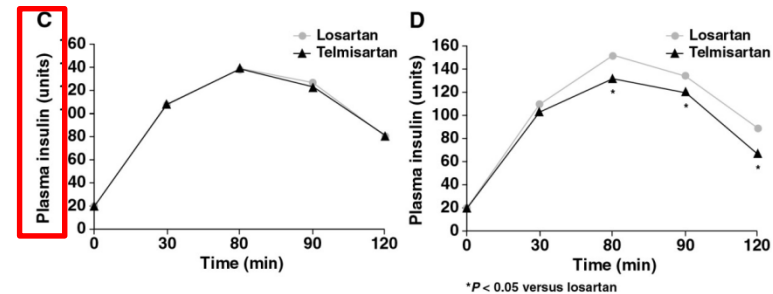
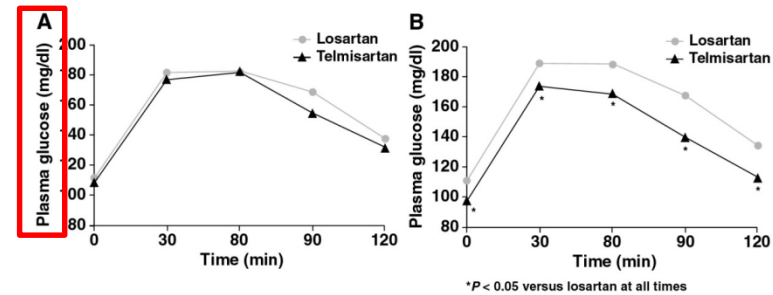


# ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ

Θανάσης Ζ. Τζιαμούρτας, Ph.D.

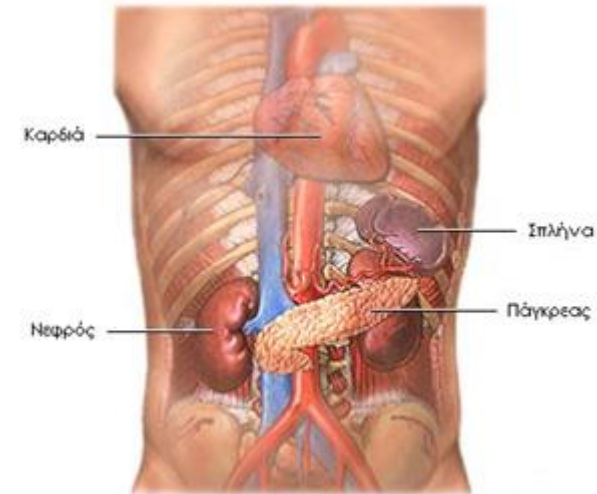
# Τι είναι σακχαρώδης διαβήτης;

- Παθοφυσιολογική κατάσταση η οποία χαρακτηρίζεται από αυξημένη συγκέντρωση σακχάρου στο αίμα
- Αρρυθμιστά επίπεδα **γλυκόζης** στο αίμα
  - Έλλειψη **ινσουλίνης**
  - **Μειωμένη ικανότητα** χρησιμοποίησης της ινσουλίνης
- **Καμπύλη σακχάρου** (75 γραμ. γλυκόζης-0, 30, 60, 90, 120 λεπτά)-Γλυκόζη, ινσουλίνη



# Παθοφυσιολογία του σακχαρώδη διαβήτη

1. Ολοκληρωτική καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος
2. Μη-σωστή λειτουργία των β-κυττάρων
3. Ατελή έκκριση ινσουλίνης από τα β-κύτταρα



# Παθοφυσιολογία του σακχαρώδη διαβήτη (συνέχεια)

4. Μη-σωστή μεταφορά γλυκόζης στα β-κύτταρα
5. Ατελή ευαισθησία των διαφόρων ιστών στην ινσουλίνη

# Συμπτώματα σακχαρώδη διαβήτη

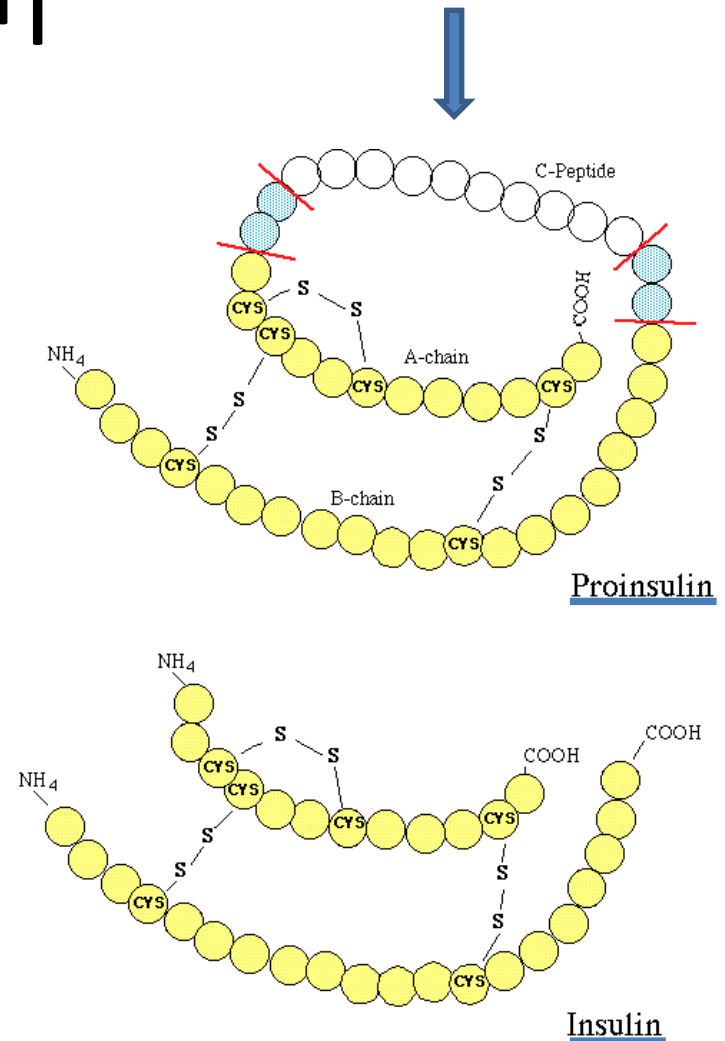
1. Κούραση
2. Αδυναμία
3. Χάσιμο βάρους
4. Πολυφαγία
5. Πολυδιψία
6. Πολυουρία
7. Υπεργλυκαιμία
8. Γλυκοουρία
9. Εμφάνιση κετονών στο αίμα και ούρα

# Τύποι διαβήτη

- Τύπος I – Ινσουλινοεξαρτώμενος
- Τύπος II - Μη-ινσουλινοεξαρτώμενος
- Εξασθενημένη ανεκτικότητα σακχάρου (impaired glucose tolerance)
- Διαβήτης κύησης

# Ινσουλίνη

- Εκκρίνεται από τα β-κύτταρα του παγκρέατος
- Πεπτίδιο C και ινσουλίνη
- Κανονίζει τα επίπεδα του σακχάρου σε όλους τους ιστούς εκτός από τον εγκέφαλο
- Γλυκογονοσύνθεση



# Ινσουλίνη

- Αναβολική ορμόνη
  - Αύξηση των επιπέδων RNA
  - Αύξηση του ρυθμού μεταφοράς αμινοξέων διαμέσου μεμβρανών στο εσωτερικό του κυττάρου
  - Αύξηση της δημιουργίας πρωτεϊνών από ριβοσώματα



# Τύπος I

- Αδυναμία παραγωγής ινσουλίνης
- Εξωγενής παροχή ινσουλίνης
- Νεαρά άτομα
- Συνήθως ιογενής καταστροφή των β-κυττάρων
- 10% των περιπτώσεων
- Κανονικό βάρος

# Τύπος II

- Αυξημένη συγκέντρωση ινσουλίνης
- Χαμηλή ευαισθησία ινσουλίνης
- Πολλά κλειδιά χωρίς να ταιριάζουν στην κλειδαριά
- **Παχυσαρκία**
- Παρουσιάζεται συνήθως μετά την ηλικία των 40 ετών



## Εξασθενημένη ανεκτικότητα σακχάρου (impaired glucose tolerance)

- Προοίμιο για τον μη-ινσουλινοεξαρτώμενο διαβήτη.
- Εμφάνιση συμπτωμάτων σε μικρότερο βαθμό
- Μετατροπή δίαιτας για μείωση βάρους
- Άσκηση για αύξηση της ευαισθησίας της ινσουλίνης

# Διαβήτης κύησης

- Πραγματοποιείται καμπύλη σακχάρου μεταξύ της 24<sup>ης</sup> και 28<sup>ης</sup> εβδομάδας
- Μεγαλύτερη προδιάθεση εάν
  - Υπήρξε διαβήτης κύησης σε προηγούμενη κύηση
  - Γέννηση προηγούμενου παιδιού πάνω από 4 κιλά
  - Παχύσαρκη πριν την εγκυμοσύνη

# Πως γίνεται η διάγνωση του σακχαρώδους διαβήτη?

- Γλυκόζη πλάσματος νηστείας = ή  $> 126 \text{ mg/dl}$  επιβεβαιωμένης σε 2η μέτρηση ή
- Τυχαίο δείγμα γλυκόζης πλάσματος = ή  $> 200\text{mg/dl}$  επιβεβαιωμένου σε δεύτερη μέτρηση ή
- Γλυκόζη πλάσματος 2 ώρες μετά χορήγηση 75 γρ γλυκόζης (καμπύλη σακχάρου μετά χορήγηση 75 γρ γλυκόζης) = ή  $> 200\text{mg/dl}$
- Πολλές φορές μετά την αρχική τεκμηρίωση του σακχαρώδους διαβήτη μετράται η γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c) που αντανακλά τη μέση πυκνότητα γλυκόζης αίματος τις προηγούμενες 4-8 εβδομάδες. Κάθε αύξηση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης κατά 1% αντιστοιχεί σε μεταβολή της μέσης πυκνότητας γλυκόζης κατά 30-35mg/dl. Επίσης αναζητάτε και η ύπαρξη γλυκόζης στα ούρα .

## ACSM Diabetes criteria – Interpretation of Oral Glucose Tolerance Test (75g)

Glucose	Normal		Prediabetes		Diabetes mellitus	
	Νηστεία	2 hrs	Νηστεία	2 hrs	Νηστεία	2 hrs
mg/dl	<100	<140	100-125	<u>140-199</u>	≥126	≥ 200



- Πολλές φορές μετά την αρχική τεκμηρίωση του σακχαρώδους διαβήτη μετράται η **γλυκοζυλιωμένη αιμοσφαιρίνη (HbA1c)** που αντανακλά τη μέση πυκνότητα γλυκόζης αίματος τις προηγούμενες **4-8 εβδομάδες**.
- Κάθε αύξηση της γλυκοζυλιωμένης αιμοσφαιρίνης κατά **1%** αντιστοιχεί σε μεταβολή της μέσης πυκνότητας γλυκόζης κατά **30-35mg/dl**.
- Επίσης αναζητάτε και η ύπαρξη γλυκόζης στα **ούρα**.

# Συχνότητα και τύποι διαβήτη

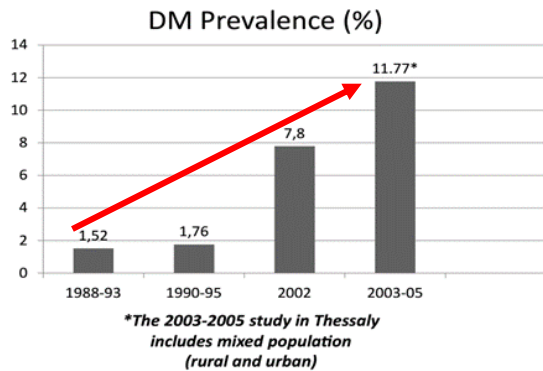


Figure 2. Prevalence of diabetes mellitus in Greek rural population over time.

Νεαρά άτομα – Κανονικό ΣΒ - 5-10%



Ενήλικα άτομα – Παχύσαρκα- 90%

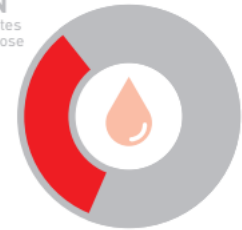
## DIABETES

DIABETES IS ON THE RISE

**422 MILLION** adults have diabetes

3.7 MILLION deaths due to diabetes and high blood glucose

1.5 MILLION deaths caused by diabetes



THAT'S 1 PERSON IN 11



### Main types of diabetes



#### TYPE 1 DIABETES

Body does not produce enough insulin



#### TYPE 2 DIABETES

Body produces insulin but can't use it well



#### GESTATIONAL DIABETES

A temporary condition in pregnancy

### Consequences

Diabetes can lead to complications in many parts of the body and increase the risk of dying prematurely.

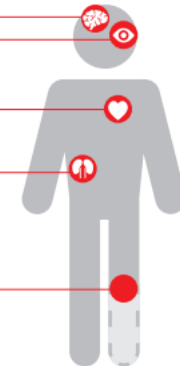
Stroke —

Blindness —

Heart attack —

Kidney failure —

Amputation —



# Προδιαθεσικοί παράγοντες

## DIABETES

### Risk factors for type 2 diabetes

Genetics, age and family history of diabetes can increase the likelihood of becoming diabetic and cannot be changed. But some behaviours that increase risk can:



Unhealthy diet



1 in 3 is overweight



Physical inactivity



1 in 10 is obese

## KEY ACTIONS

### FOR EVERYONE



Eat healthily



Be physically active



Avoid excessive weight gain



Check blood glucose if in doubt



Follow medical advice

### FOR GOVERNMENTS



Healthy Environments



Better Diagnosis & Treatment



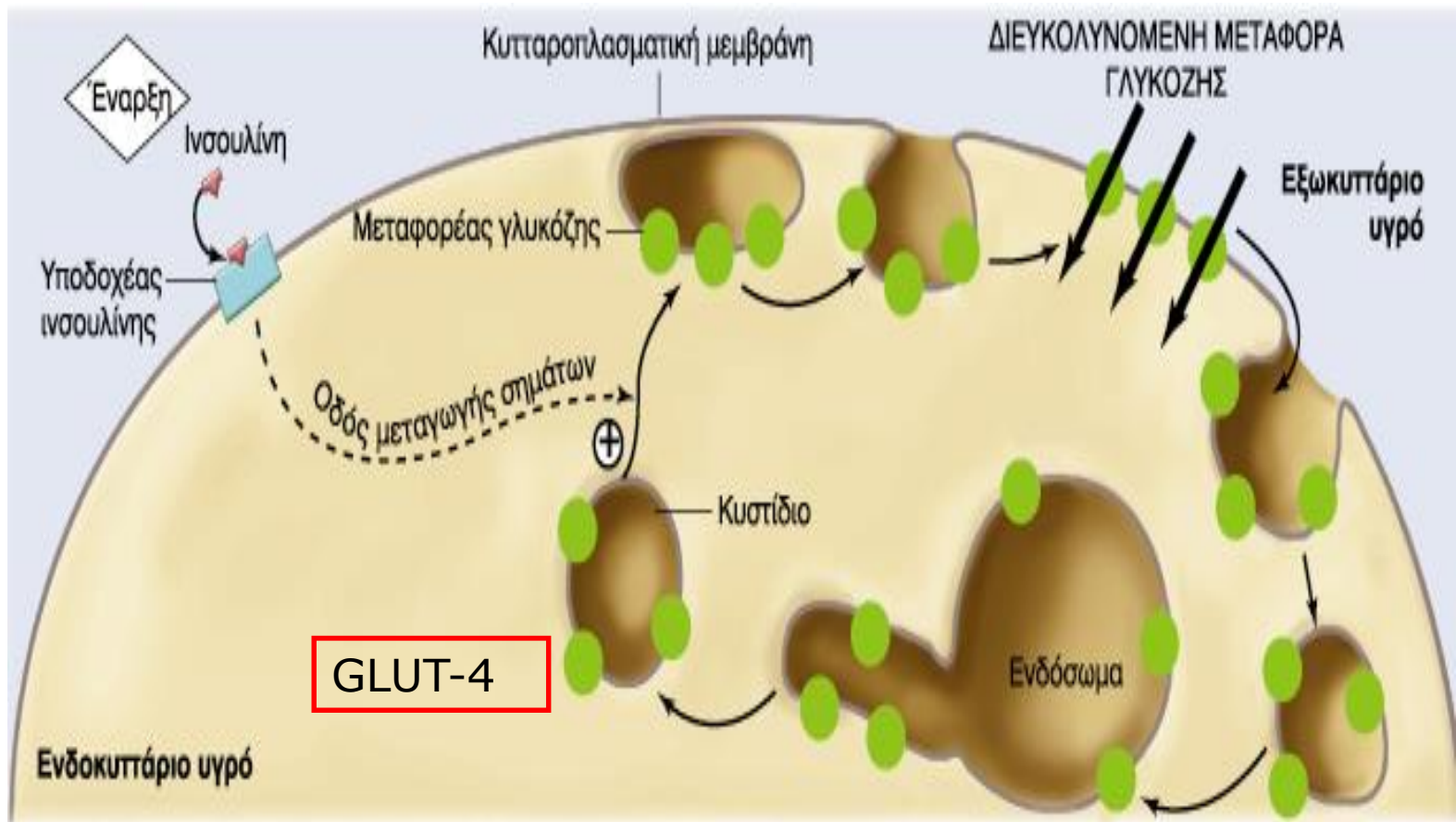
Better Data

ENSURE

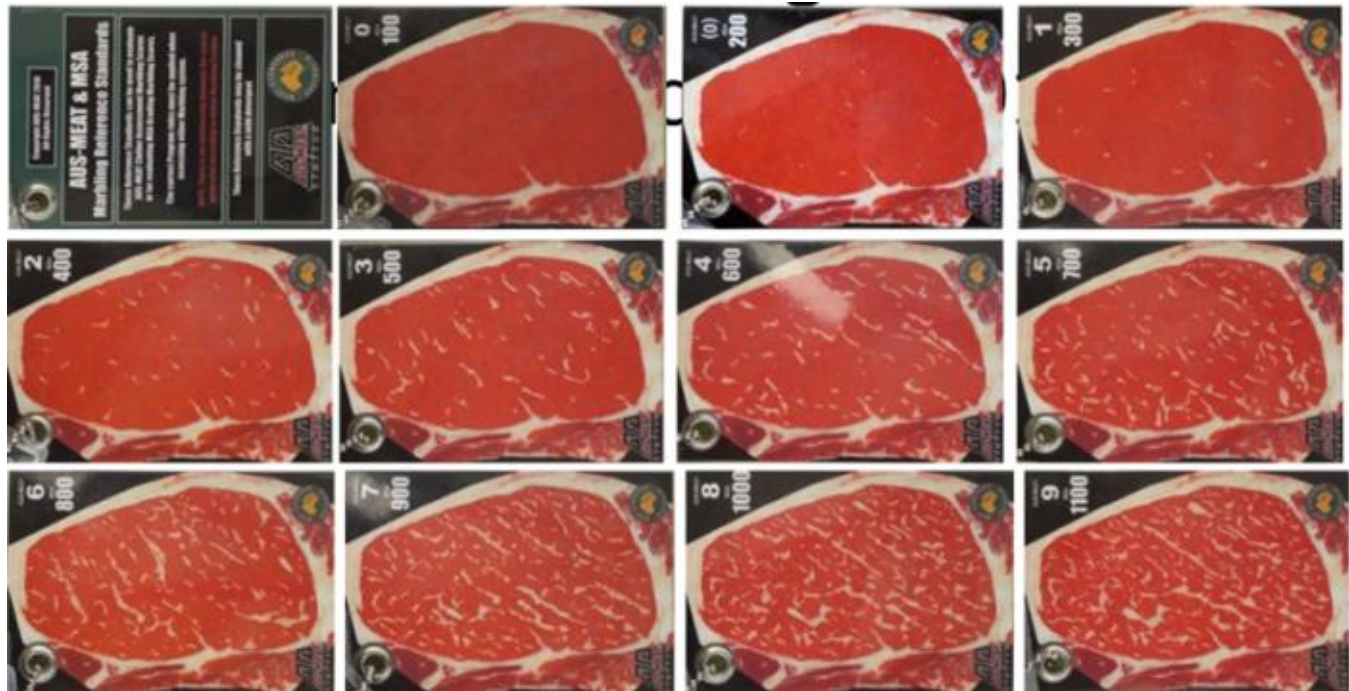


Γιατί;

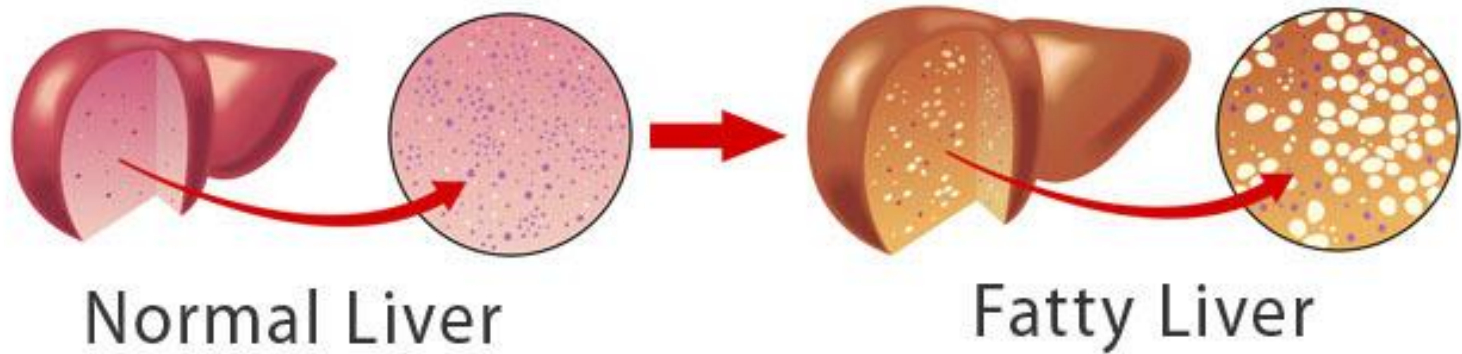




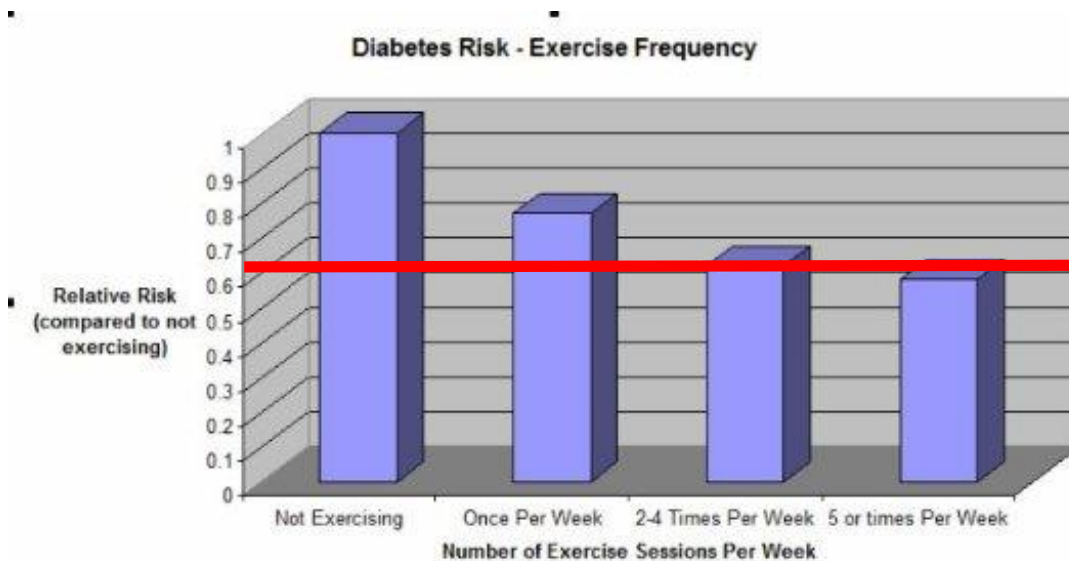
# Μείωση λίπους στο μυ



# Μείωση λίπους στο ήπαρ



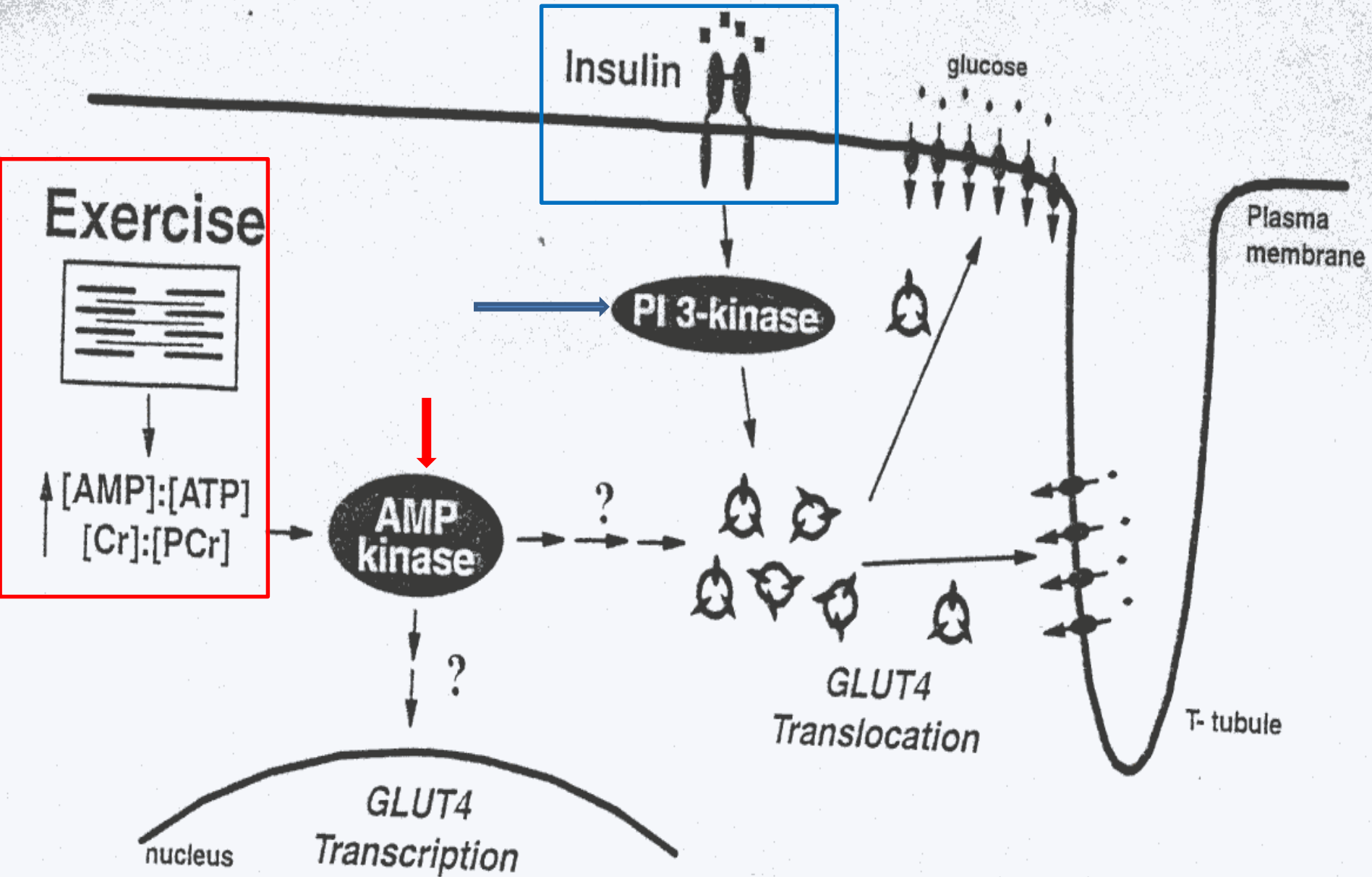
# Άσκηση και πρόληψη εμφάνισης διαβήτη



# Η ινσουλίνη μπορεί να δημιουργήσει υπογλυκαιμία

- Μία ώρα πριν από την άσκηση δεν πρέπει να καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα τροφής.
- Η άσκηση προκαλεί μείωση της ινσουλίνης και αύξηση των κατεχολαμινών.
- Η παρουσία τροφής αποτρέπει την μείωση της ινσουλίνης.

# Skeletal Muscle

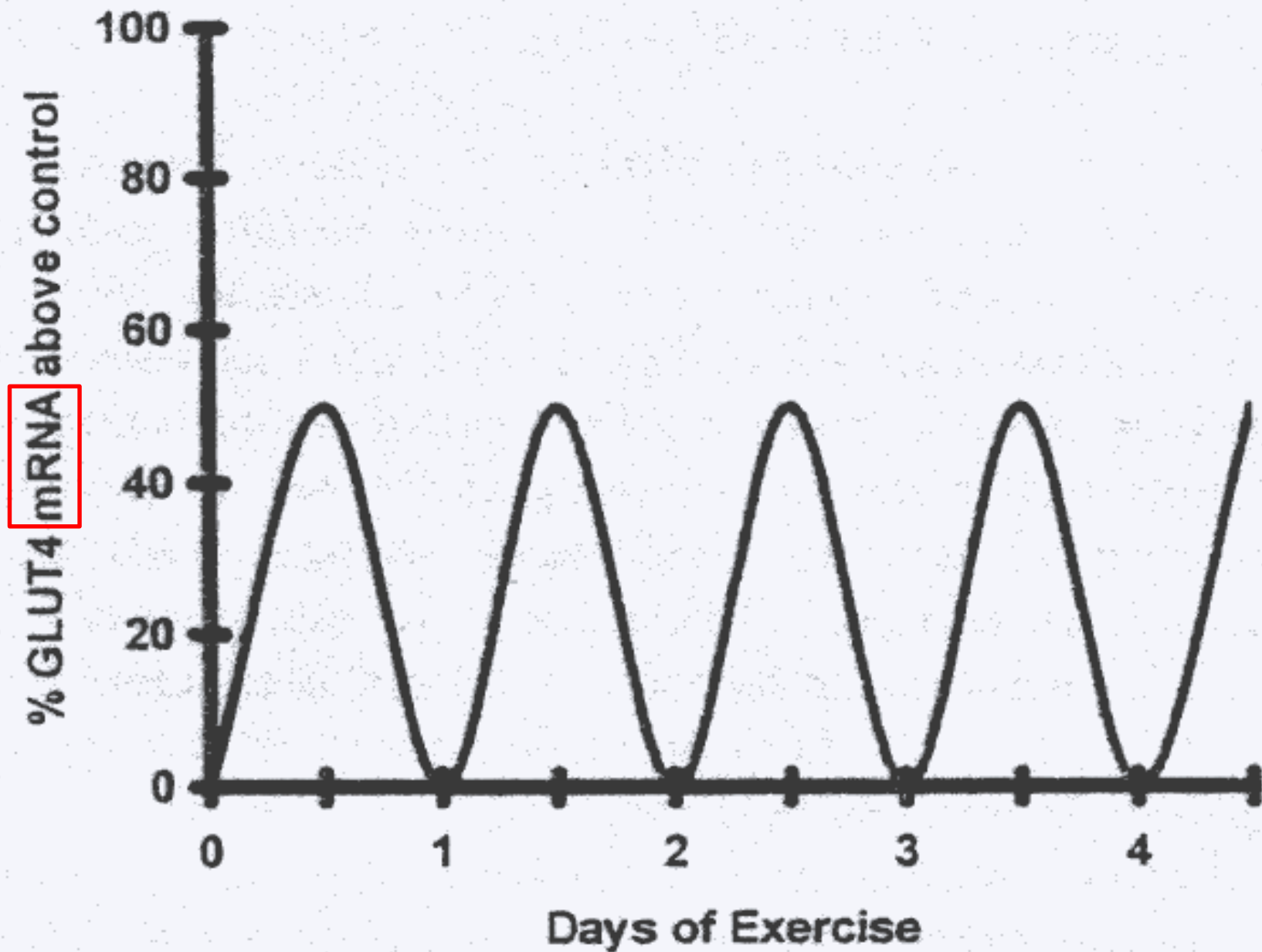


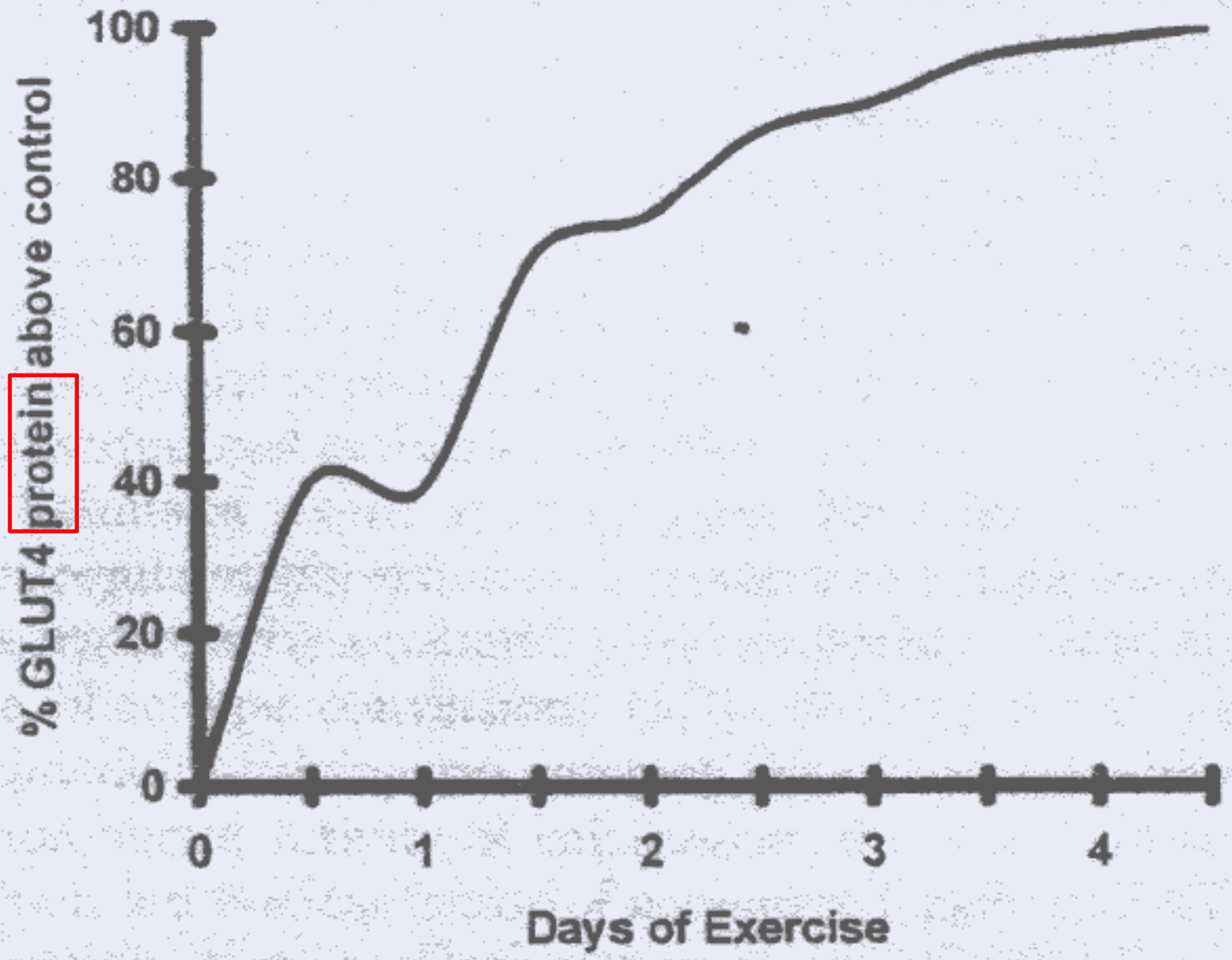
**TABLE 1**

Influence of several factors on GLUT4 expression

Stimulus	GLUT4 Protein	GLUT4 Transcription
→ Treadmill exercise	↑	↑
Chronic nerve stimulation	↑	
→ Eccentric exercise	↓	↓
→ Inactivity	↓	↓
Denervation	↓	↓
Insulin	↑	↑
Epinephrine (cAMP)	?	↓
Thyroid hormone	↑	↑
→ High fat feeding	↓	↓
Creatine depletion	↑	
AICAR	↑	







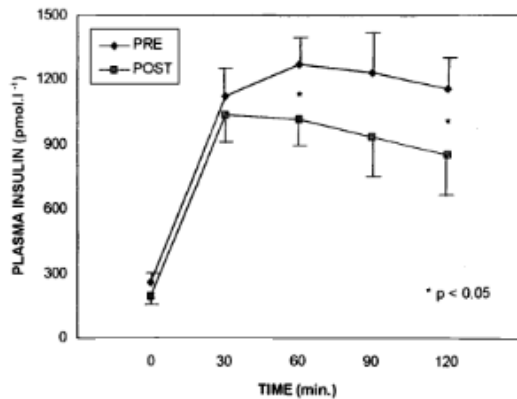
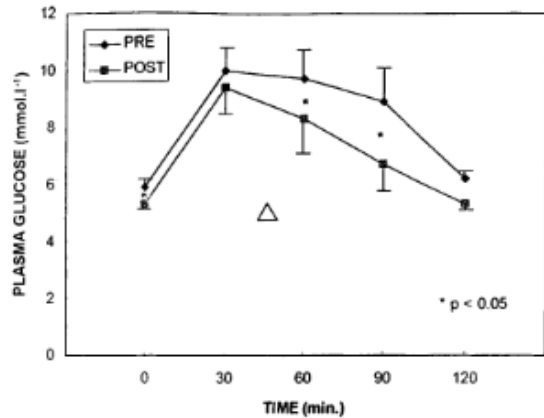
# Angelopoulos et al. (1998)

- Άνδρες ΔΜΣ = 34.4 Kg/m<sup>2</sup>
- 10 μέρες προπόνηση
- 40 λεπτά, 75% ΜΚΣ
- Τεστ καμπύλης σακχάρου



# Αποτελέσματα

➤ Δεν υπήρξαν μεταβολές στο ΣΒ



**Table 1** TAG, VLDL-TAG, TC, LDL-c, HDL-c, HDL-c sub-fractions, LDL-apoB, and Hct before and after 10 days of training

	Initial	After 10 d of exercise
TAG (mmol · l <sup>-1</sup> )	2.15 ± 0.29	1.55 ± 0.28*
VLDL-TAG (mmol · l <sup>-1</sup> )	1.82 ± 0.3	1.29 ± 0.29*
TC (mmol · l <sup>-1</sup> )	4.39 ± 0.28	4.12 ± 0.40
LDL-c (mmol · l <sup>-1</sup> )	2.83 ± 0.25	2.65 ± 0.29
HDL-c (mmol · l <sup>-1</sup> )	0.84 ± 0.08	0.86 ± 0.08
HDL <sub>2</sub> -c (mmol · l <sup>-1</sup> )	0.016 ± 0.005	0.03 ± 0.01
HDL <sub>3</sub> -c (mmol · l <sup>-1</sup> )	0.83 ± 0.08	0.84 ± 0.07
LDL-apoB (mmol · l <sup>-1</sup> )	1.65 ± 0.14	1.50 ± 0.17
Hct	.44 ± .01	.43 ± .02

\*p < 0.05 indicates mean was different post-training as compared to pre-training value

➤ Με λιγότερη ινσουλίνη απορροφώ περισσότερη γλυκόζη

# Άμεσες επιδράσεις της άσκησης

- Μείωση σακχάρου λόγω χρησιμοποίησης του στην άσκηση
- Αύξηση της ευαισθησίας της ινσουλίνης

# Μακροχρόνιες επιδράσεις της άσκησης

1. Αύξηση της ευαισθησίας της ινσουλίνης
2. Μείωση του σωματικού βάρους
3. Ρύθμιση της έκκρισης της ινσουλίνης από το πάγκρεας
4. Αύξηση του # των μεταφορέων γλυκόζης στο εσωτερικό του κυττάρου
5. Αύξηση της δραστηριότητας των μεταφορέων γλυκόζης στο εσωτερικό του κυττάρου

# Μακροχρόνιες επιδράσεις της άσκησης

6. Μείωση των τριγλυκεριδίων και αύξηση της «καλής» χοληστερίνης
7. Αύξηση της πυκνότητας των τριχοφόρων αγγείων στους μύες
8. Μείωση της δόσης ινσουλίνης και φαρμάκων για το σάκχαρο
9. Βελτίωση της ποιότητας ζωής

E = Exercise  
M = Metformin

Table IV. Differences between groups, effect size, and minimum importance difference after 24 months' intervention

Variables	E vs. M	P values	Effect size			E + M vs. M	P values	Effect size			E vs. E + M	P values	Differences between groups <sup>a</sup>		
			size	MID				size	MID				P values		
<b>Mood states</b>															
Depression	-1.1 (-2.4 to 0.2)	0.670	0.251	0.99	-1.2 (-2.3 to -0.1)	0.038*	0.179	0.85	-0.3 (-1.2 to 0.6)	0.551	0.068	0.68	0.241		
Tension	-1.2 (-2.5 to 0.1)	0.072	0.372	0.97	-1.0 (2.2 to 0.3)	0.204	0.317	0.84	-0.0 (-0.9 to 0.9)	0.451	0.035	0.67	0.107		
Fatigue	-1.7 (-3.0 to -0.5)	0.009*	0.474	0.97	-1.1 (-2.2 to 0.1)	0.062	0.245	0.84	-0.7 (-1.6 to 0.2)	0.133	0.220	0.66	0.031*		
Vigour	2.5 (1.3 to 3.8)	<0.001**	0.965	0.91	2.1 (1.1 to 3.2)	<0.001**	0.877	0.79	0.4 (-0.4 to 1.2)	0.335	0.073	0.63	<0.001**		
Anger	-1.1 (-1.8 to -0.4)	0.003*	0.615	0.54	-1.3 (-1.9 to -0.6)	<0.001**	0.837	0.47	0.2 (-0.3 to 0.7)	0.516	0.082	0.37	0.001*		
Confusion	-0.4 (-1.0 to 0.2)	0.193	0.244	0.44	-0.1 (-0.7 to 0.4)	0.574	0.000	0.38	-0.3 (-0.7 to 0.2)	0.232	0.218	0.30	0.358		
TMD	-7.0 (11.2 to -2.8)	0.001*	0.717	3.16	-5.5 (-9.1 to -1.8)	0.003*	0.568	2.73	-1.5 (-4.4 to 1.4)	0.297	0.138	2.16	0.004*		
<b>HRQoL</b>															
Physical functioning	14.0 (8.3 to 19.7)	<0.001**	0.929	1.84	13.7 (8.8 to 18.6)	<0.001**	1.019	1.59	0.3 (-3.7 to 4.1)	0.897	0.000	1.24	<0.001**		
Role physical	15.0 (5.0 to 25.0)	0.003*	0.771	3.23	14.2 (5.6 to 22.8)	0.001*	0.722	2.77	0.8 (-5.8 to 7.5)	0.809	0.037	2.15	0.004*		
Bodily pain	8.8 (-0.5 to 18.1)	0.064	0.521	3.02	4.4 (-3.6 to 12.5)	0.279	0.322	2.61	4.4 (-2.0 to 10.7)	0.174	0.164	2.04	0.162		
General health	13.4 (6.2 to 20.7)	<0.001**	0.994	2.32	10.2 (3.9 to 16.4)	0.002*	0.806	2.03	3.3 (-1.7 to 8.2)	0.194	0.199	1.60	0.001*		
Vitality	15.2 (7.5 to 22.9)	<0.001**	0.894	2.49	11.0 (4.4 to 17.6)	0.001*	0.710	2.15	4.2 (-1.0 to 9.4)	0.110	0.240	1.68	0.001*		
Social functioning	10.8 (3.2 to 18.5)	0.006*	0.693	2.48	10.6 (4.0 to 17.2)	0.002*	0.681	2.15	0.2 (-5.0 to 5.5)	0.929	0.012	1.69	0.006*		
Role emotional	11.7 (2.9 to 21.0)	0.015*	0.639	3.03	8.7 (0.7 to 16.6)	0.034	0.349	2.59	3.0 (-3.4 to 9.4)	0.356	0.231	2.07	0.046*		
Mental health	11.2 (3.0 to 19.3)	0.008*	0.664	2.64	8.9 (1.9 to 16.0)	0.013*	0.618	2.28	2.2 (-3.3 to 7.8)	0.429	0.115	1.80	0.021*		
PCS	10.9 (4.5 to 17.0)	0.001*	0.962	1.97	8.9 (3.6 to 14.2)	0.001*	0.833	1.72	1.9 (-2.2 to 6.0)	0.354	0.139	1.33	0.002*		
MCS	11.7 (5.1 to 18.2)	0.001*	0.859	2.12	9.4 (3.8 to 15.1)	0.001*	0.723	1.82	2.2 (-2.2 to 6.6)	0.322	0.194	1.43	0.001*		
Total SF-36	11.1 (5.2 to 17.1)	<0.001**	0.958	1.93	9.2 (4.1 to 14.3)	<0.001**	0.835	1.66	1.9 (-2.1 to 5.9)	0.345	0.171	1.29	0.001*		
Anti-depressant medication	0.2 (0.1 to 0.5)	0.002*	1.038	0.11	0.1(-0.0 to 0.2)	0.088	0.232	0.09	0.1 (0.0 to 0.2)	0.013*	1.218	0.07	0.006*		
Anti-anxiolytic medication	0.0 (-0.1 to 0.2)	0.562	0.717	0.12	-0.0 (-0.2 to 0.1)	0.697	0.069	0.11	0.1 (-0.0 to 0.2)	0.181	0.980	0.08	0.400		



# Πρόγραμμα άσκησης για άτομα με σακχαρώδη διαβήτη

- Ένταση
- Συχνότητα
- Διάρκεια
- Είδος

# Ένταση

- Χαμηλή για συμμετοχή στην άσκηση με μεγάλη χρονική διάρκεια
- 40-50% ΜΚΣ
- Αποφυγή «πιασίματος»

# Συχνότητα

- Οι ευεργετικές επιδράσεις της άσκησης στην αύξηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη διαρκούν μέχρι και 2 ημέρες.
- Κάθε μέρα ή μέρα παρά μέρα

# Διάρκεια

- 30 συνεχόμενα λεπτά
- 2 δεκαπεντάλεπτα ή 3 δεκάλεπτα
- Χαμηλή ένταση για καρδιοαγγειακά αποτελέσματα

# Είδος

- Αερόβιο σύστημα (ελαφρό λαχάνιασμα)
- Ευχαρίστηση
- Γρήγορο βάδισμα ή ποδήλατο
- Αποφυγή ασκήσεων με τραντάγματα π.χ. τρέξιμο

## FITT RECOMMENDATIONS FOR INDIVIDUALS WITH DIABETES (29,40,41)

FITT

	Aerobic	Resistance	Flexibility
Frequency	3–7 d · wk <sup>-1</sup>	A minimum of 2 nonconsecutive d · wk <sup>-1</sup> , but preferably 3	≥2–3 d · wk <sup>-1</sup>
Intensity	Moderate (40%–59% $\dot{V}O_2R$ or 11–12 RPE rating) to vigorous (60%–89% $\dot{V}O_2R$ or 14–17 RPE rating)	Moderate (50%–69% of 1-RM) to vigorous (70%–85% of 1-RM)	Stretch to the point of tightness or slight discomfort.
Time	T1DM: 150 min · wk <sup>-1</sup> at moderate intensity or 75 min · wk <sup>-1</sup> at vigorous intensity or combination T2DM: 150 min · wk <sup>-1</sup> at moderate-to-vigorous intensity	At least 8–10 exercises with 1–3 sets of 10–15 repetitions to near fatigue per set early in training. Gradually progress to heavier weights using 1–3 sets of 8–10 repetitions.	Hold static stretch for 10–30 s; 2–4 repetitions of each exercise
Type	Prolonged, rhythmic activities using large muscle groups (e.g., walking, cycling, swimming)	Resistance machines and free weights	Static, dynamic, and/or PNF stretching

1-RM, one repetition maximum; PNF, proprioceptive neuromuscular facilitation; RPE, rating of perceived exertion;  $\dot{V}O_2R$ , oxygen uptake reserve.

# Προφυλάξεις

- Ενημέρωση γιατρού
- Συχνή μέτρηση σακχάρου (πριν, μετά, 1 ώρα μετά το τέλος ή 4-6 ώρες μετά το τέλος της άσκησης)
- Μείωση της δόσης ινσουλίνης κατά 1-2 μονάδες πριν από άσκηση 30-60 λεπτών
- Πρόσληψη 10-15 γραμμάρια υδατανθράκων πριν από άσκηση 30-60 λεπτών

- 1 μικρή μπανάνα
- 1 μικρό μήλο
- Μισή κούπα χυμός
- ¼ κούπας αποξηραμένα φρούτα

# Προφυλάξεις

- Η ένεση ινσουλίνης να γίνεται στην κοιλιά και όχι στο ασκούμενο μέλος
- Αποφυγή άσκησης κατά την διάρκεια της μέγιστης λειτουργίας της ινσουλίνης
- Στην άσκηση παρατεταμένης διάρκειας ο ασκούμενος πρέπει να λαμβάνει υδατάνθρακες και κατά την διάρκεια της άσκησης



# Προφυλάξεις

- Άτομα τα οποία έχουν προβλήματα με τα μάτια τους θα πρέπει να αποφεύγουν την άσκηση με βάρη
- Εάν η τιμή σακχάρου είναι πάνω από 400 mg/dl τότε δεν συνιστάται η άσκηση

# Προφυλάξεις

- Εάν το σάκχαρο είναι μεταξύ 200-400 mg/dl τότε η άσκηση θα πρέπει να γίνεται με την επίβλεψη γιατρού ή ειδικού εργοφυσιολόγου
- Εάν υπάρχουν κετόνες στα ούρα τότε θα πρέπει να ελεγχθούν πριν να ξεκινήσει ένα πρόγραμμα άσκησης

# Διαβητικός αθλητής



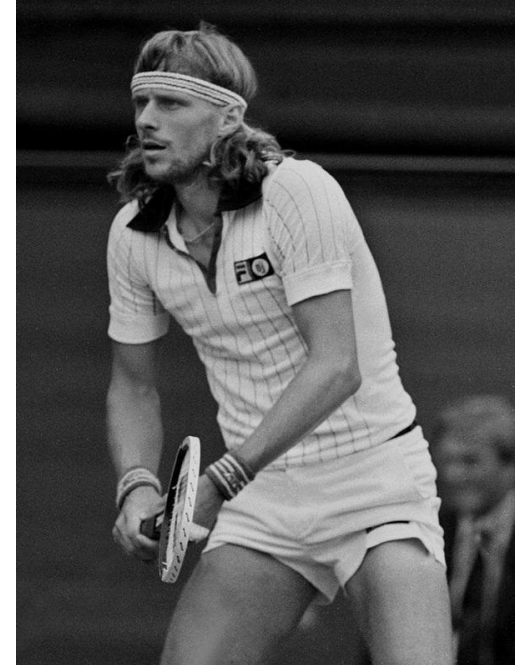
Sir Steve  
Redgrave



Chris  
Dudley



Garry  
Mabbutt



Bjorn  
Borg