

Άσκηση vs δίαιτα στη διαχείριση του διαβήτη τύπου 2: απώλεια βάρους και πιο πέρα

Φαίδων Μάγκος, MSc PhD

Professor in Obesity and Metabolism
Department of **Nutrition, Exercise** and Sports (NEXS)

UNIVERSITY OF COPENHAGEN



22.10
2022

Δήλωση σύγκρουσης συμφερόντων

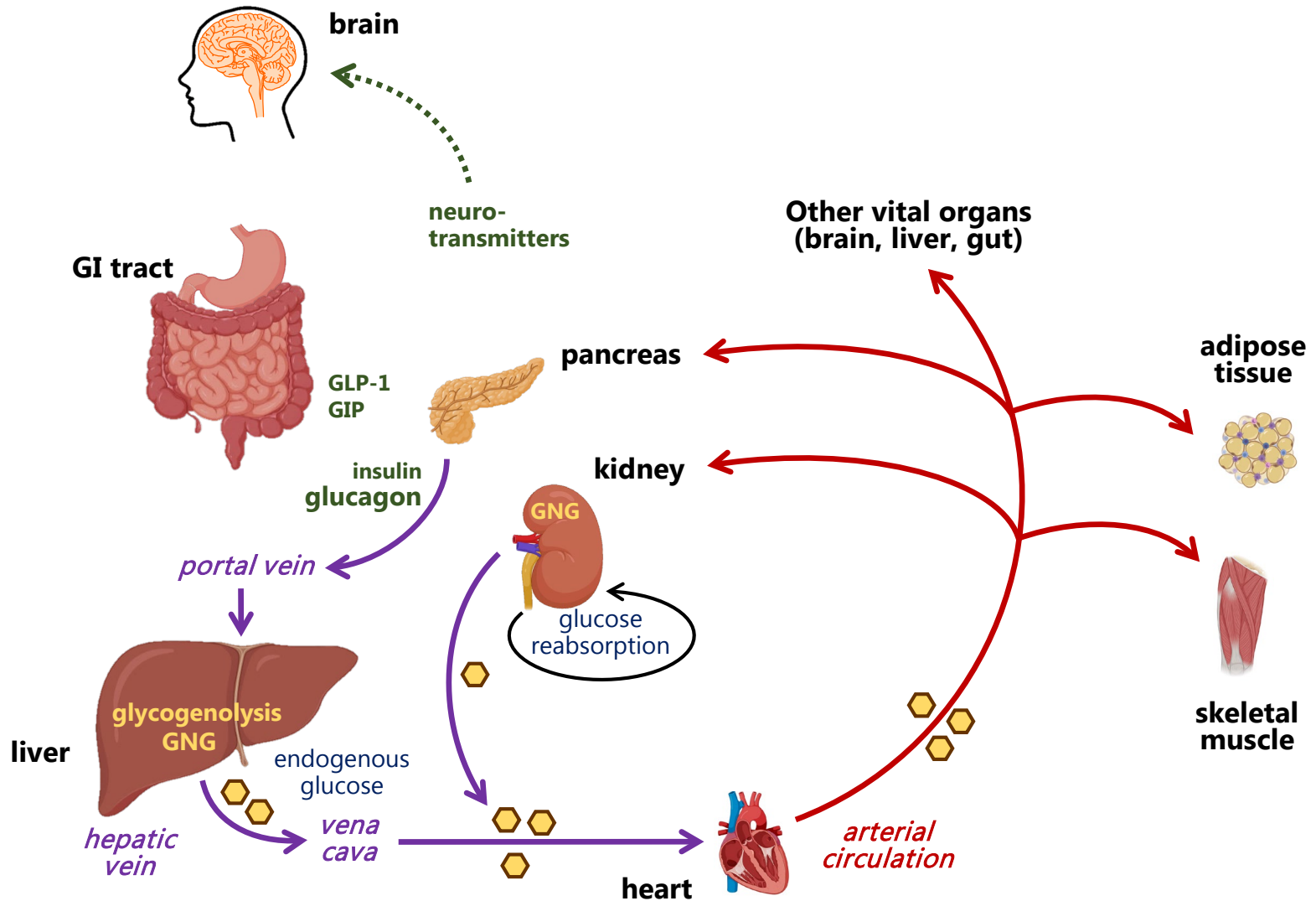
Κανένα οικονομικό συμφέρον.

Ωστόσο, είμαι θετικά προκατειλημμένος καθώς **πιστεύω** ότι η δίαιτα και η άσκηση αποτελούν δύο από τα πιο αποτελεσματικά μοντέλα παρέμβασης για την αλλαγή των φυσιολογικών και μεταβολικών λειτουργιών με σκοπό τη διατήρηση της ομοιοστασίας του σώματος (προαγωγή υγείας) ή την αποκατάστασή της όταν αυτή έχει χαθεί (θεραπεία ασθένειας). Επομένως, ερμηνεύω τα επιστημονικά δεδομένα αντίστοιχα.

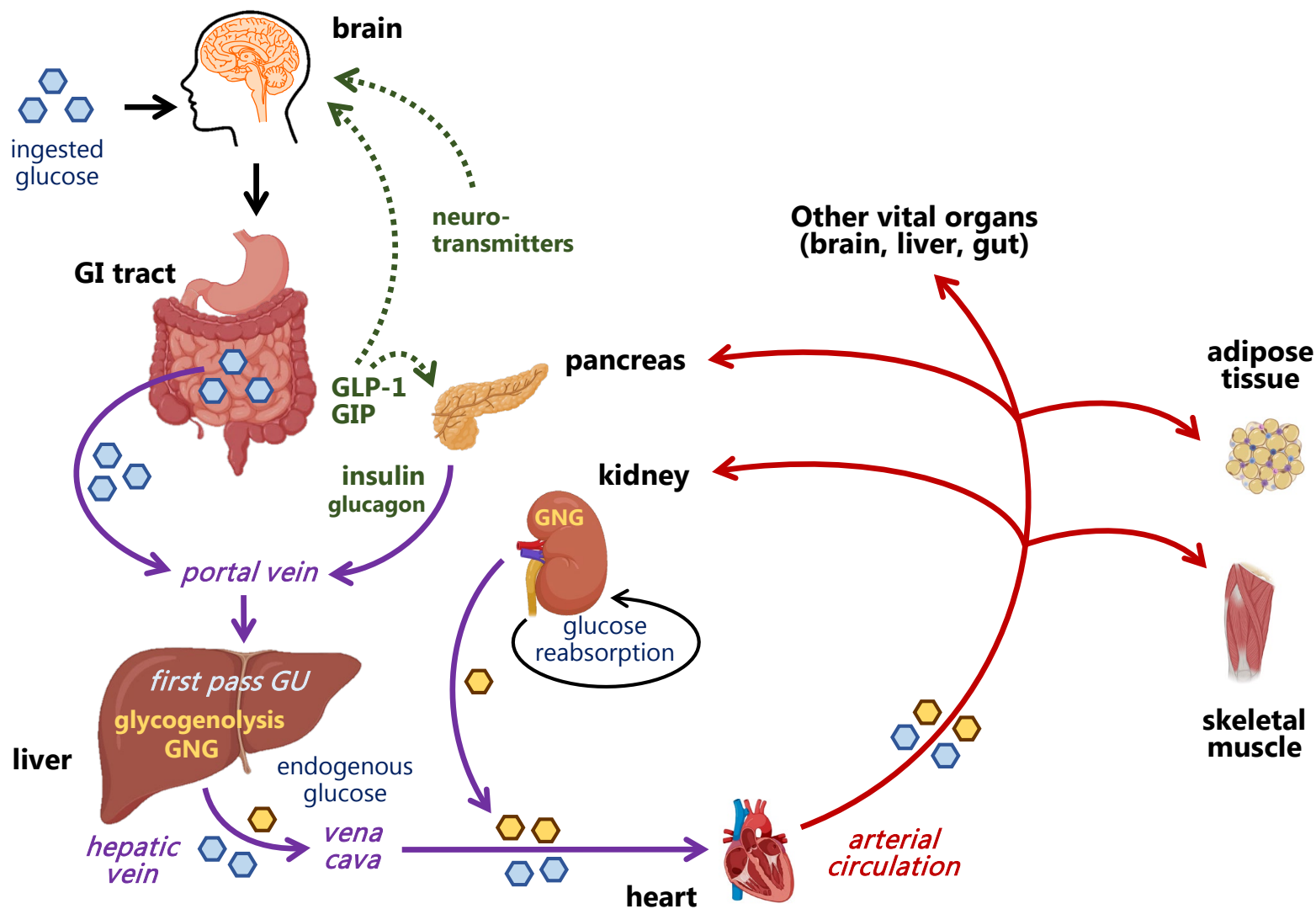
Περίγραμμα ομιλίας

- Παθοφυσιολογία του διαβήτη τύπου 2
- Επιδράσεις της απώλειας βάρους μέσω δίαιτας στους μηχανισμούς που ρυθμίζουν τη συγκέντρωση γλυκόζης στο αίμα σε άτομα χωρίς και με διαβήτη τύπου 2
- Άσκηση vs δίαιτα—Ποια είναι τα οφέλη της άσκησης, μόνη της ή σε συνδυασμό με δίαιτα;

Ομοιόσταση γλυκόζης στο αίμα κατά τη νηστεία

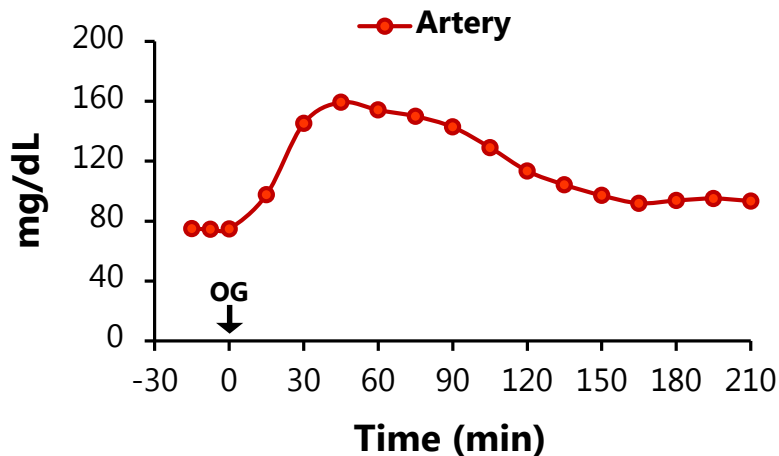


Ομοιόσταση γλυκόζης στο αίμα κατά τη νηστεία και μετά από πρόσληψη υδατανθράκων

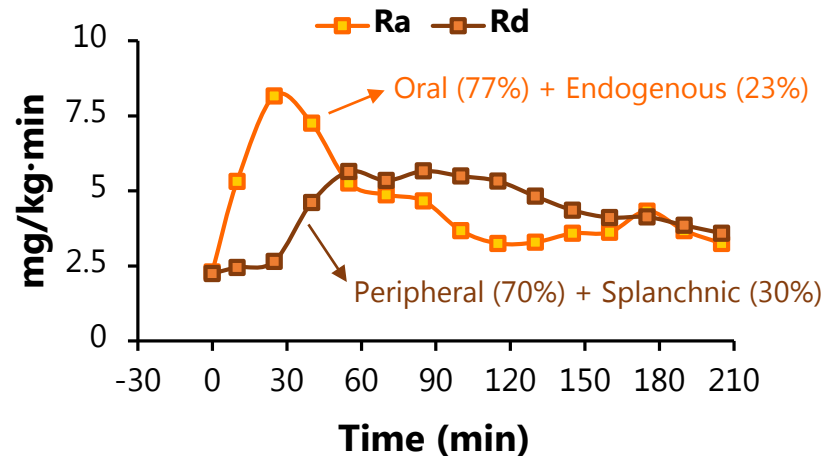


Μεταβολισμός της γλυκόζης σε υγιείς εθελοντές μετά από πρόσληψη γλυκόζης

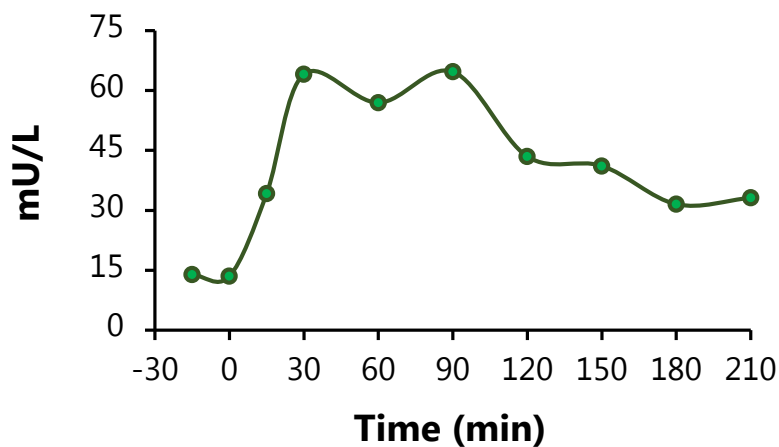
Glucose concentration



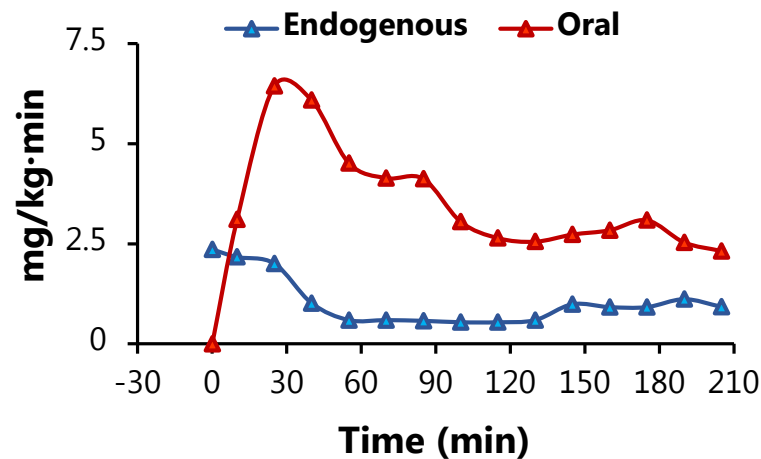
Glucose flux rates



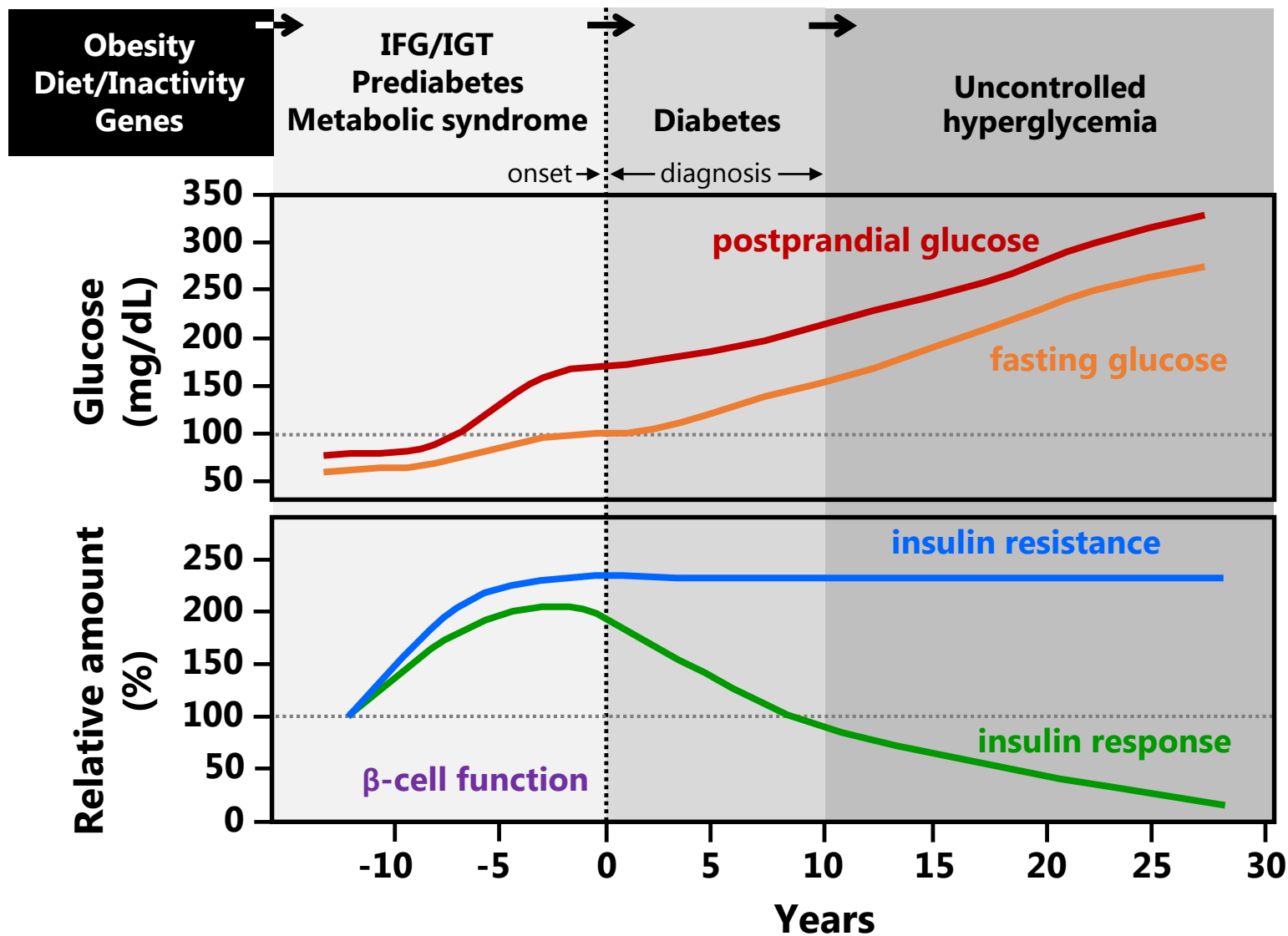
Insulin concentration



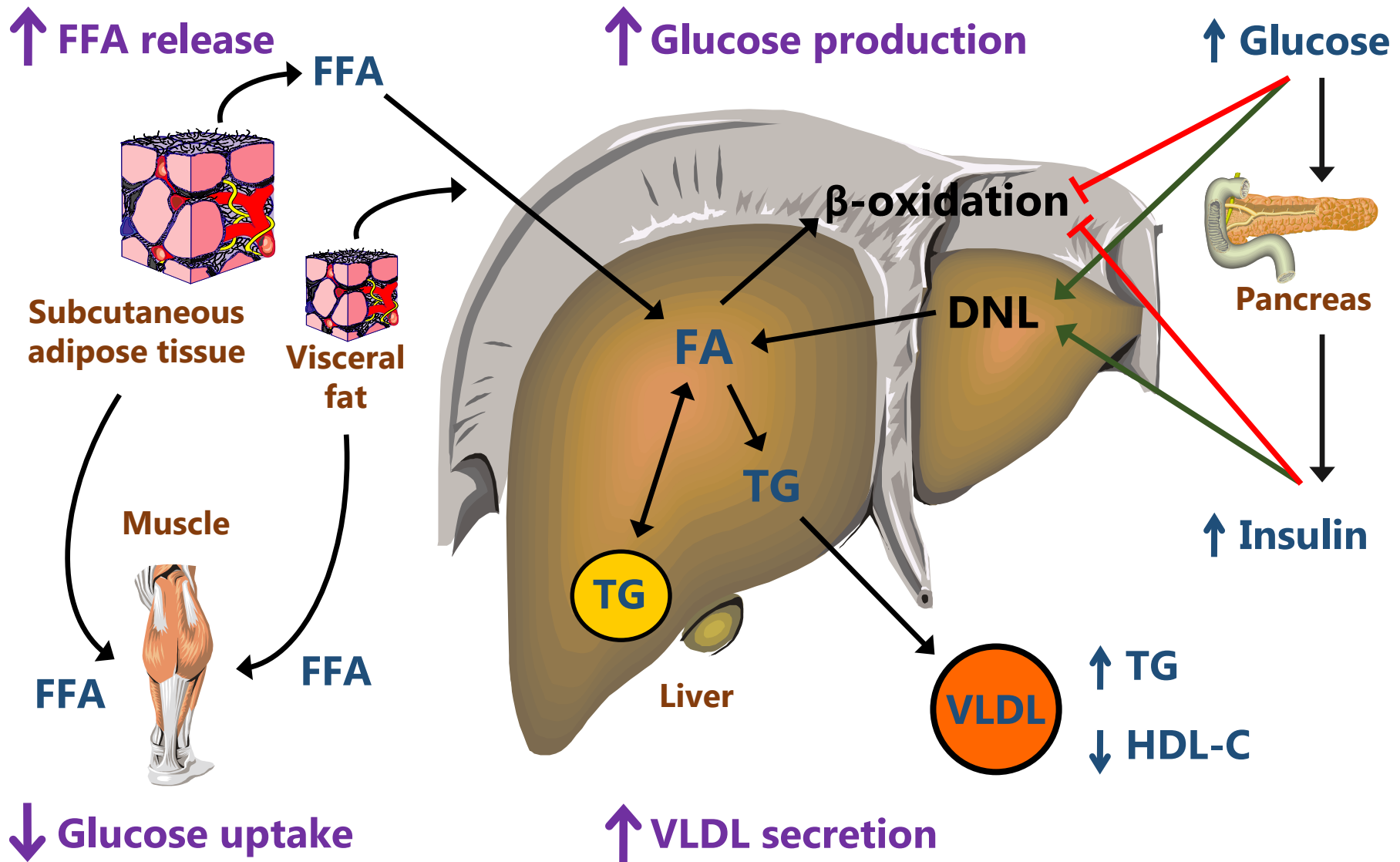
Glucose appearance rates



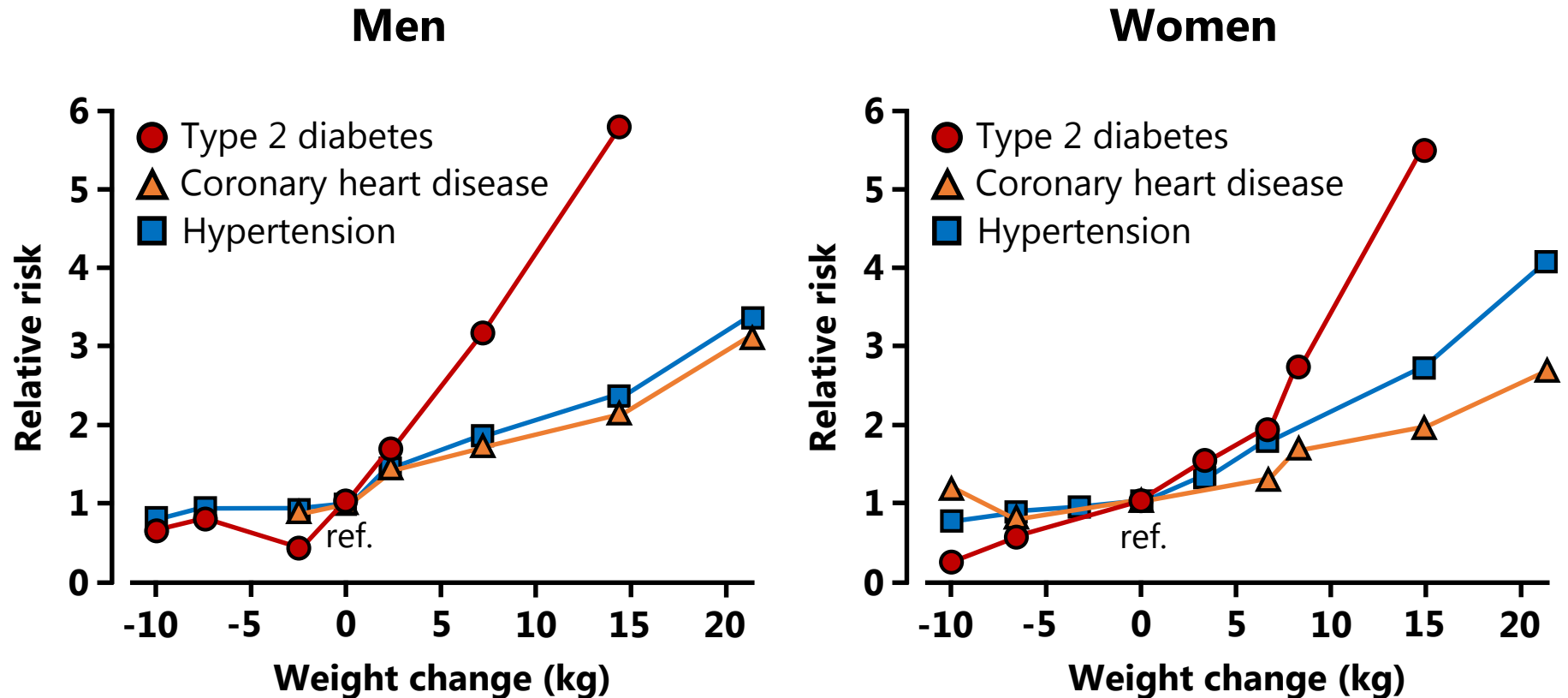
Φυσιολογική εξέλιξη του διαβήτη τύπου 2



Μοντέλο απορρύθμισης του μεταβολισμού (της γλυκόζης) στην παχυσαρκία



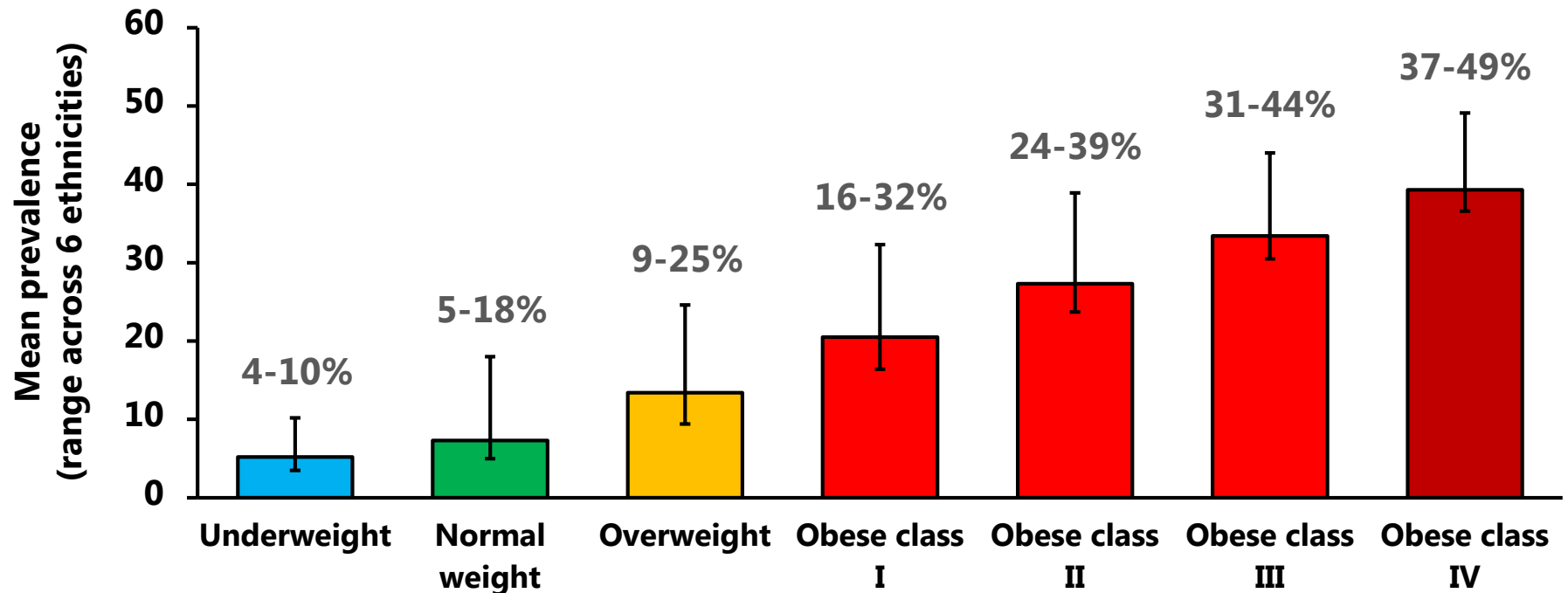
Πρόσληψη βάρους στην ενήλικη ζωή και κίνδυνος εμφάνισης διαβήτη τύπου 2



Men: change of weight from 20 years of age among men in the Health Professionals' Follow-up Study, initially 40 to 65 years of age, who were followed for up to 10 years.

Women: change of weight from 18 years of age among women in the Nurses' Health Study, initially 30 to 55 years of age, who were followed for up to 18 years.

Ο επιπολασμός του διαβήτη τύπου 2 αυξάνει γραμμικά με το BMI

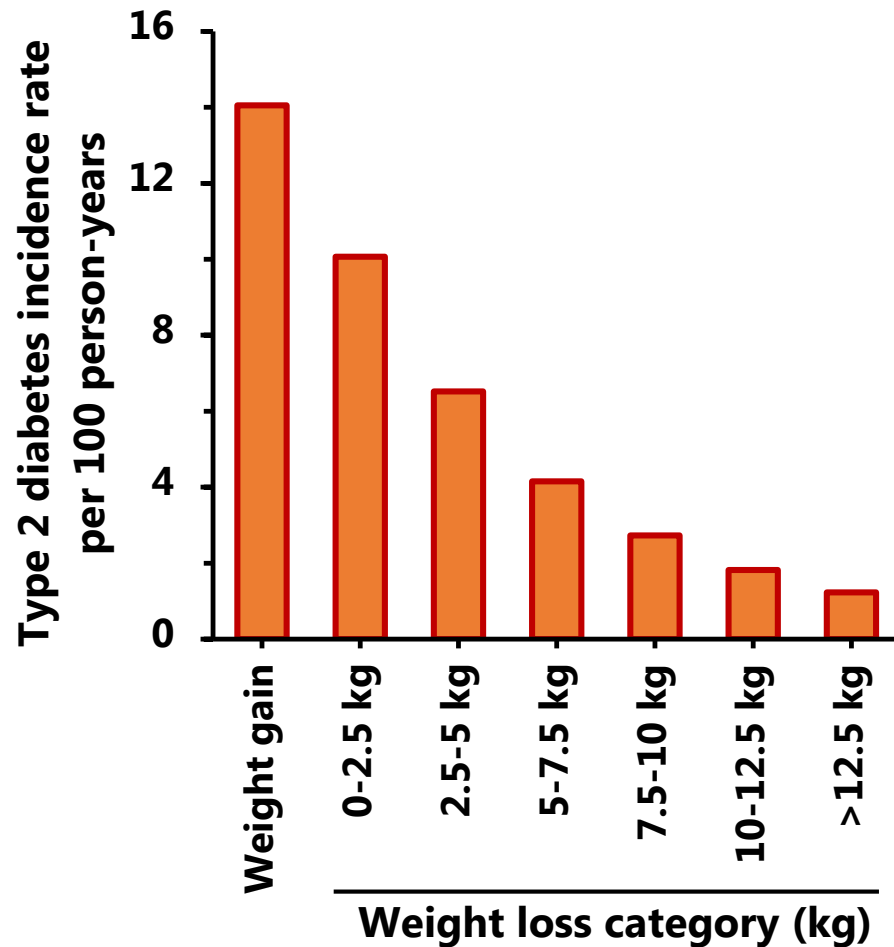


Age-standardized prevalence of type 2 diabetes (%) by BMI category in the PORTAL Network cohort. Data circa 2012-2013 in 4,906,238 men and women from 6 different ethnicities (White, Black, Hispanic, Asian, Hawaiian/Pacific Islander, American Indian/Alaskan Native). The bar height indicates the mean prevalence, and the top and bottom error bars indicate the maximum and minimum prevalence, respectively, across all ethnicities.

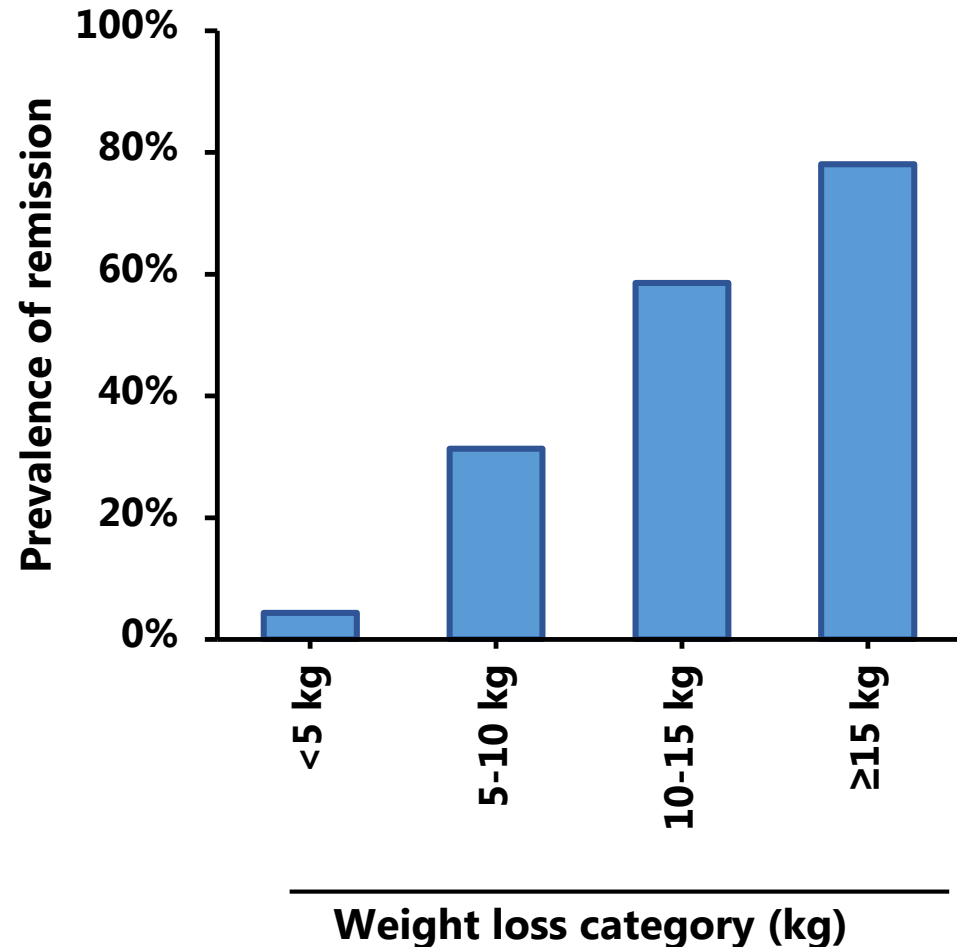
Underweight (BMI <18.5 kg/m²), normal weight (18.5–24.9; Asians: 18.5–22.9 kg/m²), overweight (25.0–29.9; Asians: 23.0–27.4 kg/m²), and obese class I, II, III, IV (30.0–34.9, 35.0–39.9, 40.0–49.9, ≥50.0; Asians: 27.5–32.4, 32.5–37.4, 37.5–47.4, ≥47.5 kg/m²).

Προοδευτική απώλεια βάρους στην πρόληψη και τη θεραπεία του διαβήτη τύπου 2

Diabetes prevention¹



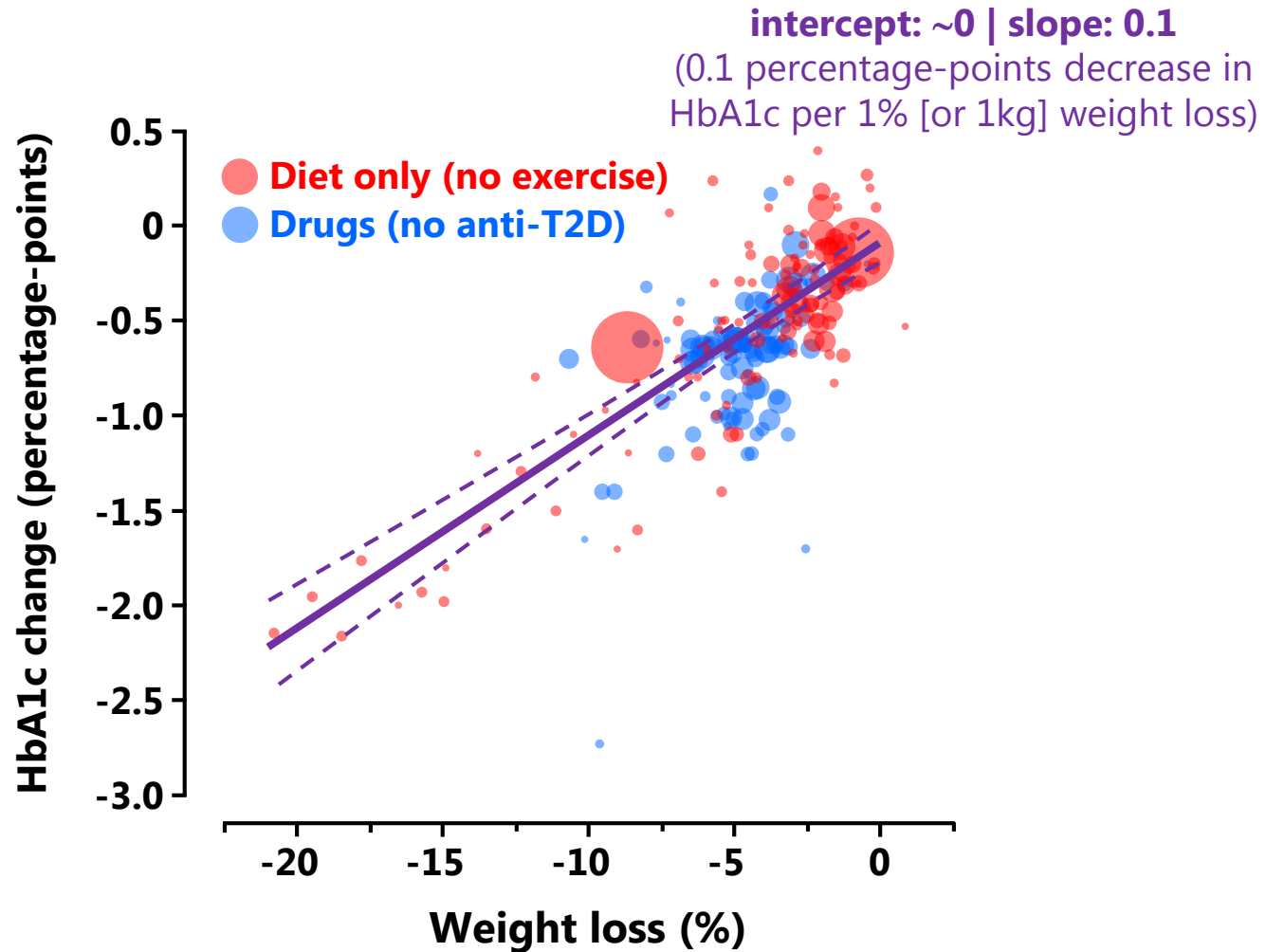
Diabetes treatment²



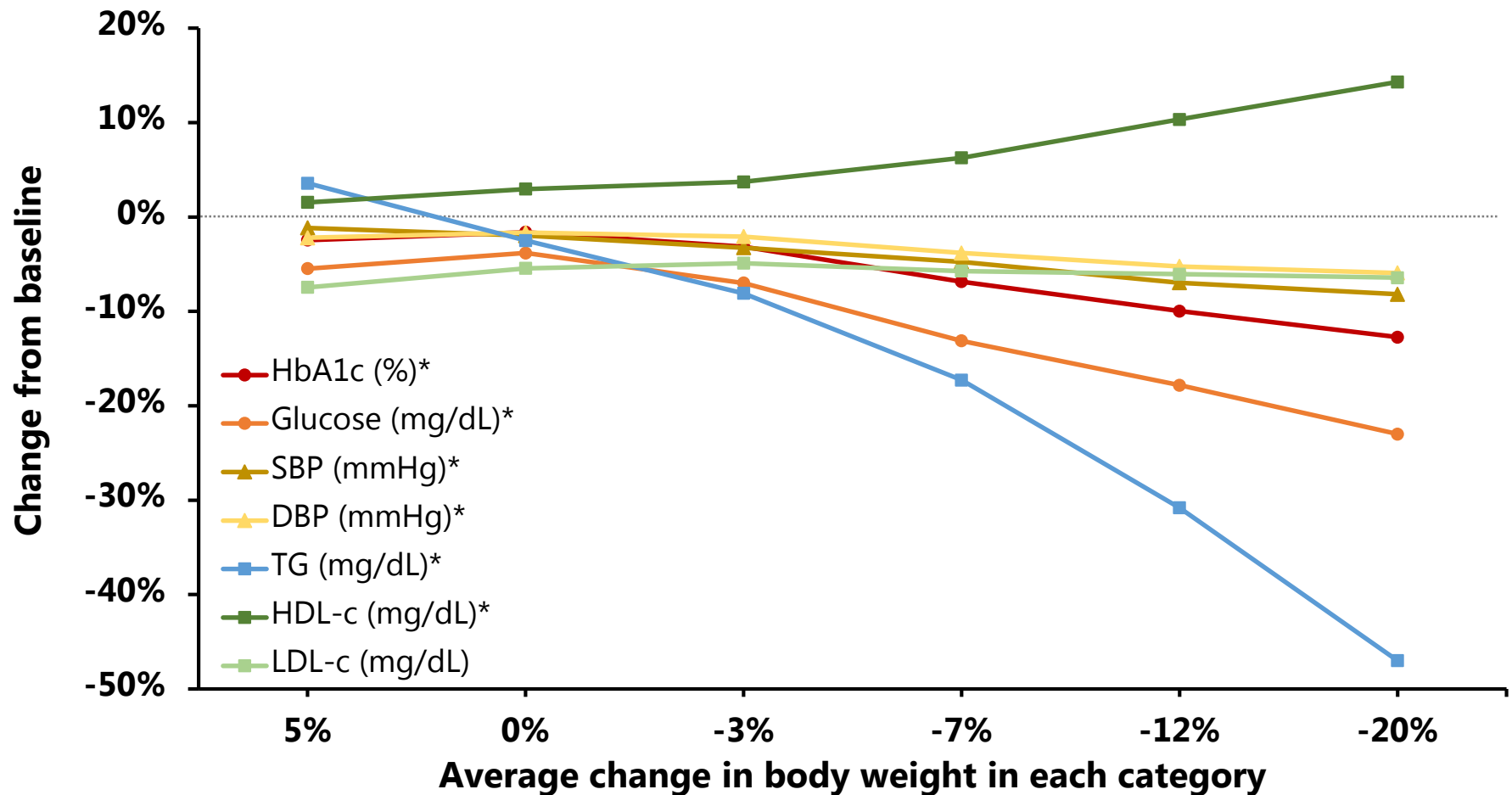
¹Hamman (2006) Diabetes Care 29:2102 - US Diabetes Prevention Program

²Lean (2019) Lancet Diabetes Endocrinol 7:344 - UK DiRECT

Προοδευτική απώλεια βάρους και γλυκαιμικός έλεγχος (HbA1c) σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2

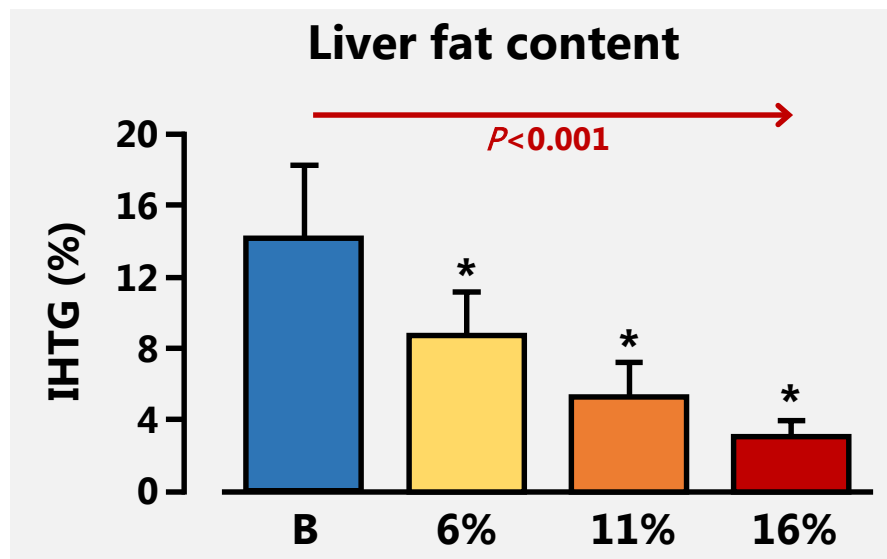
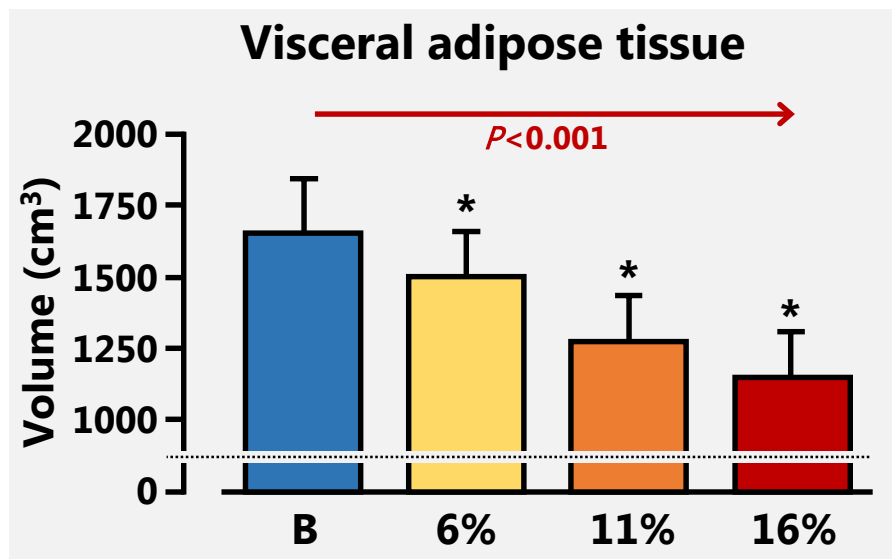
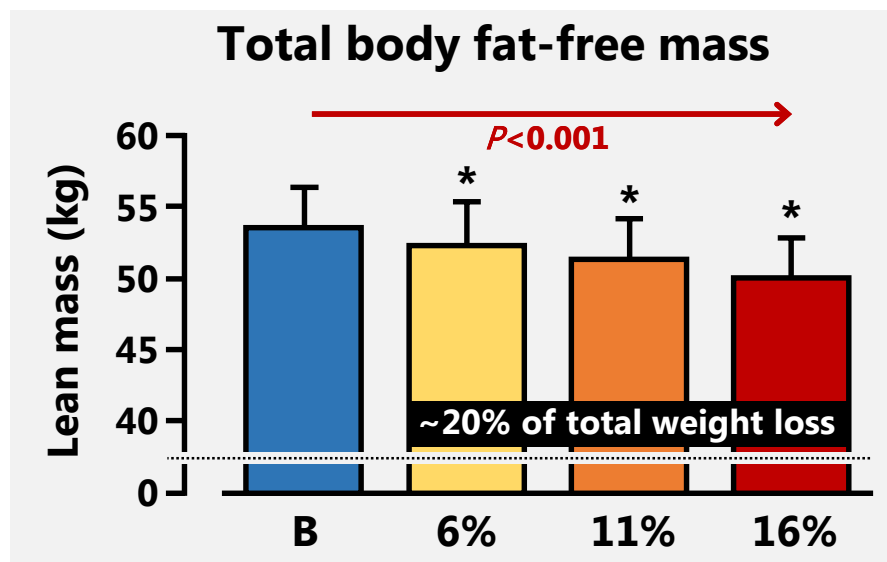
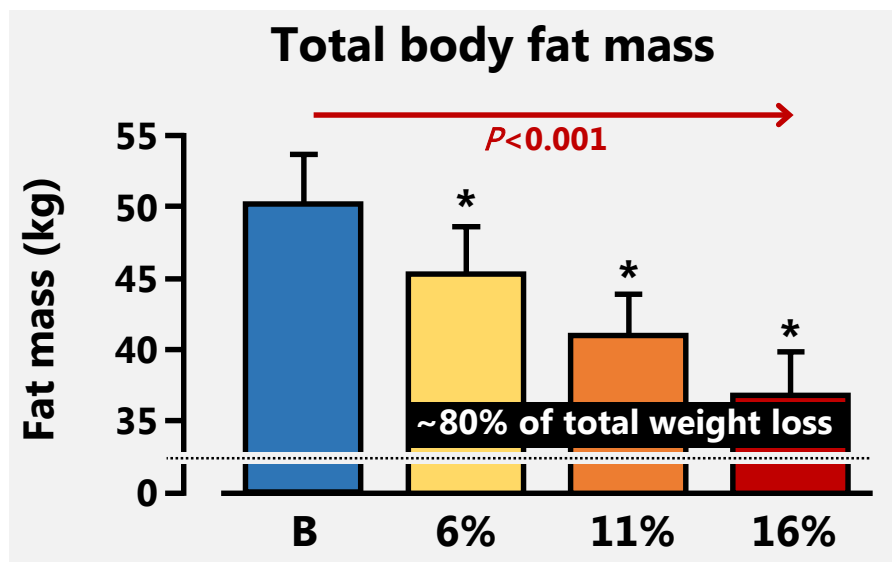


Προοδευτική απώλεια βάρους και καρδιομεταβολικοί βιοδείκτες σε ασθενείς με διαβήτη τύπου 2



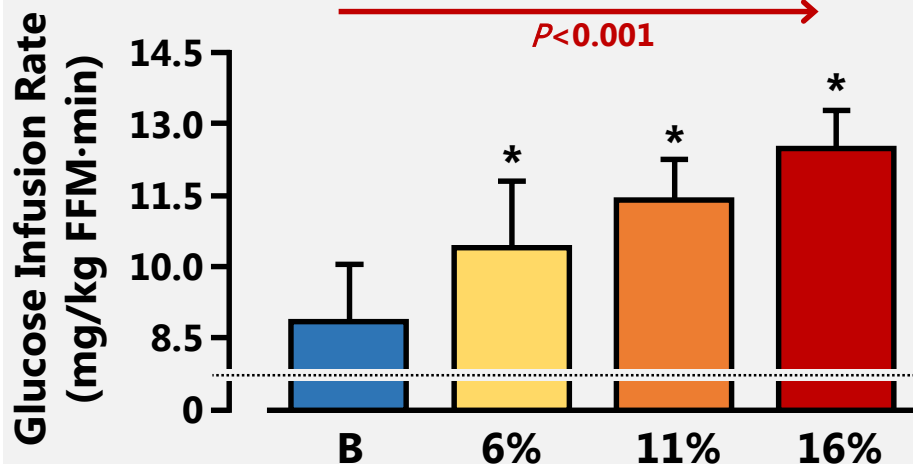
5145 men and women with type 2 diabetes were randomized 1:1 to lifestyle or control interventions for 1 yr. They were then classified into 6 categories of weight change (gain >2%; gain 2% to loss 2%; loss 2-5%; loss 5-10%; loss 10-15%; and loss >15%). Values shown are least square mean percent changes from baseline, adjusted for age, sex, race, randomization group, baseline weight, and baseline level of each risk factor.

Προοδευτική απώλεια βάρους (6→11→16%) και σύσταση σώματος σε άτομα με παχυσαρκία χωρίς διαβήτη

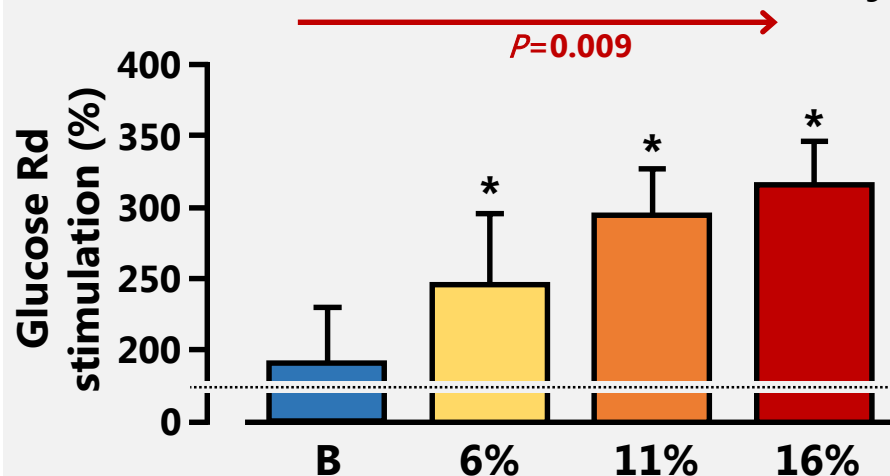


Προοδευτική απώλεια βάρους (6→11→16%), ινσουλινο-ευαισθησία και ρυθμός έκκρισης ινσουλίνης

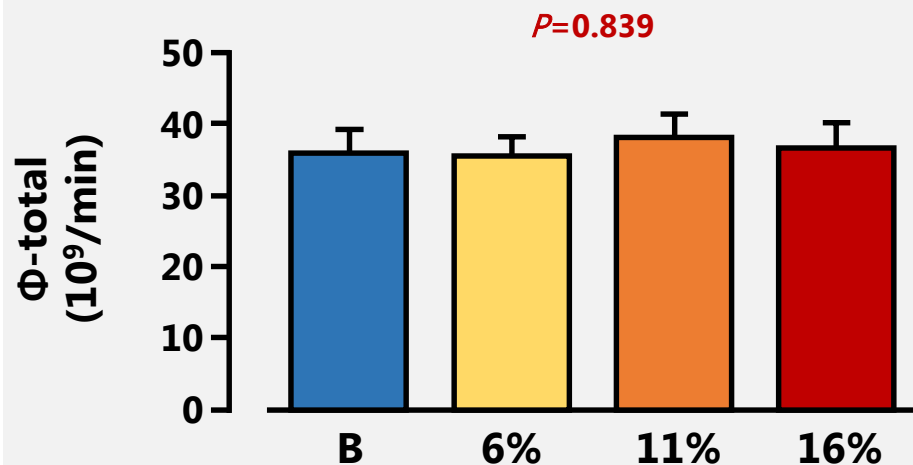
Whole-body insulin sensitivity



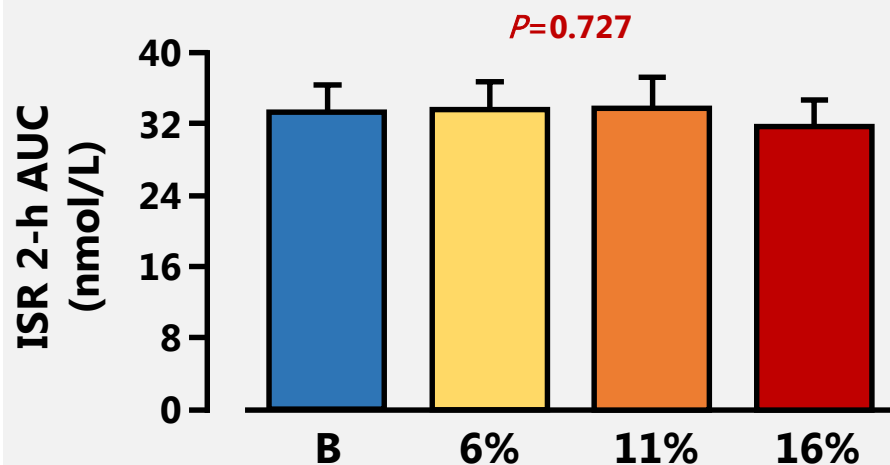
Skeletal muscle insulin sensitivity



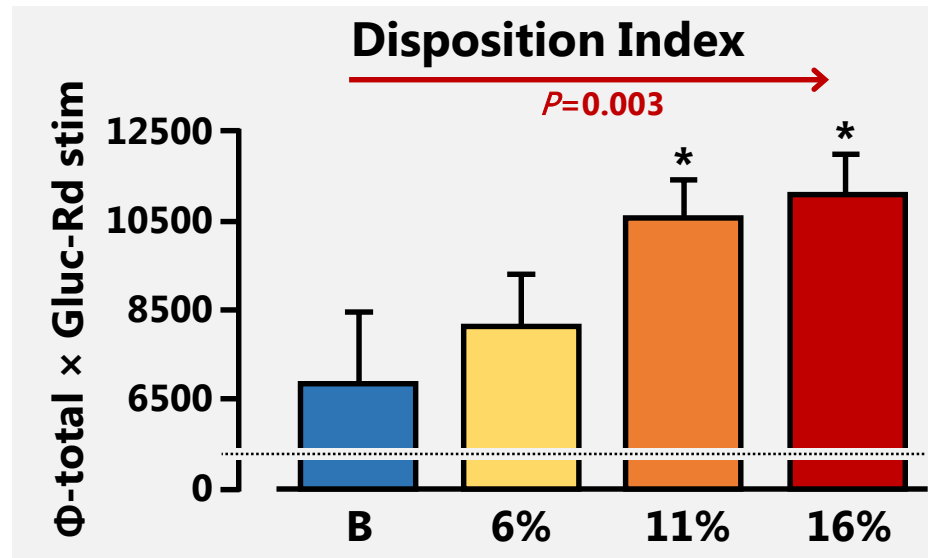
Total β -cell responsivity



Total insulin secretion

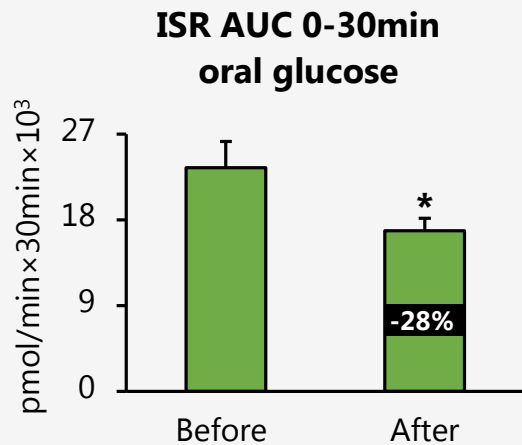
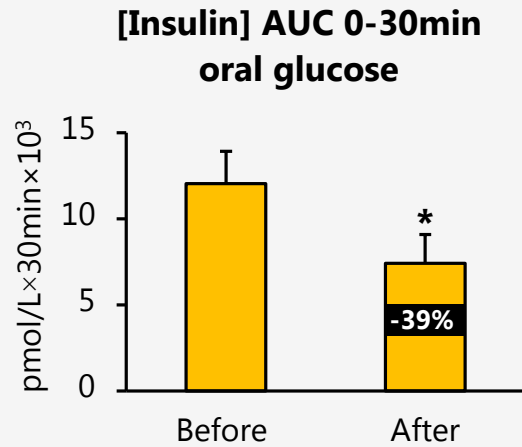


Προοδευτική απώλεια βάρους (6→11→16%) και λειτουργία των β-κυττάρων του παγκρέατος

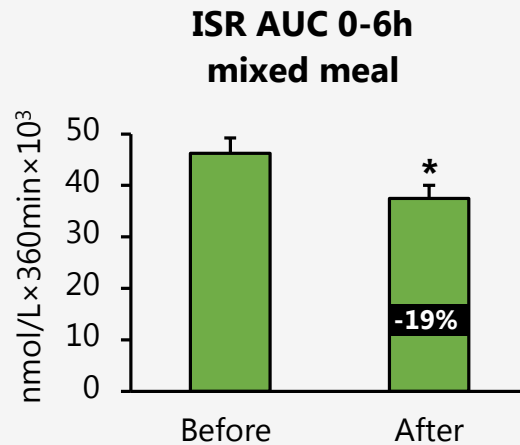
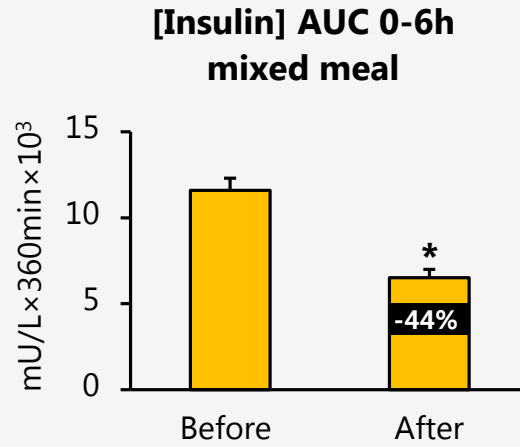


Insulin sensitivity $\uparrow$ $\times$ insulin secretion $\leftrightarrow$

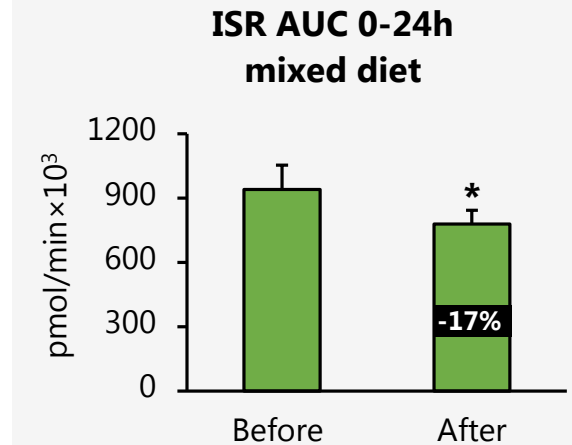
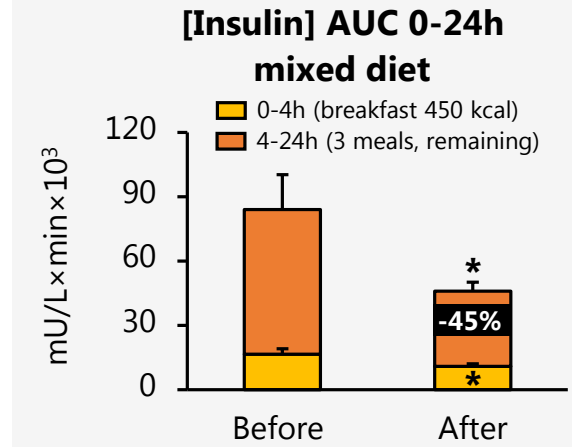
Η έκκριση ινσουλίνης μειώνεται μετά από μαζική απώλεια βάρους (18-20%)



6 obese nondiabetic subjects (6F), diet-WL 19±2%, no ↑ IS, oral glucose (50 or 75 g)^a



10 obese nondiabetic subjects (9F), LAGB-WL 19.3±1.9%, ↑ IS mixed meal (305 kcal)^b



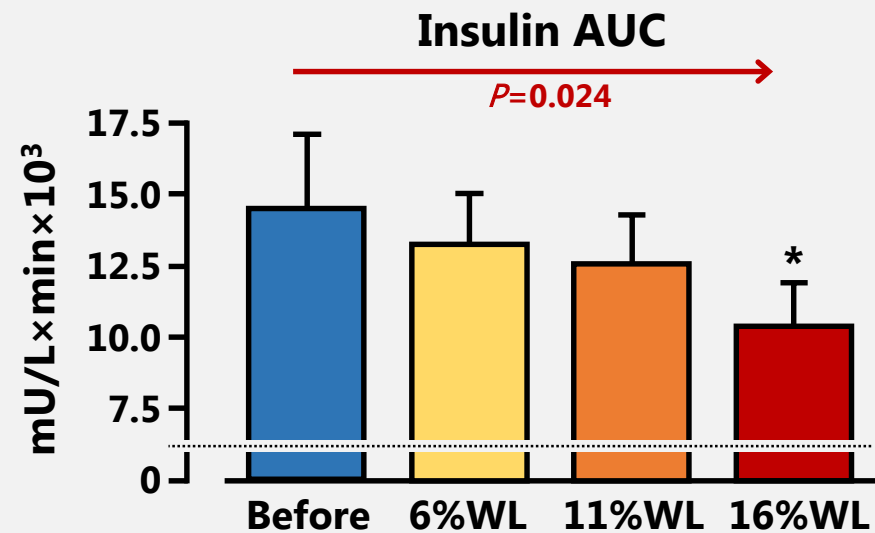
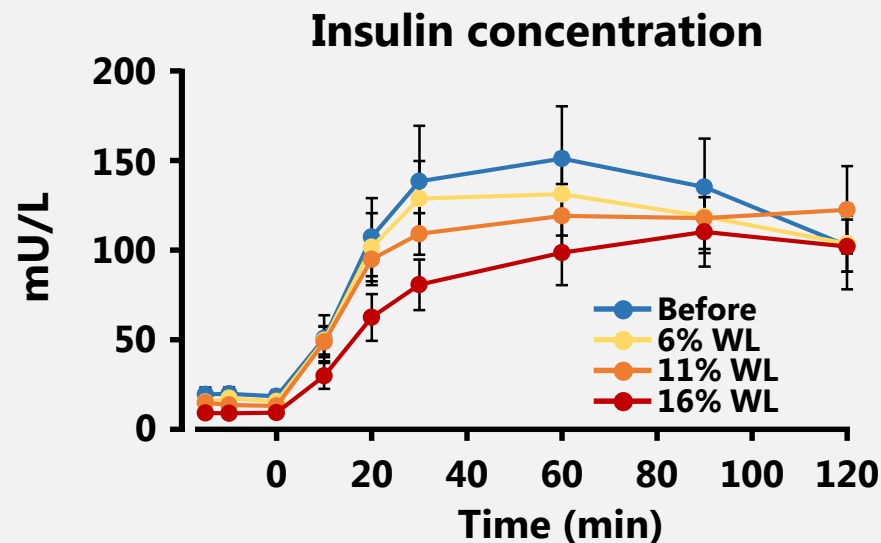
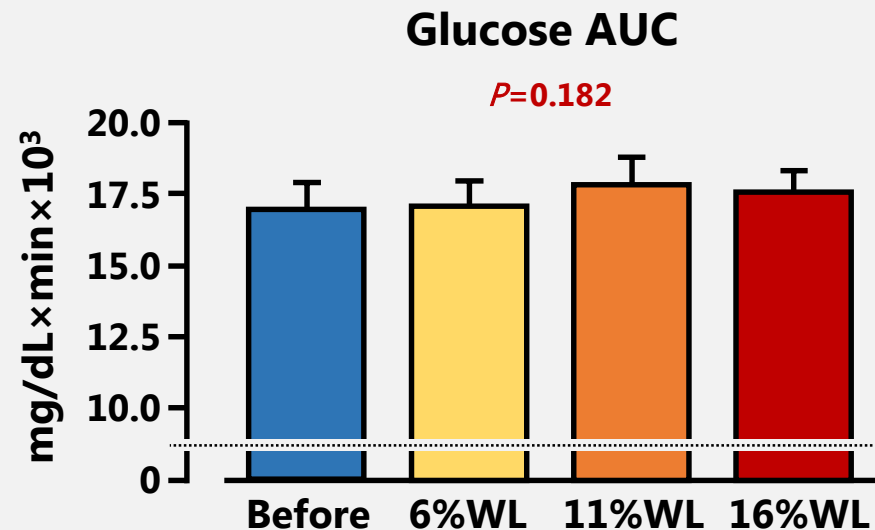
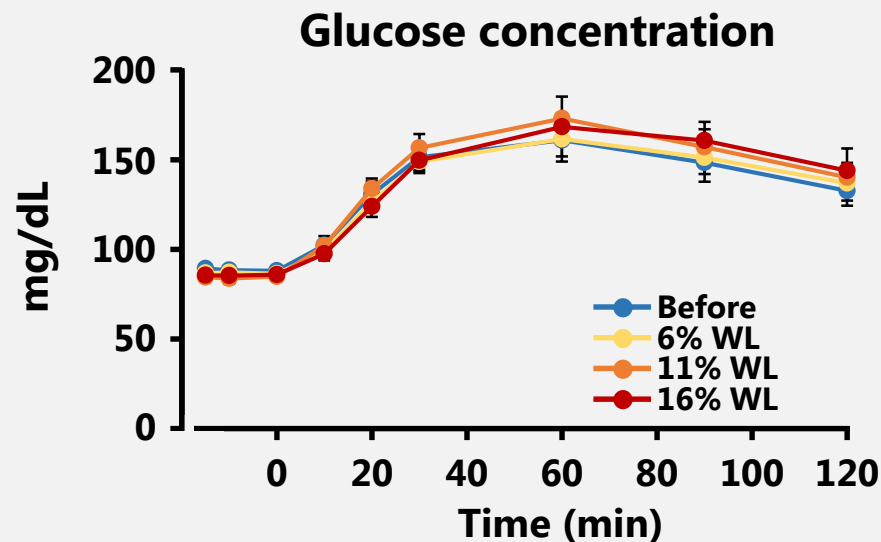
11 obese diabetic subjects (7F), diet-WL 17.8±1.2%, ↑ IS, mixed 24h diet (2520 vs 2091 kcal)^c

^avan Vliet (2020) Diabetes 69:2112; ^bBradley (2012) J Clin Invest 122:4667;

^cYoshino (2020) N Engl J Med 383:721;

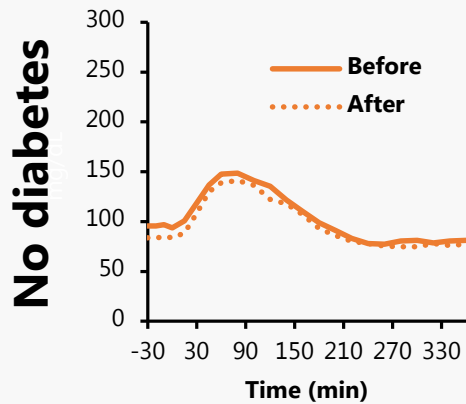
Values are means±SEM; **P*<0.05 vs before

Προοδευτική απώλεια βάρους (6→11→16%), γλυκόζη και ινσουλίνη μετά από OGTT σε μη διαβητικά άτομα

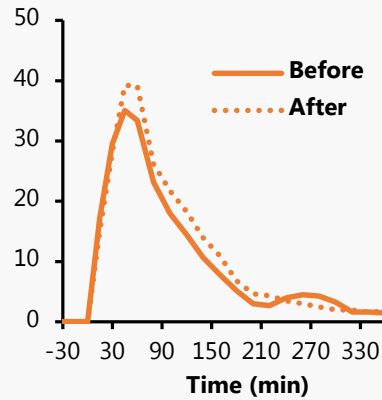


Μαζική απώλεια βάρους και μηχανισμοί ρύθμισης της γλυκόζης σε άτομα με και χωρίς διαβήτη τύπου 2

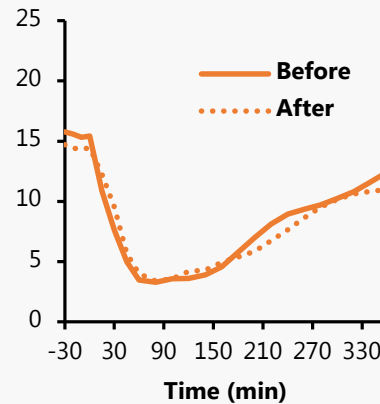
Plasma glucose concentration (mg/dL)



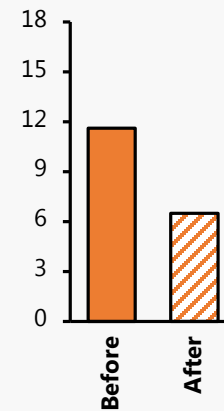
Ingested glucose appearance rate ($\mu\text{mol/kgFFM}\cdot\text{min}$)



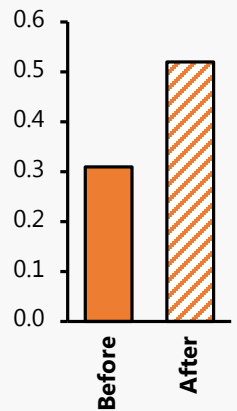
Endogenous glucose appearance rate ($\mu\text{mol/kgFFM}\cdot\text{min}$)



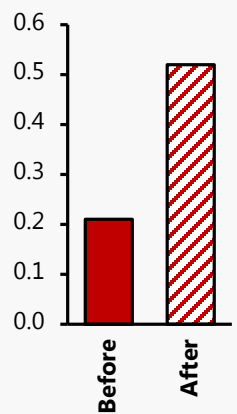
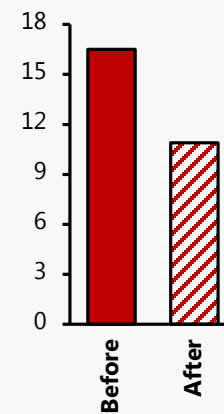
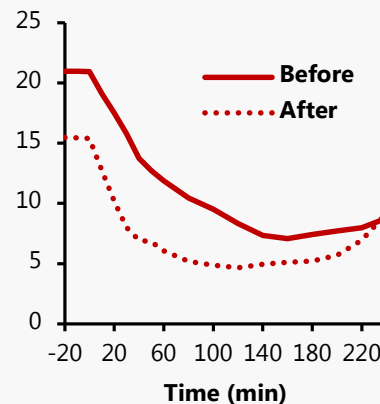
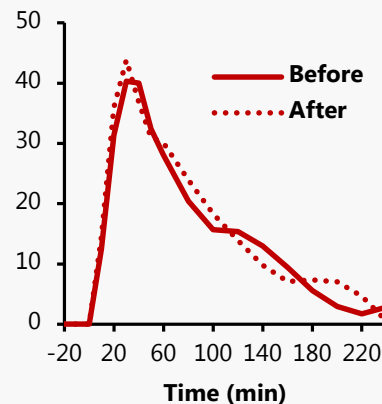
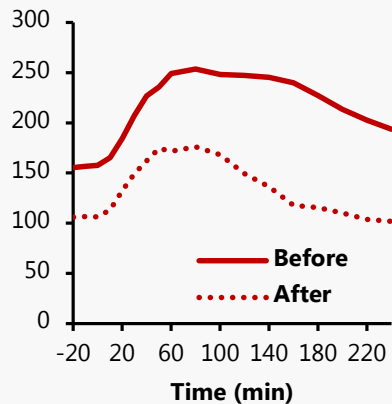
Insulin response meal AUC ($\text{mU/L}\cdot\text{min}\cdot 10^3$)



Insulin action GIR/I ($\mu\text{mol/kgFFM}\cdot\text{min}\div\text{mU/L}$)



Type 2 diabetes

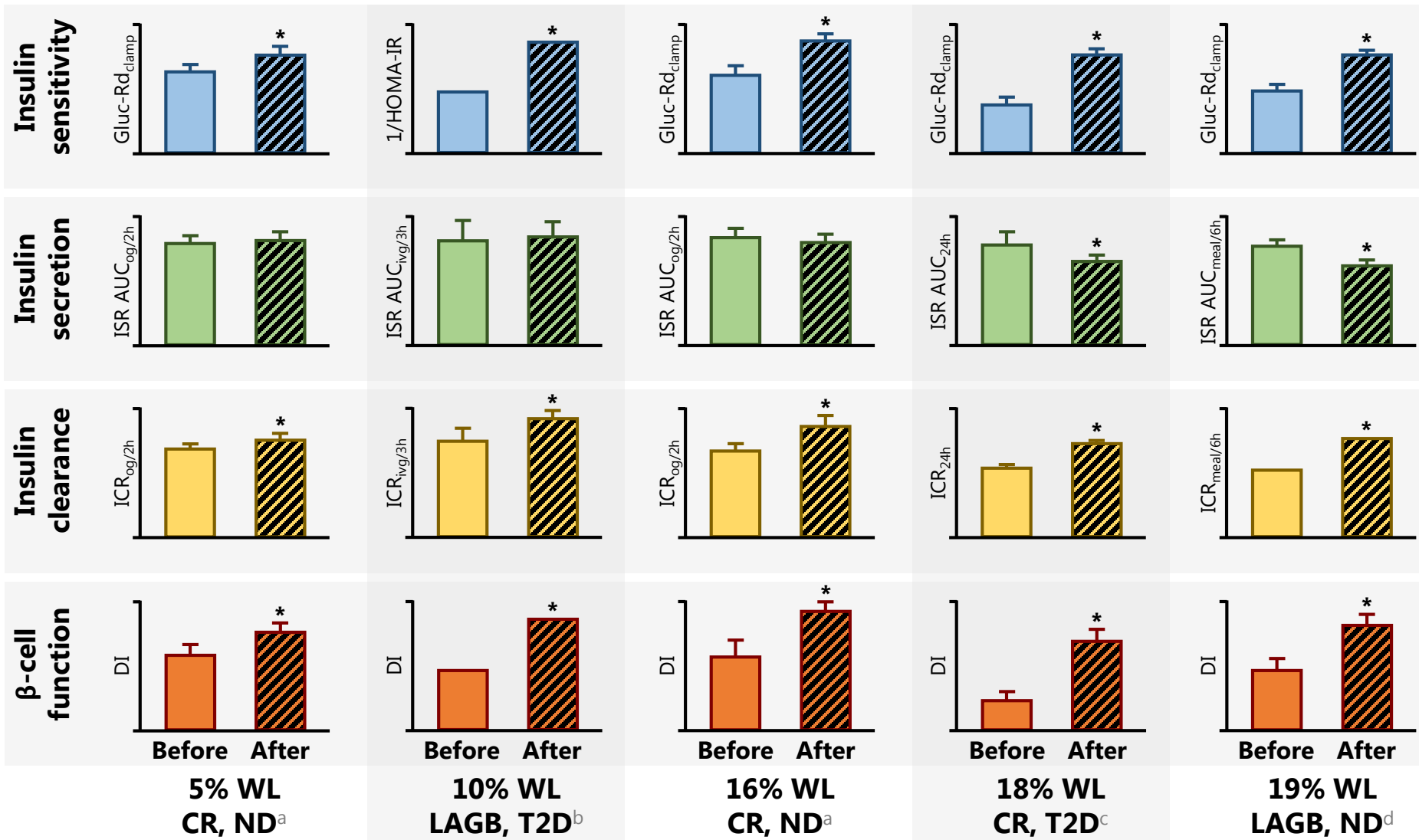


Data from: Bradley (2012) J Clin Invest 122:4667 (ND) & Yoshino (2020) N Engl J Med 383:721 (T2D)

Magkos (2023) Physiol Rev 103:7

Values are means

Επιδράσεις της προοδευτικής απώλειας βάρους στους ρυθμούς έκκρισης, κάθαρσης και δράσης της ινσουλίνης



^aMagkos (2016) Cell Metab 23:591; ^bShah (2019) Diabetes Care 42:311;

^cYoshino (2020) N Engl J Med 383:721; ^dBradley (2012) J Clin Invest 122:4667

Means(±SEM); * $P < 0.05$ vs before

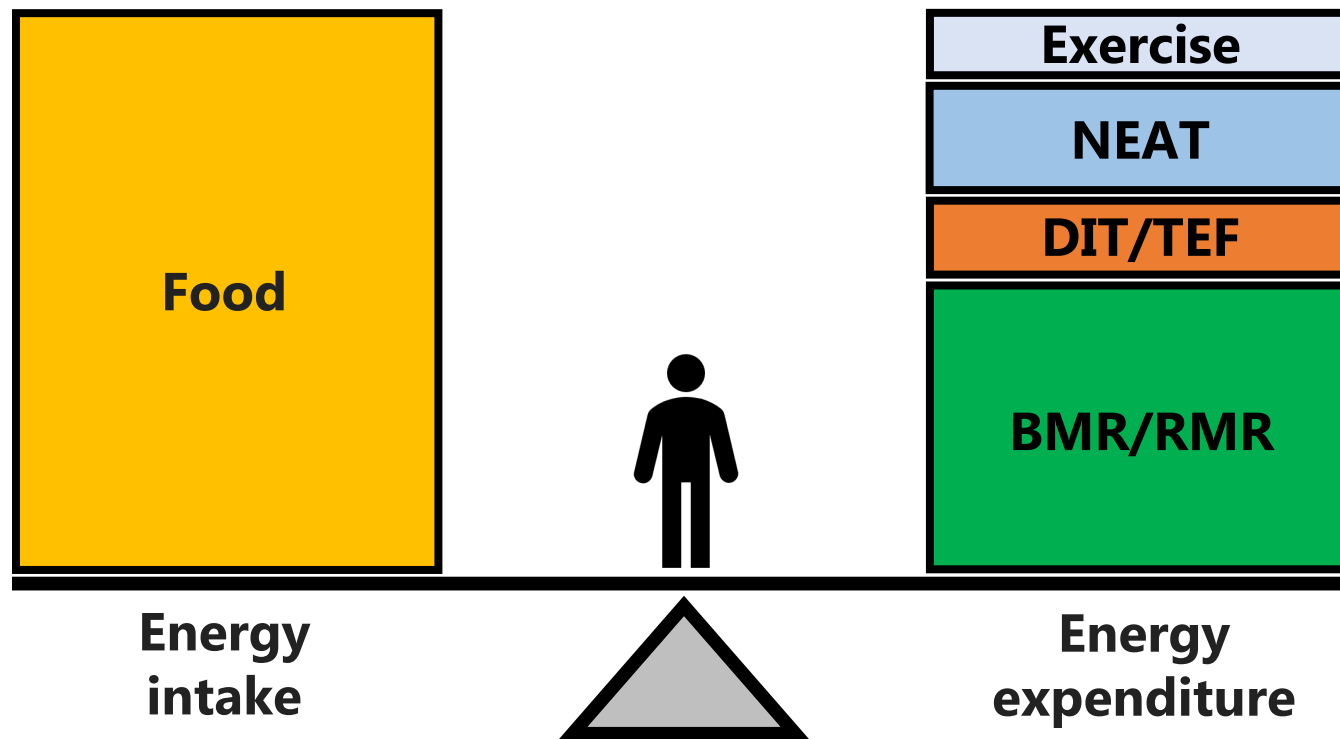
Περίληψη: επιδράσεις της απώλειας βάρους μέσω δίαιτας στην ομοιόσταση της γλυκόζης

Παρουσία και απουσία διαβήτη τύπου 2:

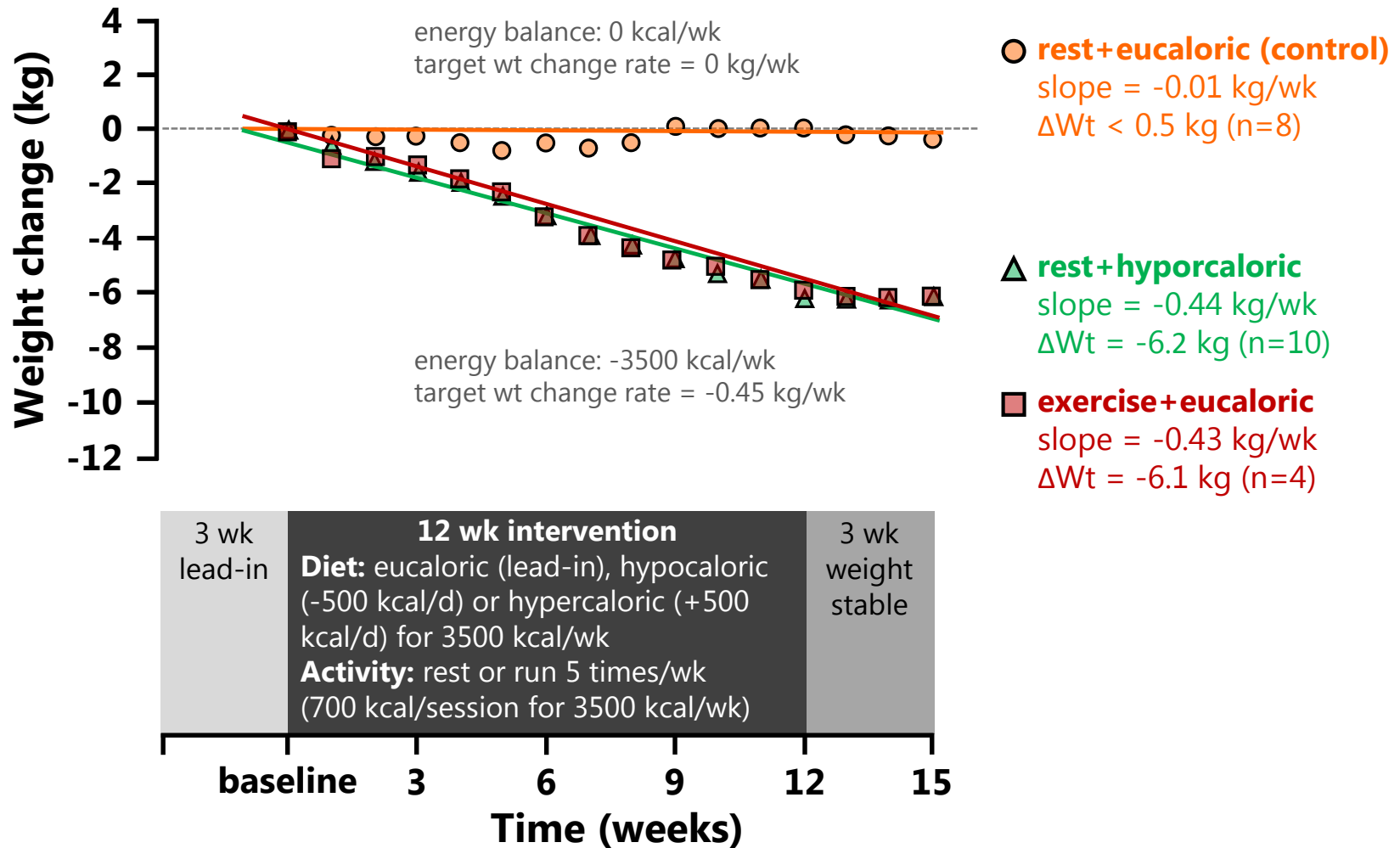
- **Η απώλεια βάρους μέσω δίαιτας βελτιώνει την ομοιόσταση της γλυκόζης επειδή αυξάνει την ευαισθησία στην ινσουλίνη.**
- **Η λειτουργία των β-κυττάρων βελτιώνεται γιατί χρειάζεται λιγότερη ινσουλίνη για διατήρηση παρόμοιων επιπέδων γλυκόζης στη νηστεία και μεταγευματικά.**
- **Ο ρυθμός έκκρισης ινσουλίνης δεν αλλάζει με συνήθη απώλεια βάρους (μέχρι ~15%) αλλά μειώνεται μετά από μαζική απώλεια βάρους (~20%).**
- **Ο ρυθμός κάθαρσης ινσουλίνης αυξάνει με την απώλεια βάρους.**

Η απώλεια βάρους μειώνει τα επίπεδα γλυκόζης στη νηστεία και μεταγευματικά μόνο σε άτομα με διαβήτη τύπου 2.

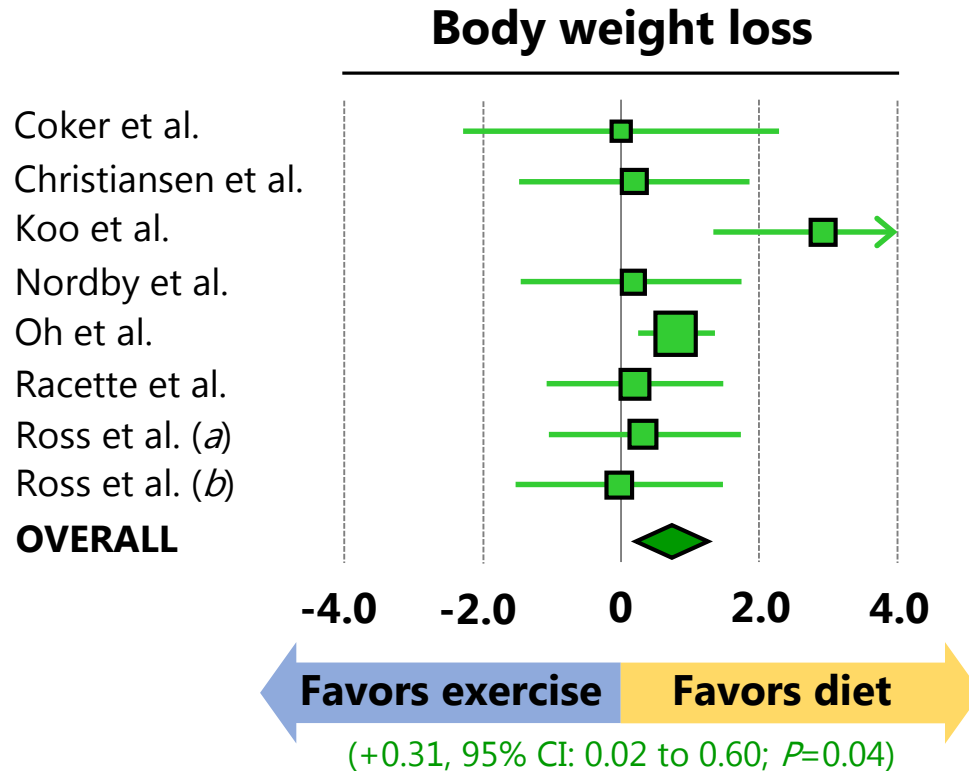
Με ποιόν τρόπο μπορούμε να συγκρίνουμε την άσκηση με τη δίαιτα—αποφεύγοντας ανόμοιες συγκρίσεις;



Μπορεί η άσκηση να μειώσει το σωματικό βάρος; Βέβαια! Και με την ίδια αποτελεσματικότητα όπως η δίαιτα

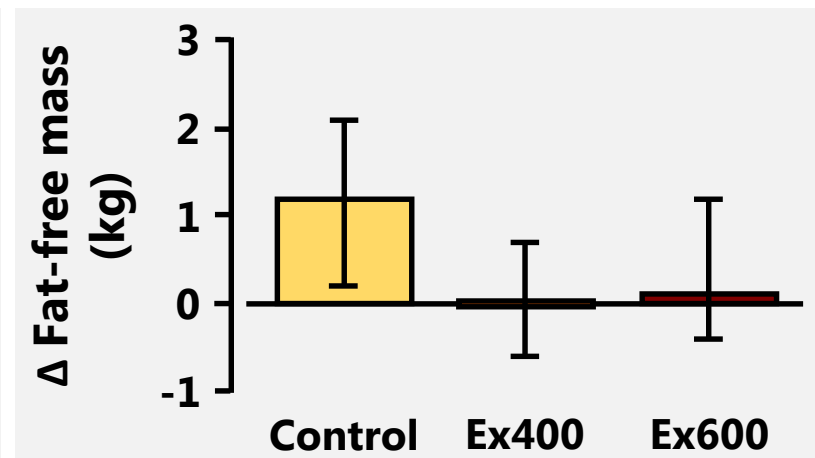
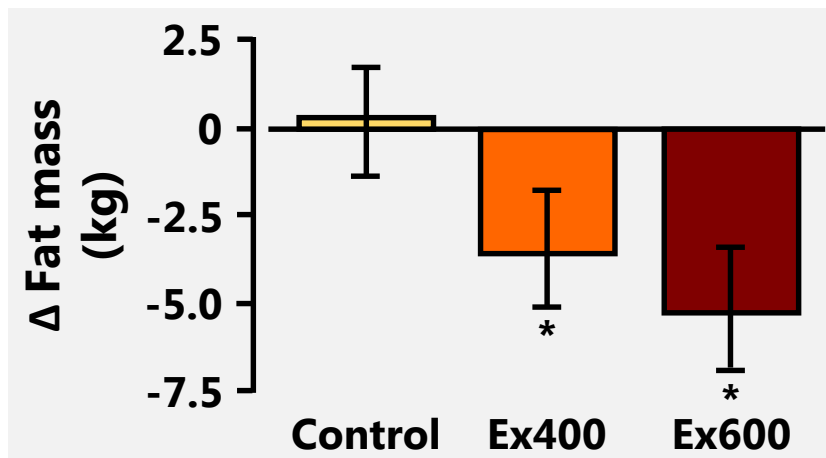
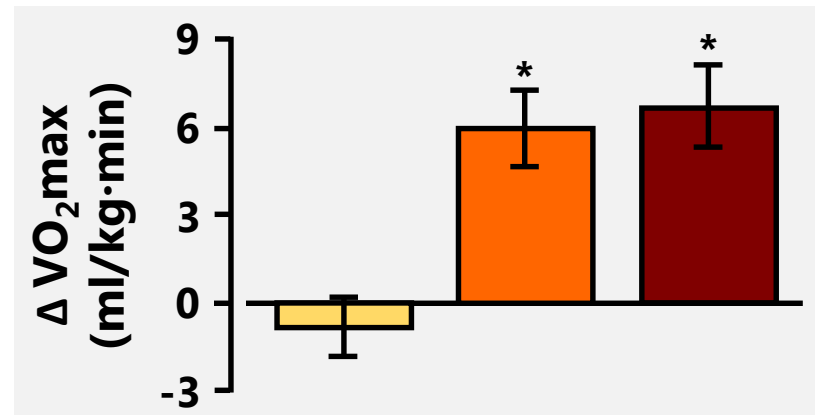
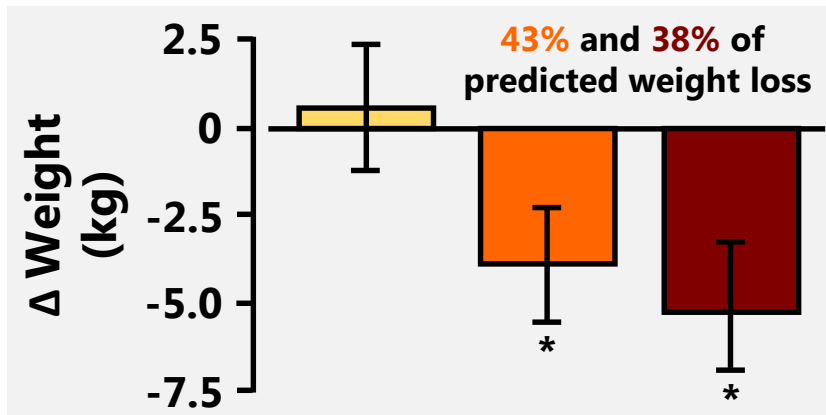


Αλλά στην πράξη («συνταγή» τροποποίησης του τρόπου ζωής), η άσκηση είναι λιγότερο αποτελεσματική



Meta-analysis of 8 randomized clinical trials that directly compared hypocaloric diet (reduction in daily energy of at least 10% of habitual intake for ≥ 1 mo) with endurance exercise training (aerobic exercise at low to vigorous intensity for ≥ 20 min/session, ≥ 2 times/wk, for ≥ 1 mo), including 400 overweight men and women ($\text{BMI} > 25 \text{ kg/m}^2$; exercise $n=200$, diet $n=200$). The effect size (SMD) and 95% confidence interval for individual studies and the pooled estimate (assessed with the use of random effects model) are shown.

Η άσκηση, ακόμα και υπό εποπτεία (άριστη συμμόρφωση), προκαλεί λιγότερη απώλεια βάρους από την αναμενόμενη



141 overweight and obese subjects (BMI ~31 kg/m², age ~23 y) were randomized (2:2:1 ratio) to exercise training at either 400 kcal/session (completers: 37/53) or 600 kcal/session (completers: 37/62) or to a sedentary group (completers: 18/26). Exercise was supervised, 5 days/week, for 10 months, and subjects were instructed to maintain usual ad libitum diets. Adherence was ~92% for both training protocols and both sexes. Body composition was assessed by dual energy X-ray absorptiometry.

Γιατί; Λόγω μιας ποικιλίας αντισταθμιστικών απαντήσεων στην προπόνηση

Metabolic

Resting energy expenditure
Energy expenditure of exercise
Energy expenditure of other physical activities

Automatic
(obligatory)

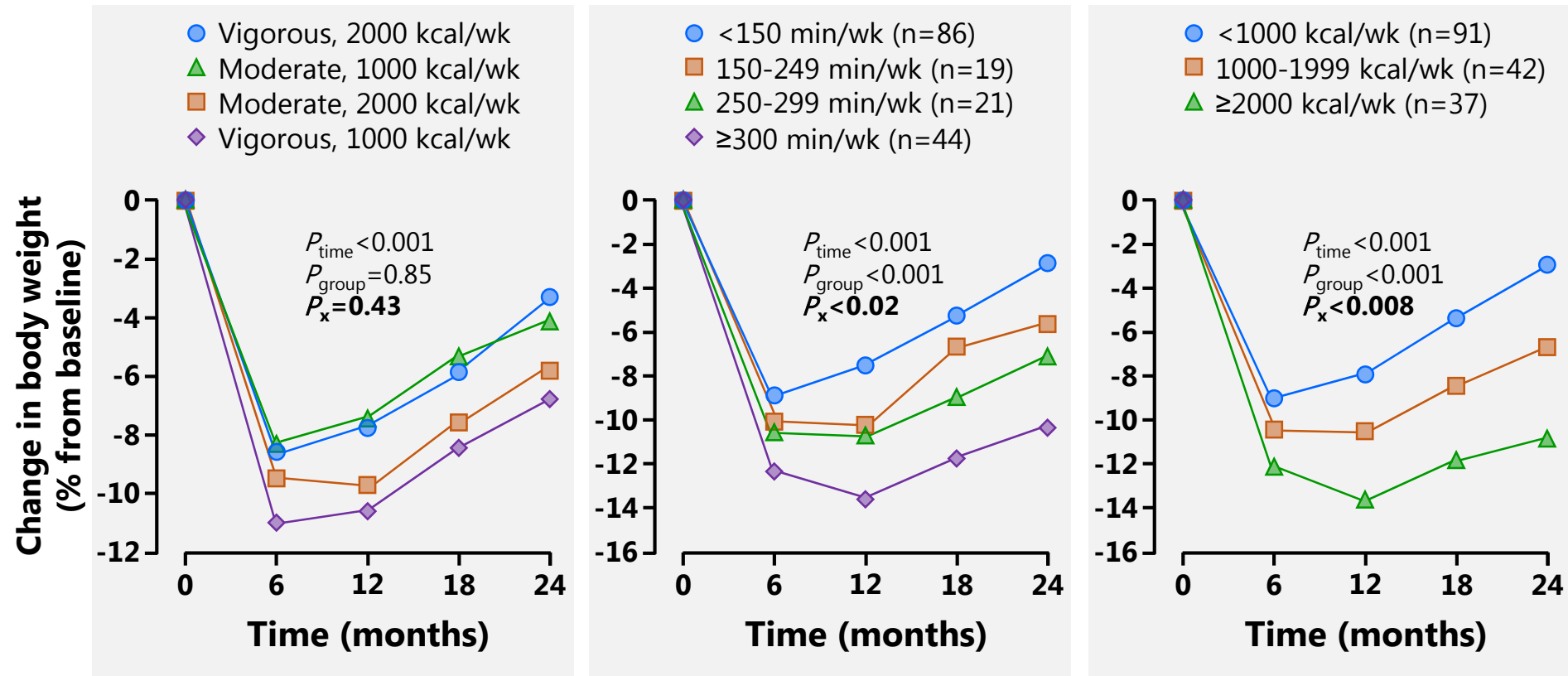
Behavioral

Spontaneous activity
(e.g. fatigue)

Volitional
(optional, but can be deliberate or passive)

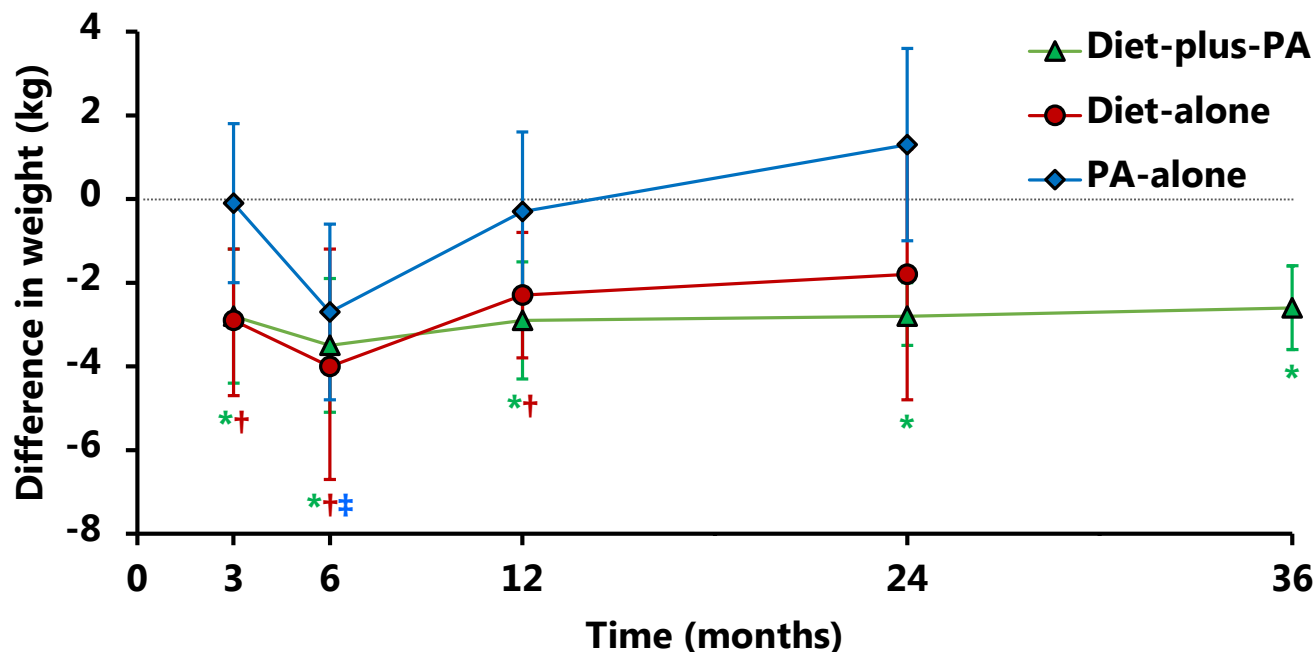
Energy intake
Compliance
(energy expenditure of exercise)
Other physical activities

Η άσκηση ενδεχομένως να βοηθά στη διατήρηση του χαμένου βάρους, αλλά χρειάζεται πολλή άσκηση



191 overweight/obese women (age 21-45 yrs, BMI 27-40 kg/m²) were randomly assigned (2×2) to groups based on physical activity energy expenditure (1000 vs 2000 kcal/wk; duration) and intensity (moderate vs vigorous). All were also instructed to reduce intake to 1200-1500 kcal/d. 170 participants (89%) completed follow-up at 24 months. Mean percent weight loss is shown by randomization group (*left panel*) and by varying levels of physical activity: minutes per week (*middle panel*) and kilocalories per week (*right panel*).

Αλλά και πάλι, ο ρόλος της δίαιτας φαίνεται να είναι πιο σημαντικός (ο συνδυασμός είναι καλύτερος)



Diet-plus-PA	8 (850)	15 (4,056)	15 (4,048)	6 (730)	1 (434)	number of studies (total participants)
Diet-alone	4 (450)	6 (486)	6 (1,107)	1 (66)		
PA-alone	2 (86)	5 (319)	2 (83)	1 (62)		

Systematic review of 44 RCTs in 240 ± 502 (mean $\pm$ SD) men and women (range: 26 to 3,234) aged 55.0 ± 6.8 yrs, with a BMI 33.1 ± 2.2 kg/m² (range: 30.1 to 38.8) with or without comorbidities (type 2 diabetes, hypertension, IGT, CVD). Interventions included diet-alone, physical activity (PA)-alone, or diet-plus-PA, and varied in "intensity" (based on diet and PA advice and frequency of contact). Most active interventions and follow-ups lasted 6 mo and 12 mo, respectively, and dropout rate at completion was $16 \pm 10\%$.

Το σκορ...

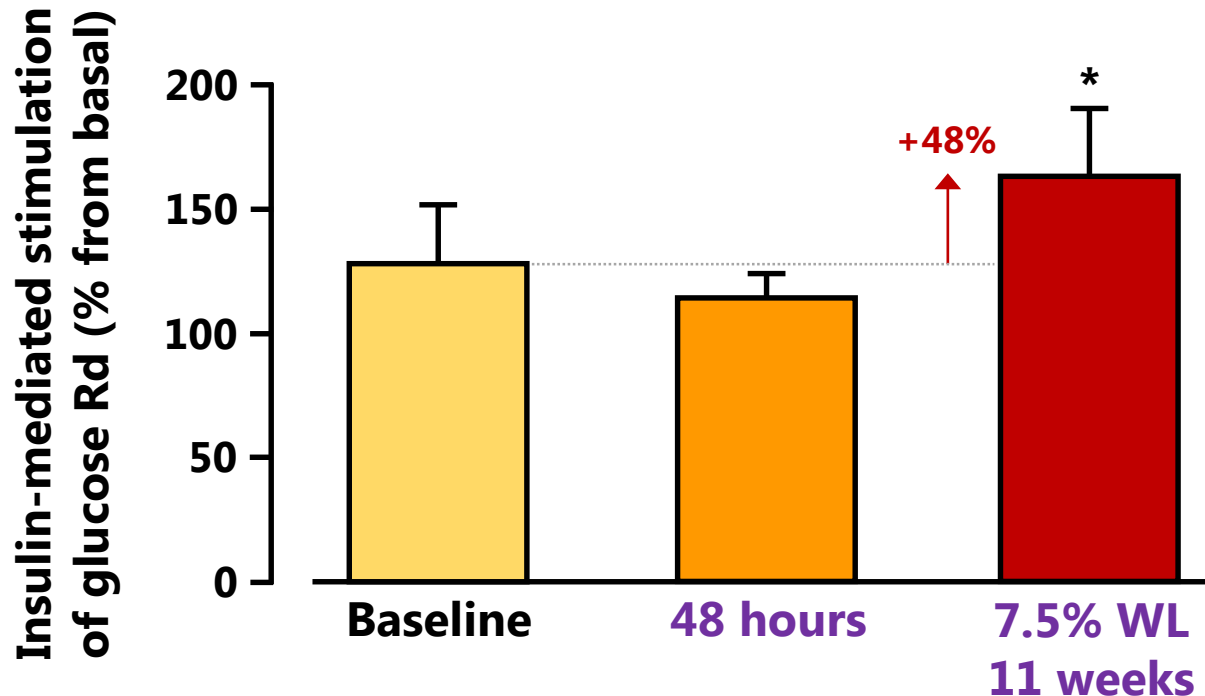
Απώλεια βάρους:

Άσκηση 0 – Δίαιτα 1

Τι γίνεται πριν αρχίσουμε να χάνουμε βάρους;

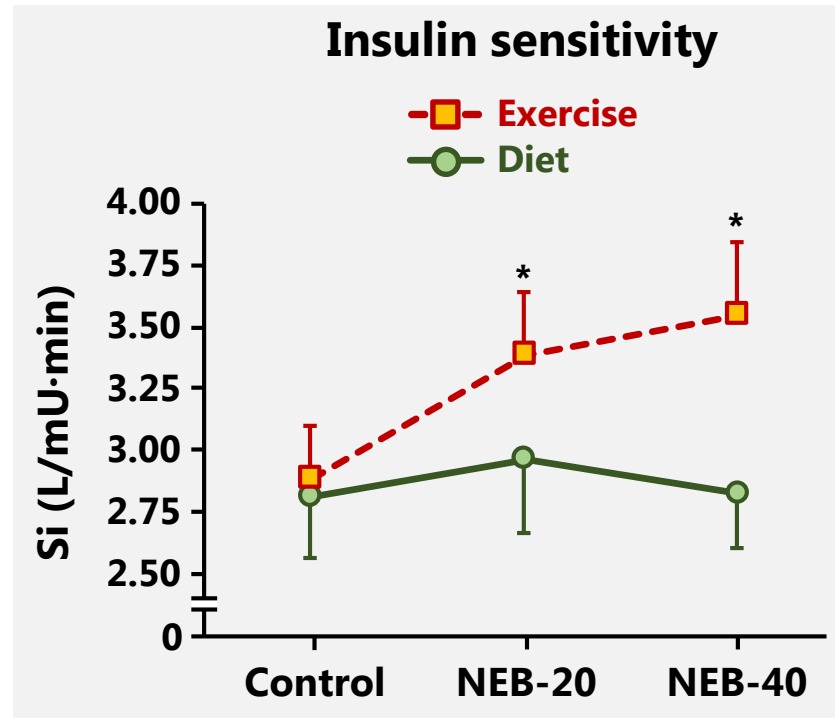
Η απώλεια βάρους είναι απαραίτητη για την αύξηση της ινσουλινο-ευαισθησίας λόγω θερμιδικού περιορισμού

Skeletal muscle insulin sensitivity



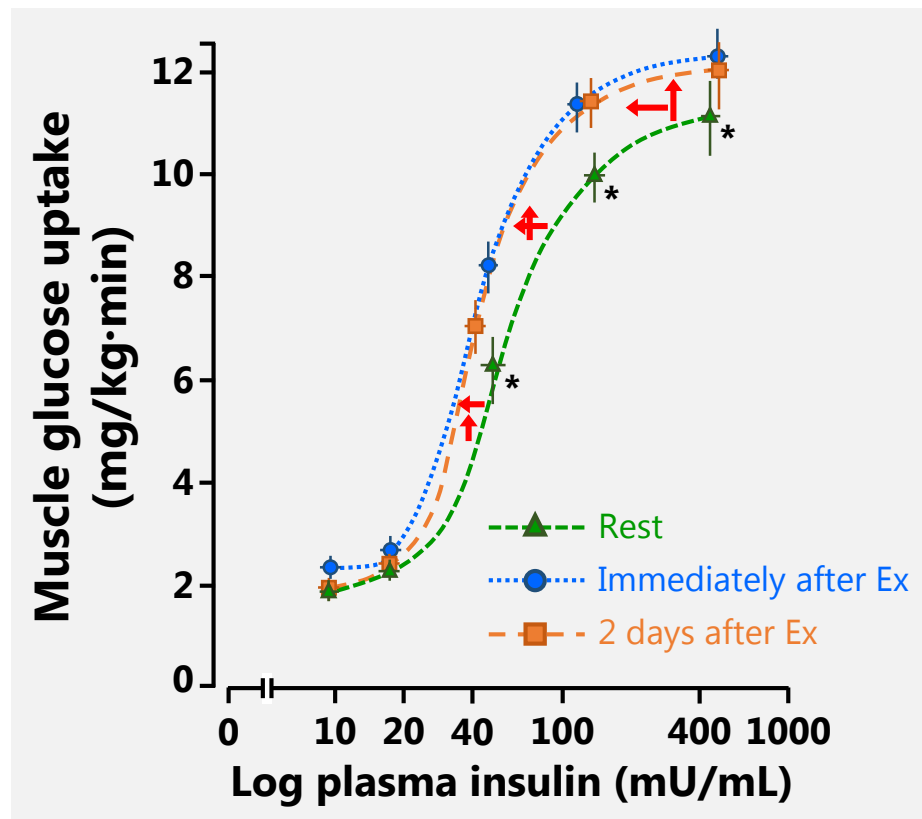
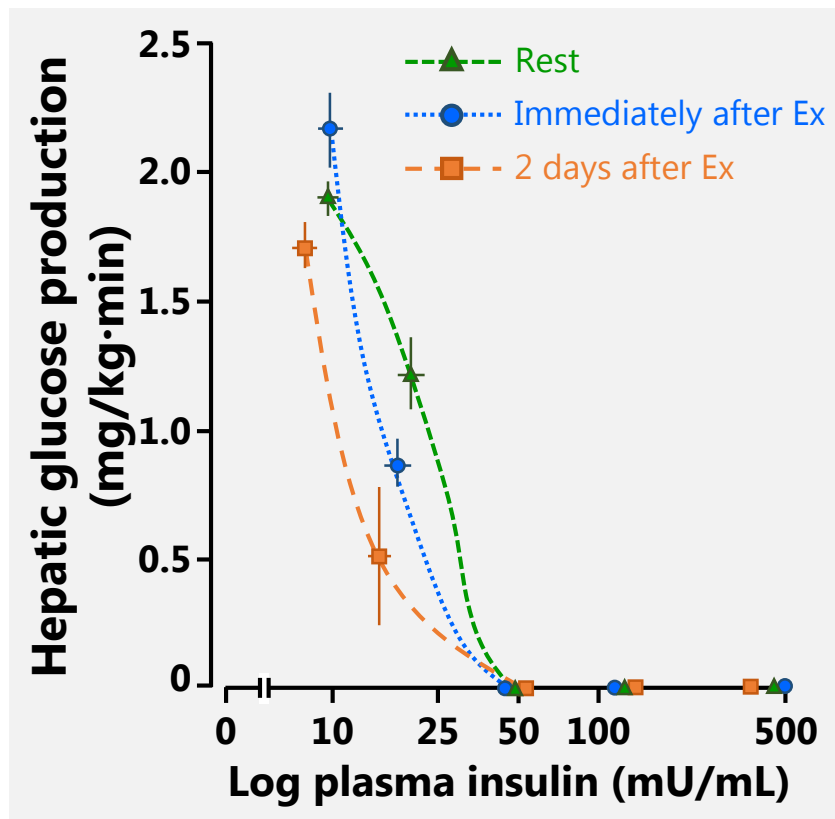
22 obese subjects (4M/18F, BMI ~37 kg/m², age ~44 yr) were studied before and after 48 hours (~2% weight loss) and ~11 weeks (~7.5% weight loss) of calorie restriction (energy deficit: 1000 kcal/day) while on a high-carbohydrate or low-carbohydrate diet (n=11 each; changes with both diets were similar, so groups are combined for presentation); insulin sensitivity assessed by a one-stage hyperinsulinemic-euglycemic clamp (40 mU/m²·min).

Όχι όμως για την αύξηση της ινσουλινο-ευαισθησίας λόγω (αερόβιας) άσκησης



32 subjects (22 women and 10 men, age: 21-59 yr, BMI: 18-30 kg/m²) participated in a parallel-group (diet or exercise) crossover study and performed three experimental trials in random order: a control trial of eucaloric feeding and rest (zero energy balance) and two negative energy balance trials (NEB) in which acute energy deficits (20% or 40% of weight maintenance needs) were induced by a single day of aerobic exercise (cycling for 36|70 min at ~75% of HR_{max}, n=13) or dietary calorie restriction (by 359|717 kcal/day, n=19). Energy deficits occurred at the same times of the day across trials. Insulin sensitivity (Si) and secretion (AIR) were measured the next morning by an IVGTT.

Μία συνεδρία αερόβιας άσκησης αυξάνει την ινσουλινο-ευαισθησία στο μυ*** αμέσως μετά και τουλάχιστον για 48h



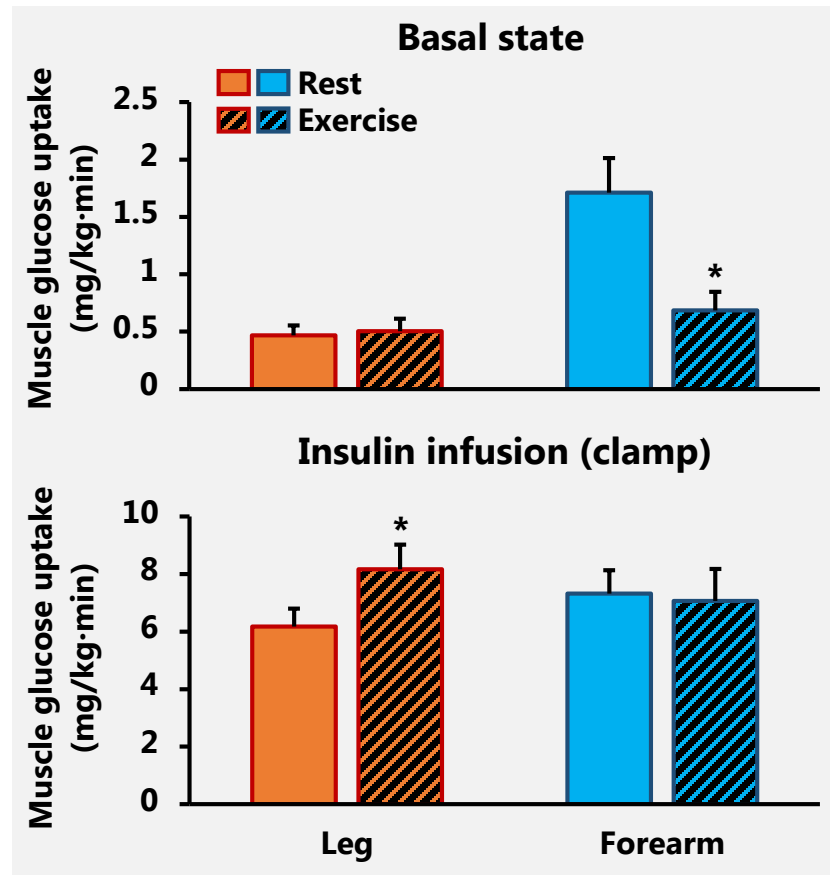
7 healthy untrained men (age: 25 ± 1 yrs, VO_2max : 44 ± 2 ml/kg·min) were studied at rest, and immediately after or 2 days after a single bout of exercise (1 hour of cycling at $64 \pm 1\%$ VO_2max). Pre-exercise diet was identical (at least 250 g/d carbohydrate). Insulin sensitivity was measured by a 5-stage hyperinsulinemic-euglycemic clamp (insulin infusion rates: 0, 0.2, 0.7, 2.0, 5.0 mU/kg·min) in conjunction with tracer infusion (^3H) to separately evaluate insulin action on hepatic glucose production and muscle glucose uptake.

Το σκορ...

Απώλεια βάρους:	Άσκηση	0	–	Δίαιτα	1
Ινσουλινο-ευαισθητοποίηση:	Άσκηση	1	–	Δίαιτα	0

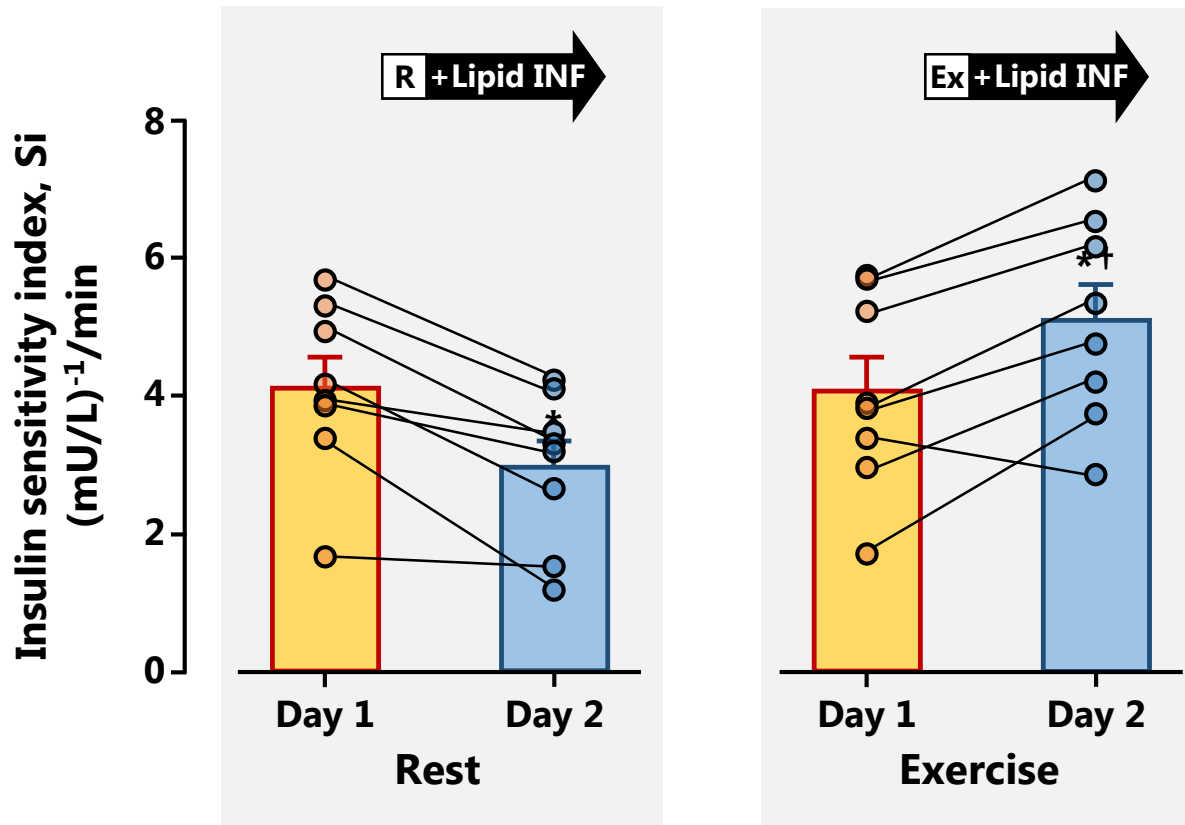
Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της ασκησιογενούς ινσουλινο-ευαισθητοποίησης;

Η ασκησιογενής ινσουλينو-ευαισθητοποίηση εντοπίζεται μόνο στους εμπλεκόμενους μύς



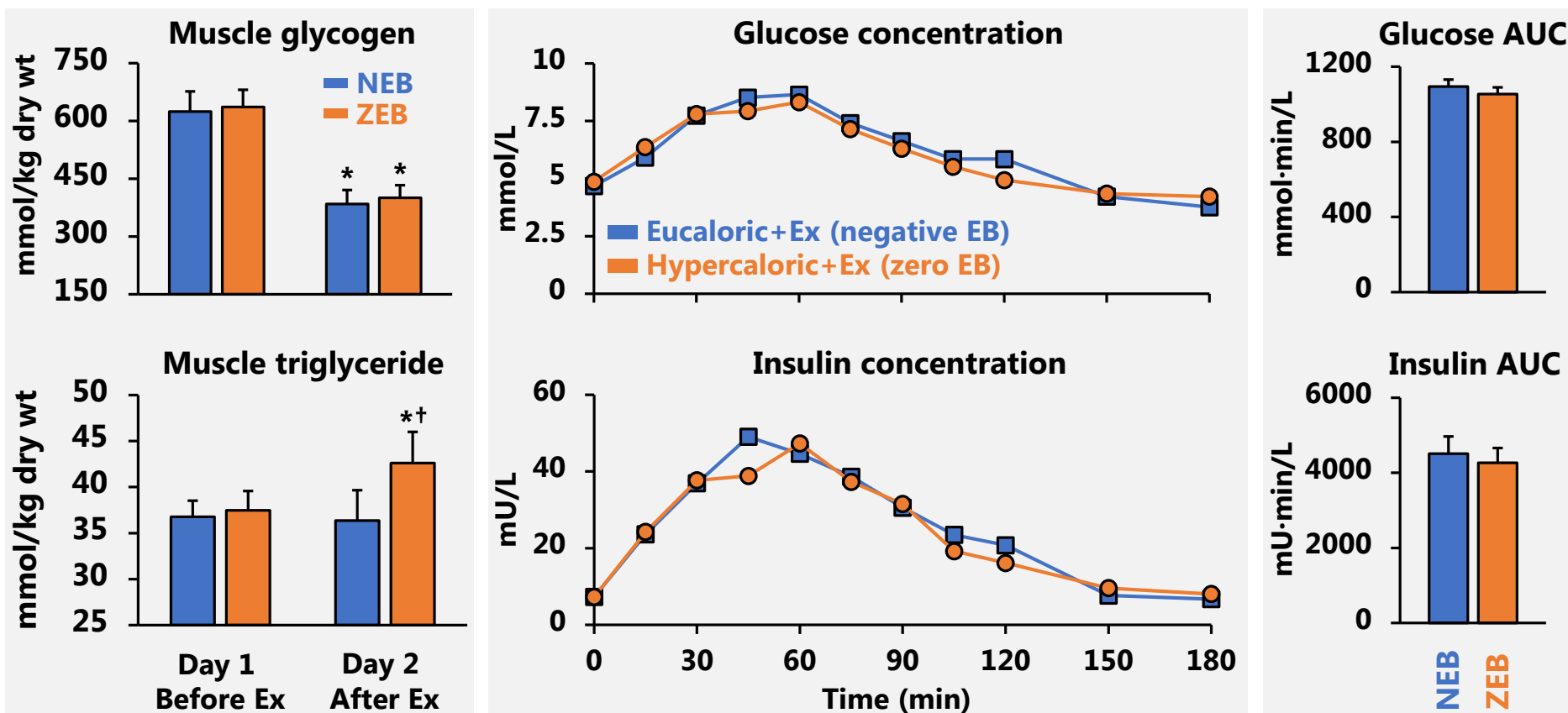
9 healthy men (age: 25 ± 2 yrs, BMI: 22 ± 2 kg/m², VO₂max: 45 ± 6 ml/kg·min) were studied at rest and one day after a single bout of exercise (3 hrs running/cycling at 50% VO₂max). Glucose uptake across the **leg (exercised muscle)** and the **forearm (non-exercised muscle)** was measured by using the A-V balance technique, and insulin-mediated whole-body glucose disposal was measured with the hyperinsulinemic-euglycemic clamp (and did not change with exercise; but steady-state insulin decreased by 8%).

Η ασκησιογενής ινσουλινο-ευαισθητοποίηση αντιστρέφει την ινσουλινο-αντίσταση προκαλούμενη από λιπίδια



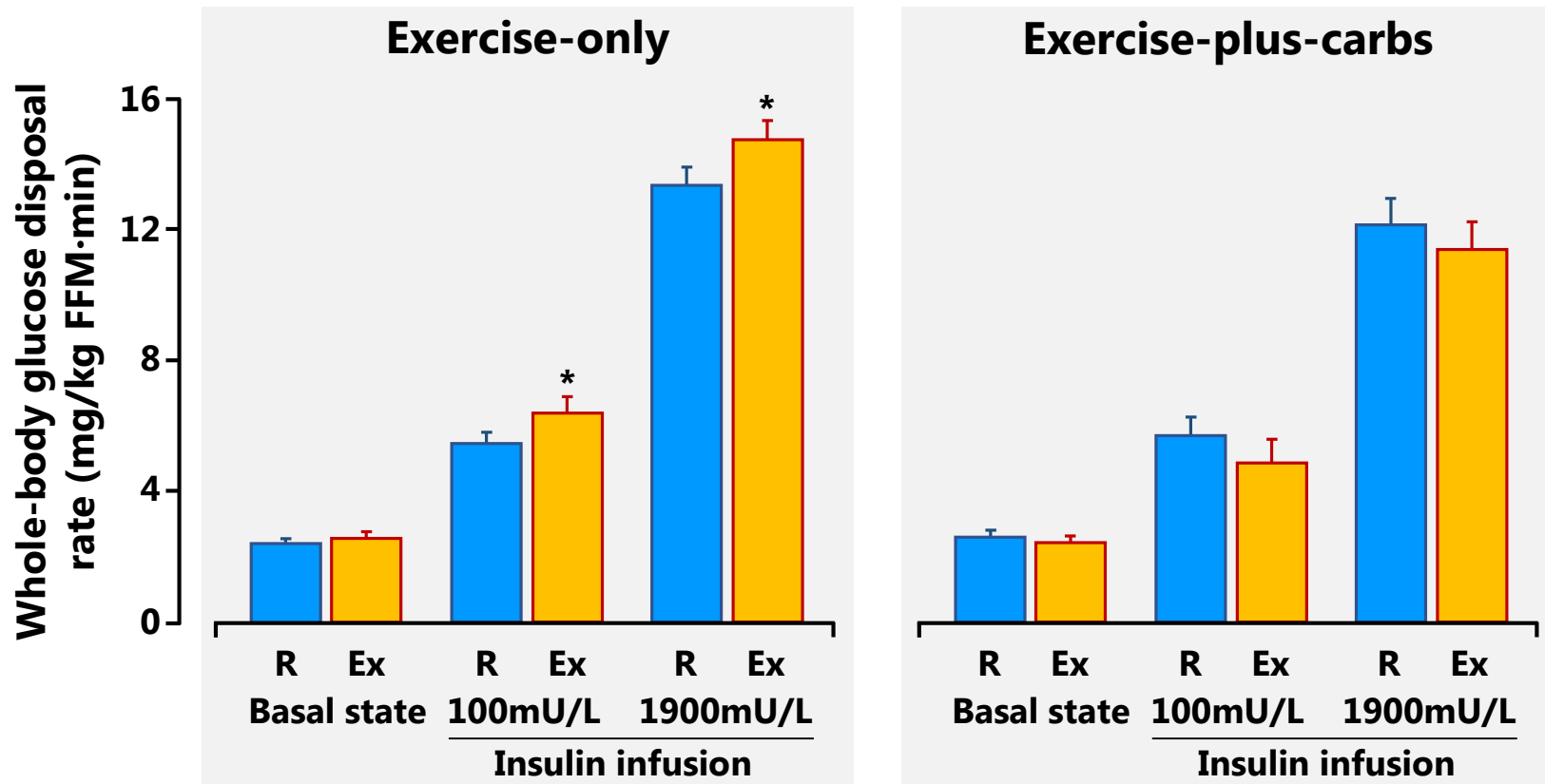
8 premenopausal women (26 ± 2 yrs old, BMI 22 ± 1 kg/m², VO₂peak 36.4 ± 2.1 ml/kg·min) underwent an IVGTT in the morning of day 1; they rested or exercised (90 min running + cycling at 65% VO₂peak) in the afternoon of day 1, and underwent a second IVGTT in the morning of day 2 (~15 h after the end of resting or exercise periods on the previous afternoon). Infusion of lipids-plus-heparin (to induce insulin resistance) started in the evening of day 1 and was maintained until the morning off day 2.

Η ασκησιογενής ινσουλينو-ευαισθητοποίηση διατηρείται ακόμα και όταν οι θερμίδες αντικατασταθούν από λίπος



7 recreationally active men (31 ± 3 yrs old, BMI 22.9 ± 0.4 kg/m², VO₂peak 55.5 ± 1.6 ml/kg·min) underwent two 2-day trials: they exercised in the morning of day 1 (90 min cycling at 65% VO₂peak, and high-intensity interval exercise to exhaustion), underwent an OGTT in the morning of day 2, and muscle biopsies in the morning of day 1 (before exercise) and day 2 (after exercise). The two trials differed in the diet provided: eucaloric low-fat (~2000 kcal with 5% from fat; estimated EB=-1527±51 kcal, **NEB**) or hypercaloric high-fat (~3500 kcal with 46% from fat; estimated EB=9±52 kcal, **ZEB**). Carbs and protein (in grams) were the same.

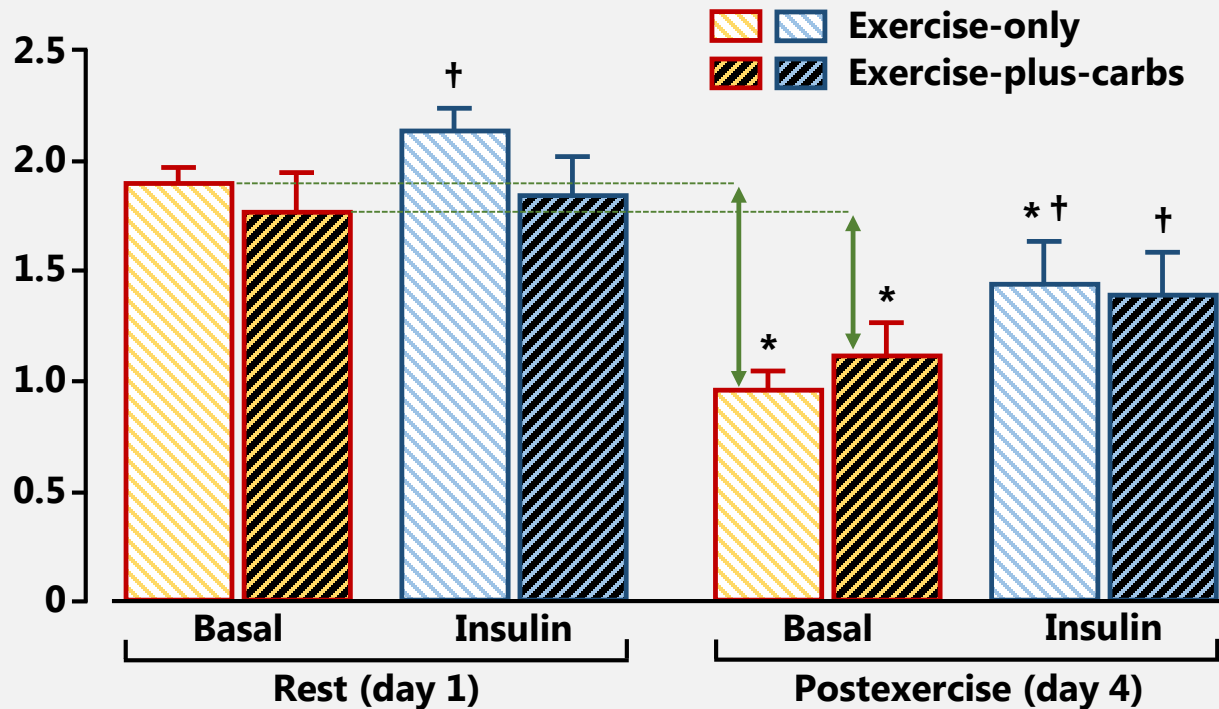
Άλλα όχι όταν οι θερμίδες αντικατασταθούν από υδατάνθρακες μετά την άσκηση



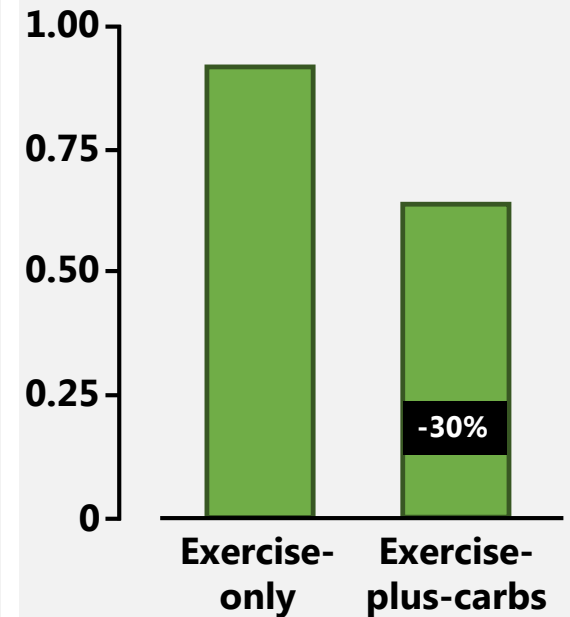
20 healthy untrained men were allocated to an “exercise-only” group (n=13, age: 24±1 y, body fat: 13±1%) or an “exercise-plus-carbs” group (n=7, age: 25±3 y, body fat: 14±2%). Insulin sensitivity (2-stage clamp) was measured in the morning of day 1 (rest, R) and in the morning of day 4 (exercise, Ex). On the afternoon of day 3, a single bout of glycogen-depleting exercise (~45 min of cycling at 80-90% of HR_{max}) was performed. The two groups differed only in that the “exercise-plus-carbs” group received an additional 100 grams of oral glucose (400 kcal) 3 hr after exercise.

Μάλλον γιατί η πρόσληψη υδατανθράκων μετά την άσκηση βοηθά στην αποκατάσταση του μυϊκού γλυκογόνου

Muscle glycogen content (g/100 g wet weight)



Exercise-induced glycogen depletion [basal] (g/100 g wt weight)



20 healthy untrained men were allocated to an "exercise-only" group (n=13, age ~24 y, body fat ~13%) or an "exercise-plus-carbs" group (n=7, age ~25 y, body fat ~14%). Insulin sensitivity (2-stage clamp with ^3H -glucose infusion; leg muscle biopsies during basal and high-insulin stages) was measured in the morning of day 1 (rest, R) and the morning of day 4 (postexercise, Ex). On the afternoon of day 3, a single bout of glycogen-depleting exercise (~45 min of cycling at 80-90% of HR_{max}) was performed. The two groups differed only in that the "exercise-plus-carbs" group ingested an additional 100 grams of oral glucose (400 kcal) 3 hours after exercise.

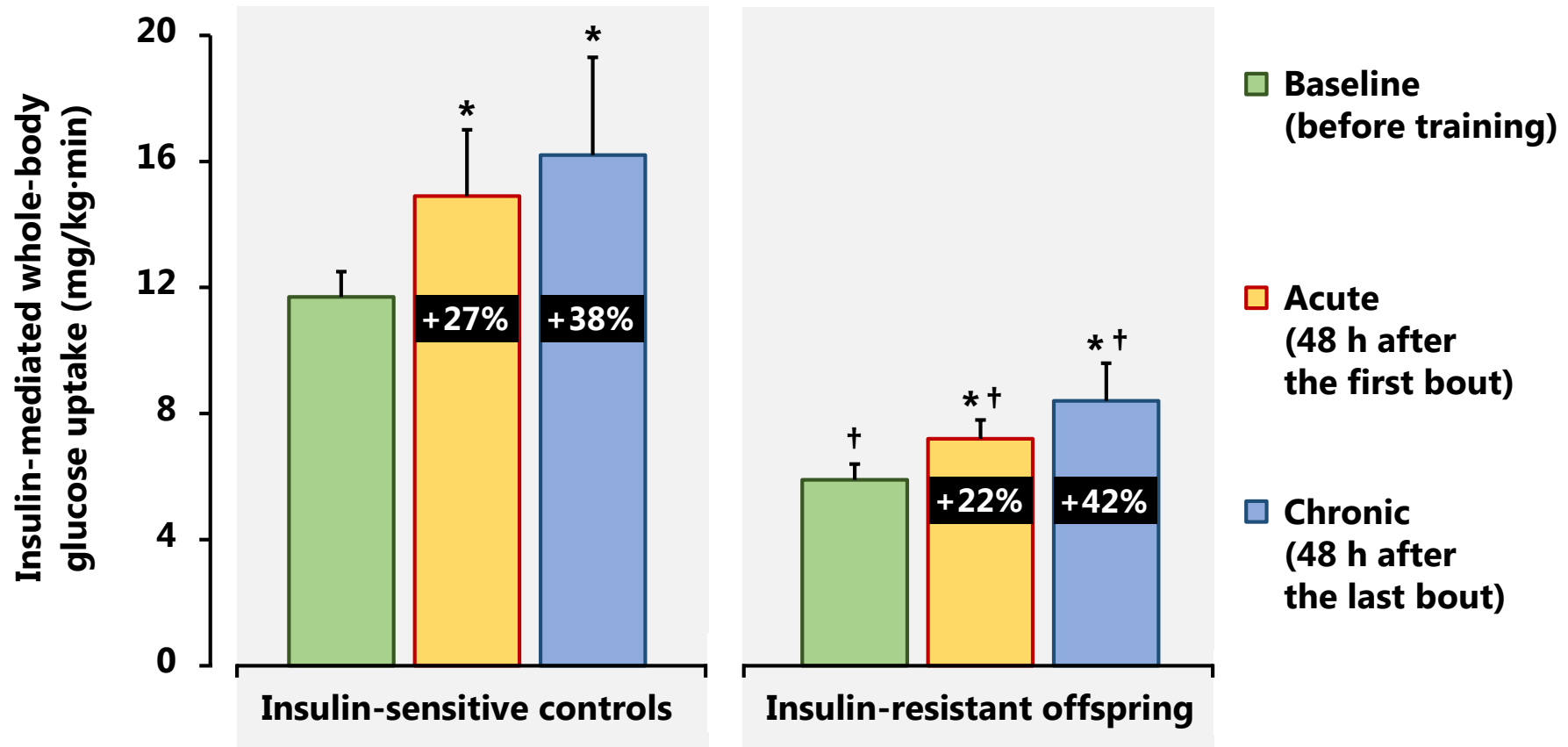
Το σκορ...

Απώλεια βάρους:	Άσκηση	0	–	Δίαιτα	1
Ινσουλινο-ευαισθητοποίηση:	Άσκηση	1*	–	Δίαιτα	0

*εφόσον δεν καταναλωθούν πολλοί υδατάνθρακες

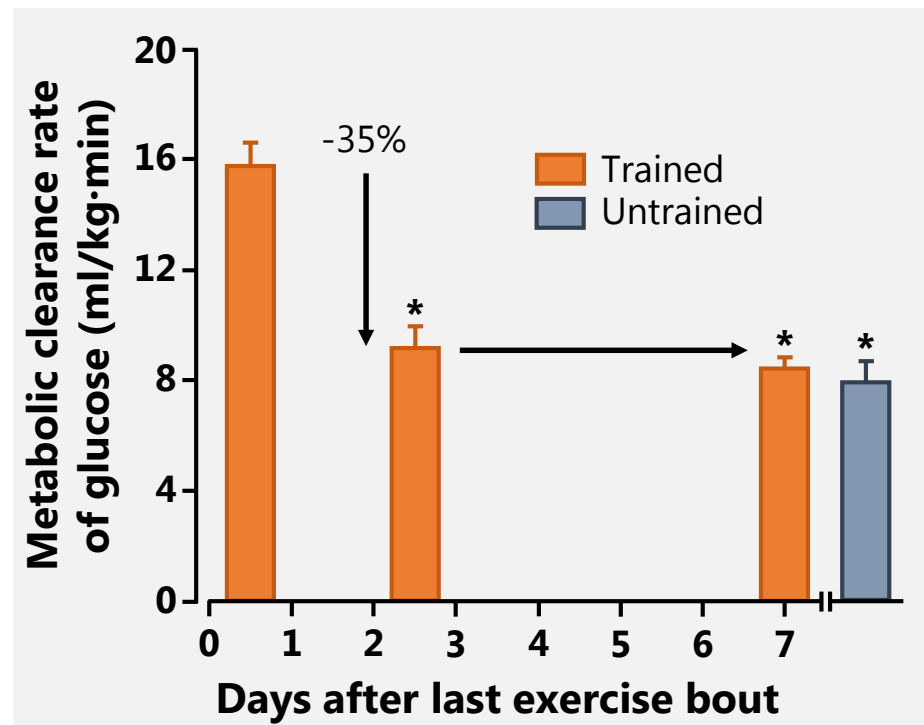
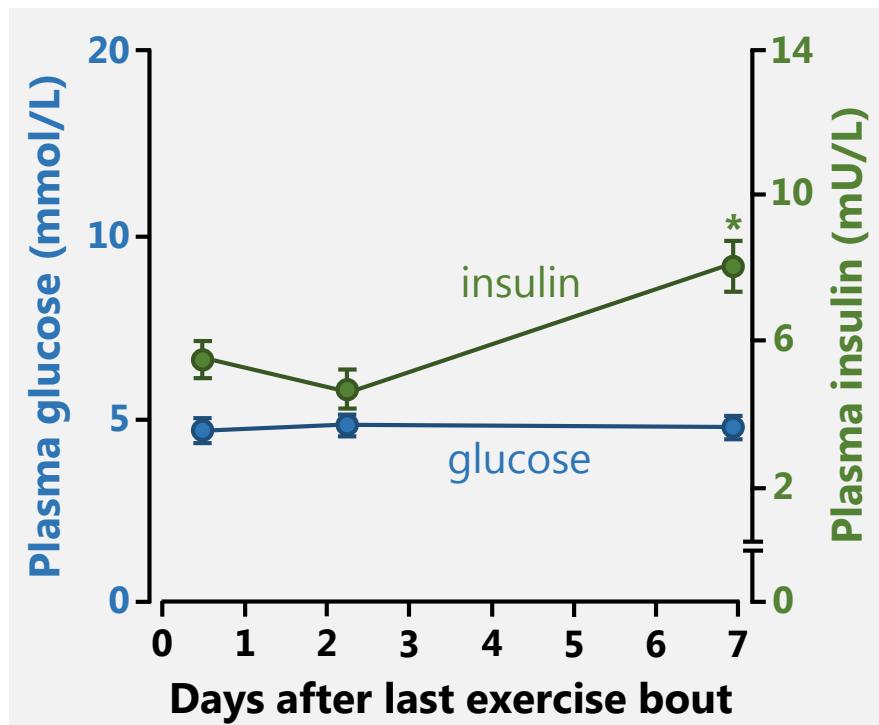
Τι γίνεται με τη χρόνια άσκηση (προπόνηση), είτε μόνη της
είτε σε συνδυασμό με δίαιτα;

Η ασκησιογενής ινσουλينو-ευαισθητοποίηση εμπεριέχει τόσο οξείες όσο και χρόνιες προσαρμογές



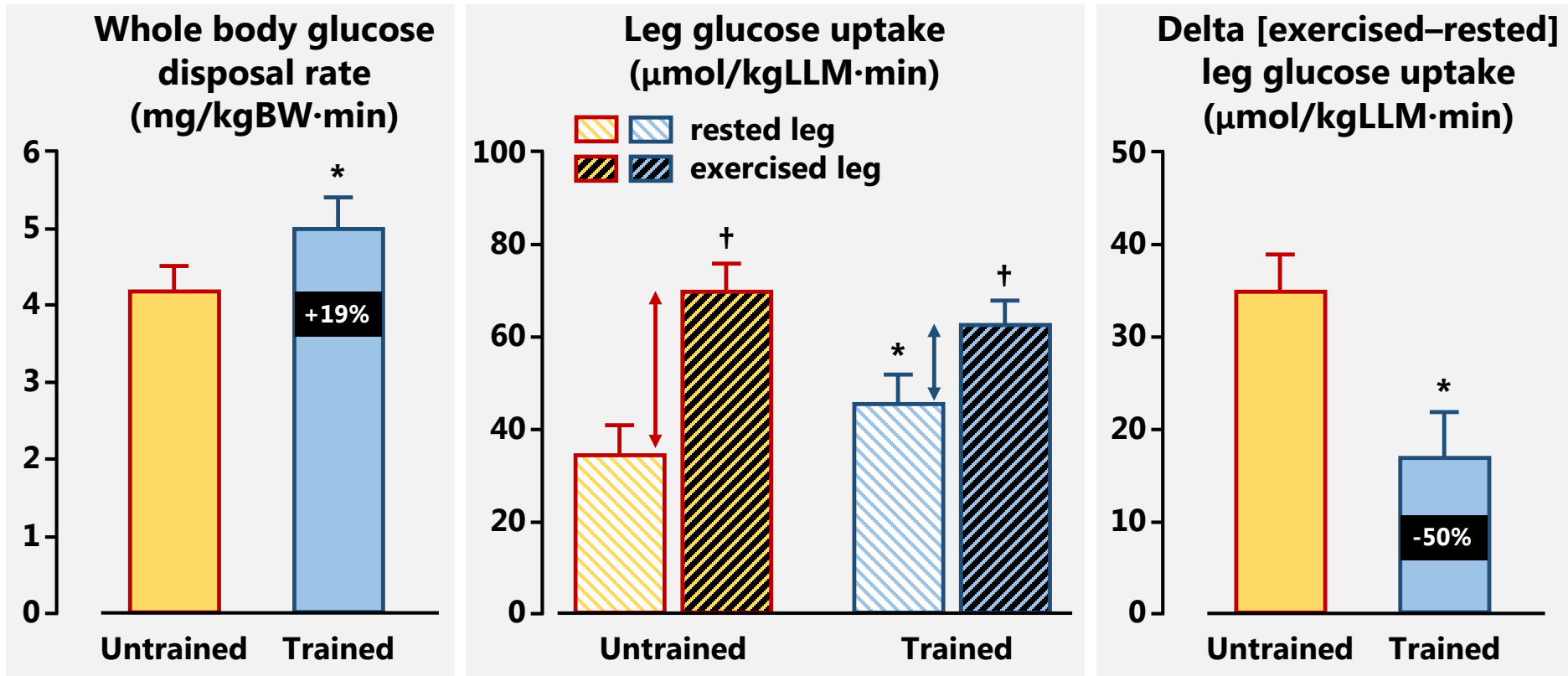
10 normal-weight adults whose parents had type 2 diabetes (~33 yrs old, BMI ~24.9 kg/m²) and 8 controls without a family history (~29 yrs old, BMI ~24.2 kg/m²) were studied before a 6-week aerobic exercise-training program (45 min stair climbing at 65% VO₂max; 4 times/week), 48 hrs after the first session of exercise ("acute"), and 48 hrs after the last session of exercise ("chronic"). Insulin sensitivity and secretion were measured by the hyperinsulinemic-hyperglycemic clamp.

Η χρόνια προπόνηση σχετίζεται με αυξημένη ινσουλινο-ευαισθησία κυρίως λόγω της τελευταίας συνεδρίας



Well-trained athletes ($n=7$, VO_2max : 57.2 ± 3.5 ml/kg·min) have an approximately twice as high whole-body glucose disposal rate compared with sedentary individuals ($n=3$, VO_2max : 43.4 ± 1.3 ml/kg·min) when measured ~12 h after the last training session, but just a short period without exercise (60 hours) reduces glucose disposal by ~35%, to levels similar to those in sedentary subjects, with no further change following a week of not training. The MCR of glucose was measured by a hyperinsulinemic-isoglycemic clamp. Food intake did not change with detraining.

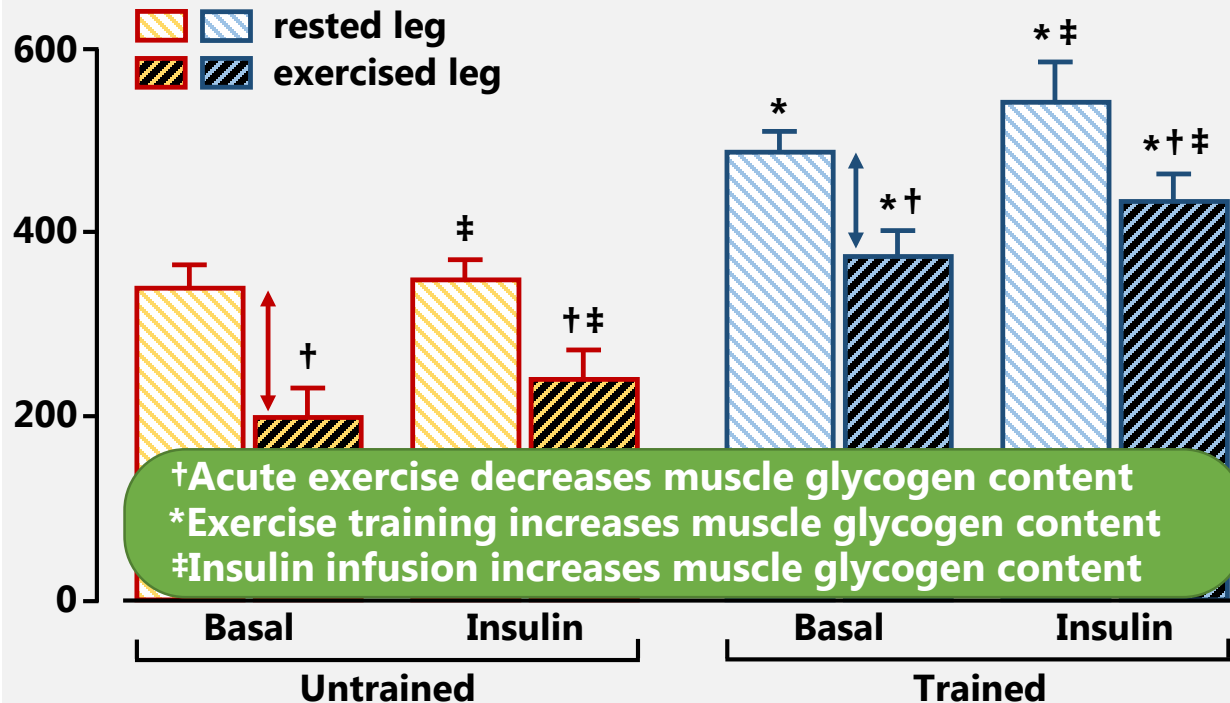
Αλλά μετά την προπόνηση, η απόκριση στην οξεία άσκηση ελαττώνεται



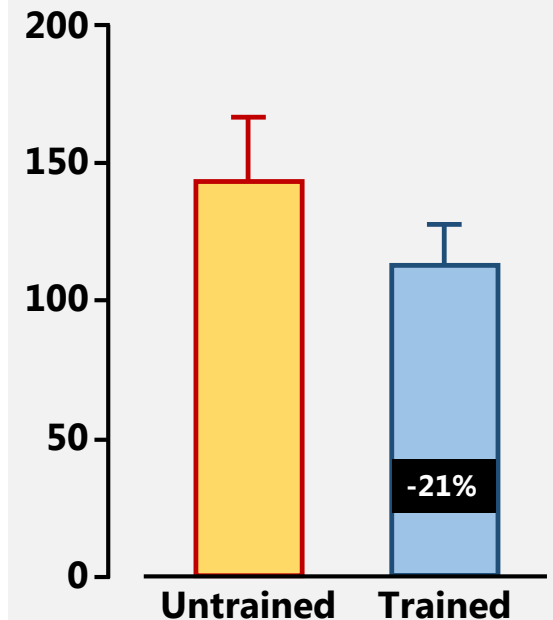
9 males (~25 yrs, BMI ~23.5 kg/m², VO₂max ~43 ml/kg·min) performed a single bout of exercise at the same relative intensity (1 h of dynamic one-legged knee-extensions at 80-100% of peak workload) before and after 12 weeks of aerobic exercise training (cycling for 1 h at 75-90% HRmax, 4 times/wk, both legs → VO₂max +17%). The last training session was performed 48-72 h prior to testing, which involved a 2-h hyperinsulinemic-hyperglycemic clamp with muscle biopsies and A-V balances across both legs performed 4 hours after the end of the single bout (absolute workload +18% after training).

Μάλλον γιατί η προπόνηση μετριάζει την ελάττωση του μυϊκού γλυκογόνου μετά από οξεία άσκηση

Leg glycogen content (nmol/mg dry weight)

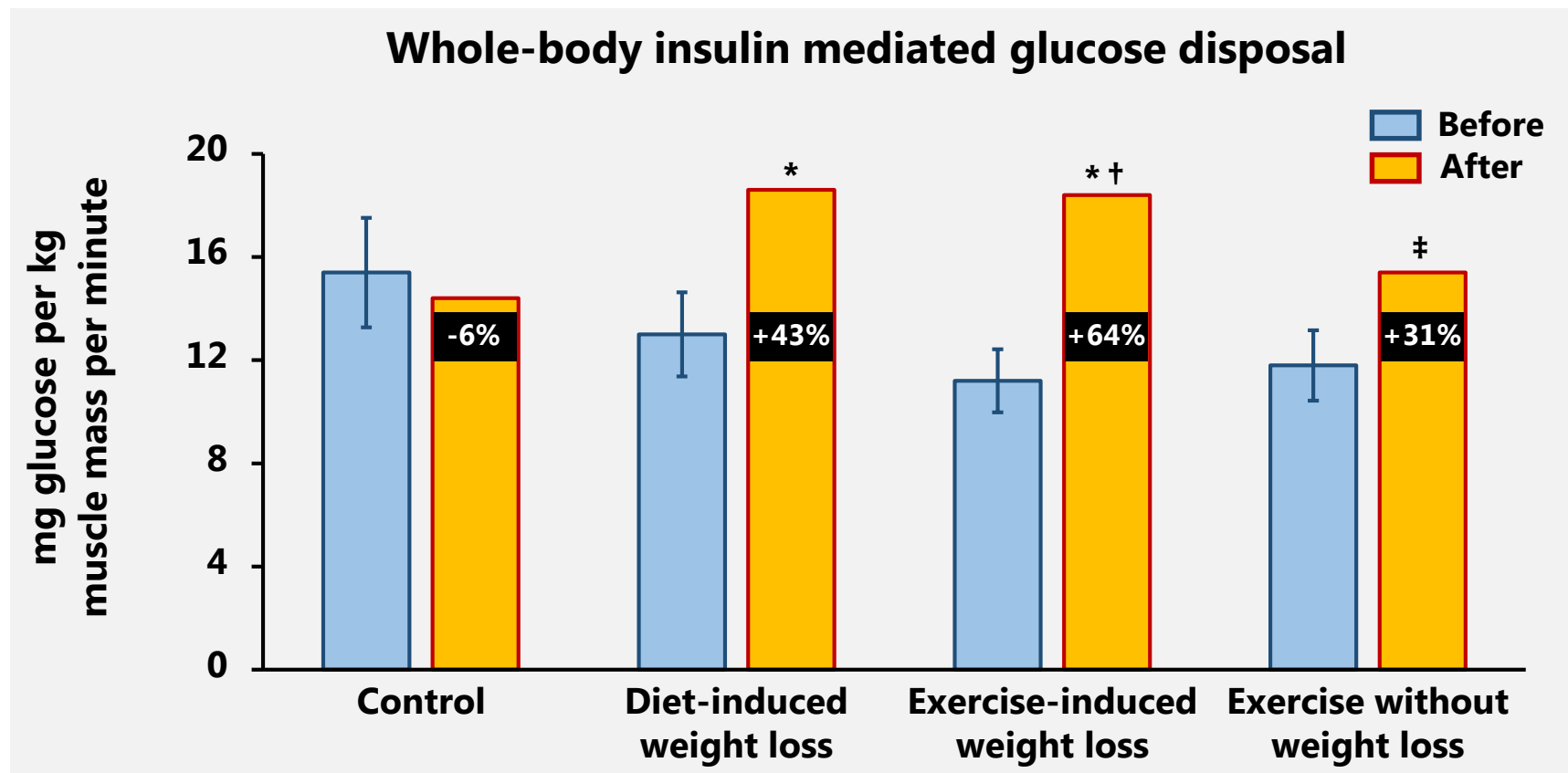


Acute exercise-induced glycogen depletion [basal] (nmol/mg dry weight)



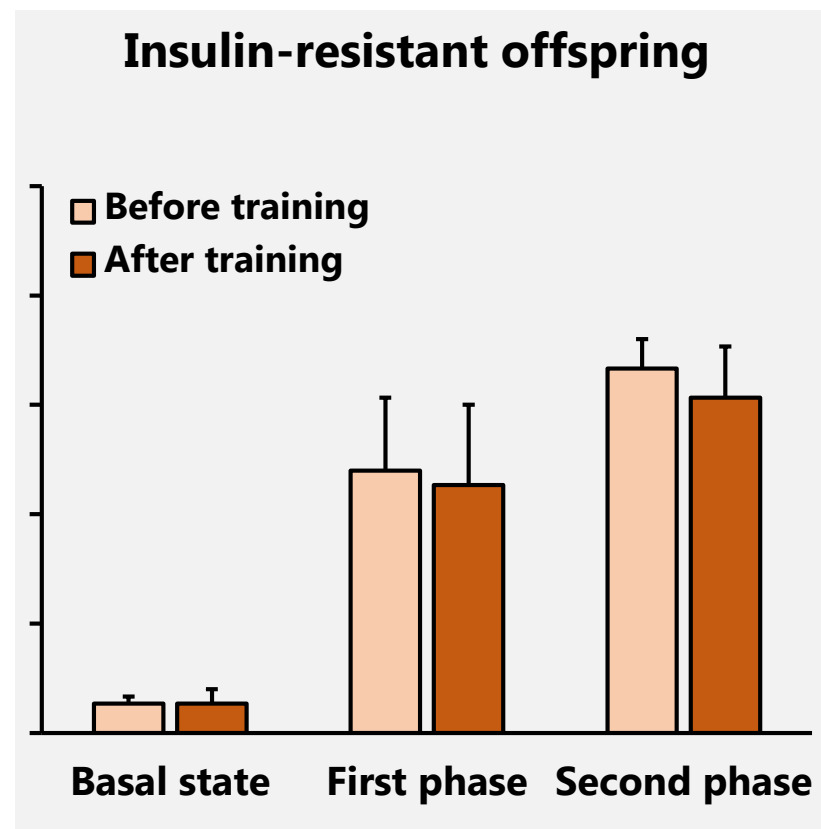
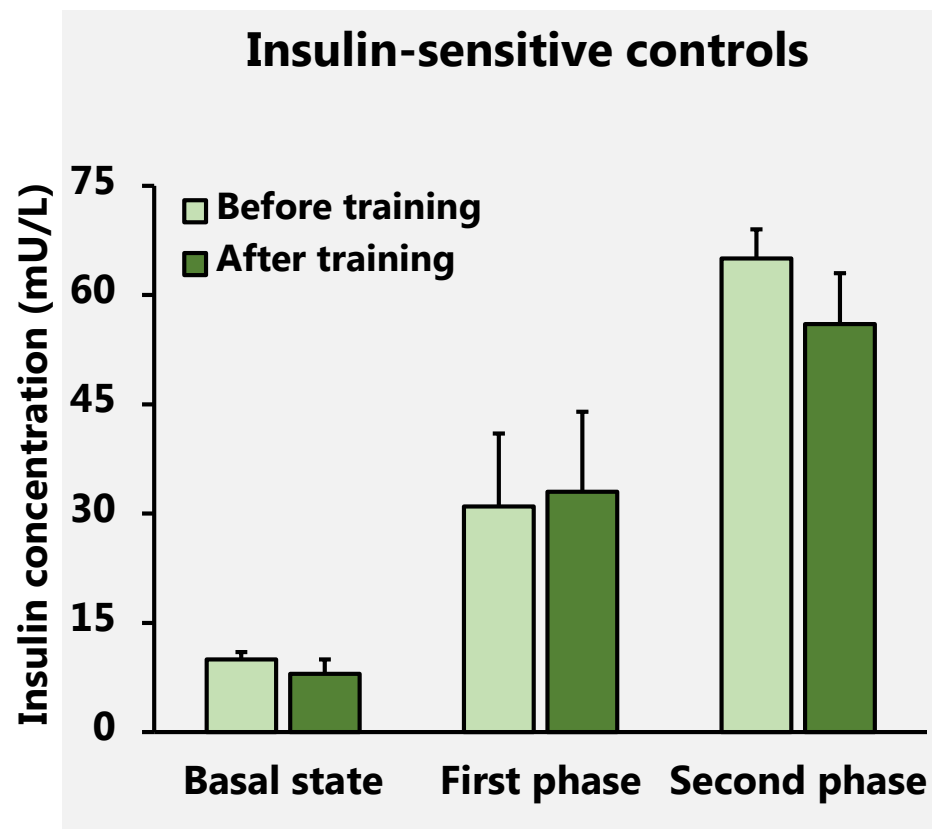
9 males (~25 yrs, BMI ~23.5 kg/m², VO₂max ~43 ml/kg·min) performed a single bout of exercise at the same relative intensity (1 h of dynamic one-legged knee-extensions at 80-100% of peak workload) before and after 12 weeks of aerobic exercise training (cycling for 1 h at 75-90% HRmax, 4 times/wk, both legs → VO₂max +17%). The last training session was performed 48-72 h prior to testing, which involved a 2-h hyperinsulinemic-hyperglycemic clamp with muscle biopsies and A-V balances across both legs performed 4 hours after the end of the single bout (absolute workload +18% after training).

Επιδράσεις της δίαιτας και της προπόνησης με και χωρίς απώλεια βάρους στην ινσουλινο-ευαισθησία



101 obese men (BMI >27 kg/m² and waist circumference >100 cm) were randomized to one of four groups: control (eucaloric diet and rest), diet-induced weight loss (rest and hypocaloric diet by 700 kcal/d to induce 8% WL), exercise-induced weight loss (eucaloric diet and exercise by 700 kcal/d to induce 8% WL), or exercise without weight loss (hypercaloric diet and exercise for zero energy balance to maintain weight); 52 subjects completed the study. Body composition (whole-body MRI) and insulin sensitivity (hyperinsulinemic-euglycemic clamp) were measured before and after the 3-month interventions.

Η προπόνηση δεν επηρεάζει την έκκριση ινσουλίνης από το πάγκρεας***



10 normal-weight adults whose parents had type 2 diabetes (~33 yrs old, BMI ~24.9 kg/m²) and 8 controls without a family history (~29 yrs old, BMI ~24.2 kg/m²) were studied before a 6-week aerobic exercise-training program (45 min stair climbing at 65% VO₂max; 4 times/week), 48 hrs after the first session of exercise ("acute"), and 48 hrs after the last session of exercise ("chronic"). Insulin sensitivity and secretion were measured by the hyperinsulinemic-hyperglycemic clamp.

Το σκορ...

Απώλεια βάρους:	Άσκηση	0	–	Δίαιτα	1
Ινσουλινο-ευαισθητοποίηση:	Άσκηση	1*	–	Δίαιτα	0
Χρόνιο αποτέλεσμα:	Άσκηση	1†	–	Δίαιτα	2

*εφόσον δεν καταναλωθούν πολλοί υδατάνθρακες

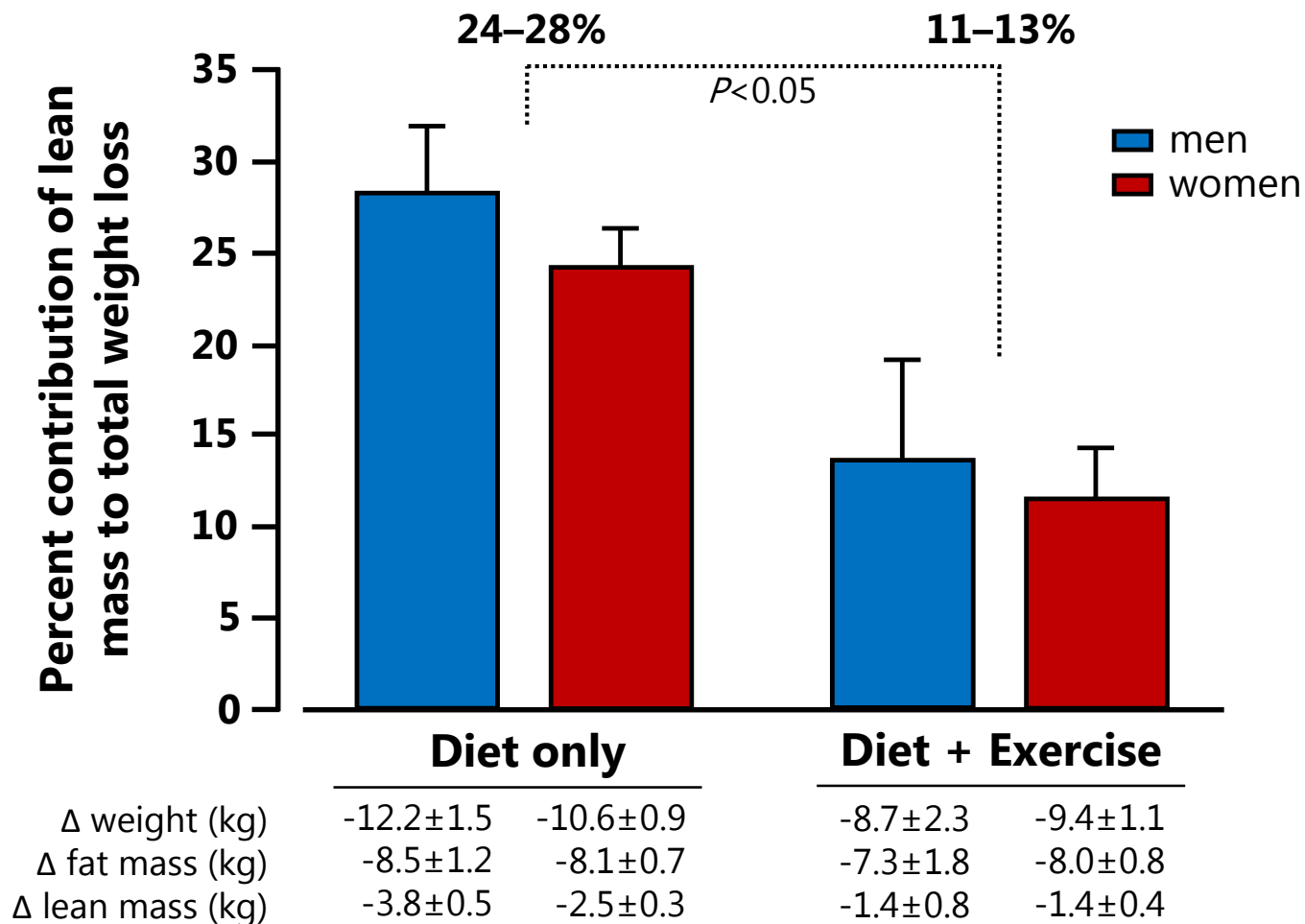
†εφόσον το σωματικό βάρος μειωθεί

Έχει η άσκηση κάποιο ρόλο στη διαχείριση του διαβήτη
τύπου 2 στην πράξη;

Προστιθέμενη αξία από την άσκηση: καλύτερη θεραπεία του διαβήτη τύπου 2 για παρόμοια απώλεια βάρους

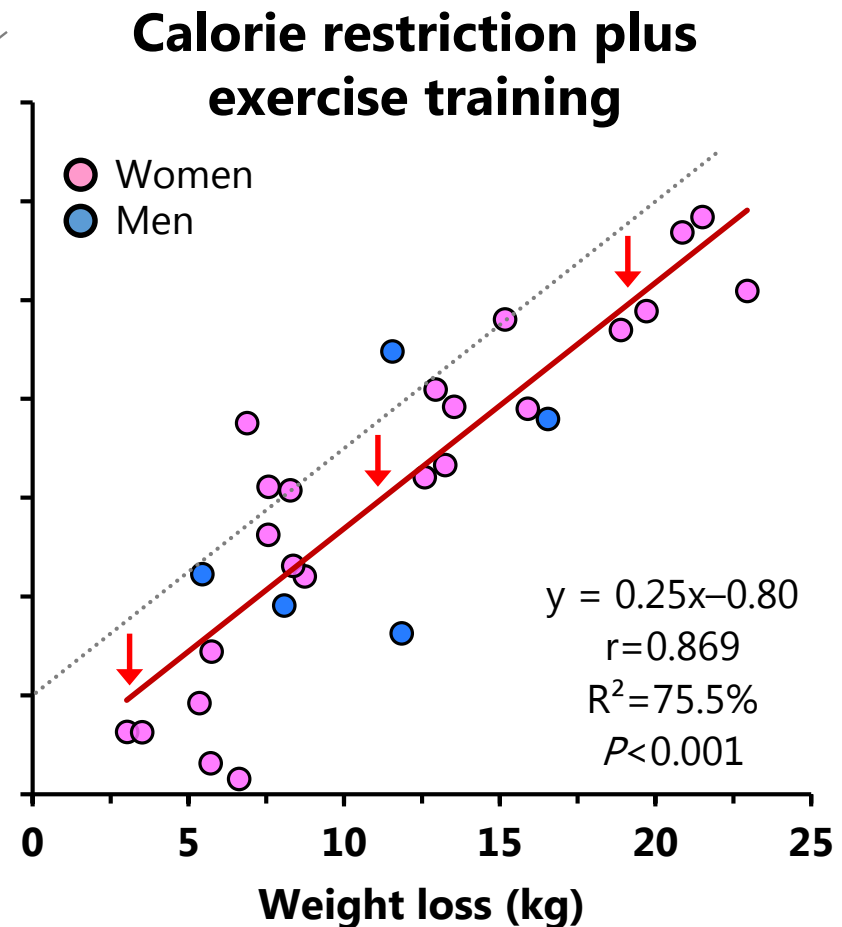
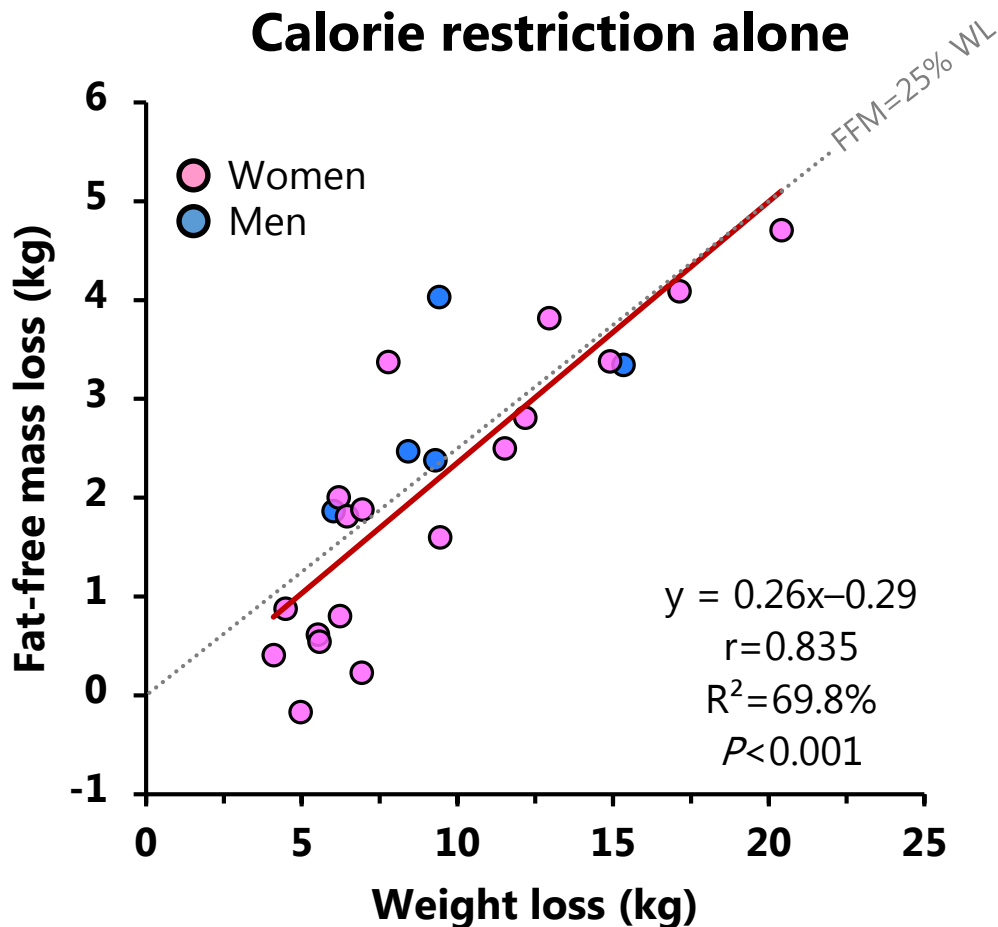
Study	Intervention (patients with overweight or obesity and T2D lasting <10 yrs)	Weight loss	T2D remission	Diagnosis
Ades (2015)	CR (-500 kcal/d) & semi-supervised EX (5-6 d/wk, 45-60 min aerobic at mod-intensity) for 6 mo (VO₂max +18%)	-9.7 kg (9%)	80% (M6)	HbA1c
Johansen (2017) & Ried-Larsen (2019)	CR & semi-supervised EX (5-6 d/wk, 30-60 min aerobic and strength) for 12 mo (VO₂max +23%)	-6.1 kg (6%)	37% (Y1)	HbA1c and fasting Gluc, no meds
Eriksson (1991) Malmö	CR & group-based semi-supervised EX for 1 yr; then on their own for another 4 yrs (VO₂max +15%)	-2.0 kg (4%)	54% (Y5)	Fasting and 2h Gluc
Gregg (2012) Look AHEAD	LCD 1200-1800 kcal/d & PA goal 175 min/wk for 1 yr; then on their own for another 3 yrs (PA increased +100/30 min/wk at Y1/Y4)	-8.6 kg (9%) -4.7 kg (5%)	12% (Y1) 8% (Y4)	HbA1c and fasting Gluc, no meds
Lean (2018+2019) DiRECT	VLCD 800 kcal/d for 3-5 mo; then support for WL maintenance until Y1 and Y2 (generic advice to increase PA)	-10.0 kg (10%) -7.6 kg (8%)	46% (Y1) 36% (Y2)	HbA1c, no meds

Γιατί; Ίσως γιατί η προσθήκη άσκησης μετριάζει την απώλεια άλιπης (μυϊκής) μάζας λόγω δίαιτας



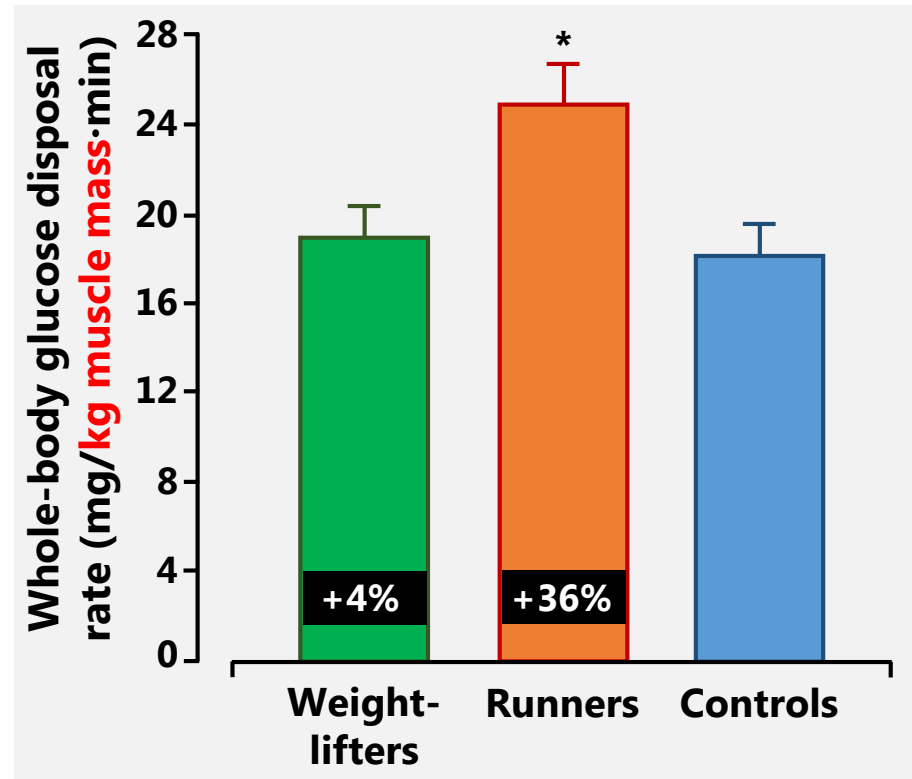
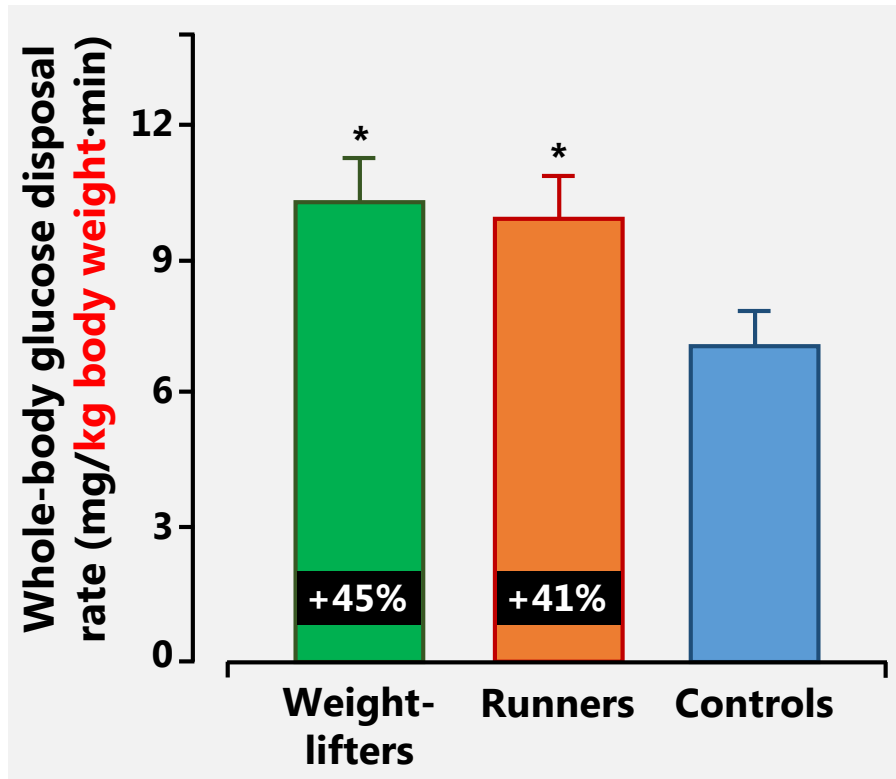
Meta-analysis of studies lasting ≥ 4 wk, comparing diet (n=54 groups) or diet-plus-exercise (n=33 groups; mostly aerobic) interventions in overweight and obese men (n=20) and women (n=67).

Η άσκηση συντηρεί 0.5 kg άλιπης μάζας σε όλο το εύρος της απώλειας βάρους



Meta-analysis of 23 RCTs (4–26 wks) of calorie restriction alone (23 groups, 244 subjects) or together with (mostly endurance) exercise training (29 groups, 313 subjects) in overweight and obese men and women. Dotted grey line corresponds to lean mass comprising 25% of lost weight.

Και περισσότερη άλιπη μάζα αυξάνει την πρόσληψη γλυκόζης ακόμα και αν η ινσουλινο-ευαισθησία είναι ίδια



8 weight-lifters (age 24 y, BMI 24.4 kg/m², VO₂max 54.9 ml/kg·min, muscle mass 43.1[†] kg or 53.6[†] %), 8 long-distance runners (age 24 y, BMI 21.1[†] kg/m², VO₂max 71.5[†] ml/kg·min, muscle mass 27.7 kg or 40.2 %), and 7 untrained controls (age 24 y, BMI 24.7 kg/m², VO₂max 50.2 ml/kg·min, muscle mass 30.1 kg or 39.3 %) were studied. For at least 5 yr before, the weight-lifters engaged in weight-lifting 3-5 times/week, the runners did >11.25 km 6-7 times/week, whereas the controls did not engage in regular physical activity. Insulin sensitivity was measured by a hyperinsulinemic-euglycemic clamp during the normal physical activity routines.

Values are mean±SEM; *P<0.05 vs C,

[†]P<0.05 vs RN and C, [‡]P<0.05 vs WL and C

Το σκορ...

Απώλεια βάρους:	Άσκηση	0	–	Δίαιτα	1
Ινσουλινο-ευαισθητοποίηση:	Άσκηση	1*	–	Δίαιτα	0
Χρόνιο αποτέλεσμα:	Άσκηση	1†	–	Δίαιτα	2
Διαχείριση διαβήτη τύπου 2:	Άσκηση	2	–	Δίαιτα	1
Τελικό:	Άσκηση	4	–	Δίαιτα	4

*εφόσον δεν καταναλωθούν πολλοί υδατάνθρακες

†εφόσον το σωματικό βάρος μειωθεί

Περίληψη: ο ρόλος της άσκησης στη διαχείριση του διαβήτη τύπου 2

- Άμεσα, για το ίδιο θερμιδικό έλλειμα, η άσκηση είναι πιο αποτελεσματική από τη δίαιτα για τη βελτίωση της ινσουλινο-ευαισθησίας στο μυ—η δράση της άσκησης είναι ανεξάρτητη από την αρνητική ενεργειακή ισορροπία και σχετίζεται με την αποκατάσταση του μυϊκού γλυκογόνου.
- Χρονίως, για την ίδια απώλεια βάρους, η άσκηση και η δίαιτα είναι εξίσου αποτελεσματικές για τη βελτίωση της ινσουλινο-ευαισθησίας—η δράση της άσκησης μετριάζεται όταν η απώλεια βάρους είναι λιγότερη της αναμενόμενης όπως συνήθως συμβαίνει στην πράξη.
- Η απώλεια βάρους μέσω θερμιδικού περιορισμού είναι ο κεντρικός άξονας για τη διαχείριση του διαβήτη τύπου 2, αλλά η προσθήκη ενός προγράμματος προπόνησης έντονης άσκησης επιφέρει προστιθέμενη αξία στη θεραπεία που είναι ανεξάρτητη από το σωματικό βάρος.



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Tel: +45 3533 3671

Email: fma@nexs.ku.dk

Web: <http://www.nexs.ku.dk/english>

UNIVERSITY OF COPENHAGEN

