυσαρκία της κοιλιακής χώρας (κεντρική παχυσαρκία) και τα συνεπακόλουθα προβλήματα υγείας που παρουσιάζονται οδήγησαν στην δημιουργία ενός καινούριου χαρακτηρισμού: **του μεταβολικού συνδρόμου**

## Μεταβολικό Σύνδρομο Χ

- Ονομάστηκε έτσι από τον Dr. Gerald Reaven το 1988.
- Χαρακτηρίζεται από:
  - Αυξημένη συγκέντρωση λιπώδους ιστού στην κοιλιακή χώρα (Kim et al, 2000).
  - αυξημένη αντίσταση στην ινσουλίνη (Isoman et al, 2001).
  - Αυξημένα επίπεδα LDL στο αίμα (Garaulet et al, 2001).
  - Μεγάλη πιθανότητα εμφράγματος (Steinmetz et al, 2001).
  - Αυξημένη αρτηριακή πίεση (Siami et al, 2002; Schroder et al, 2002).

## Μεταβολικό σύνδρομο και διαβήτης τύπου II

- Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της ανάπτυξης του μεταβολικού συνδρόμου και της αντίστασης στην ινσουλίνη.
- Η αντίσταση στην ινσουλίνη αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του διαβήτη τύπου II.

## Γιατί εμφανίζεται αντίσταση στην ινσουλίνη;

- Ένας από τους παράγοντες που συνεισφέρει στην αυξημένη αντίσταση της ινσουλίνης σε άτομα με μεταβολικό σύνδρομο είναι η αυξημένη συγκέντρωση ΕΛΟ στο αίμα.
- Αυξημένη συγκέντρωση λιπαρών οξέων σημαίνει αυξημένη είσοδο λιπαρών οξέων στο μυϊκό ιστό και υπερπλήρωση του μυός με λιπαρά οξέα, κάτι που οδηγεί σε αυξημένη αντίσταση στην ινσουλίνη (Goodpaster et al. 2001).

## Γιατί υπάρχει μεγαλύτερη συγκέντρωση ελεύθερων λιπαρών οξέων στο αίμα;

- Το λίπος διαχωρίζεται σε σπλαγχνικό και υποδόριο λίπος. Τα άτομα με μεταβολικό σύνδρομο έχουν περισσότερο σπλαγχνικό λίπος.
- Το σπλαγχνικό λίπος δέχεται μεγαλύτερη επίδραση από το ΣΝΣ και υπάρχει μεγαλύτερη διάσπαση και απελευθέρωση λιπαρών οξέων. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερη συγκέντρωση λιπαρών οξέων στο αίμα.
- Μεγαλύτερη έκκριση κυττοκινών που σχετίζονται με τη φλεγμονή

- Visfatin is a relatively new adipocytokine and its levels are increased in obesity and type 2 diabetes (Koerner, 2007; Kiess et al. 2006; Hug & Lodish 2005).
- In children
  - Some reports indicate that visfatin levels are elevated (Araki et al. 2007; Jin et al. 2008)
  - Not likely to contribute significantly to the variation in BMI, glucose or insulin levels (Korner et al. 2007).
- Reduction in visfatin levels following aerobic exercise training in obese female adolescents (Brema et al. 2008; Lee et al. 2010).

- Adiponectin appears to increase insulin sensitivity and its levels are negatively correlated with obesity, insulin resistance and cardiovascular disease (Chandran et al. 2003; Diez & Iglesias 2010).
- In children
  - Some studies indicate that exercise-induced improvement in insulin sensitivity may be mediated by circulating adiponectin (Kim et al. 2007)
  - Others have reported no effect of exercise on adiponectin levels (Kelly et al. 2007; Nassis et al. 2005).

- Resistin is produced by white and brown adipose tissues and is elevated in obesity (Adeghate E. 2004).
- Resistin has been regarded as a plausible link between obesity and insulin resistance based on observations of improved insulin sensitivity following a reduction in resistin levels (Mohn et al., 2004).
- There are no reports regarding the effects of exercise training on circulating resistin in overweight or obese children.

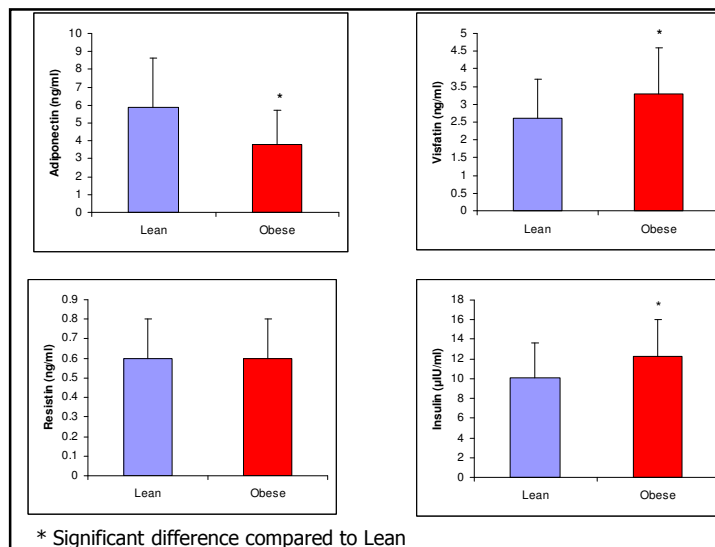
#### **ADIPOCYTOKINE LEVELS IN CHILDREN: EFFECTS OF FITNESS AND TRAINING**

- 42 children (lean=24, obese=18; mean age=12.4±1.9 yrs),
- lean inactive (n=11),
- obese inactive (n=9),
- lean active (n=13) and
- obese active (n=9).

• Physical characteristics

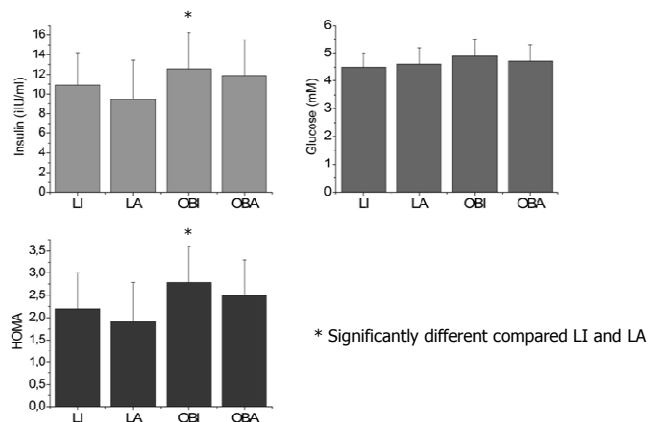
Group	N	Age (yrs)	Height (m)	Weight (Kg)	BMI (kg·m <sup>-2</sup> )
Lean	24	12,4 ± 2,2	1,6 ± 0,1	46,8 ± 11,8	18,8 ± 1,7
Obese	18	12,3 ± 1,6	1,6 ± 0,1	57,8 ± 11,2*	23,1 ± 2,3*

\* Significant difference compared to Lean



\* Significant difference compared to Lean

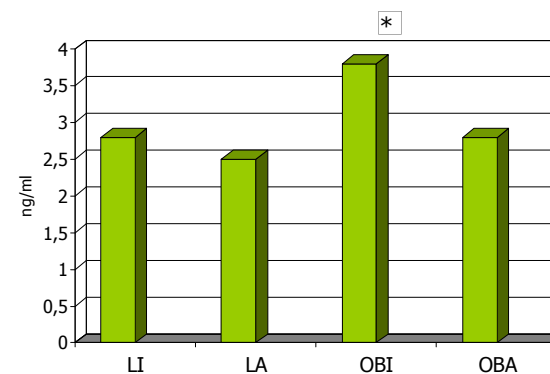
• Insulin, Glucose & HOMA



\* Significantly different compared LI and LA

LI: Lean inactive, LA: Lean Active, OBI: Obese Inactive, OBA: Obese Active

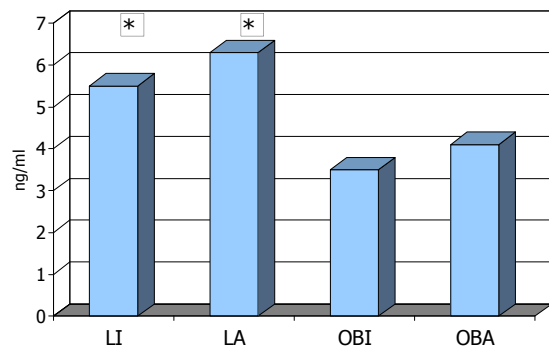
• Visfatin



LI: Lean inactive, LA: Lean Active, OBI: Obese Inactive, OBA: Obese Active

\* Significant difference compared to OBA, LI, LA

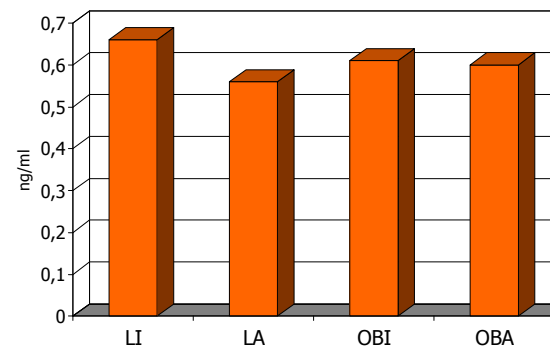
### • Adiponectin



LI: Lean inactive, LA: Lean Active, OBI: Obese Inactive, OBA: Obese Active

\* Significant difference compared to OBA and OBI

### • Resistin



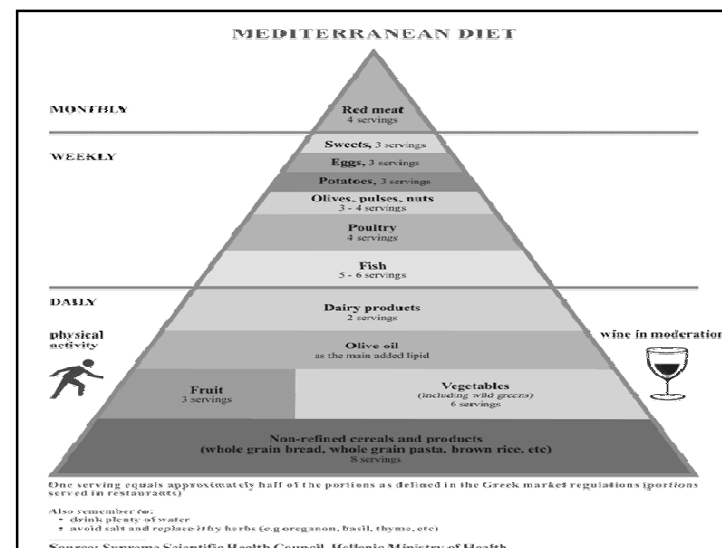
LI: Lean inactive, LA: Lean Active, OBI: Obese Inactive, OBA: Obese Active

Υπάρχει τρόπος αντιμετώπισης του μεταβολικού συνδρόμου;

#### • Τρεις τρόποι:

- Αύξηση της φυσικής δραστηριότητας
- Μείωση του σωματικού βάρους
- Αλλαγή στον τρόπο διατροφής

• Και οι τρεις τρόποι αποτελούν χαρακτηριστικά της μεσογειακής διατροφής



## Μεσογειακή διατροφή

- Άφθονη κατανάλωση ελαιολάδου.
- Πρόσληψη των λιπών μπορεί να είναι μεγαλύτερη (40%) της ΣΗΔ όπως συμβαίνει στην Ελλάδα ή ίση με αυτή (30%) όπως συμβαίνει στην Ιταλία.
- Ωστόσο, η μεγαλύτερη πρόσληψη των λιπών γίνεται από μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.
- Καθημερινή σωματική δραστηριότητα
- Καθημερινή κατανάλωση κρασιού σε μετρημένες ποσότητες (1-2 ποτηράκια του κρασιού με το γεύμα).

Επίδραση της μεσογειακής διατροφής σε προδιαθεσικούς παράγοντες που σχετίζονται με το Μεταβολικό Σύνδρομο

- Υψηλή αρνητική συσχέτιση μεταξύ μονοακόρεστων Λ.Ο., ΚΑ και θνησιμότητας σε περιοχές της Μεσογείου.
- Τα μονοακόρεστα Λ.Ο. μειώνουν στον ίδιο βαθμό την LDL με τα πολυακόρεστα Λ.Ο., και τα ελαϊκό οξύ μειώνει στον ίδιο βαθμό την LDL όπως και οι δίαιτες με χαμηλά λιπαρά.

## Μεσογειακή διατροφή και Μεταβολικό Σύνδρομο

- Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα αυξάνουν την αντίσταση στην οξείδωση της LDL.
- Τα μονοακόρεστα Λ.Ο. μειώνουν τα επίπεδα των TG, βελτιώνουν το επίπεδο γλυκαιμίας σε διαβητικούς συγκριτικά με δίαιτες με πολλούς υδατάνθρακες.
- Μείωση συχνότητας δεύτερου καρδιοαγγειακού επεισοδίου όταν ακολουθείται η μεσογειακή δίαιτα.
- Το αλκοόλ πιστεύεται ότι αυξάνει την HDL και μειώνει την συσσώρευση των αιμοπεταλίων.

## Μεσογειακή διατροφή και λιπίδια

Table 3—Atherogenic lipoproteins at baseline, week 8, and week 12 of women allocated to the MF group (n = 42) or the control group (n = 43)

Particle (mmol/L)	MF arm			Control arm			Time effect (P value)
	Baseline	Week 8	Week 12	Baseline	Week 8	Week 12	
Large VLDL	7.3 ± 7.5	2.4 ± 2.6 <sup>a</sup>	3.0 ± 4.4 <sup>a</sup>	6.8 ± 6.2	3.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.8 ± 4.5 <sup>a</sup>	<.005
Small VLDL	50.2 ± 18.5	44.9 ± 15.3 <sup>a</sup>	45.1 ± 19.4 <sup>a</sup>	58.5 ± 21.0	45.7 ± 15.4 <sup>a</sup>	52.7 ± 16.8 <sup>a</sup>	<.005
IDL	73.1 ± 52.2	54.3 ± 50.1 <sup>a</sup>	51.6 ± 43.7 <sup>a</sup>	86.7 ± 53.0	66.4 ± 56.9 <sup>a</sup>	57.7 ± 52.1 <sup>a</sup>	<.005
Medium LDL	251 ± 87	105 ± 76 <sup>a</sup>	101 ± 80 <sup>a</sup>	248 ± 87	205 ± 86 <sup>a</sup>	210 ± 91 <sup>a</sup>	<.005
Small LDL	949 ± 328	763 ± 314 <sup>a</sup>	751 ± 331 <sup>a</sup>	954 ± 382	796 ± 350 <sup>a</sup>	811 ± 351 <sup>a</sup>	<.005

Jones et al. Metabolism 2011

## Μεσογειακή διατροφή και λιπίδια

Table 4 – Apolipoproteins, LDL size, Lp(a), and oxLDL at baseline, week 8, and week 12 of women allocated to the MF group (n = 42) or the control group (n = 41)

Apo (mg/L)	MF arm			Control arm			Time effect (P value)
	Baseline	Week 8	Week 12	Baseline	Week 8	Week 12	
Apo A-I	1487 ± 266	1349 ± 222 <sup>a</sup>	1391 ± 240 <sup>a</sup>	1562 ± 220	1473 ± 189 <sup>a</sup>	1494 ± 207 <sup>a</sup>	<.005
Apo A-II	184 ± 72	177 ± 83 <sup>a</sup>	161 ± 58 <sup>a</sup>	196 ± 70	175 ± 72 <sup>a</sup>	175 ± 63 <sup>a</sup>	<.005
Apo B <sup>a</sup>	1200 ± 215	985 ± 217 <sup>a</sup>	998 ± 203 <sup>a</sup>	1188 ± 221	1065 ± 257 <sup>a</sup>	1086 ± 239 <sup>a</sup>	<.005
Apo C-III	261 ± 123	223 ± 110 <sup>a</sup>	227 ± 92 <sup>a</sup>	271 ± 107	237 ± 110 <sup>a</sup>	231 ± 89 <sup>a</sup>	<.005
Apo E	68 ± 23	60 ± 18 <sup>a</sup>	59 ± 16 <sup>a</sup>	76 ± 35	68 ± 31 <sup>a</sup>	67 ± 26 <sup>a</sup>	<.005
LDL diameters (nm)	26.45 ± 0.63	26.59 ± 0.69 <sup>a</sup>	26.65 ± 0.77 <sup>a</sup>	26.52 ± 0.72	26.66 ± 0.74 <sup>a</sup>	26.67 ± 0.75 <sup>a</sup>	<.005
oxLDL (ng/ml)	165.7 ± 93.0	108.1 ± 99.1	98.3 ± 98.4 <sup>a</sup>	133.1 ± 100.6	122.3 ± 90.0 <sup>a</sup>	124.8 ± 97.7 <sup>a</sup>	<.005
Lp(a) (mg/dL)	24.0 ± 28.0	17.3 ± 15.1 <sup>a</sup>	16.4 ± 6.0 <sup>a</sup>	26.1 ± 18.2	14.5 ± 10.2 <sup>a</sup>	16.7 ± 5.9 <sup>a</sup>	<.005

Jones et al. Metabolism 2011

Μεσογειακή διατροφή και ασθένειες που σχετίζονται με το μεταβολικό σύνδρομο

- Διαβήτης τύπου II
- Καρδιοαγγειακά νοσήματα
- Υπέρταση
- Υπερλιπιδαιμία

## Μεταβολικό Σύνδρομο και HDL

- ~40% έχουν επίπεδα HDL<40 mg/dl
- 55% των ατόμων που εισάγονται στο νοσοκομείο για καρδιακό επεισόδιο έχουν επίπεδα HDL<40 mg/dl
- 1% αύξηση στην HDL μειώνει τον κίνδυνο για καρδιακό επεισόδιο κατά 1-2%

## Μεταβολικό Σύνδρομο και HDL

- Πρώτος στόχος για αύξηση των επιπέδων της HDL (>40 mg/dl) είναι αλλαγές στον τρόπο ζωής:
  - Διακοπή καπνίσματος
  - Άσκηση
  - Μικρή έως μέτρια πρόσληψη αλκοόλ
  - Μείωση σωματικού βάρους

## Μεταβολικό Σύνδρομο και HDL

- Άσκηση μέτριας έντασης για 3 φορές την εβδομάδα μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της HDL κατά 4%
- Μείωση του σωματικού βάρους κατά 1 κιλό στα υπέρβαρα άτομα μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της HDL κατά 1%
- Πρόσληψη αλκοόλ 30 γραμμαρίων αύξησε τα επίπεδα της HDL κατά 4 mg/dl
- Διακοπή του καπνίσματος μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της HDL κατά 3 έως 5.6%

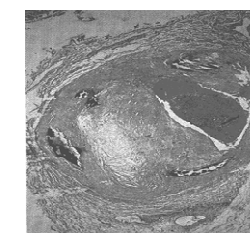
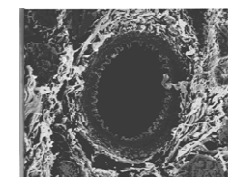
## Διαβήτης τύπου II

- Το συνηθέστερο χαρακτηριστικό του διαβήτη τύπου II είναι η αντίσταση στην ινσουλίνη.
- Πιστεύεται πως ορισμένα λιπίδια τα οποία λαμβάνονται διαμέσου της τροφής μπορούν να βελτιώσουν την αντίσταση της ινσουλίνης επηρεάζοντας τη σύνθεση σε φωσφολιπίδια των κυτταροπλασματικών μεμβρανών, γεγονός που μπορεί να τροποποιήσει τη λειτουργία των υποδοχέων ινσουλίνης (Pelinakova et al, 1989).
- Αντικατάσταση των κορεσμένων λιπών με μονο- και πολυακόρεστα (όπως συμβαίνει στη μεσογειακή διατροφή) οδηγεί στη μείωση των επιπέδων ινσουλίνης και στην πρόληψη εμφάνισης διαβήτη.

- Η φυσική δραστηριότητα (χαρακτηριστικό της μεσογειακής διατροφής) αυξάνει τον αριθμό και τη λειτουργικότητα των GLUT-4 και εν γένει την ευαισθησία της ινσουλίνης.
- Η βελτίωση στην ευαισθησία της ινσουλίνης με τη φυσική δραστηριότητα μπορεί να επέλθει ακόμα και χωρίς τη μεταβολή του σωματικού βάρους ή του Δείκτη Σωματικής Μάζας (Angelopoulos et al, 2002; Oshida et al, 1989).
- Συχνότητα άσκησης.

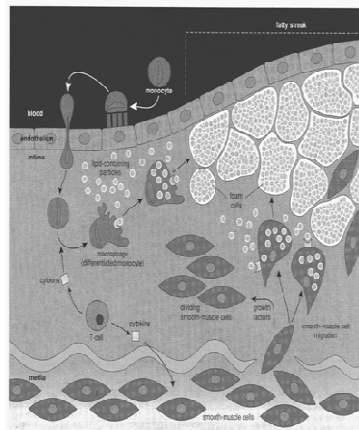
## Καρδιοαγγειακά νοσήματα

- Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία αθηρωματικών πλακών είναι η οξειδωση της LDL.





- Όταν το μόριο της LDL είναι πλούσιο σε ελαϊκό οξύ (που βρίσκεται κυρίως στο ελαιόλαδο) δεν οξειδώνεται εύκολα. Αντίθετα όταν το μόριο της LDL είναι πλούσιο σε λινολεϊκό οξύ (πολυακόρεστο) οξειδώνεται πιο εύκολα (Parthasarathy et al, 1995).
- Η μεσογειακή διατροφή χαρακτηρίζεται από την υψηλή κατανάλωση ελαιόλαδου.



- Τα μονοακόρεστα λίπη μειώνουν τα επίπεδα της LDL, τα τριγλυκερίδια, την ολική χοληστερόλη και δεν μεταβάλλουν τα επίπεδα της HDL.
- Μετρήσεις που έγιναν στο αίμα ατόμων που ακολούθησαν τη μεσογειακή διατροφή βρέθηκε ότι έχουν αυξημένες ποσότητες βιταμινών E και C.
- Εμπλουτισμός της LDL με βιταμίνη E βοηθάει εναντίον της οξείδωσης της. Βιταμίνη C βοηθά να διατηρηθούν τα επίπεδα της βιταμίνης E σταθερά κατά την οξείδωση της LDL-Αντιοξειδωτική προστασία.

- Σημαντικός παράγοντας πρόληψης καρδιαγγειακών νοσημάτων είναι οι πολυφαινόλες οι οποίες αφθονούν στο κόκκινο κρασί.
- Επιπλέον το κρασί προλαμβάνει τη συσσώρευση των αιμοπεταλίων, την πρόληψη θρομβώσεων (πολύ σημαντικό παράγοντα κινδύνου σε άτομα με μεταβολικό σύνδρομο) και την ινωδύωση.
- Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν πως υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ του κρασιού (όχι απλά αλκοόλ) και των καρδιαγγειακών νοσημάτων.

## Υπέρταση

- Συσχέτιση μεταξύ αντίστασης της ινσουλίνης και αρτηριακής πίεσης (McLaughlin and Reaven 2000).
- Η αυξημένη αντίσταση ινσουλίνης συνδέεται με αυξημένη λειτουργία του συμπαθητικού νευρικού συστήματος και πιθανή παρακράτηση νατρίου.
- Η υπέρταση οδηγεί σε αθηρωμάτωση εξαιτίας του τραυματισμού των τοιχωμάτων των αρτηριών-υπόστρωμα για τη δημιουργία αθηρωματικών πλακών.

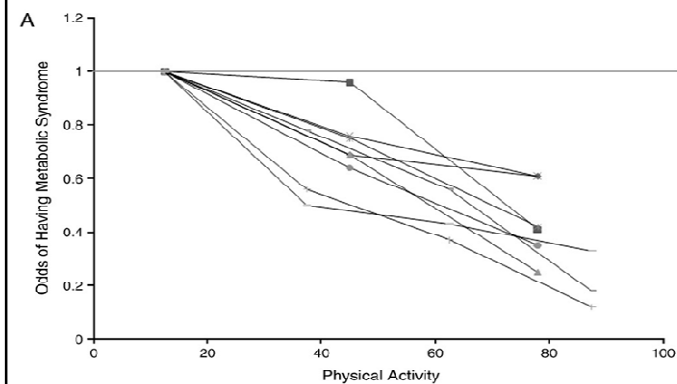
## Υπερλιπιδαιμία

- Τα αυξημένα επίπεδα της LDL αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα του μεταβολικού συνδρόμου.
- Η παρουσία των άλλων χαρακτηριστικών του μεταβολικού συνδρόμου χωρίς να υπάρχουν αυξημένα επίπεδα LDL δεν αυξάνουν σημαντικά τον κίνδυνο για καρδιοαγγειακό νόσημα. Οι άλλοι παράγοντες δεν είναι τόσο ισχυροί όσο η LDL.

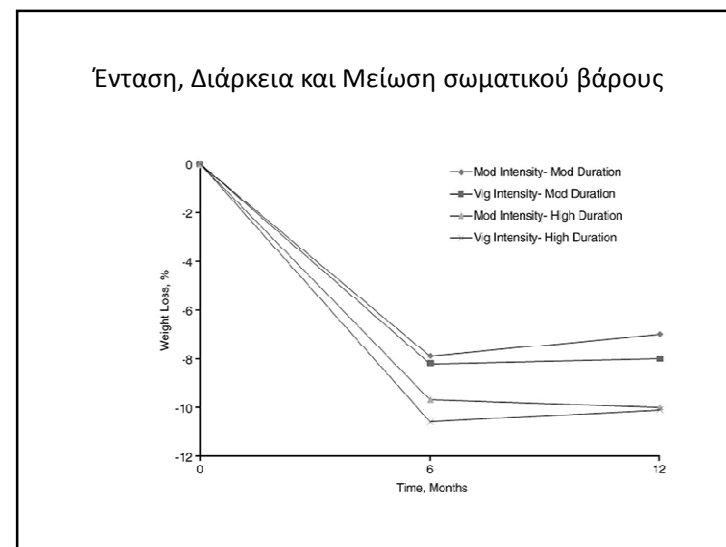
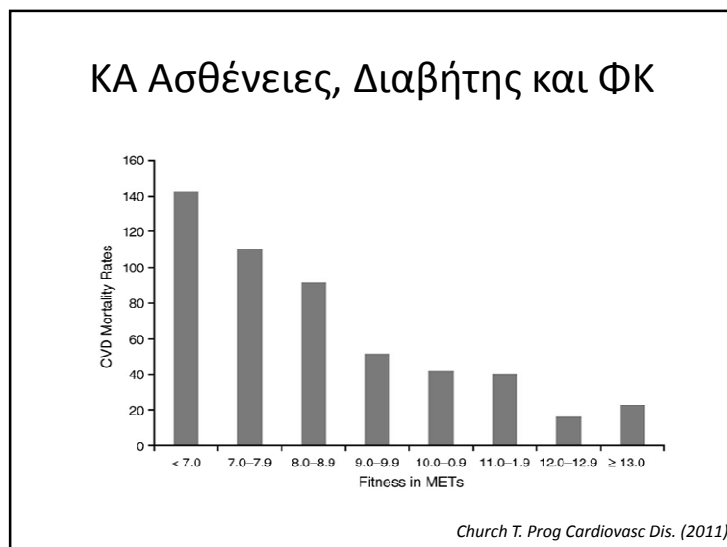
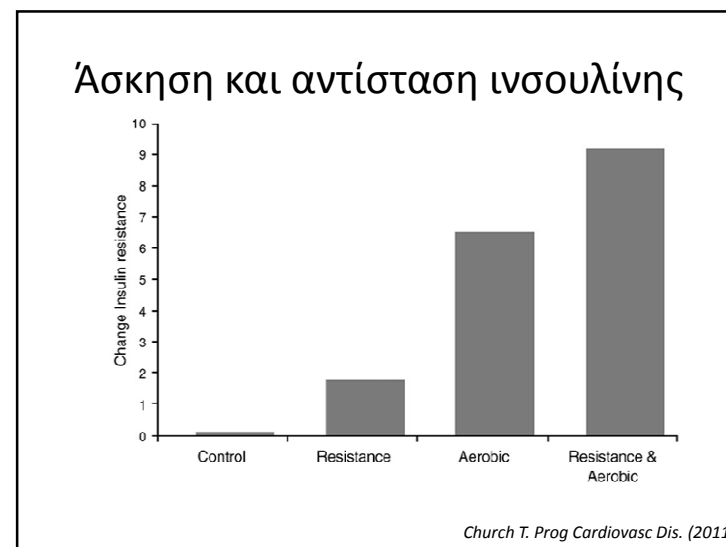
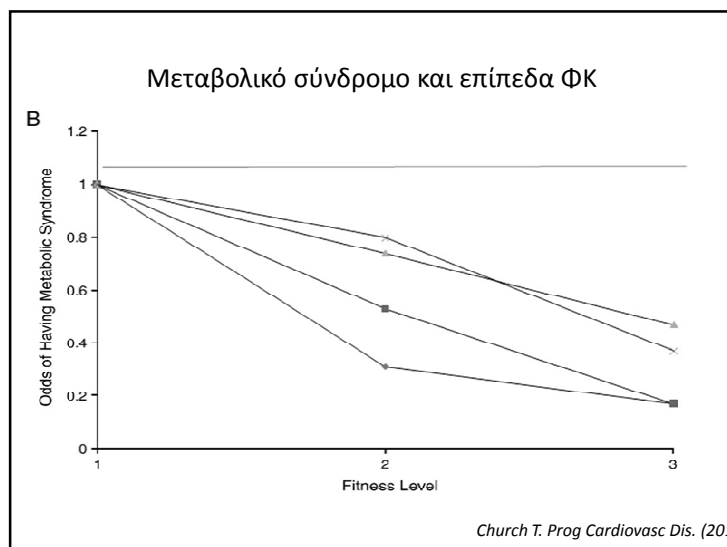
- Τριάδα συμπτωμάτων που οδηγούν σε αθηρωμάτωση:
  - Υψηλά επίπεδα LDL
  - Χαμηλά επίπεδα HDL
  - Μικρά σωματίδια LDL
- Και τα τρία είναι χαρακτηριστικά συμπτώματα του μεταβολικού συνδρόμου

- Τα συμπτώματα υπερλιπιδαιμίας του μεταβολικού συνδρόμου μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη μεσογειακή διατροφή.
  - LDL (μονοακόρεστα λιπαρά οξέα-άσκηση)
  - HDL (κρασί-άσκηση)
  - Μικρά σωματίδια LDL (κρασί-αντιοξειδωτικά)

## Μεταβολικό σύνδρομο και Άσκηση



Church T. Prog Cardiovasc Dis. (2011)



## Άσκηση και μείωση ΣΒ

- 150- 250 λεπτά μέτριας έντασης άσκηση την εβδομάδα θα επιφέρουν μερική μείωση στο σωματικό βάρος (<3%)
- Μεγαλύτερη μείωση με μείωση στην πρόσληψη θερμίδων (Συνδυασμός άσκησης και μείωσης πρόσληψης θερμίδων)
- ή 75 λεπτά έντονης άσκησης την εβδομάδα
- 2 φορές την εβδομάδα άσκηση με αντιστάσεις