

# Actividad física en Obesidad, Síndrome Metabólico, DM 1 y DM2

Martín Rodríguez  
Profesor Adjunto de Endocrinología,  
Metabolismo y Nutrición  
Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad Nacional de Cuyo

**Obesidad:**  
**¿Dieta o ejercicio,  
qué es mejor?**

# Prevalencia de diabetes, obesidad, hipertensión y hiperlipidemia en el área central de Argentina

MS de Sereday, C González, D Giorgini, L de Loredo, J Braguinsky, C Cobeñas, C Libman, C Tesone  
Diabetes Metab 2004,30,335-9

n= 2397 >18 years 1995-1998

Obesidad

25.9%

Hipertensión

36.0%

Hiperlipidemia

30.6%

Diabetes

6.9%



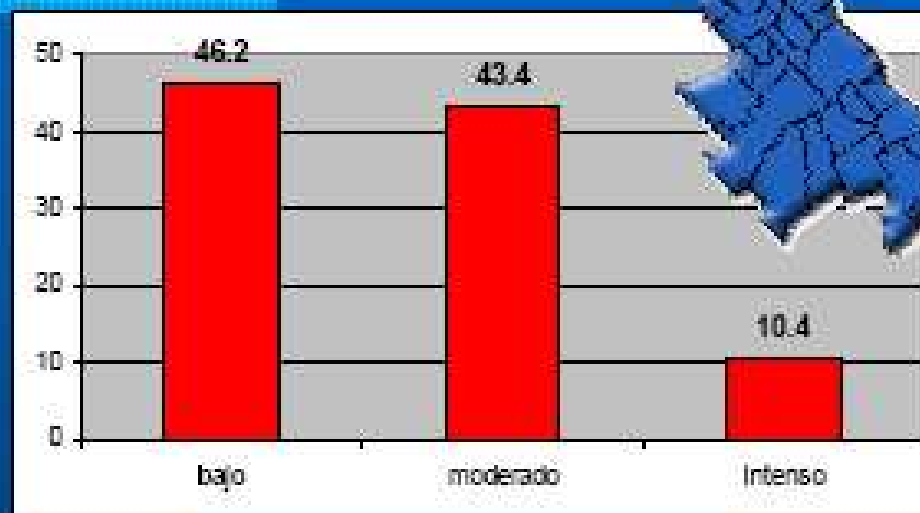
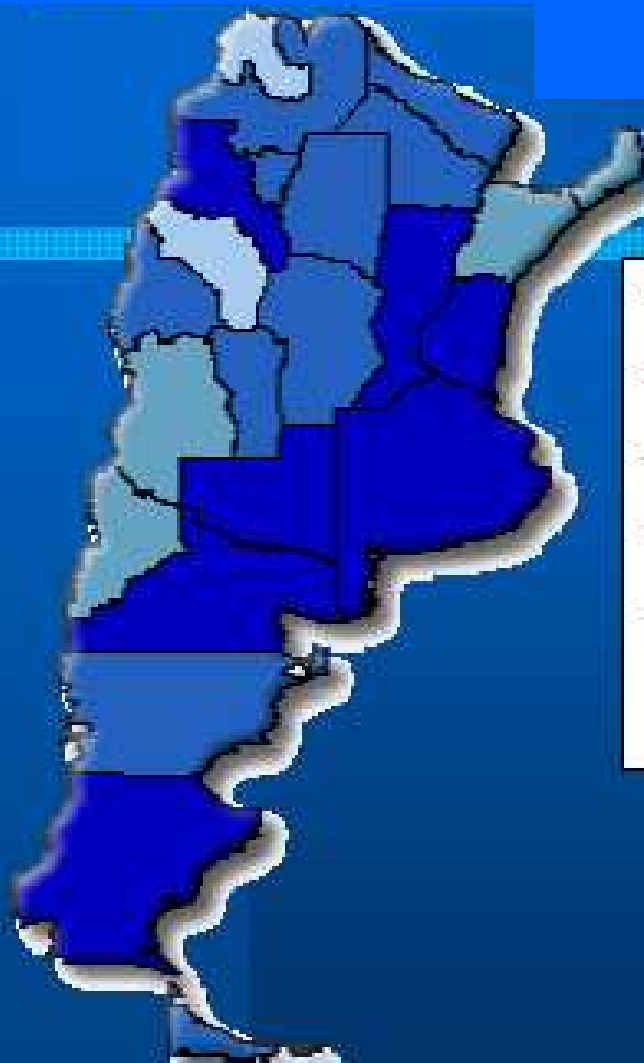
# Prevalencia de diabetes, obesidad, hipertensión e hiperlipidemia en Virasoro (Corrientes, Argentina)

Lapertosa S, González C, de Loredo L, Benítez J, Céspedes M, Villagra M, Bordón C, Alfano M, Lecuna L, Santoro S, S de Sereday M,  
n= 657 >18 years 2006



|                |       |
|----------------|-------|
| Obesidad       | 26.0% |
| Hipertensión   | 44,5% |
| Hiperlipidemia | 27.8% |
| Diabetes       | 7.8%  |

# Baja actividad física en Argentina



PROV (Baja\_Porcent)

|                      |
|----------------------|
| 21,4682633 - 30,0000 |
| 30,0000 - 40,0000    |
| 40,0000 - 50,0000    |
| 50,0000 - 60,3376485 |

Datos ENFR 2005

## REFERENCIAS

Dirección de Promoción y Protección de la Salud. Prevención y Control de ENT  
Subsecretaría de Prevención y Control de Riesgos

¿Puede el ejercicio solo, sin ajuste de dieta, reducir el peso en forma significativa?

- Hay cientos de estudios que examinaron el impacto del ejercicio en el peso corporal.
- Algunos estudios muestran significativa pérdida de peso con necesidad de “high levels of exercise”  
Singapore Army study
- Muchos estudios muestran poco o ningún efecto de moderada cantidad de ejercicio, en el peso corporal.

**“....es más eficiente perder peso por dieta que por ejercicio solamente o dieta más ejercicio. Es probable reducir la ingesta de energía en 1000 kcal/día pero no es posible, para la mayoría de la gente con sobrepeso u obesidad, incrementar el ejercicio a 1000 kcal/día.”**

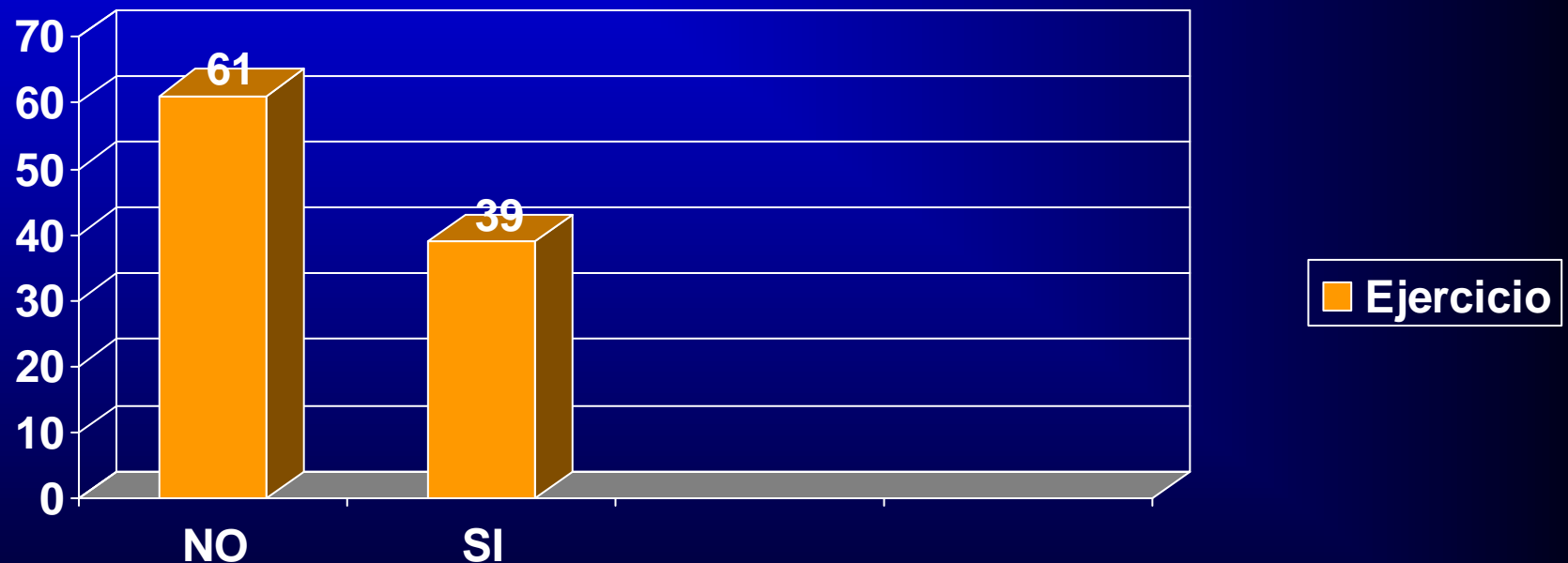
**James O. Hill, PhD.**

**Editor-in-Chief Obesity and Weight Management**

# Prescripción de actividad física por médicos diabetólogos argentinos

Szuster J, Krynski F, González C y col.

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 39:5-7;2005



Prescripción sistemática de ejercicio por 937 médicos asistentes al Congreso de la SAD 2002

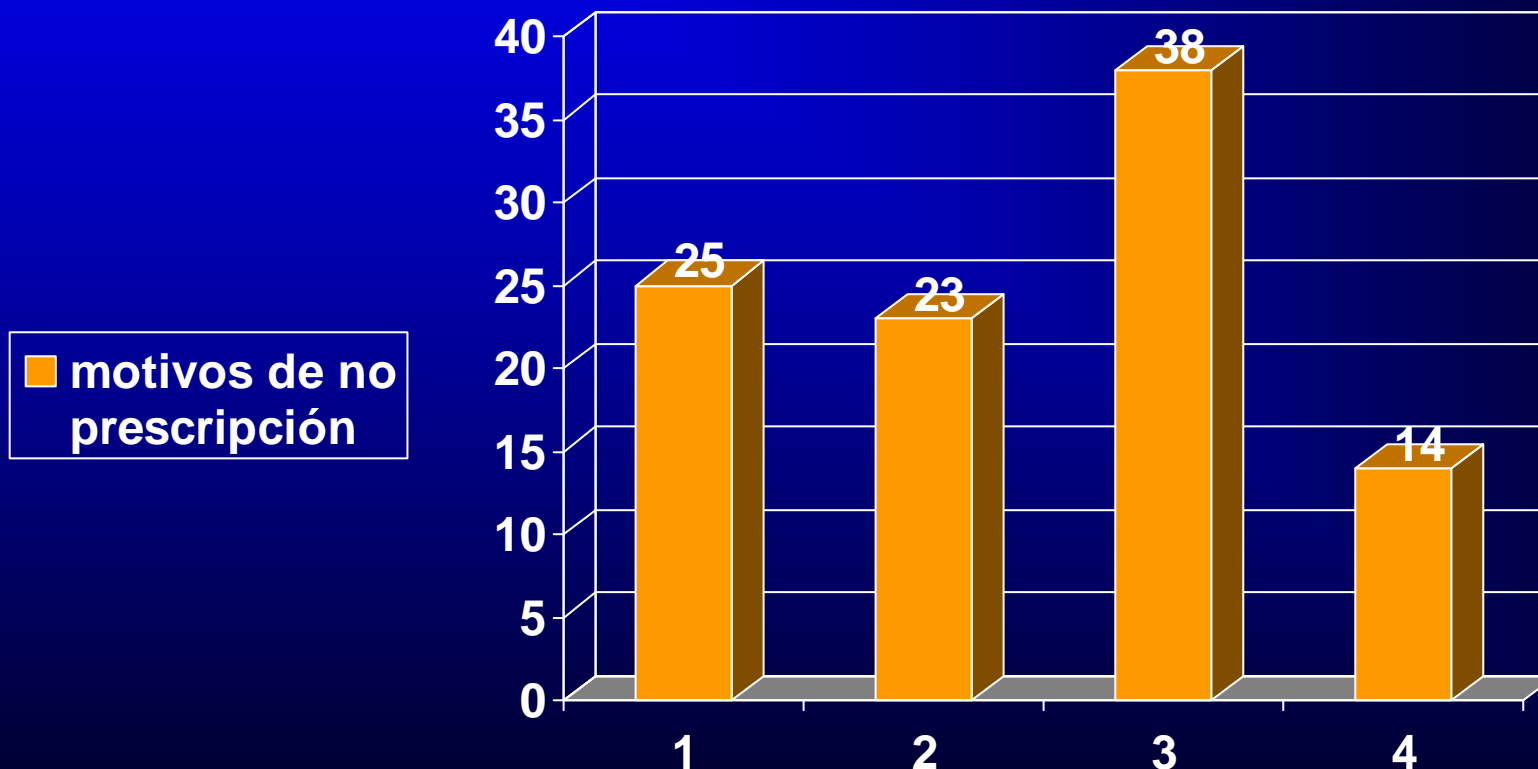


# Prescripción de actividad física por médicos diabetólogos argentinos

- De los 368 médicos prescriptores (39% del total)
  - Prescripción oral 73% (28%)
  - Prescripción escrita 27% (11%)

# Prescripción de actividad física por diabetólogos argentinos

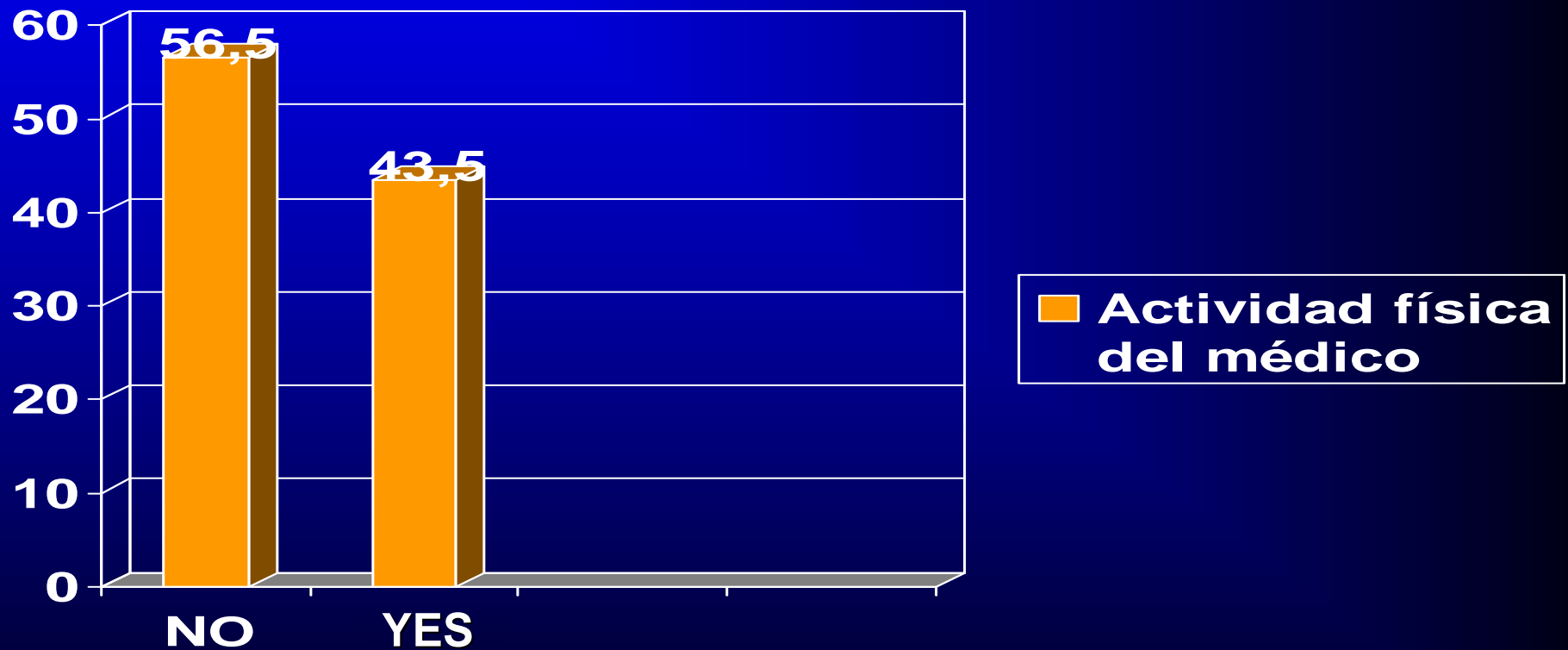
- 1) "Paciente no cumplirá"
- 2) "Riesgos para los pacientes"
- 3) "Carencia de prof. de educación ffs. Idóneos"
- 4) Otros



Szuster J, Krynski F, González C y col.  
Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 39:5-7;2005

# Prescripción de actividad física por diabetólogos argentinos

“El principal factor asociado con la prescripción fue la realización de ejercicio por parte del mismo médico ( $p=0.017$ )”



Szuster J, Krynski F, González C y col.

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 39:5-7:2005

# Hábito personal de hacer ejercicio e indicación del mismo por médicos de atención primaria en USA

S Abramson, J Stein, M Schaufele, E Frates, and S Rogan. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2000;10:40–48

- Los médicos que hacen ejercicio es más probable que aconsejen a sus pacientes a hacer ejercicio que los médicos que no hacen ejercicio (OR 5.72)
- Otras barreras
  - Falta de tiempo del médico para indicar
  - Falta de conocimiento y experiencia del médico
  - Prejuicio de desinterés del paciente y no adherencia
  - Creer que los ejercicios de fuerza no son beneficiosos
  - Casi todos los médicos de esta encuesta que aconsejaban ejercicio lo hacían en forma verbal
  - Los médicos pediatras y geriatras fueron los que menos frecuentemente aconsejaban ejercicio
  - Nula formación en las Facultades de Medicina y Residencias Médicas acerca de los beneficios e indicación de actividad física

# Diabetes Prevention Program (DPP)

- 27 centros
- 3234 participantes
- $\geq 25$  años de edad
- BMI  $\geq 24$
- Intolerancia a la glucosa

# **Intervención en el estilo de vida**

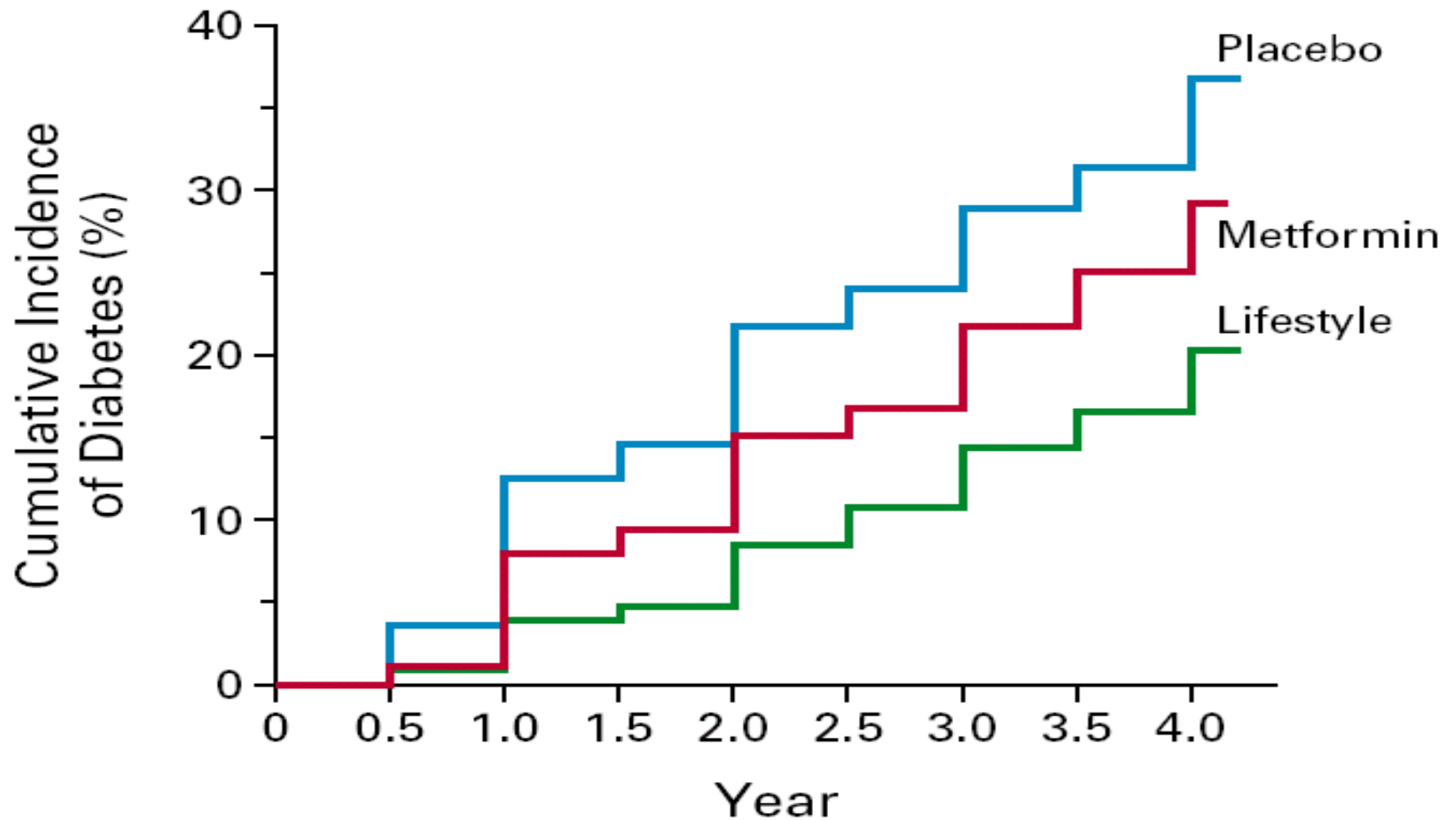
**Un programa intensivo con los siguientes objetivos:**

- **$\geq 7\%$  de pérdida de peso y mantenimiento del peso perdido**
  - **Ingesta de grasa -- 25% del VCT**
  - **VCT -- 1200-1800 kcal/día**
- **$\geq 150$  minutos por semana de actividad física**

**Se comparó esta estrategia versus darle metformina o un consejo anual**

# DIABETES PREVENTION PROGRAM

Knowler W, Barrett-Connor E, Nathan D, et al. N Engl J Med 2002; 346:393-403



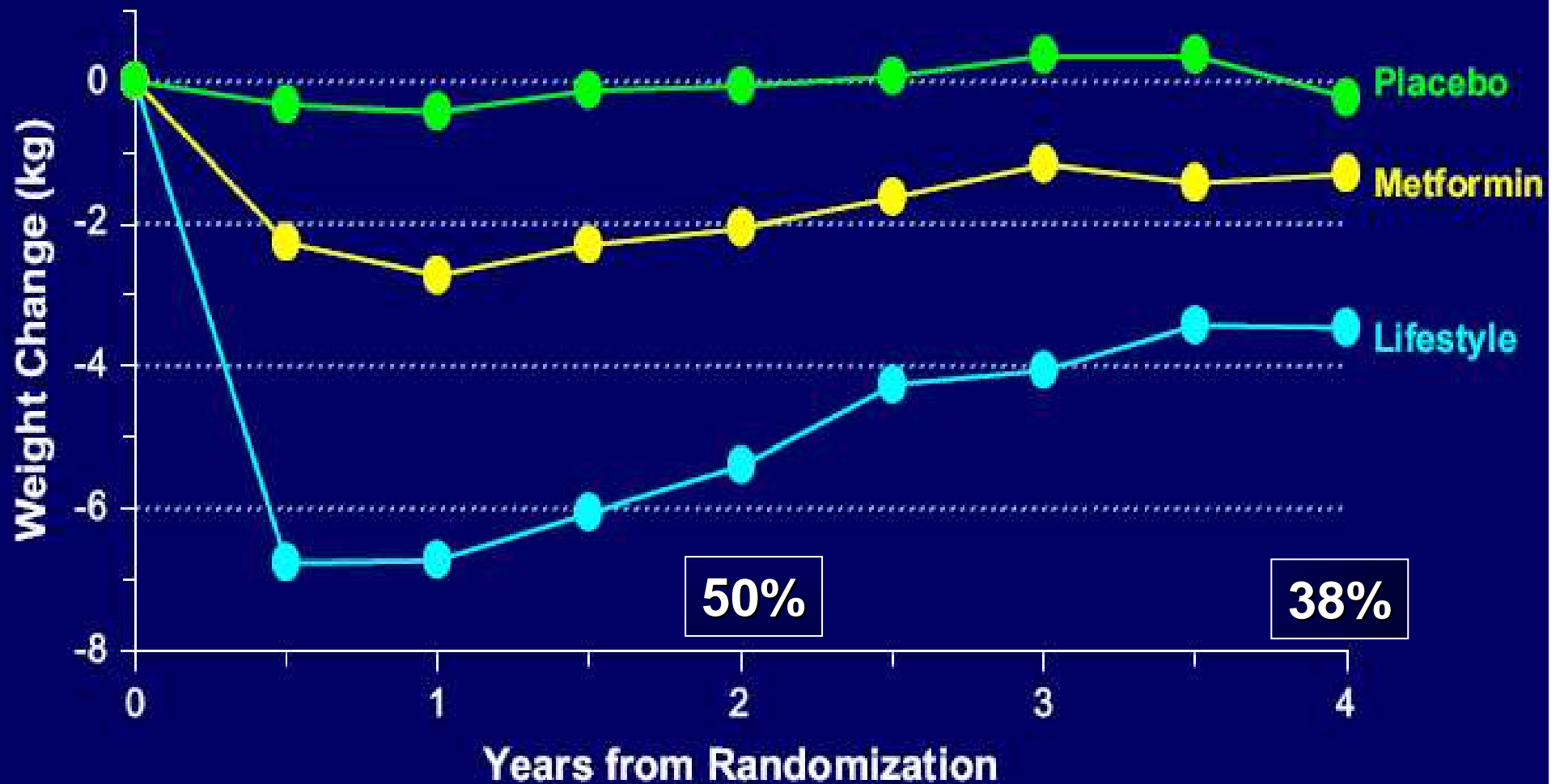
- **En los pacientes que lograron el objetivo de descenso de peso los cambios en la actividad física no se relacionaron a la incidencia de diabetes**
- **Por cada kg de peso perdido hubo una reducción del riesgo de diabetes del 16%**
- **En el grupo de Estilo de Vida no hubo un efecto independiente del incremento de la actividad física en el riesgo de diabetes luego del ajuste del descenso de peso**



# DIABETES PREVENTION PROGRAM

Knowler W, Barrett-Connor E, Nathan D, et al. N Engl J Med 2002; 346:393-403

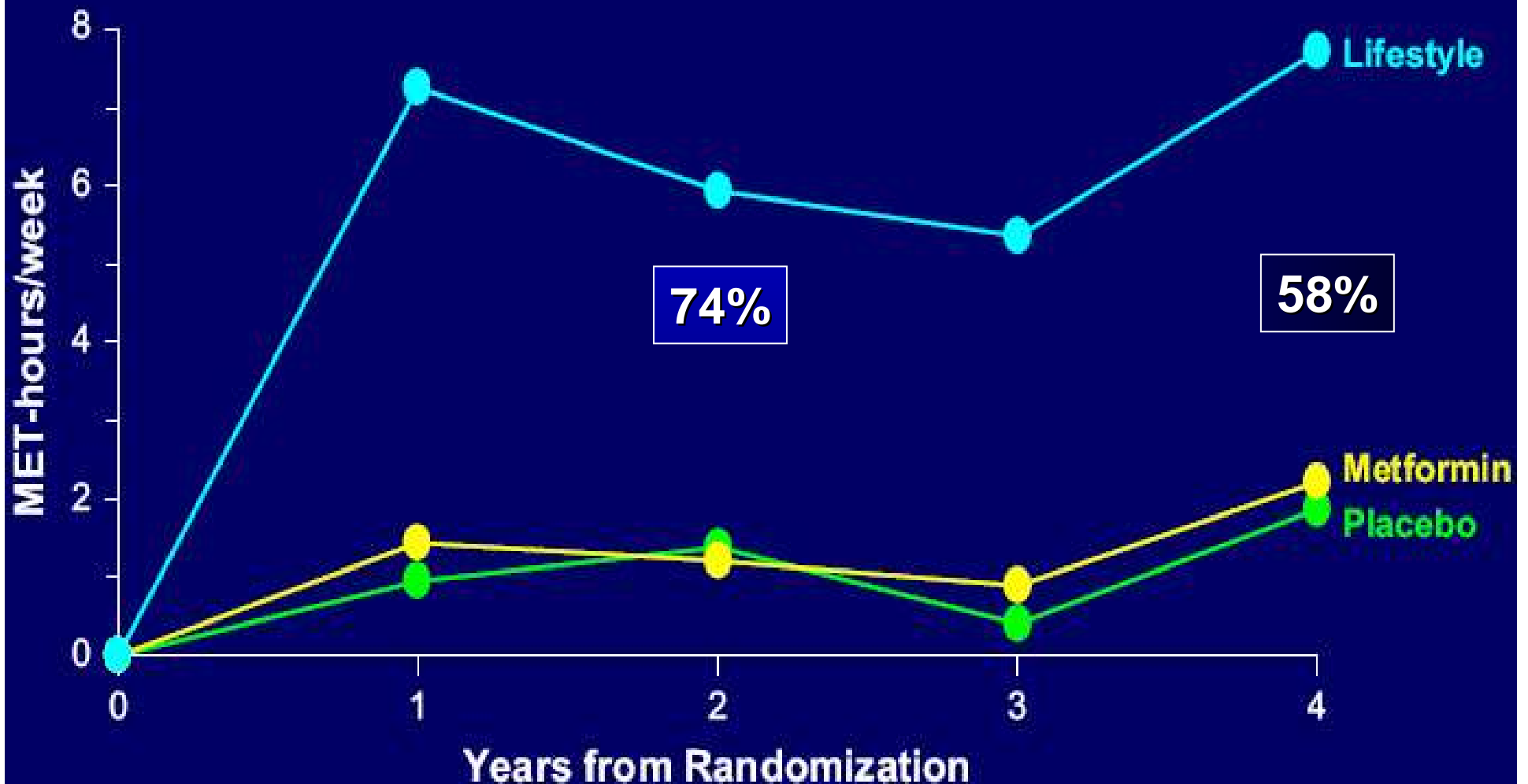
### Mean Weight Change



# DIABETES PREVENTION PROGRAM

Knowler W, Barrett-Connor E, Nathan D, et al. N Engl J Med 2002; 346:393-403

## Mean Change in Leisure Physical Activity



# ¿Por qué es difícil perder peso haciendo ejercicio solamente?

- La actividad física incrementa el Gasto Energético (GE) y provoca un disturbio en el Balance Energético (BE) al provocar un déficit energético agudo.
- Hay respuestas compensadoras que influyen en la pérdida de peso asociada con el déficit energético.
- El sistema regulador se defenderá contra las actividades que promueven un BE negativo.

- **Las respuestas metabólicas compensatorias son automáticas y no están bajo el control de la voluntad.**
- **Las respuestas metabólicas son un mecanismo de protección evolutivo para prevenir la desnutrición y una indefinida pérdida de peso**
- **Durante los cambios en el BE, hay pequeños pero significativos cambios en los componentes del GE. Todos estos cambios se oponen o resisten el déficit energético intentado por el ejercicio.**

- **Cuando el peso corporal es reducido debido al ejercicio, en reposo se producen reducciones del gasto metabólico basal y durante el sueño.**
- **La eficiencia del ejercicio en bajar de peso se altera en la medida que el peso desciende. Varias respuestas metabólicas contribuyen a la resistencia a perder peso.**
- **En forma colectiva esas respuestas metabólicas intentan resolver el daño potencial en el BE atenuando el impacto en el GE inducido por el ejercicio.**

# CHEESEBURGER

**20 Years Ago**



**333 calories**

**Today**



**590 calories**

**Calorie Difference: 257 calories**

# Maintaining a Healthy Weight is a Balancing Act; Calories In = Calories Out



How long will you have to lift weights in order to burn the extra 257 calories?\*

**\*Based on 130-pound person**

# Calories In = Calories Out



If you **lift weights for 1 hour and 30 minutes**, you will burn approximately **257 calories**.\*

\*Based on 130-pound person

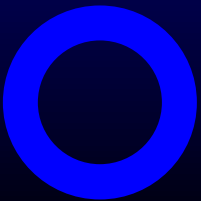


# Calories In = Calories Out



**How long will you have to walk leisurely in order to burn those extra 400 calories?\***

**\*Based on 160-pound person**



# Calories In = Calories Out

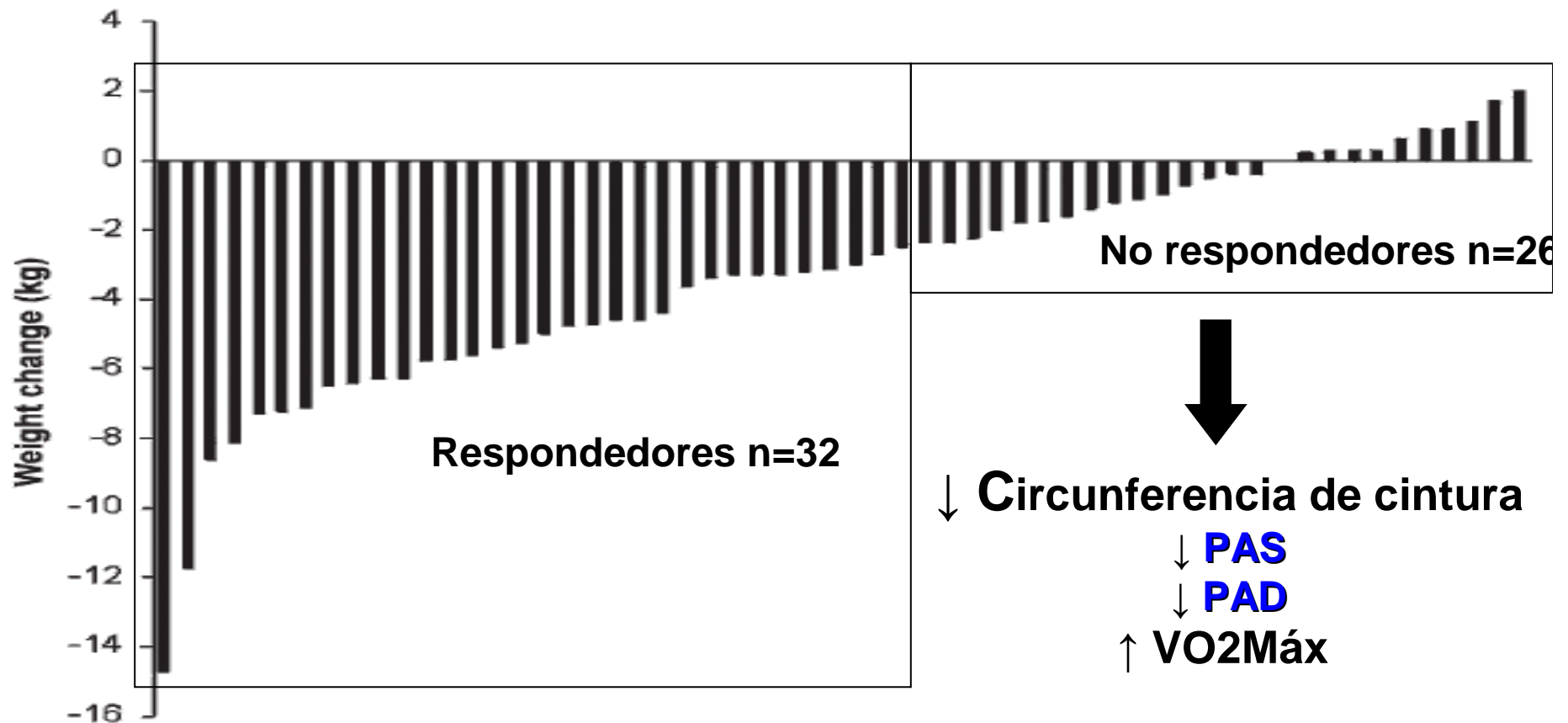


**If you walk leisurely for 1 hour and 10 minutes you will burn approximately 400 calories.\***

**\*Based on 160-pound person**

# Efectos beneficiosos del ejercicio: cambiamos el foco de atención sobre el descenso del peso corporal hacia otros marcadores de salud

N A King, M Hopkins, P Caudwell, R J Stubbs, J E Blundell  
Br J Sports Med 2009;43:924-927



# “Fatness” versus “Fitness”

## Fitness y Adipocidad como predictores de mortalidad en adultos

Sui X, LaMonte M, Hardin J, Chase N, Hooker S, Blair S. *JAMA*. 2007;298(21):2507-2516

| <b>BMI</b>                         | Death rate/1000/year |
|------------------------------------|----------------------|
| 18.5-24.9                          | 13.9                 |
| 25.0-29.9                          | 13.3                 |
| 30.0-34.9                          | 18.3                 |
| >35                                | 31.8                 |
| <b>FITNESS</b> Treadmill time, min |                      |
| < 8.7                              | 32.6                 |
| 8.7-11.2                           | 16.6                 |
| 11.3-18.3                          | 12.3                 |
| >18.4                              | 8.1                  |

# **“Fatness” versus “Fitness”**

## **Fitness y Adipocidad como predictores de mortalidad en adultos**

Sui X, LaMonte M, Hardin J, Chase N, Hooker S, Blair S. *JAMA*. 2007;298(21):2507-2516

**El “Fitness” es más importante que el “Fatness”.**

**Un gordo entrenado tiene menos riesgos para la salud que un flaco sedentario**

# RIESGO CARDIOMETABÓLICO GLOBAL

## ● Factores de riesgo tradicionales

- Edad
- Tabaquismo
- Hipertensión arterial
- Hipercolesterolemia
- Diabetes
- Género
- Susceptibilidad genética

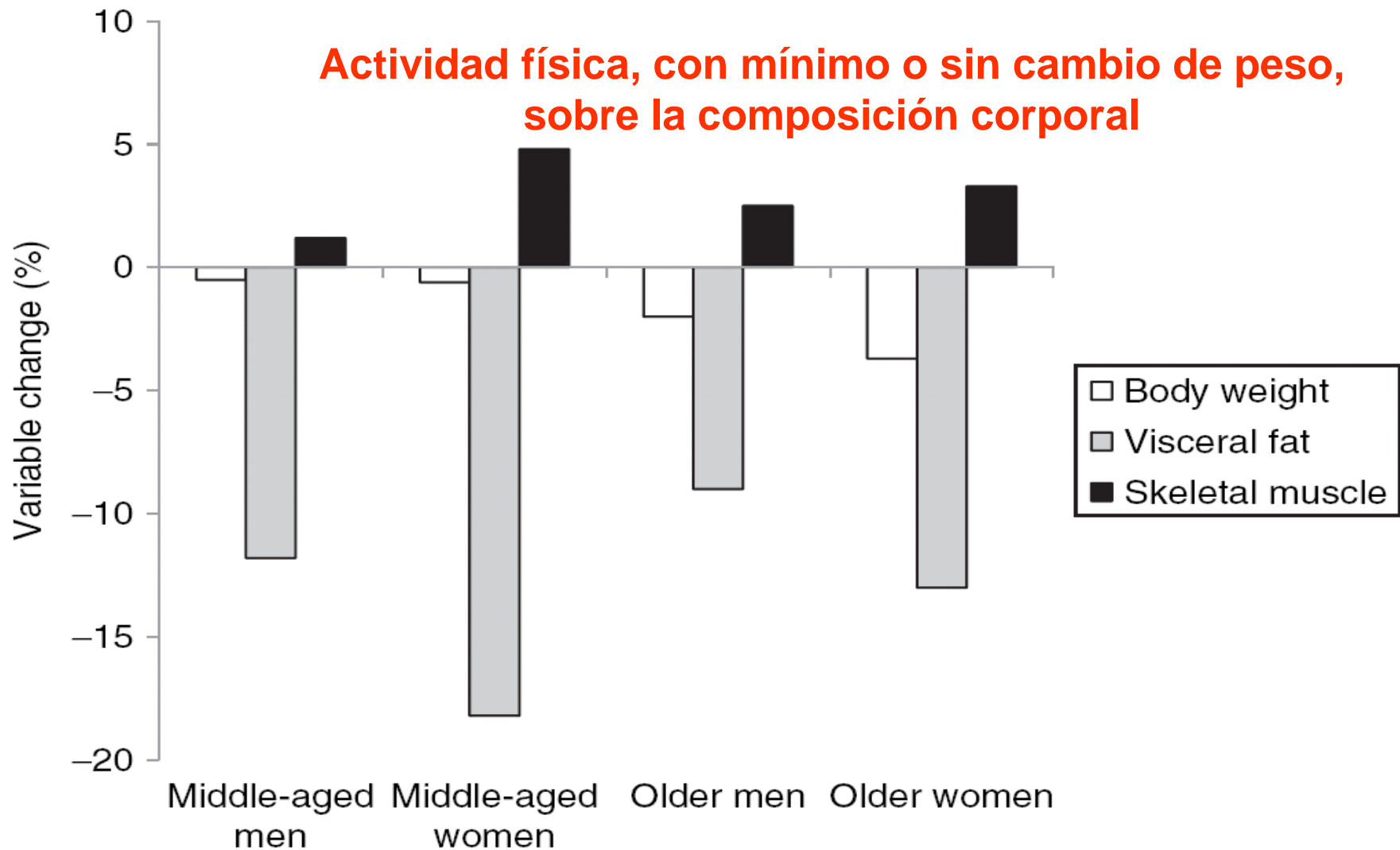


## ● SM y Factores de riesgo emergentes

- Obesidad visceral
- Resistencia a la insulina
- Dislipidemia aterogénica
- Estado protrombótico
- Estado proinflamatorio
- Microalbuminuria

# La utilidad de la actividad física en el manejo del Riesgo Cardiometabólico Global

Peter M. Janiszewski and Robert Ross Obesity Vol 17 Supple 3 December 2009



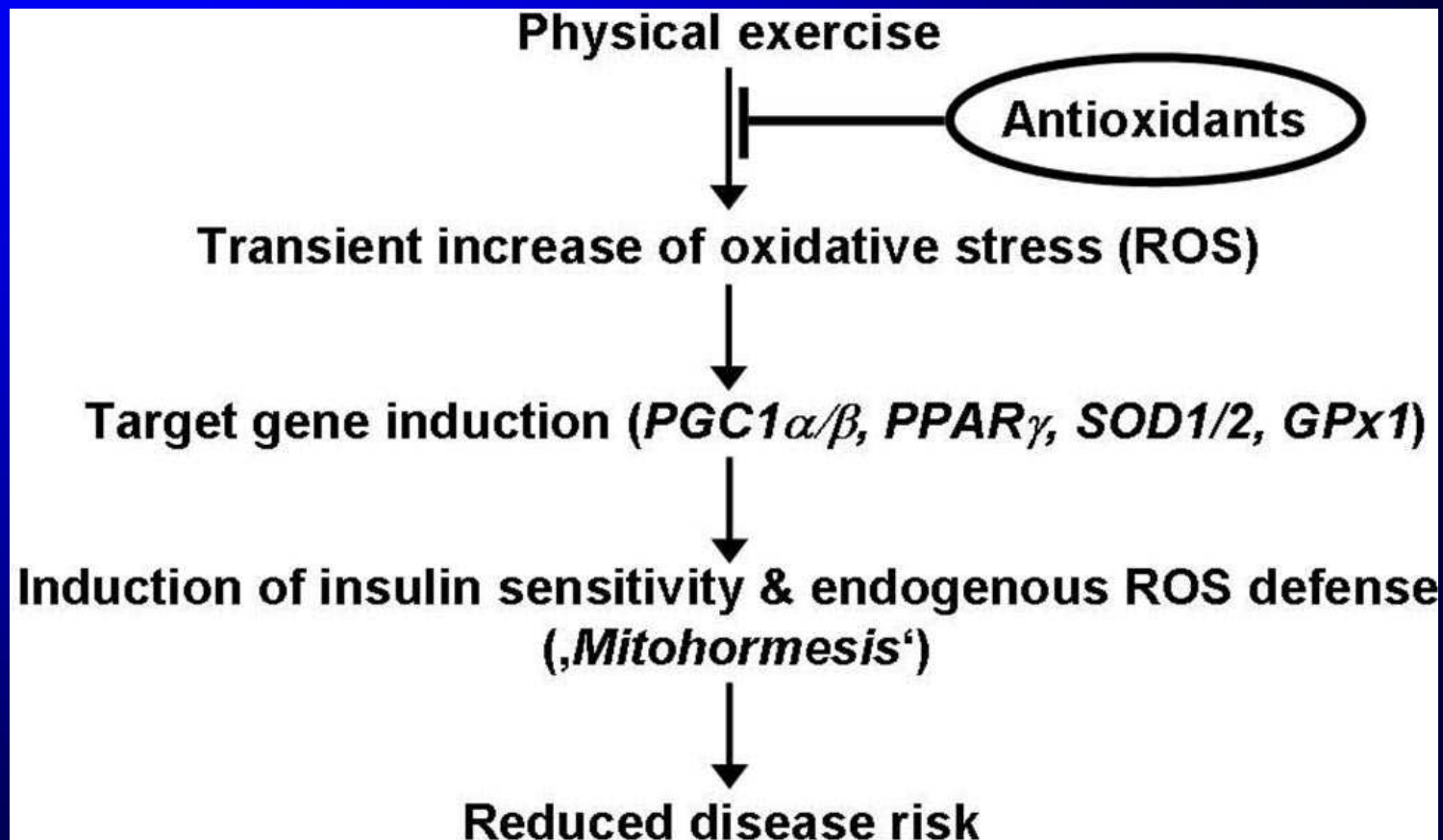
# Otros efectos de la actividad física independientes del descenso de peso

- **Lípidos:** HDL-C ↑ 4-22%, TG ↓ 4-37%, LDL-C ↔, pequeña/densa LDL-C ↓, Apo-B ↓ 7-20%.
- **Presión arterial:** PAS -3 to -11 mmHg, PAD -3 to 8 mmHg (> ↓ en hipertensos)
- **Trombosis:** activador del plasminógeno tisular ↑, PAI-1 ↓, agregación/adhesividad plaquetaria ↓, adiponectina ↑
- **Inflamación Sistémica:** PCR, TNF-α and IL-6: ↓ 25-48%
- **Defensas Antioxidantes:** inducción de genes SOD 1/2, GPx1
- **Fitness cardiorrespiratorio:** un programa de ejercicios (6 m) aumenta el FC 10-30% y puede reducir el riesgo de ECV sin un significativo impacto en el nivel de obesidad.



# Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans

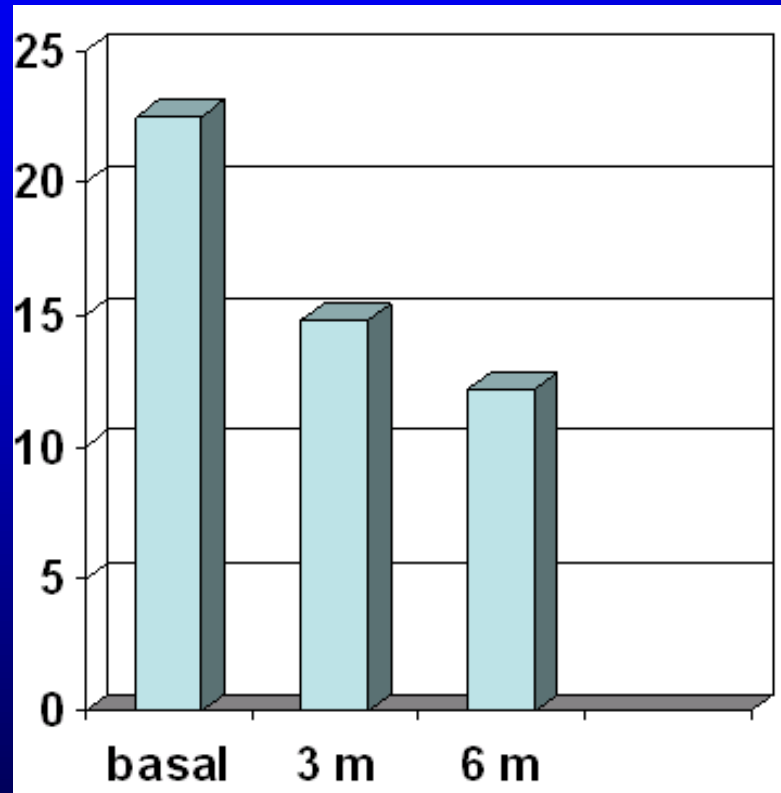
Ristowa M, Zarse K, Oberbach A, Birringer M, Kiehn M, Stumvoll M, Ronald Kahn, and Blüher M. PNAS 106:8665-70;2009



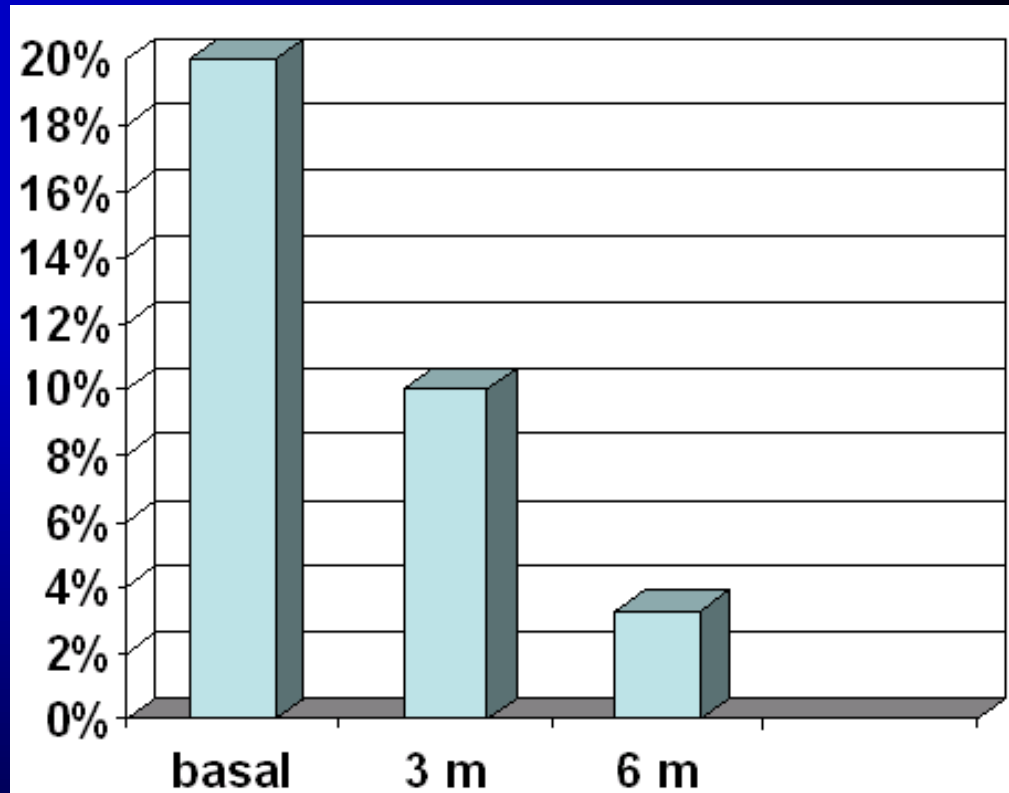
**Molecular Promotion of Muscle Antioxidant Defense Following Physical Exercise Is Abrogated by Antioxidants**

# Efectos del ejercicio aeróbico en la Microalbuminuria en diabéticos tipo 2

Lazarevic G, Antic S, Stefanovic V et al.  
*Renal Failure*, 29:199–205, 2007

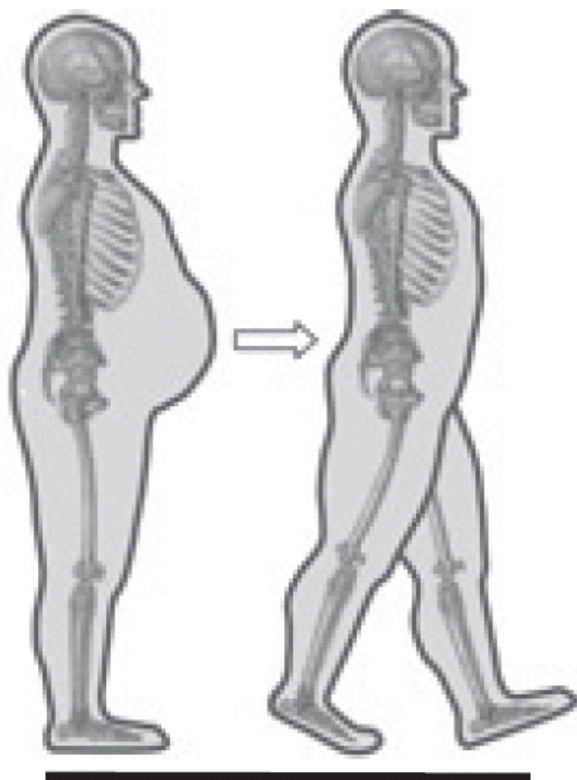


AlbU/creatU mg/g



Pacientes con Microalbuminuria

Chronic PA without weight loss

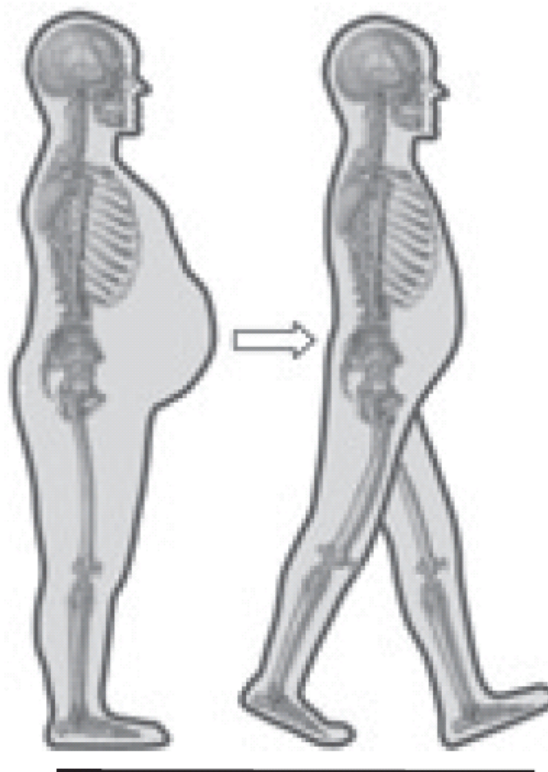


No change in body weight

- ↓ Visceral fat
- ↑ Fitness

↓ Global CMR

Chronic PA with weight loss

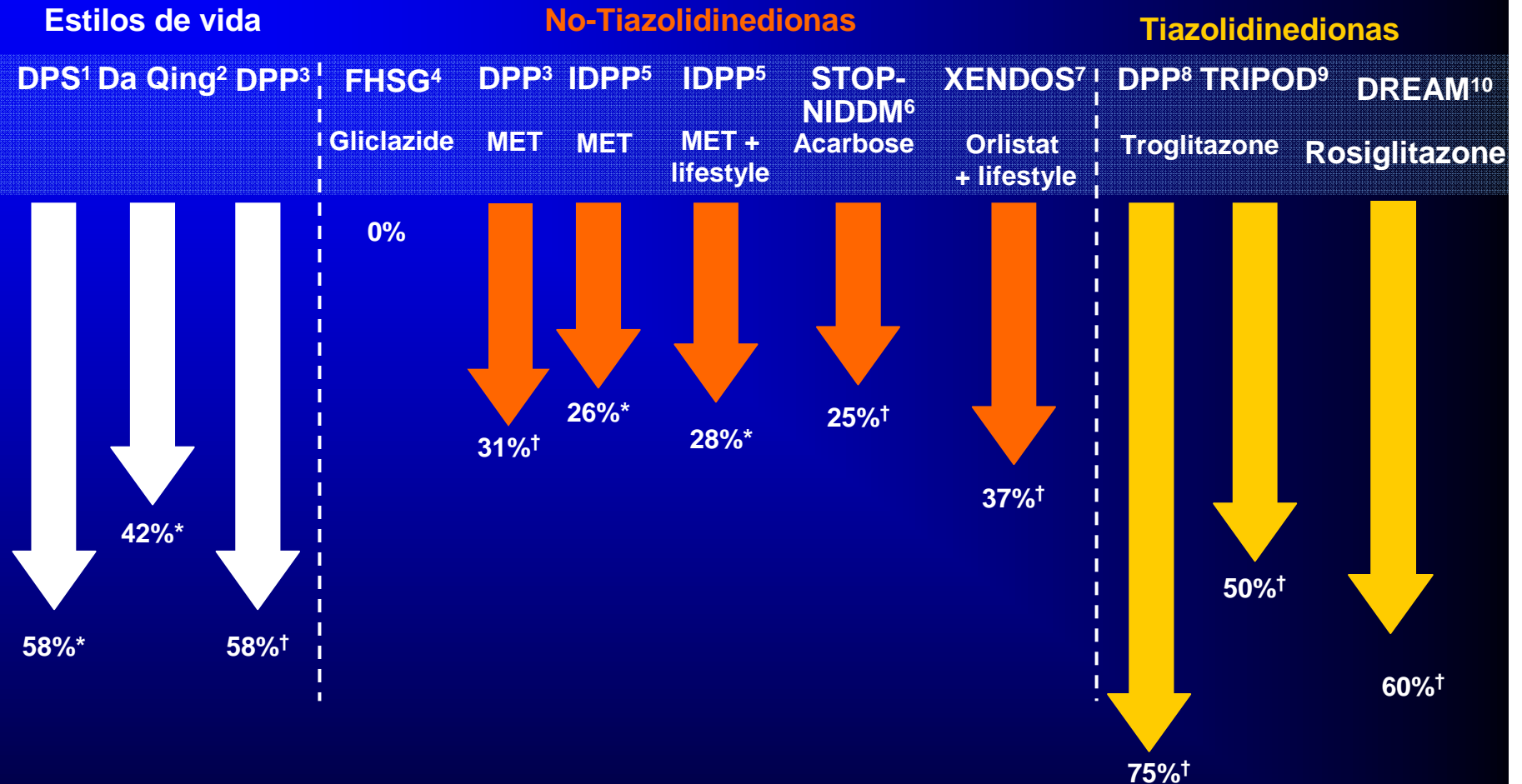


- ↓ Body weight
- ↓ Visceral fat
- ↑ Fitness

↓ Global CMR

**Significativos beneficios, por el ejercicio, en factores de riesgo para ECV y DM2 pueden ser logrados aún en ausencia de significativo descenso de peso.**

# Evidencias con intervención temprana: reducción del riesgo de desarrollar diabetes



<sup>1</sup>Lindström J, et al. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14:S108–S113. <sup>2</sup>Pan XR, et al. *Diabetes Care* 1997; 20:537–544.  
<sup>3</sup>Knowler WC, et al. *N Engl J Med* 2002; 346:393–403. <sup>4</sup>Karunakaran S, et al. *Metabolism* 1997; 46(Suppl 1):56–60.  
<sup>5</sup>Ramachandran A, et al. *Diabetologia* 2006; 49:289–297. <sup>6</sup>Chiasson JL, et al. *Lancet* 2002; 359:2072–2207.  
<sup>7</sup>Torgerson JS, et al. *Diabetes Care* 2004; 27:155–161. <sup>8</sup>Knowler WC, et al. *Diabetes* 2005; 54:1150–1156.  
<sup>9</sup>Buchanan TA, et al. *Diabetes* 2002; 51:2796–2803.

# Actividad Física

- Para ayudar a bajar/ mantener peso y reducir el riesgo CV y diabetes, hacer al menos 150´/sem de ejercicio aeróbico moderado (50-70% de FcMáx) y/o 90´/sem de ejercicio aeróbico vigoroso (70% de FcMáx). Distribuir en 3 d/sem y con no más de 2 d consecutivos sin actividad física (A)



# Varios tipos de ejercicio se asocian a significativa reducción del riesgo de EAC

44,452 men (age 40 to 75) enrolled in the Health Professionals' Follow-up Study

Trotar 1 ó más por semana RR 0.58



Remar 1 h ó más por semana RR 0.82



Levantar pesos por más de 30' a la semana RR 0.77



Caminata ágil por más de 30' por día RR 0.82





## Exercise Training for Diabetes: The “Strength” of the Evidence

**“A la sombra de la creciente epidemia de diabetes y obesidad, no prescribir actividad física a personas con diabetes o a riesgo de tenerla, es simplemente una conducta médica inaceptable.”**

***William E. Kraus***



# Conclusiones

- La pérdida de peso es un componente vital para el tratamiento del sobrepeso y del Síndrome Metabólico
- Es el mecanismo clave para reducir el riesgo de diabetes
- Las investigaciones muestran que es dificultoso para personas a riesgo, hacer suficiente actividad física para perder peso
- Una variedad de “mecanismos de defensa” involuntarios actúan reduciendo la respuesta de descenso de peso con el ejercicio
- La modificación de la dieta sostenida con el ejercicio es el mecanismo más efectivo para perder peso

# Mensajes para llevar a casa

- El éxito de la Actividad Física en una persona con sobrepeso/obesidad, no se debe medir solamente según cuánto bajó de peso.
- El ejercicio mejora todos los componentes del Riesgo Cardiometabólico Global: “cheap polypill”.
- Entrenado y gordito es mejor que flaco y sedentario, pero también entrenado y flaco es mejor que gordito y entrenado.
- El “Fitness” es un nuevo componente independiente del Riesgo Cardiometabólico Global.
- El “Fitness” puede ser más relevante que la obesidad en predecir riesgo de enfermedad.
- La prescripción escrita es mejor que el consejo oral solamente.
- Colegas,... a movernos!

# Actividad física y diabetes

# Actividad física y diabetes

- **Diabetes tipo 2**

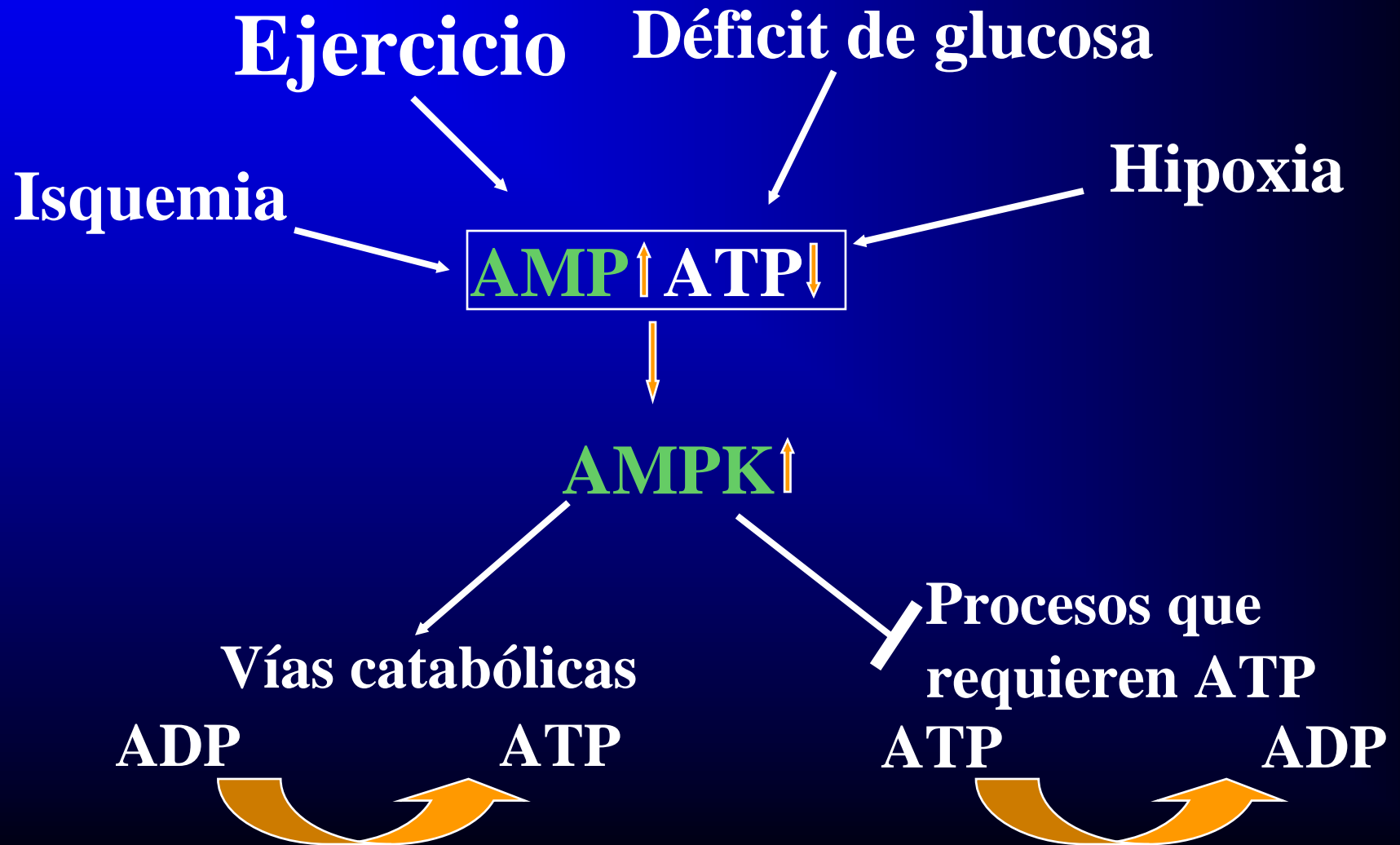
- Aspectos moleculares
- La evidencia clínica
- Fuerza de recomendación
- Prescripción

- **Diabetes tipo 1**

- Homeostasis glucémica durante el ejercicio
- Recomendaciones
- Microalbuminuria y ejercicio

**Lo molecular ...**

# AMPK- activated protein kinasa: un indicador del estado energético celular

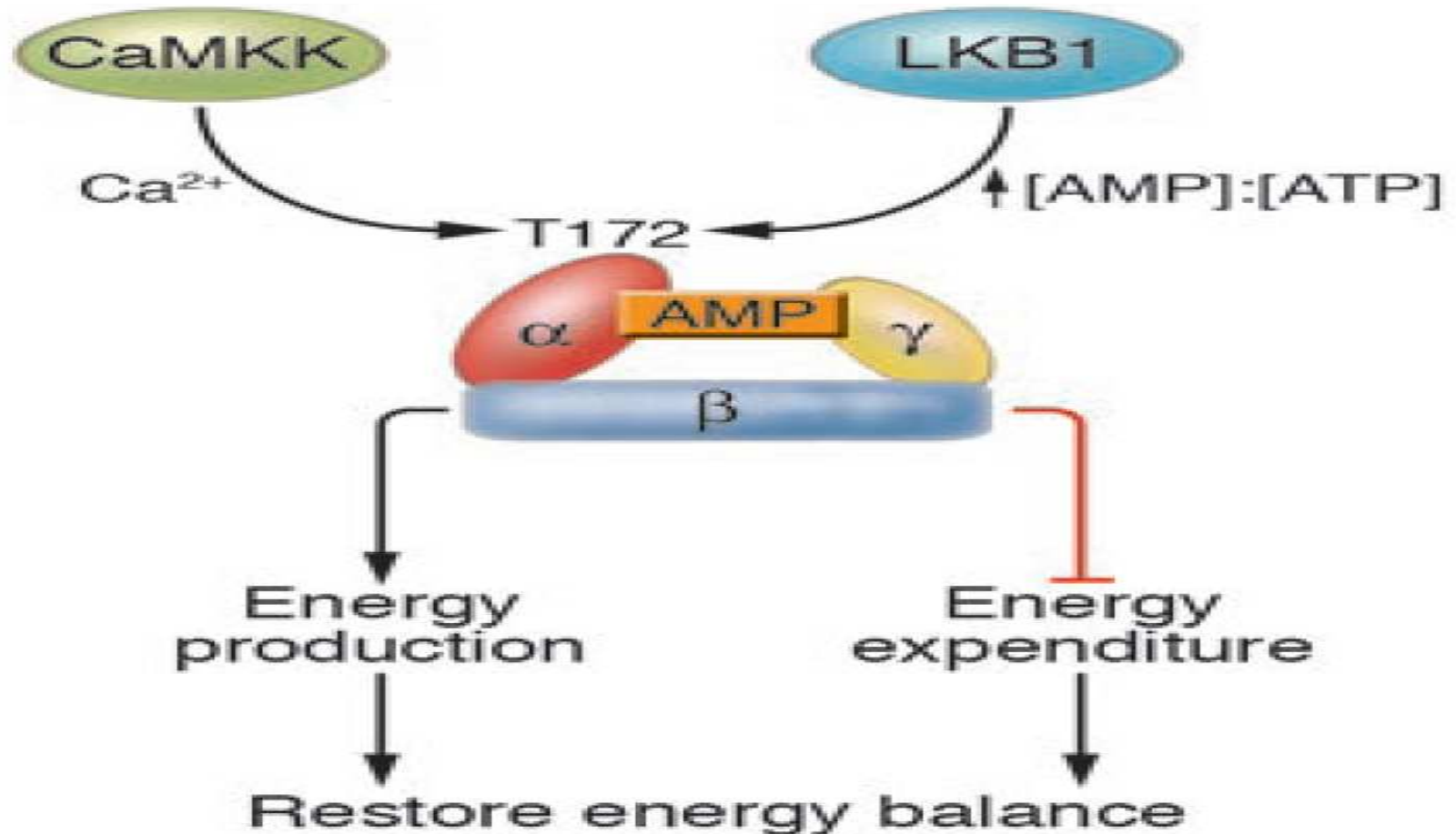




# AMP-activated protein kinase signaling in metabolic regulation

Yun Chau Long and Juleen R. Zierath

Department of Molecular Medicine and Surgery, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.



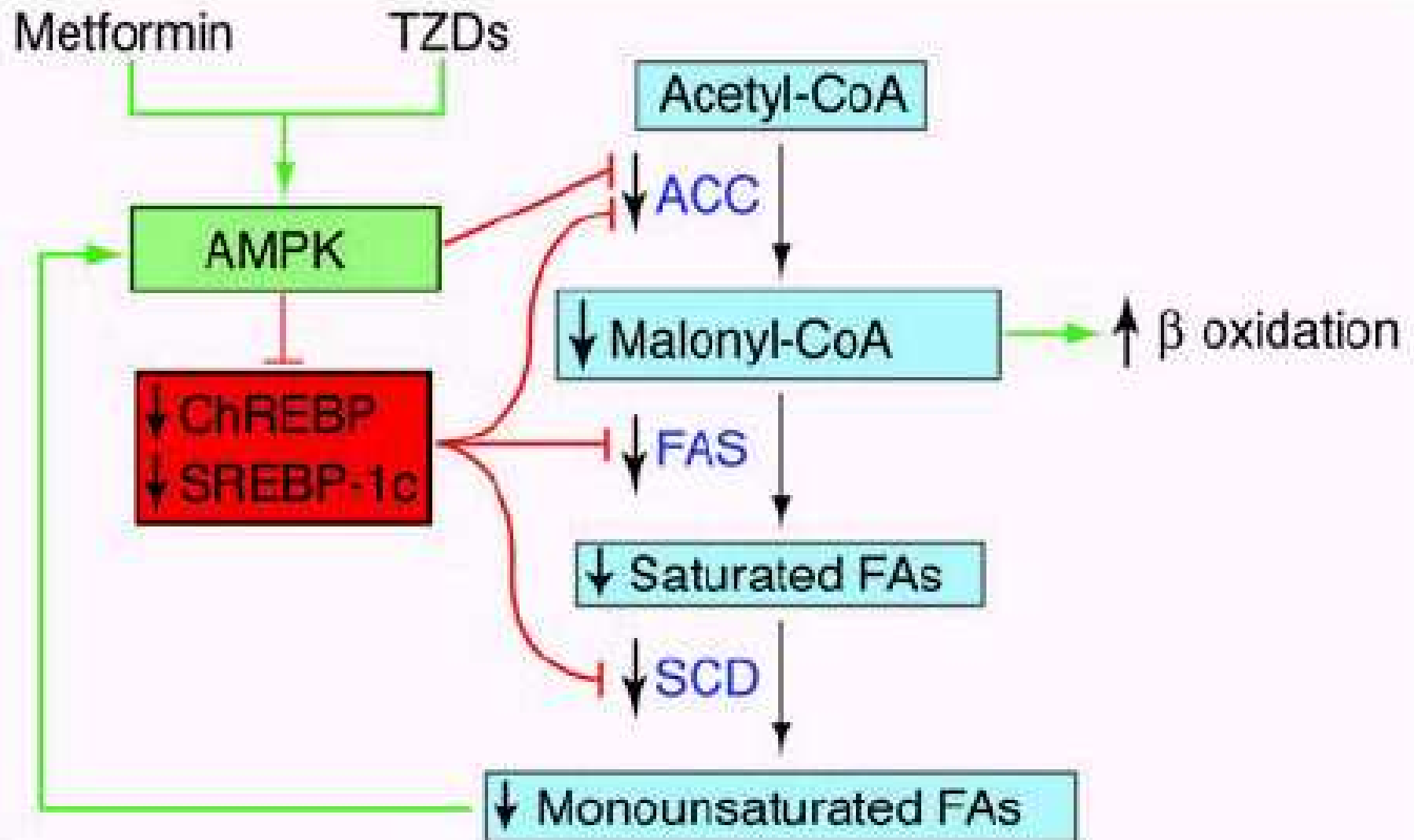
# Activadores de AMPK

- Restricción calórica
- Ejercicio
- Adiponectina
- Leptina
- Metformina
- TZDs
- AICAR

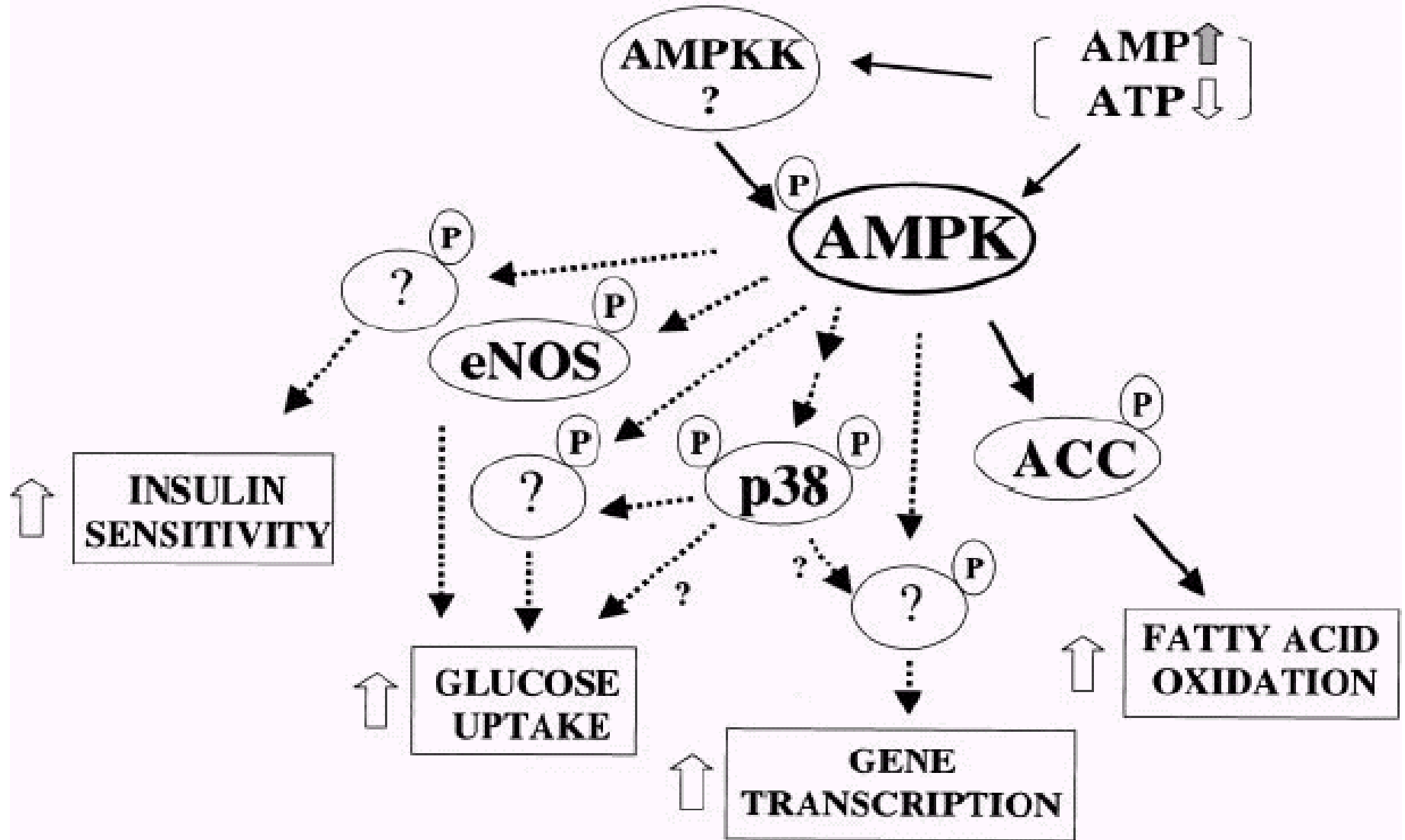


# Mediadores Moleculares de la esteatosis e injuria hepática.

J D Browning JD Horton. The Journal of Clinical Investigation July 2004

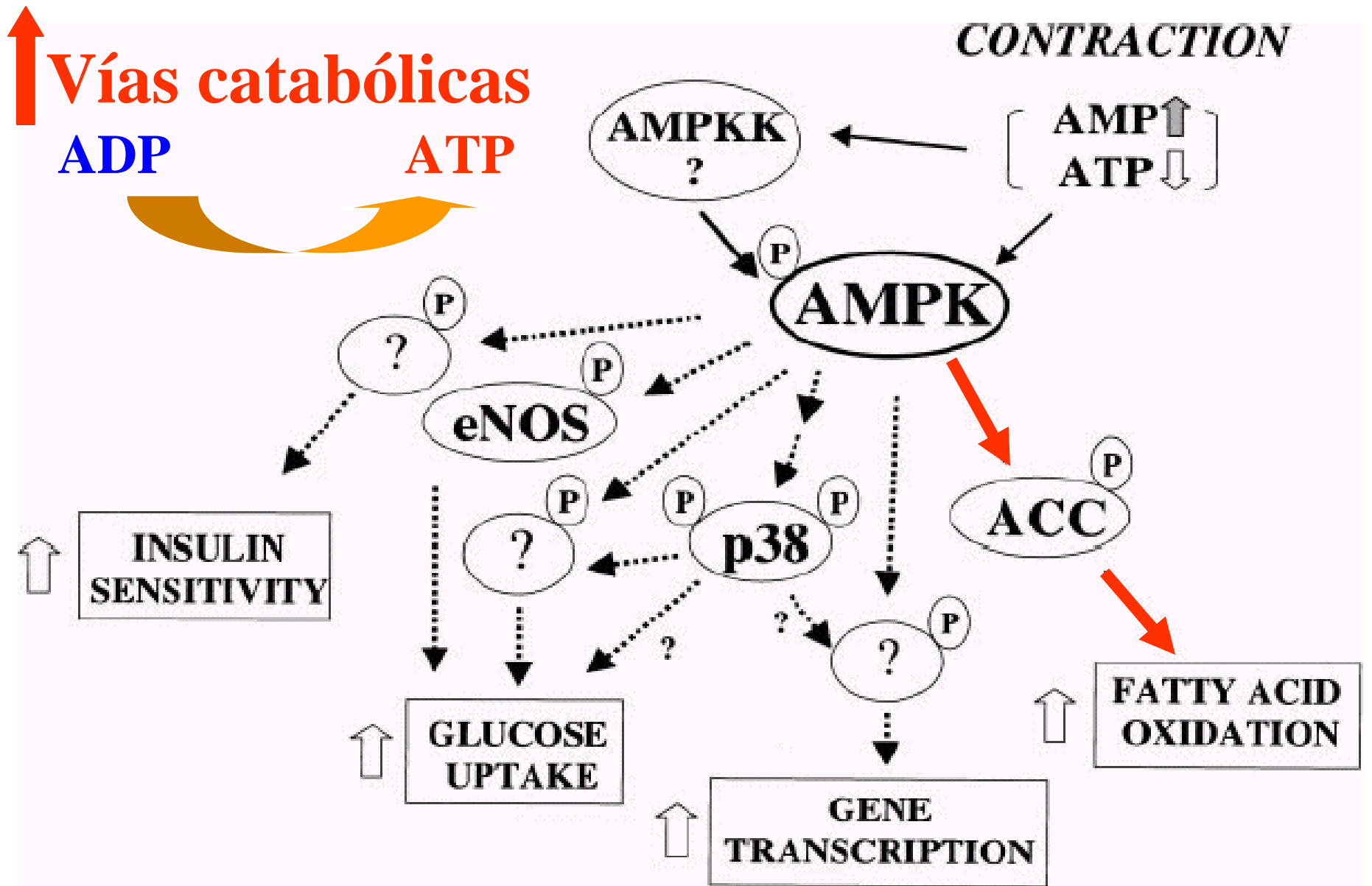


**CONTRACTION**



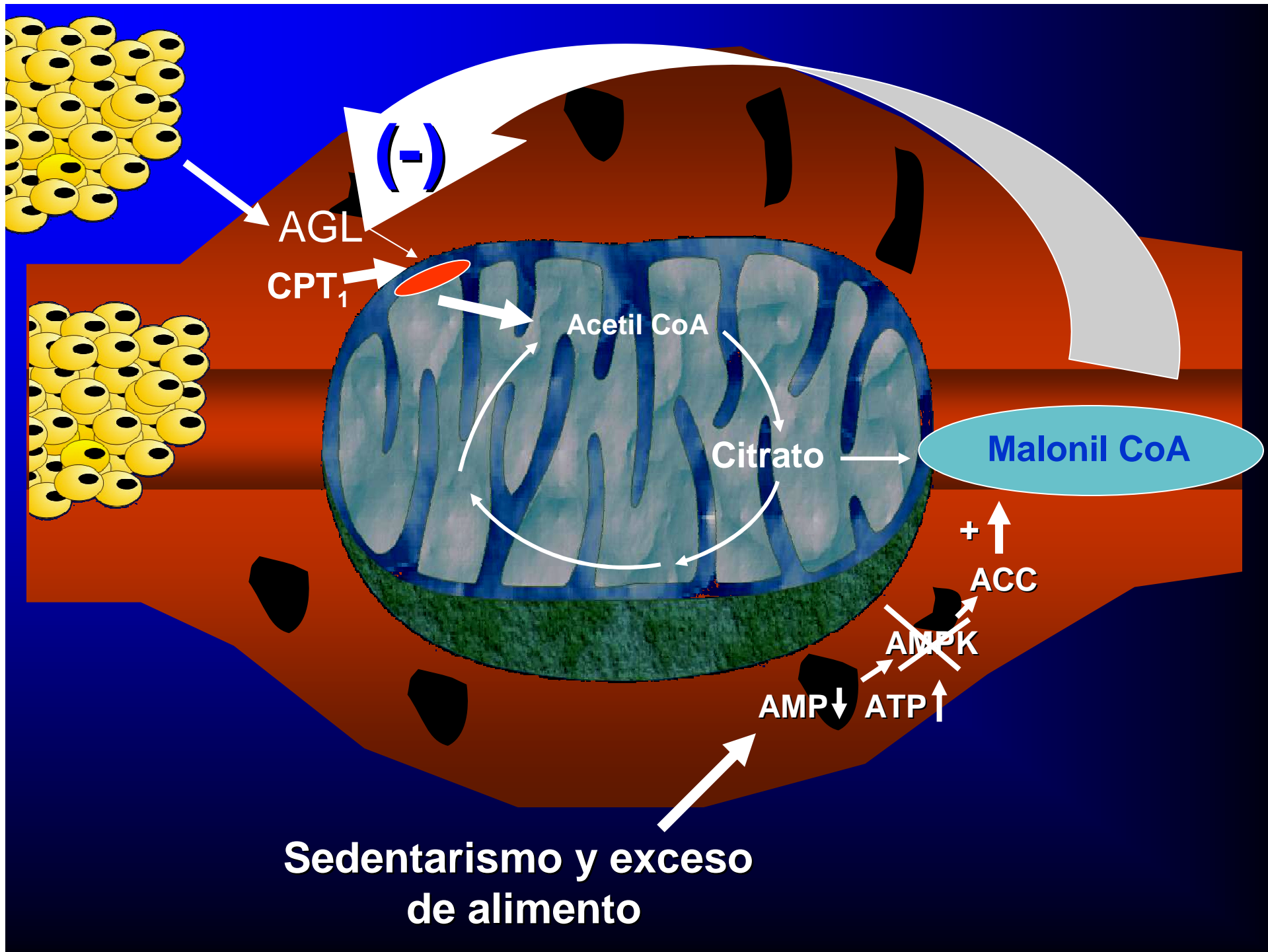
**KEI SAKAMOTO AND LAURIE GOODYEAR**

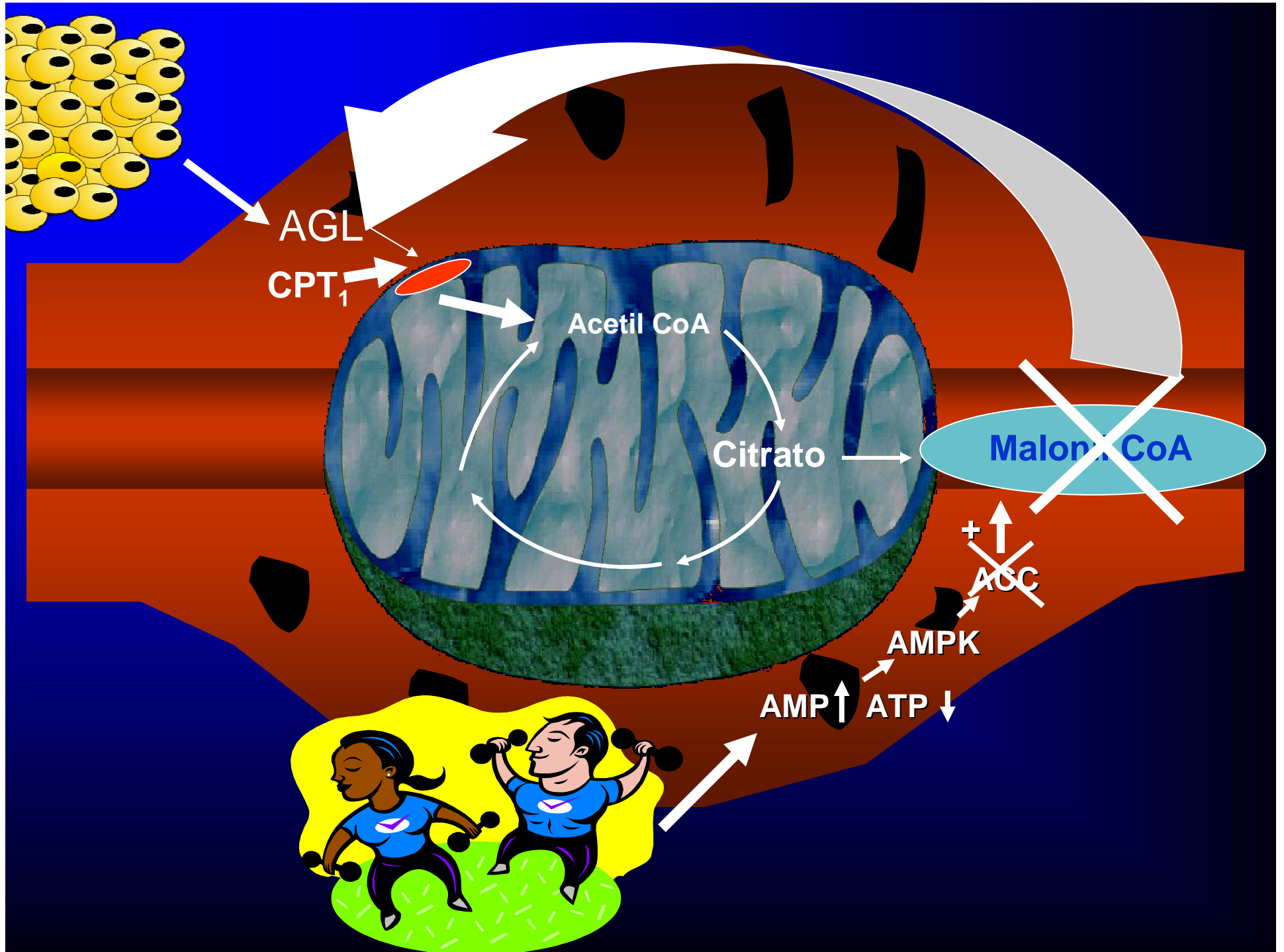
*J Appl Physiol* • VOL 93 • JULY 2002

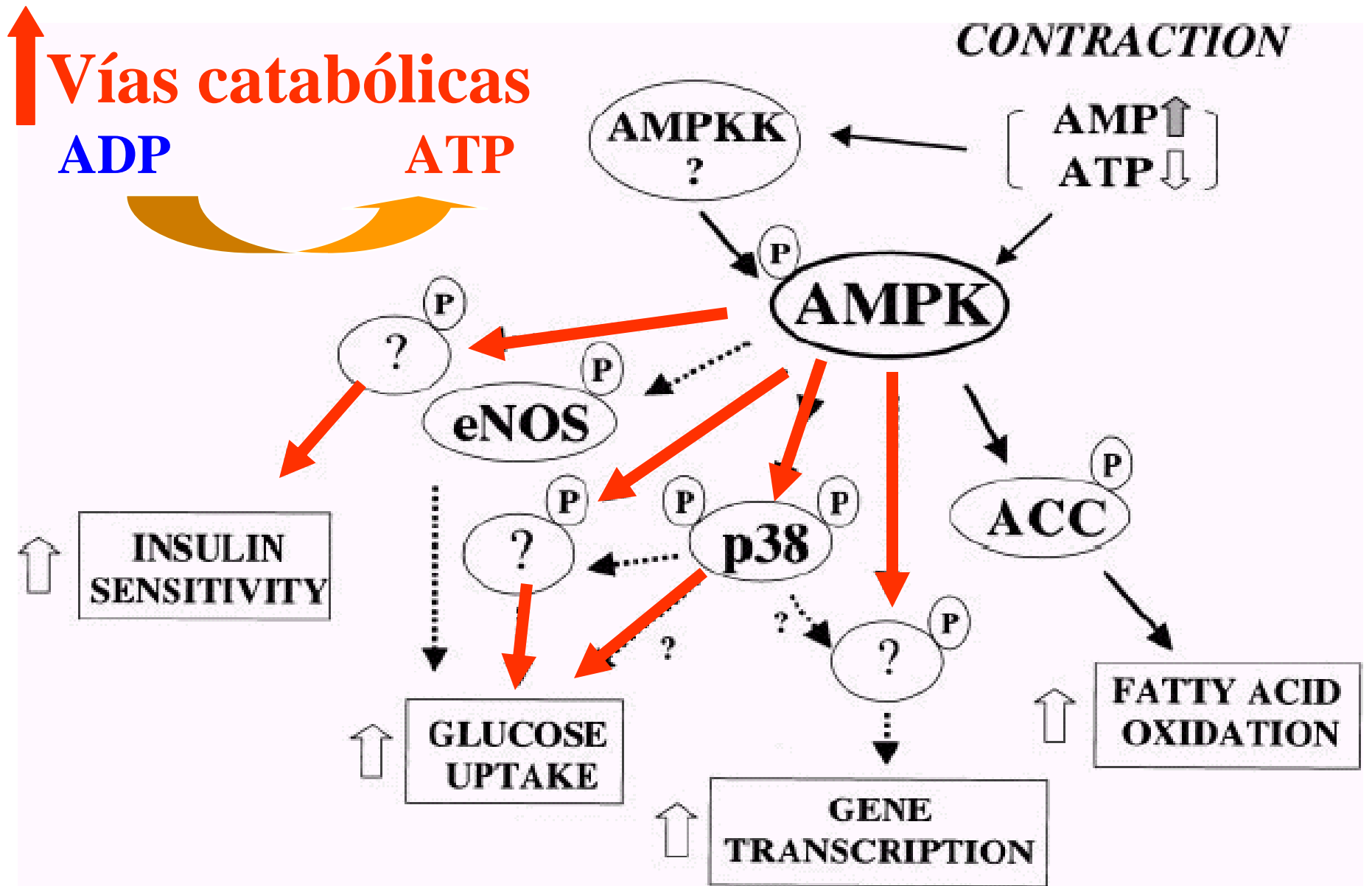


**KEI SAKAMOTO AND LAURIE GOODYEAR**

*J Appl Physiol* • VOL 93 • JULY 2002



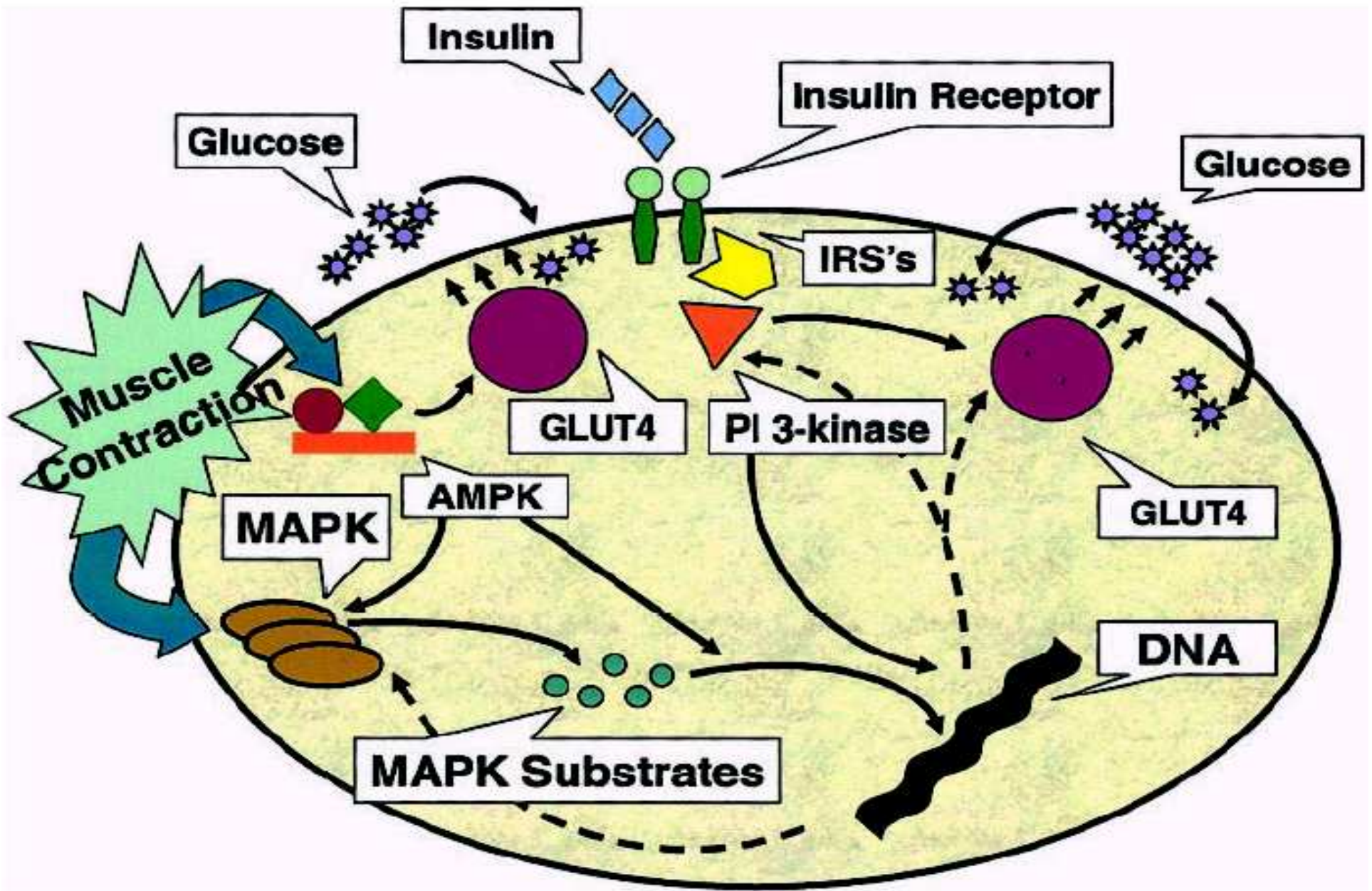




**KEI SAKAMOTO AND LAURIE GOODYEAR**

*J Appl Physiol* • VOL 93 • JULY 2002





*Original Article*

**Exercise-Induced Phosphorylation of the Novel Akt Substrates AS160 and Filamin A in Human Skeletal Muscle**

Atul Deshmukh,<sup>1</sup> Vernon G. Coffey,<sup>2</sup> Zhihui Zhong,<sup>1</sup> Alexander V. Chibalin,<sup>1</sup> John A. Hawley,<sup>2</sup> and Juleen R. Zierath<sup>1</sup>

DIABETES, VOL. 55, JUNE 2006

*Original Article*

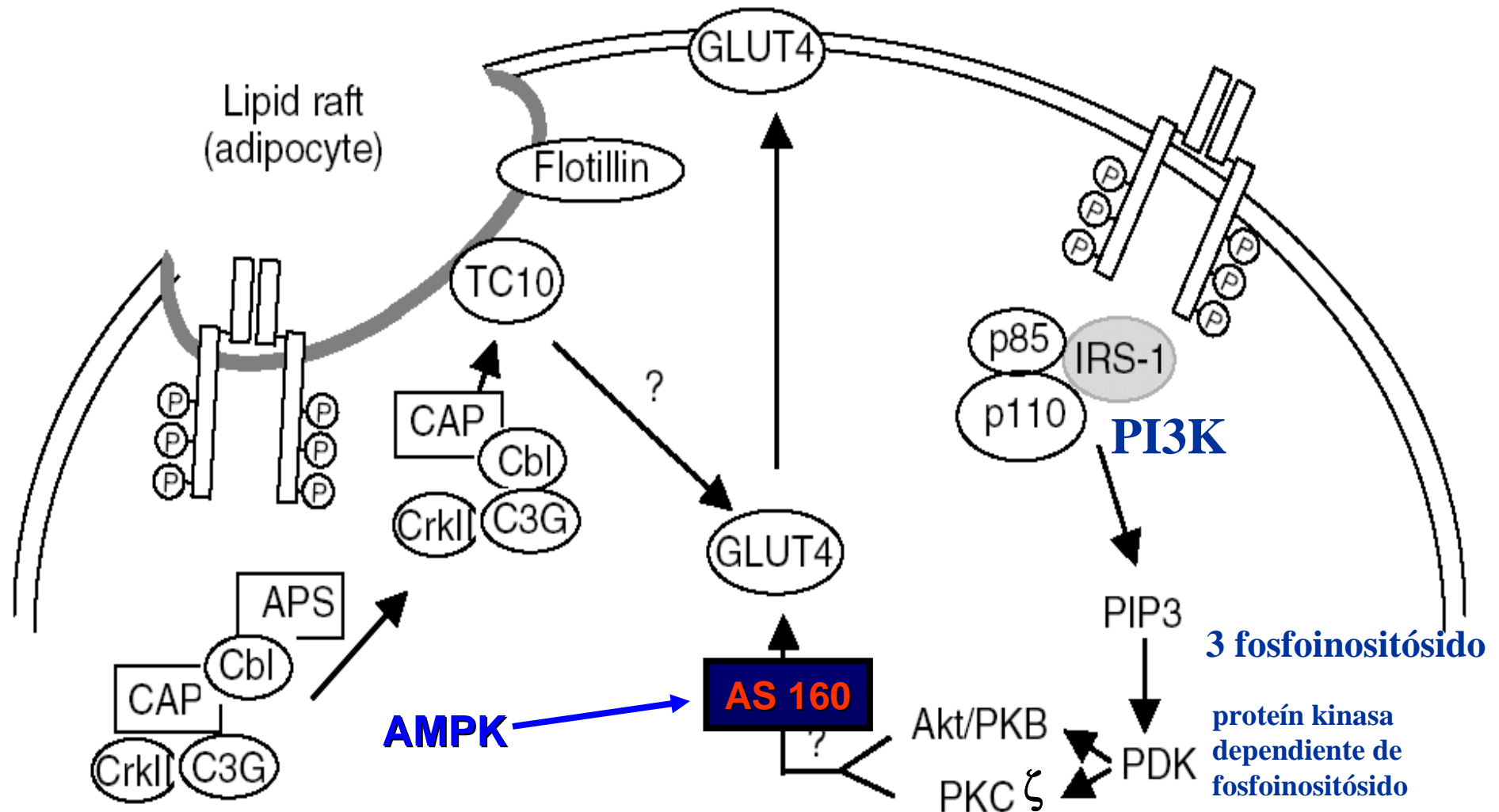
**Distinct Signals Regulate AS160 Phosphorylation in Response to Insulin, AICAR, and Contraction in Mouse Skeletal Muscle**

Henning F. Kramer,<sup>1</sup> Carol A. Witzak,<sup>1</sup> Nobuharu Fujii,<sup>1</sup> Niels Jessen,<sup>1</sup> Eric B. Taylor,<sup>1</sup> David E. Arnolds,<sup>1</sup> Kei Sakamoto,<sup>1</sup> Michael F. Hirshman,<sup>1</sup> and Laurie J. Goodyear<sup>1,2</sup>

DIABETES, VOL. 55, JULY 2006

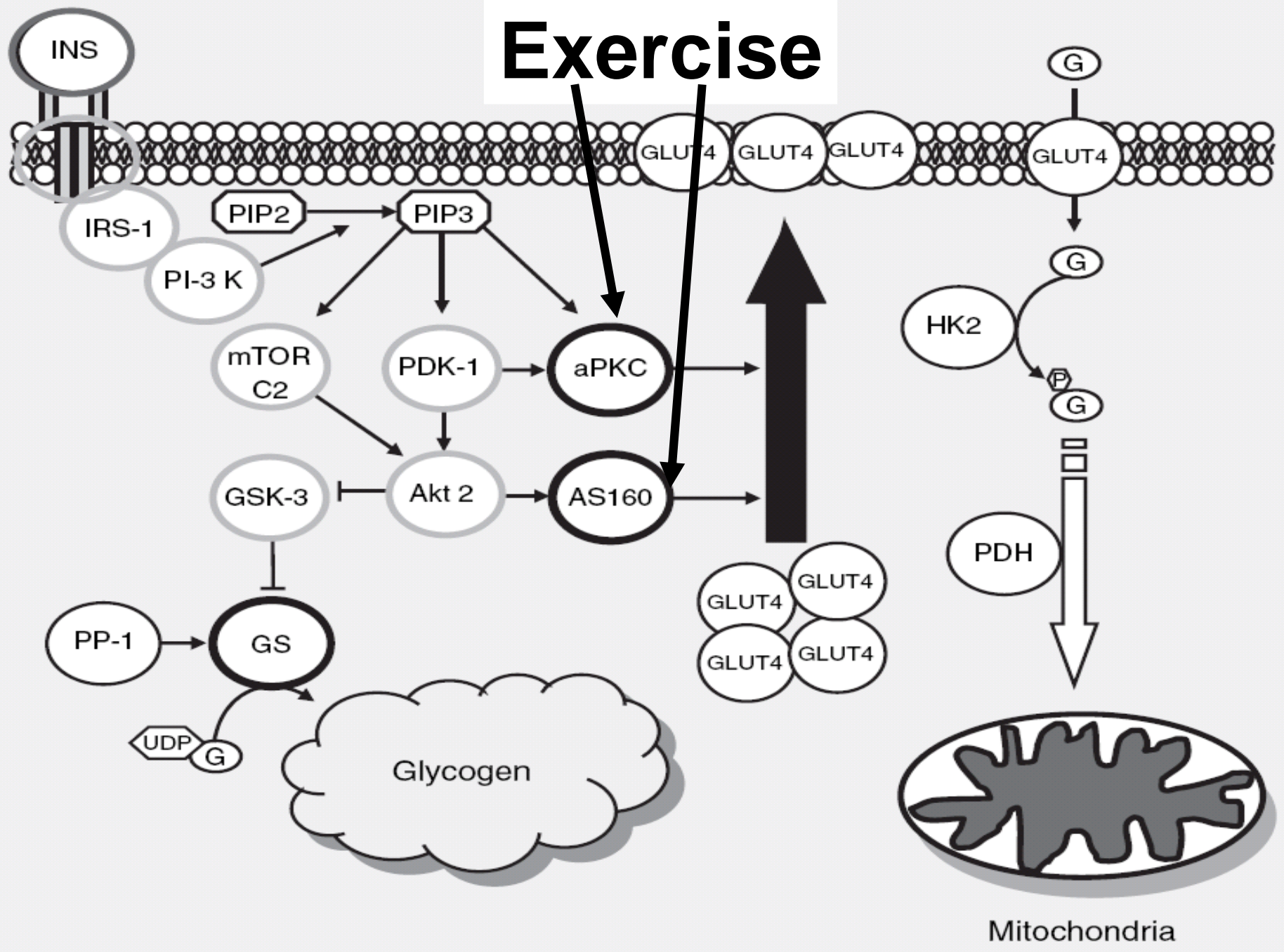


# Señales de la insulina

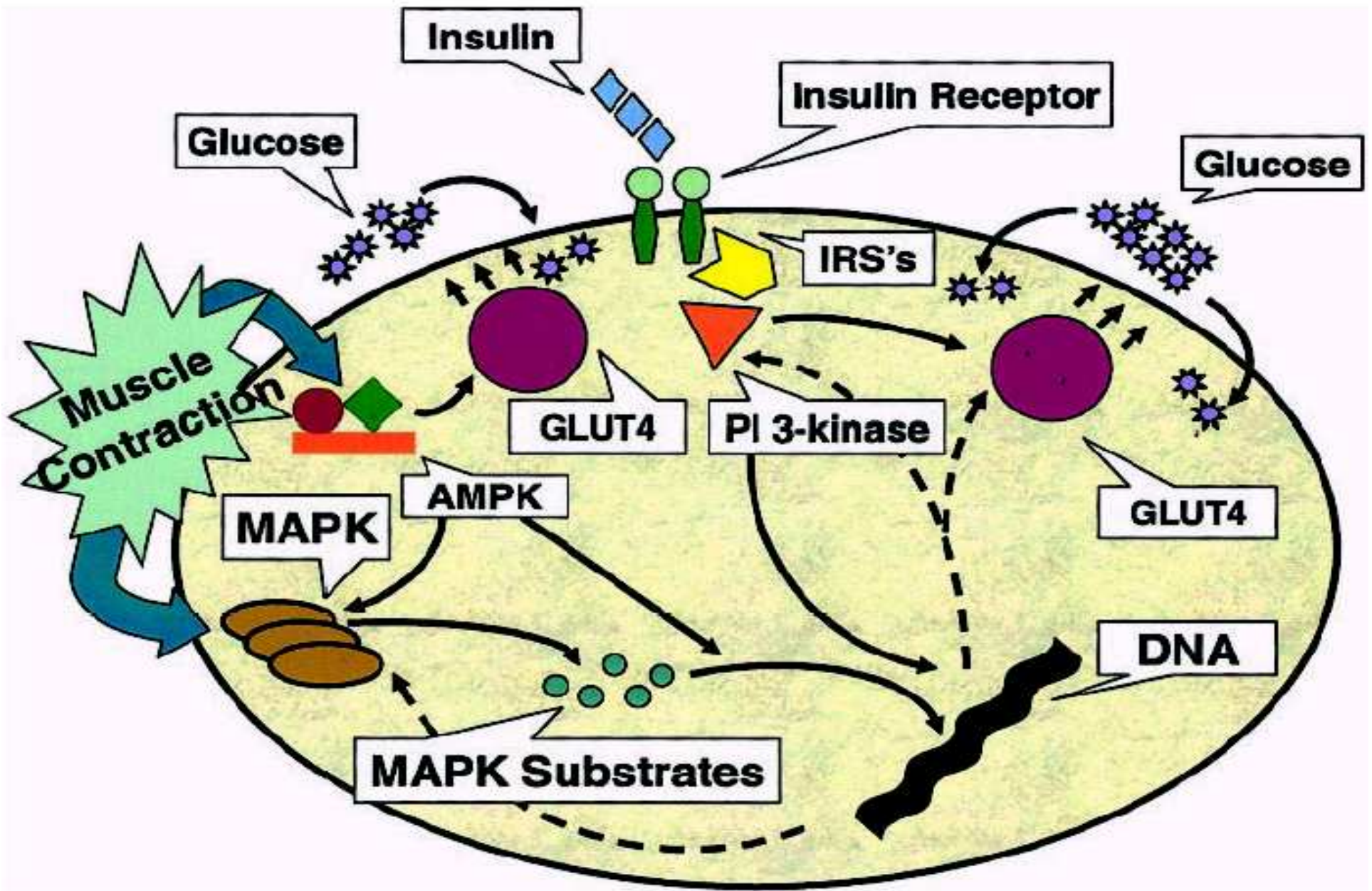


Insulin Resistance, Diabetes and its Complications *Dominic S. Ng University of Toronto, Encyclopedia of Molecular Cell Biology and Molecular Medicine, 2nd Edition. Volume 7* Edited by Robert A. Meyers. Copyright 2005 Wiley-VCH Verlag

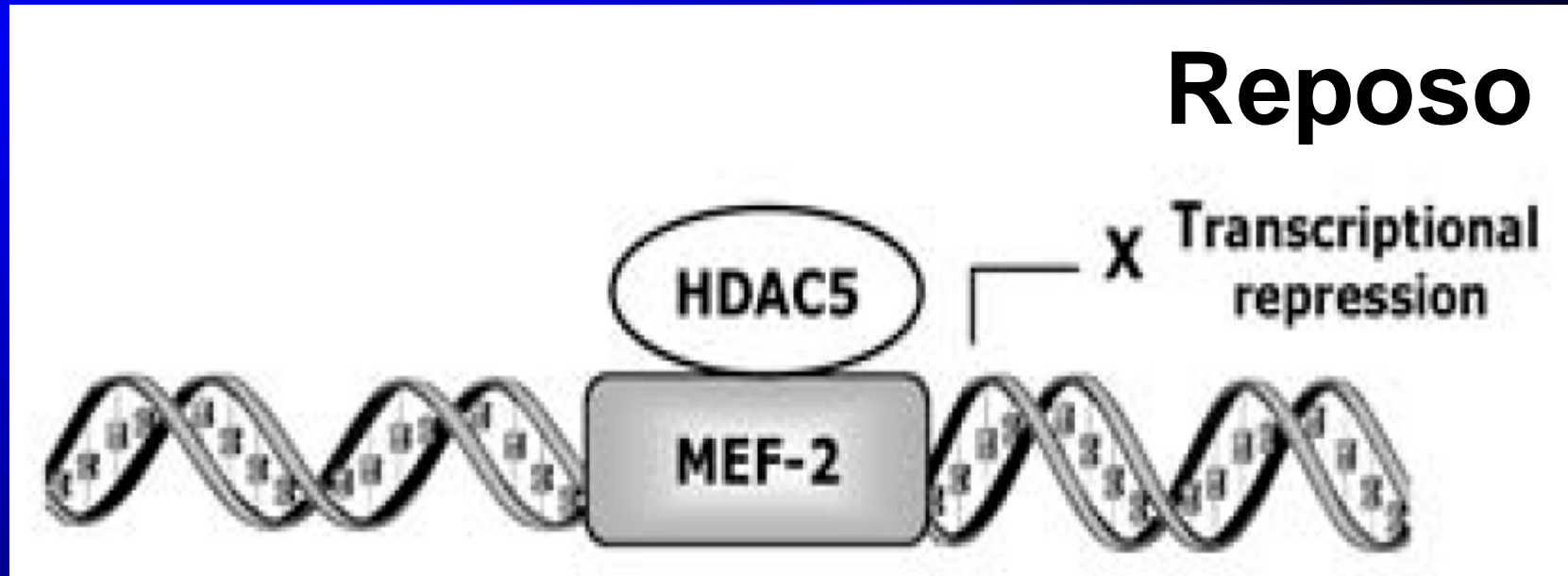
# Exercise







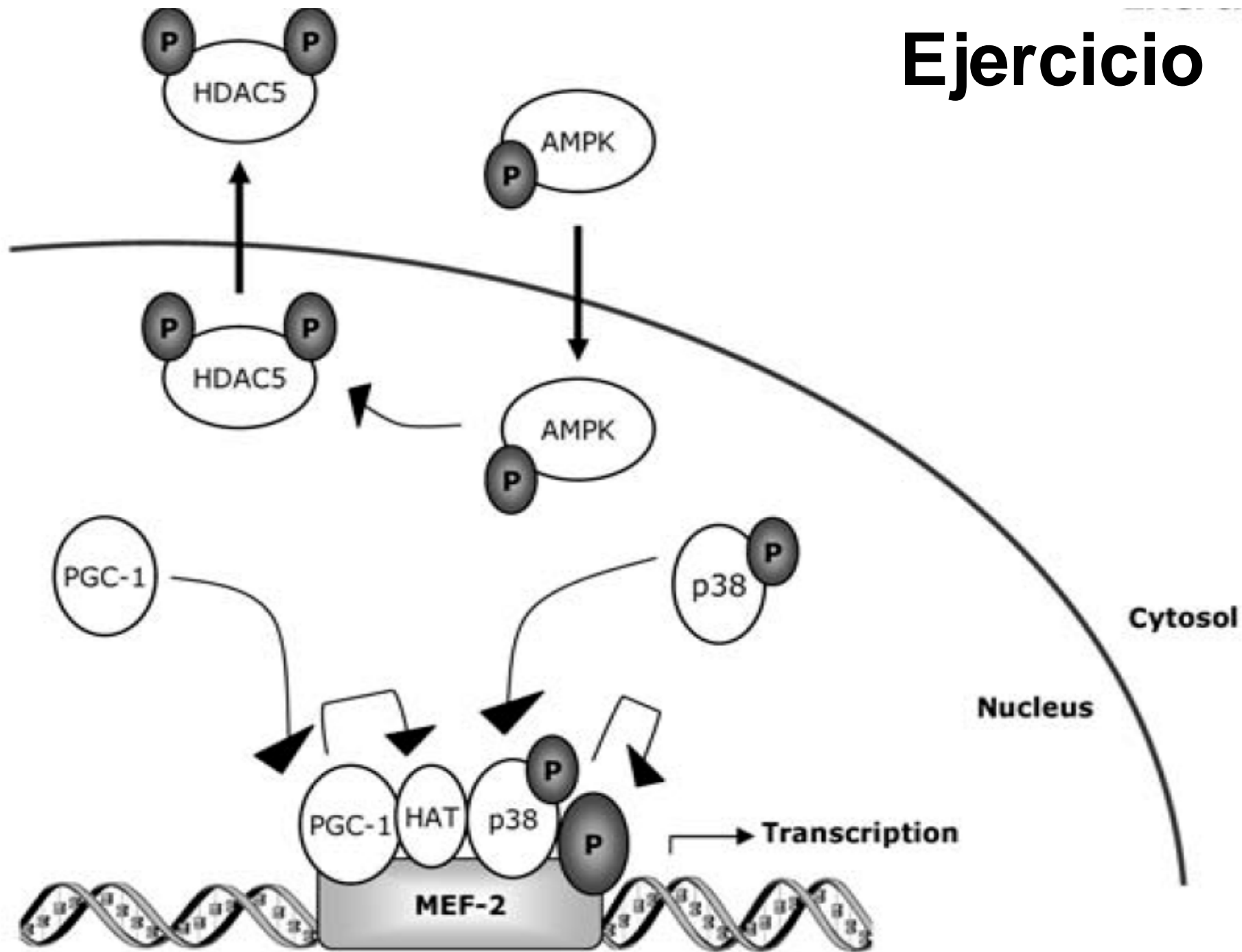
# Gen muscular del GLUT- 4 durante el reposo



HDAC5 Histona deacetilasa 5  
MEF-2 Myocyte enhancer factor 2

Sean L McGee and Mark Hargreaves EXERCISE AND SKELETAL MUSCLE  
GLUCOSE TRANSPORTER 4 EXPRESSION: MOLECULAR MECHANISMS  
*Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* (2006) 33, 395–399

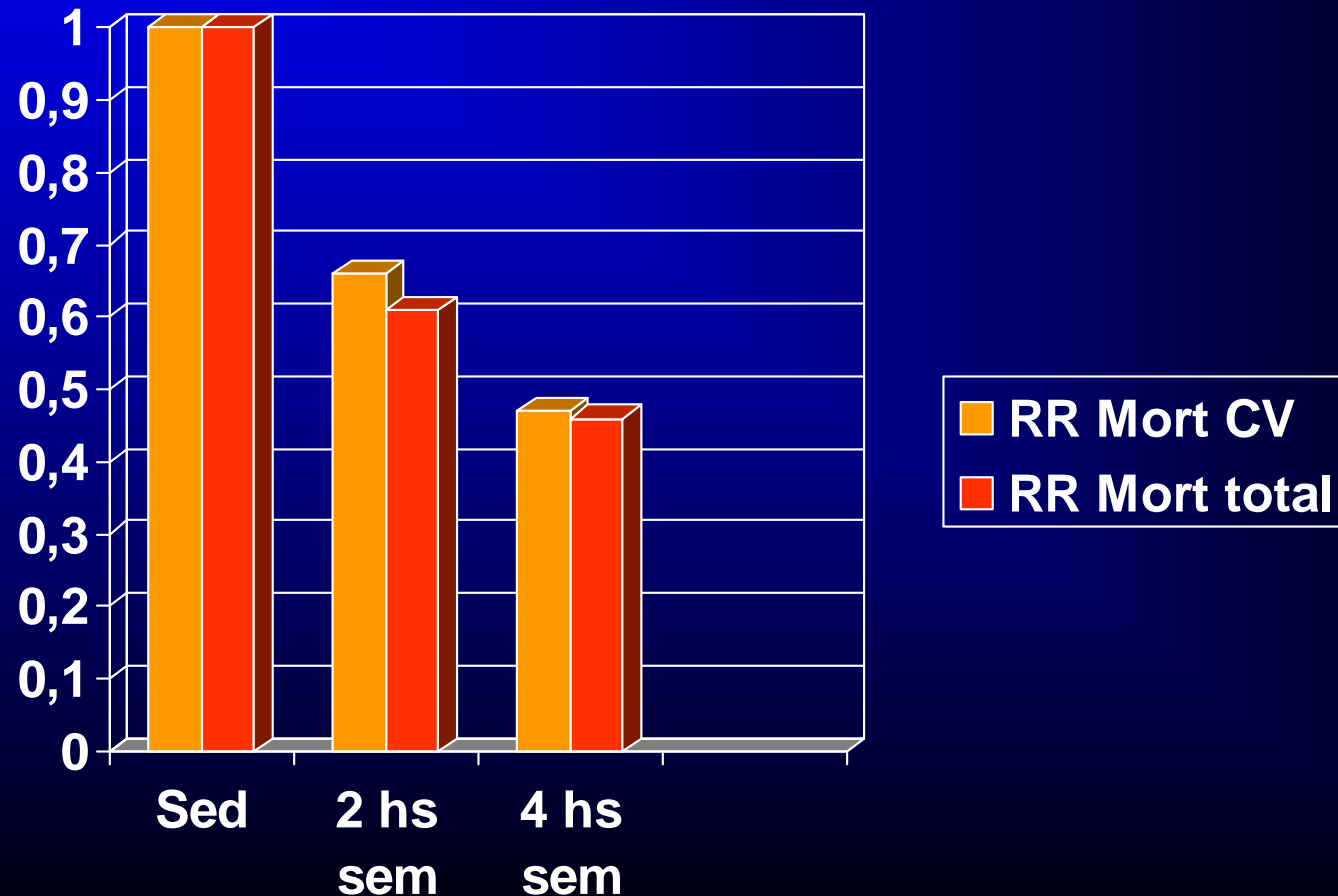
# Ejercicio



# La evidencia clínica ...

# Relación entre caminar y mortalidad en diabéticos adultos de USA

Edward Gregg et al. Arch Intern Med 2003;163:1440-1447



# Nuevas evidencias

Annals of Internal Medicine

ARTICLE

## Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes

A Randomized Trial

Ronald J. Sigal, MD, MPH; Glen P. Kenny, PhD; Normand G. Boulé, PhD; George A. Wells, PhD; Denis Prud'homme, MD, MSc; Michelle Fortier, PhD; Robert D. Reid, PhD, MBA; Heather Tulloch, MSc; Douglas Coyle, PhD; Penny Phillips, MA; Alison Jennings, MA; and James Jaffey, MSc

18 September 2007 | *Annals of Internal Medicine* | Volume 147 • Number 6



# Efectos del ejercicio aeróbico, de resistencia o ambos en el control glucémico de la diabetes tipo 2

Table 2. Changes in Hemoglobin A<sub>1c</sub>, Blood Pressure, and Lipid Values\*

| Variable                                      | Mean (SD) Value  |                  |                  |
|---|------------------|------------------|------------------|
|   | Baseline         | 3 mo             | 6 mo             |
| Hemoglobin A <sub>1c</sub> [patients], % [n]† |                  |                  |                  |
| Combined exercise group                       | 7.46 (1.48) [64] | 6.99 (1.56) [60] | 6.56 (1.55) [58] |
| Aerobic training group                        | 7.41 (1.50) [60] | 7.00 (1.59) [58] | 6.98 (1.50) [49] |
| Resistance training group                     | 7.48 (1.47) [64] | 7.35 (1.57) [62] | 7.18 (1.52) [56] |
| Control group                                 | 7.44 (1.38) [63] | 7.33 (1.49) [62] | 7.51 (1.47) [59] |

# Beneficios del ejercicio para el paciente diabético

- Mejoría del perfil lipídico
- Mejoría de la HTA leve y moderada y mejoría del tono autonómico
- Mejoría en la composición física: reducción de peso junto con la dieta, preservación de la masa magra, reducción de la adiposidad abdominal
- Reducción de la inflamación sistémica
- Reducción del estado procoagulante
- Mejoría de la función endotelial
- Mejoría de la sensación de bienestar y calidad de vida
- Aumento de la expectativa de vida

Design paper

Look AHEAD (Action for Health in Diabetes): design and methods for a clinical trial of weight loss for the prevention of cardiovascular disease in type 2 diabetes

The Look AHEAD Research Group\*

Manuscript received August 20, 2002; manuscript accepted March 31, 2003

# Baseline characteristics of the randomised cohort from the Look AHEAD (Action for Health in Diabetes) study

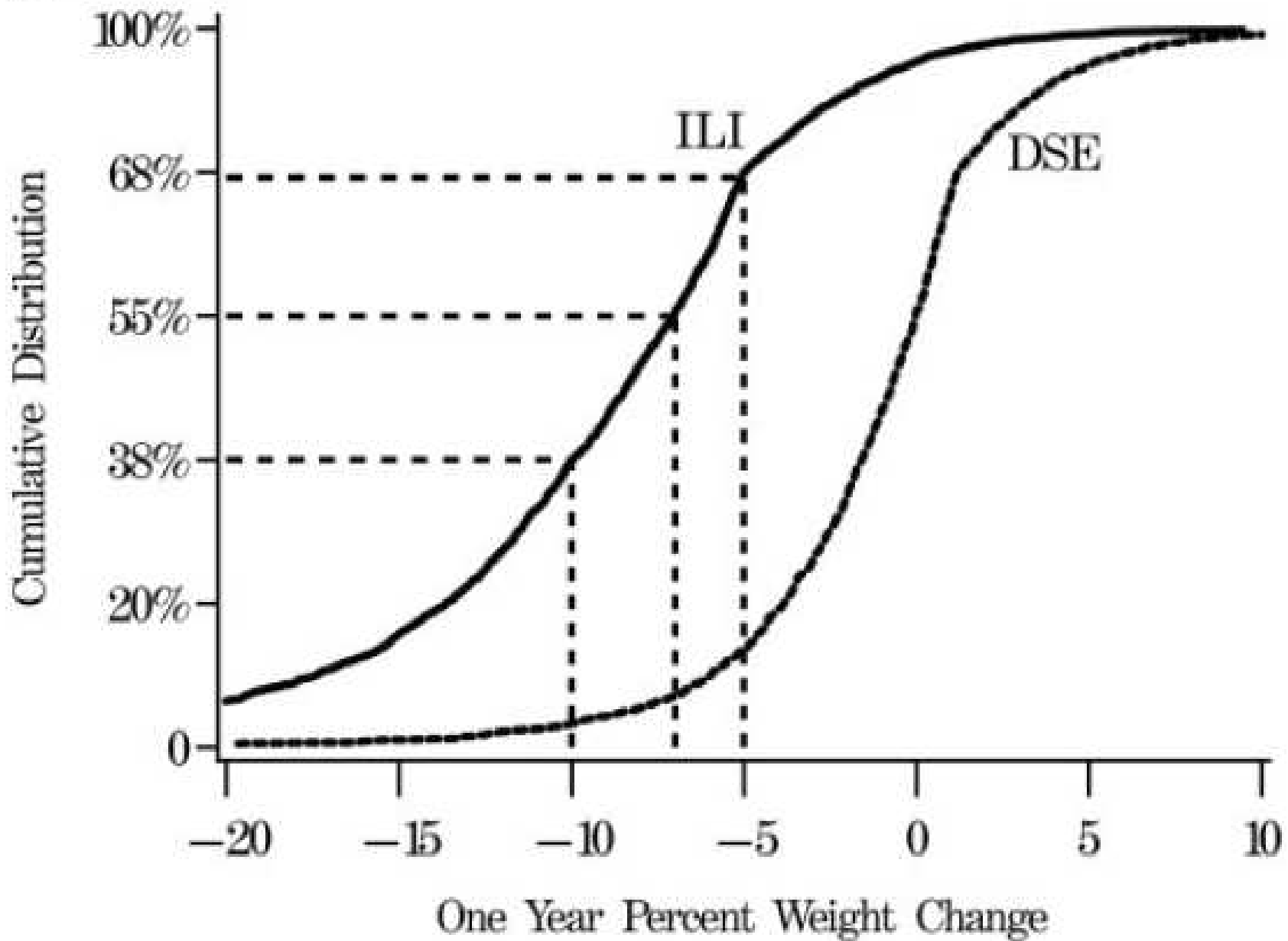
*THE LOOK AHEAD RESEARCH GROUP* DIABETES AND VASCULAR DISEASE RESEARCH VOLUME 3 ISSUE 3 · DECEMBER 2006

## Reduction in Weight and Cardiovascular Disease Risk Factors in Individuals With Type 2 Diabetes

DIABETES CARE, VOLUME 30, NUMBER 6, JUNE 2007

---

One-year results of the Look AHEAD trial

**A**

**Table 2—Changes in measures of diabetes control, blood pressure control, measures of lipid/lipoproteins control, albumin-to-creatinine ratio, and prevalence of metabolic syndrome among participants seen at year 1**

| Measure                                       | ILI          | DSE          | P value |
|---|--------------|--------------|---------|
| n   | 2,496        | 2,463        |         |
| Use of diabetes medicines (%)                 |              |              |         |
| Baseline                                      | 86.5 ± 0.7   | 86.5 ± 0.7   | 0.93*   |
| Year 1  | 78.6 ± 0.8   | 88.7 ± 0.6   | <0.001* |
| Change  | −7.8 ± 0.6   | 2.2 ± 0.5    | <0.001† |
| Fasting glucose (mg/dl)                       |              |              |         |
| Baseline                                      | 151.9 ± 0.9  | 153.6 ± 0.9  | 0.21‡   |
| Year 1  | 130.4 ± 0.8  | 146.4 ± 0.9  | <0.001‡ |
| Change  | −21.5 ± 0.9  | −7.2 ± 0.9   | <0.001‡ |
| A1C (%)                                       |              |              |         |
| Baseline                                      | 7.25 ± 0.02  | 7.29 ± 0.02  | 0.26‡   |
| Year 1  | 6.61 ± 0.02  | 7.15 ± 0.02  | <0.001‡ |
| Difference                                    | −0.64 ± 0.02 | −0.14 ± 0.02 | <0.001‡ |
| Use of antihypertensive medicines (%)         |              |              |         |
| Baseline                                      | 75.3 ± 0.9   | 73.7 ± 0.9   | 0.23*   |
| Year 1  | 75.2 ± 0.9   | 75.9 ± 0.9   | 0.54*   |
| Change  | −0.1 ± 0.6   | 2.2 ± 0.6    | 0.02†   |
| Systolic blood pressure (mmHg)                |              |              |         |
| Baseline                                      | 128.2 ± 0.4  | 129.4 ± 0.3  | 0.01‡   |
| Year 1  | 121.4 ± 0.4  | 126.6 ± 0.4  | <0.001‡ |
| Change  | −6.8 ± 0.4   | −2.8 ± 0.3   | <0.001‡ |
| Diastolic blood pressure (mmHg)               |              |              |         |
| Baseline                                      | 69.9 ± 0.2   | 70.4 ± 0.2   | 0.11‡   |
| Year 1  | 67.0 ± 0.2   | 68.6 ± 0.2   | <0.001‡ |
| Change  | −3.0 ± 0.2   | −1.8 ± 0.2   | <0.001‡ |
| Use of lipid-lowering medicines (%)           |              |              |         |
| Baseline                                      | 49.4 ± 1.0   | 48.4 ± 1.0   | 0.52*   |
| Year 1  | 53.0 ± 1.0   | 57.8 ± 1.0   | <0.001* |
| Change  | 3.7 ± 0.8    | 9.4 ± 0.8    | <0.001† |
| LDL cholesterol (mg/dl)                       |              |              |         |
| Baseline                                      | 112.2 ± 0.4  | 112.4 ± 0.6  | 0.78‡   |
| Year 1  | 107.0 ± 0.6  | 106.7 ± 0.7  | 0.74‡   |
| Change  | −5.2 ± 0.6   | −5.7 ± 0.6   | 0.49‡   |
| HDL cholesterol (mg/dl)                       |              |              |         |
| Baseline                                      | 43.5 ± 0.2   | 43.6 ± 0.2   | 0.80‡   |
| Year 1  | 46.9 ± 0.3   | 44.9 ± 0.2   | <0.001‡ |
| Change  | 3.4 ± 0.2    | 1.4 ± 0.1    | <0.001‡ |
| Triglycerides (mg/dl)                         |              |              |         |
| Baseline                                      | 182.8 ± 2.3  | 180.0 ± 2.4  | 0.38‡   |
| Year 1  | 152.5 ± 1.8  | 165.4 ± 1.9  | <0.001‡ |
| Change  | −30.3 ± 2.0  | −14.6 ± 1.8  | <0.001‡ |
| Albumin-to-creatinine ratio (>30.0 μg/mg) (%) |              |              |         |
| Baseline                                      | 16.4 ± 0.7   | 16.9 ± 0.8   | 0.69‡   |
| Year 1  | 12.5 ± 0.7   | 15.4 ± 0.7   | 0.005‡  |
| Change  | −3.9 ± 0.6   | −1.5 ± 0.6   | 0.002‡  |
| Metabolic syndrome (%)                        |              |              |         |
| Baseline                                      | 93.6 ± 0.5   | 94.4 ± 0.5   | 0.23‡   |
| Year 1  | 78.9 ± 0.8   | 87.3 ± 0.7   | <0.001‡ |
| Change  | −14.7 ± 0.8  | −7.1 ± 0.7   | <0.001‡ |

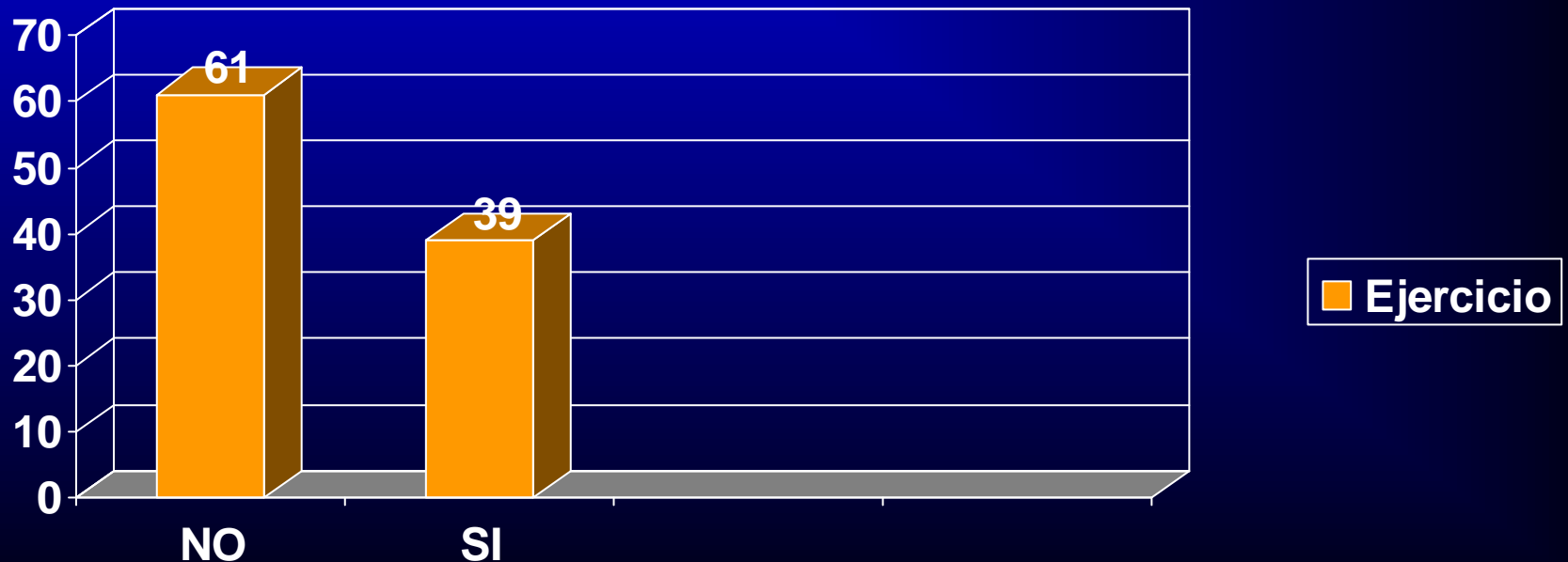
## 6. Actividad Física

- Para mejorar control glucémico, ayudar a bajar/mantener peso y reducir el riesgo CV, hacer al menos 150´/sem de ejercicio aeróbico moderado (50-70% de FcMáx) y/o 90´/sem de ejercicio aeróbico vigoroso (70% de FcMáx). Distribuir en 3 d/sem y con no más de 2 d consecutivos sin actividad física (A)
- Si no hay contraindicaciones, los D2 deberían hacer ejercicios de resistencia de los grupos musculares mayores (3 series de 8-10 repeticiones) (A)

# Frecuencia y factores que influyen en la prescripción de actividad física por el médico diabetólogo

Szuster J, Krynski F, González C y col.  
Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 39:5-7;2005

**Prescripción sistemática de ejercicio  
937 médicos asistentes al XIII Congreso  
SAD**

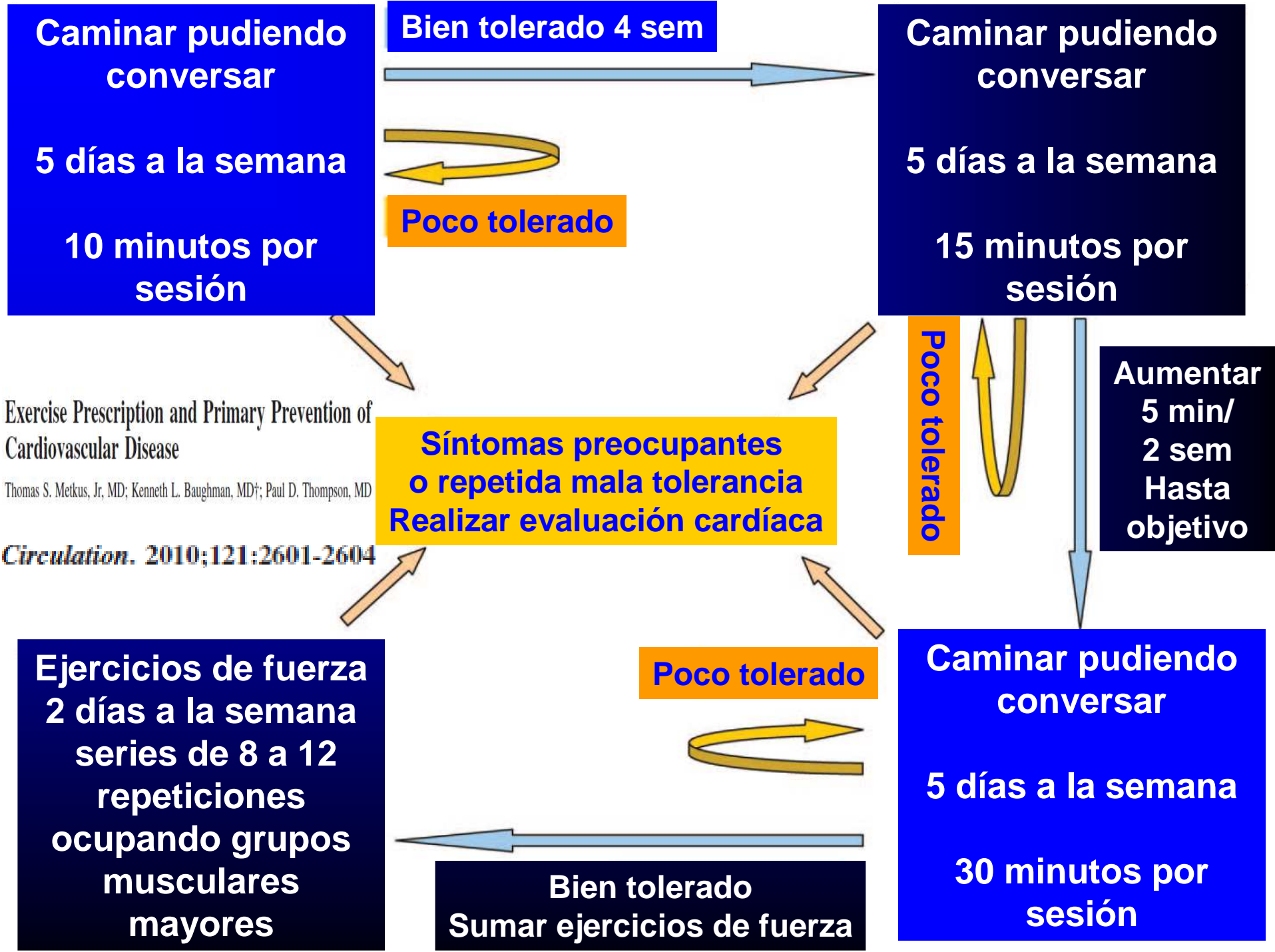




# Actividad Física

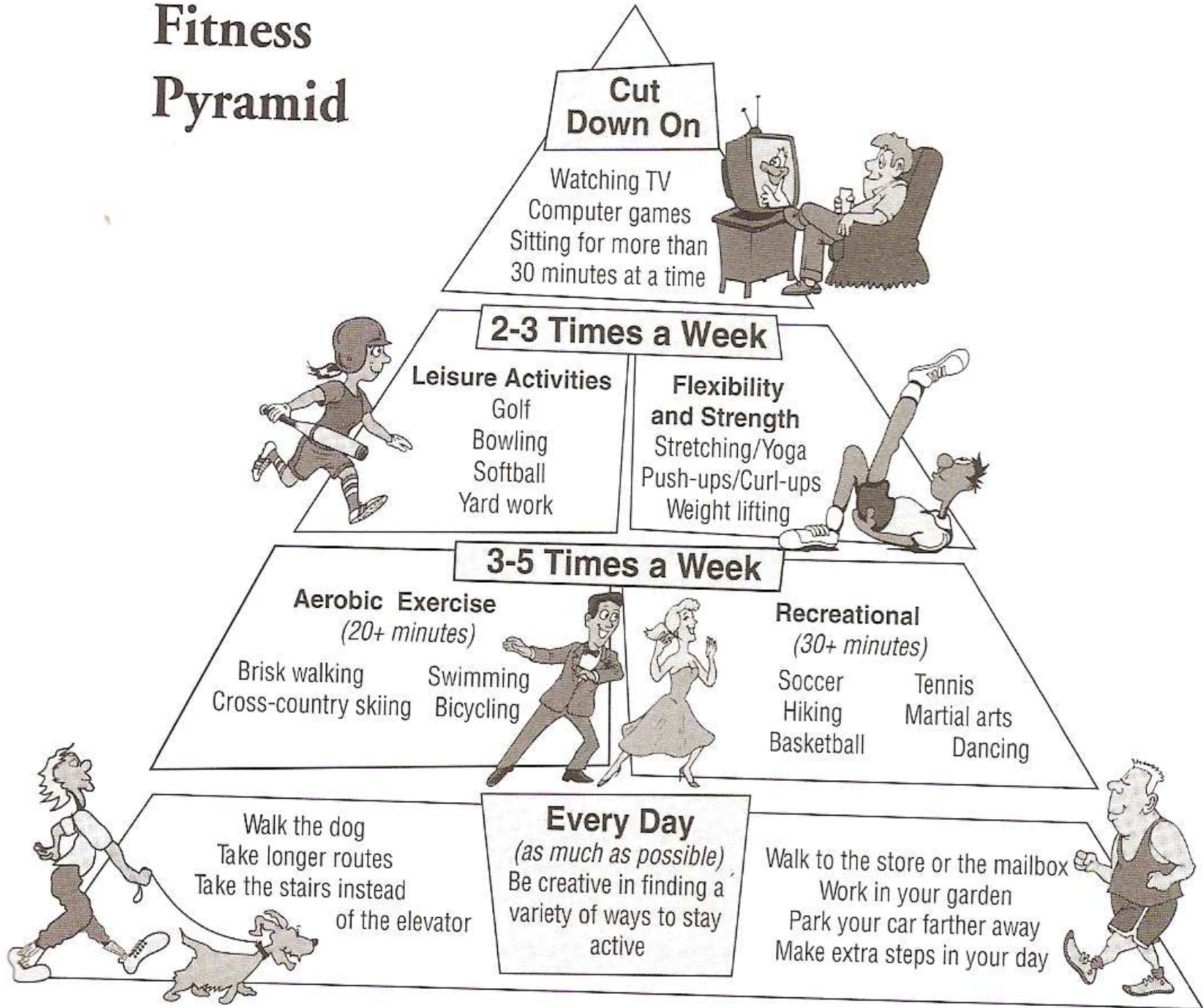
- Antes de iniciar un programa de actividad física con intensidad mayor a la de una caminata rápida el diabético asintomático debe ser evaluado en su riesgo cardiovascular y si el riesgo a 10 años es mayor de 10% se debe hacer test de esfuerzo para detectar isquemia coronaria **(ADA 2008)**
- La detección de la EAC en diabéticos asintomáticos permanece no aclarada y el reciente consenso de ADA concluye que el screening de rutina no es recomendado. Se deberá usar el “juicio clínico”. Aconsejar a pacientes de alto riesgo a comenzar ejercicios de baja intensidad en sesiones breves e incrementar lentamente la duración e intensidad **(ADA 2010)**
- PEG en asintomáticos con DM, en varones > 45 años y en mujeres > 55 años antes de iniciar ejercicios vigorosos **(ACC y AHA)**





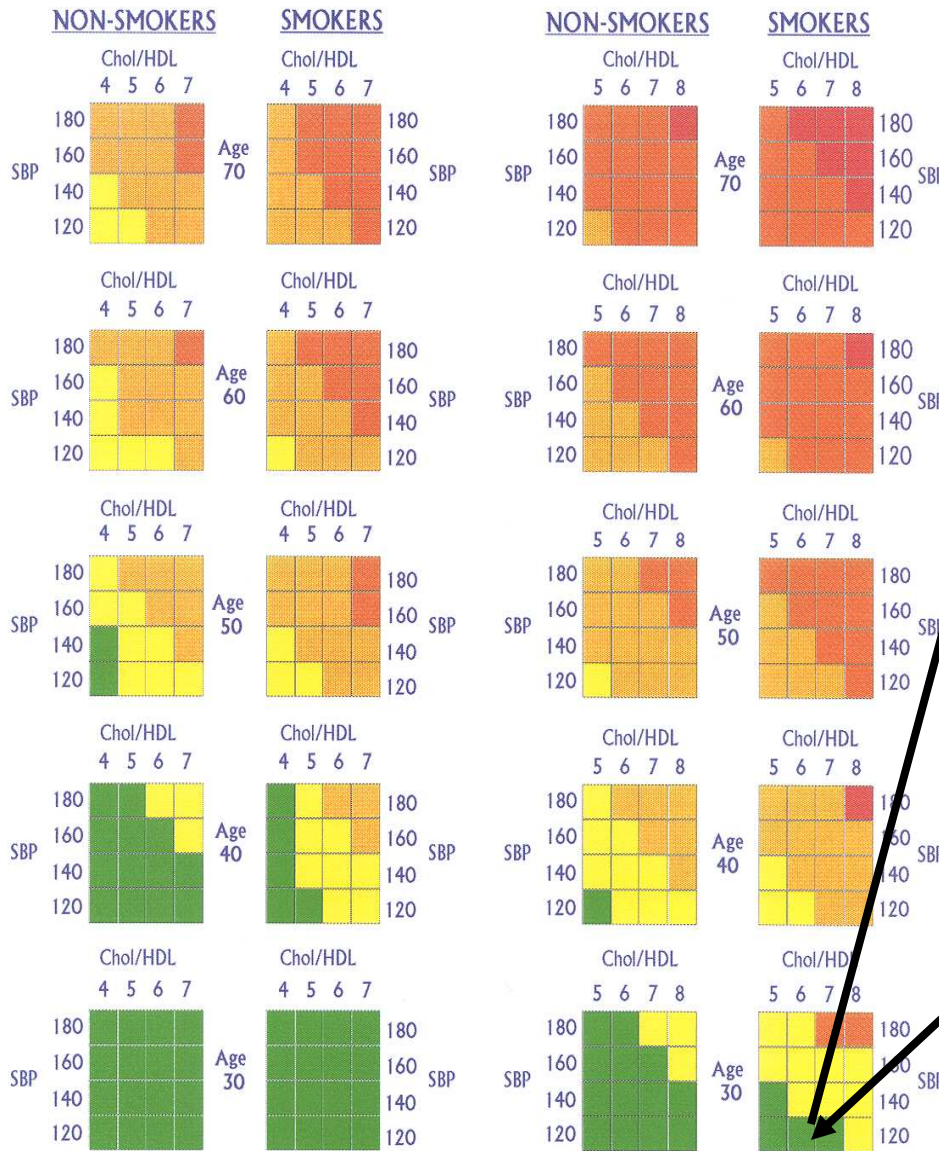
Exercise Prescription and Primary Prevention of Cardiovascular Disease  
 Thomas S. Metkus, Jr, MD; Kenneth L. Baughman, MD†; Paul D. Thompson, MD  
*Circulation.* 2010;121:2601-2604

# Fitness Pyramid



**NON-DIABETIC WOMEN**

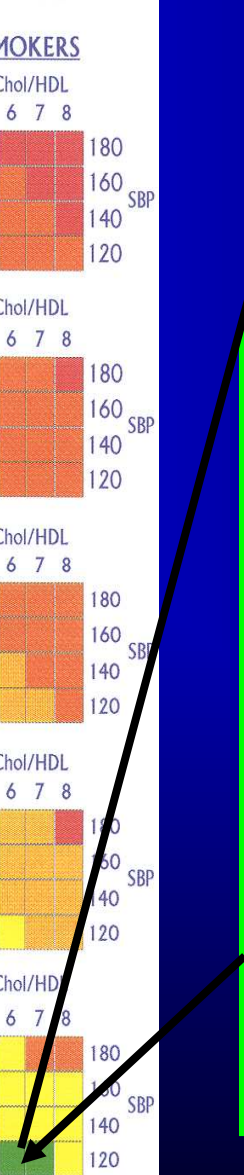
**NON-DIABETIC MEN**



**% Risk of CHD event in 10 yrs**



**Pedro Rossi**  
**38 años, médico**  
**Talla 180, 88 Kg IMC 27.**  
**Cintura 97 cm**  
**Fuma**  
**Glucemia 105**  
**Colesterol 210 HDL 35**  
**Triglicéridos 170**  
**Sedentario**  
**PA 120/80 mmHg**

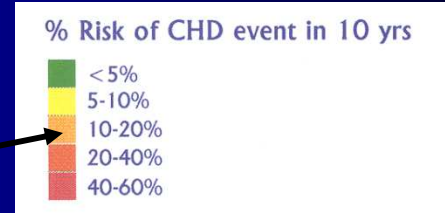
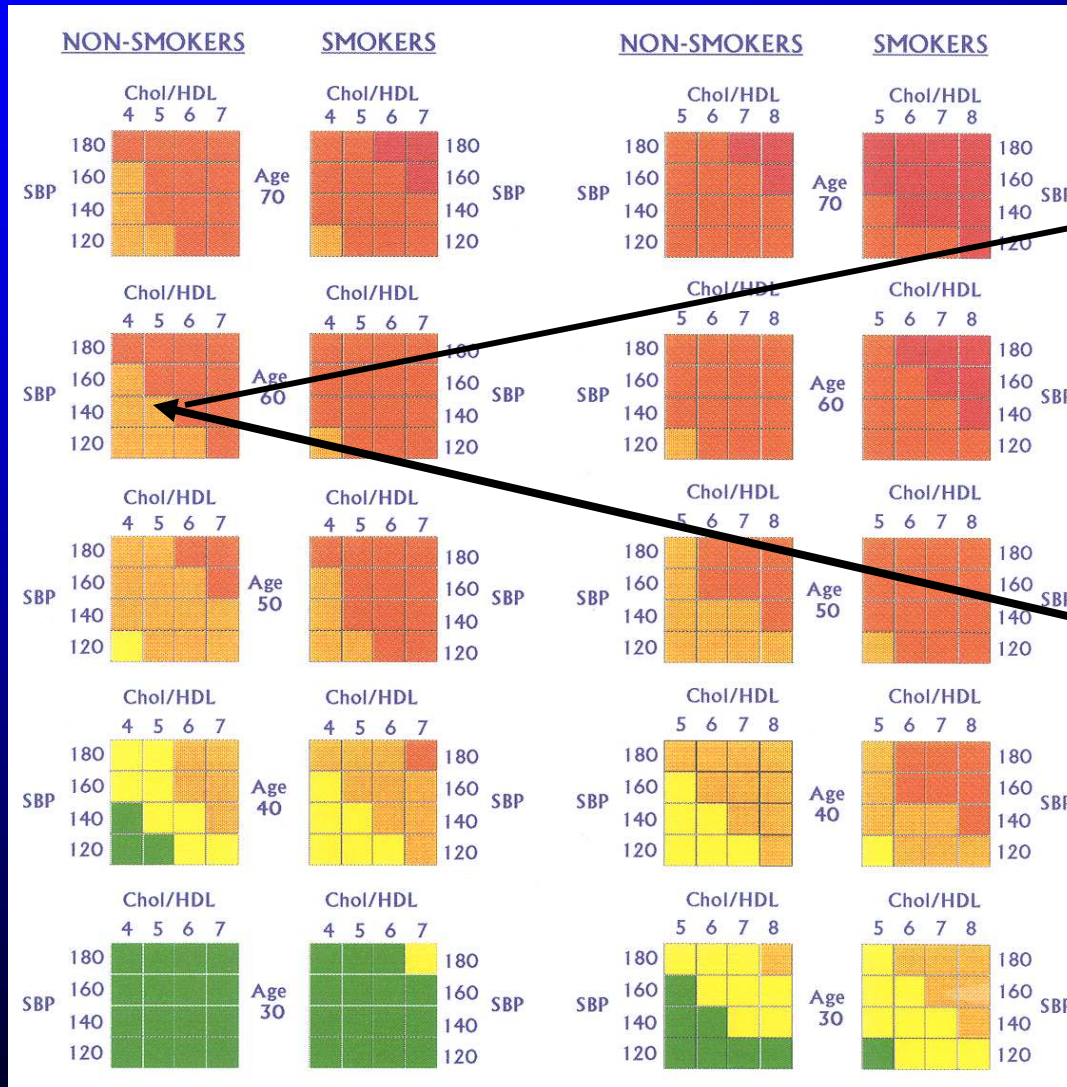




# Estratificación del riesgo Diabéticos con Normoalbuminuria

Mujeres

Varones



María Fernández  
 60 años  
 No fuma  
 Diabetes tipo 2  
 Normoalbuminuria  
 PA 135/82 mmHg  
 Col 200 mg/dL  
 HDL-C 40 mg/dL  
 Col/HDL-C = 5

María Fernández

## PRESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA

Al Sr. Profesor de Educación Física

Estimado Profesor

Le solicito que iniciemos un programa de ejercicios físicos en María Fernández de 60 años de edad, quien presenta diabetes tipo 2 de 10 años de evolución y que actualmente no tiene contraindicaciones para la actividad física.

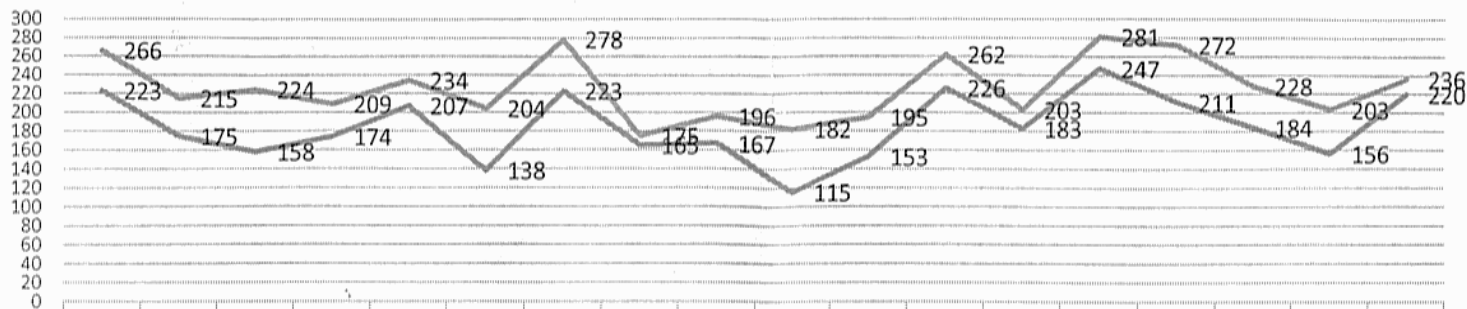
Para mejorar el control de su glucemia (azúcar en sangre), para bajar/mantener su peso y para reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, lo más recomendable es un plan de no menos de 150 minutos semanales (repartidos en 3 a 5 sesiones semanales) de **actividad aeróbica** al 50 a 70% de su frecuencia cardíaca máxima (a la paciente le corresponden entre 115 y 133 latidos por minuto), junto con **ejercicios de resistencia** ocupando grandes grupos musculares de miembros inferiores, superiores y tronco (en 3 series de 6-10 repeticiones) con cargas leves a moderadas.

Ante cualquier inquietud no dude en llamarme.

Le saluda atte.

Dr. FJ García (cel 156509992)

### Control glucemis Sr. Lucero H.



|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 1  | lunes, 06 de agosto de 2007         |
| 2  | miércoles, 08 de agosto de 2007     |
| 3  | viernes, 10 de agosto de 2007       |
| 4  | lunes, 13 de agosto de 2007         |
| 5  | miércoles, 15 de agosto de 2007     |
| 6  | lunes, 27 de agosto de 2007         |
| 7  | jueves, 30 de agosto de 2007        |
| 8  | lunes, 03 de septiembre de 2007     |
| 9  | jueves, 06 de septiembre de 2007    |
| 10 | viernes, 07 de septiembre de 2007   |
| 11 | martes, 11 de septiembre de 2007    |
| 12 | lunes, 17 de septiembre de 2007     |
| 13 | miércoles, 19 de septiembre de 2007 |
| 14 | jueves, 27 de septiembre de 2007    |
| 15 | viernes, 28 de septiembre de 2007   |
| 16 | lunes, 01 de octubre de 2007        |
| 17 | jueves, 04 de octubre de 2007       |
| 18 | viernes, 05 de octubre de 2007      |

Estimado Martín:

La evolución del Sr. Lucero es buena, si consideramos que al principio su F.C. respondía de forma exagerada al esfuerzo. (con lo que subió a la bici tenía 120 %). afortunadamente ese problema estaba resuelto y de trabajar sobre 6 Rep. por serie por semana a 10 012 y luego exentare los días.

J. 05/10/07.

# Actividad Física

- **Contraindicaciones absolutas o relativas**
  - Hipertensión no controlada
  - Neuropatía autonómica severa
  - Neuropatía periférica severa
  - Retinopatía proliferativa o no proliferativa severa o edema macular.
  - Hiperglucemia con cetosis

(no restricciones específicas por microalbuminuria o proteinuria)

*Tratamiento  
de la DIABETES tipo 2*

*E  
J  
E  
R  
C  
I  
O*

*D  
I  
E  
T  
A*

*M  
E  
D  
I  
C  
A  
C  
I  
O  
N*

*— EDUCACION —*



# Actividad física en el paciente con diabetes tipo 1

*Tratamiento  
de la DIABETES tipo 1*

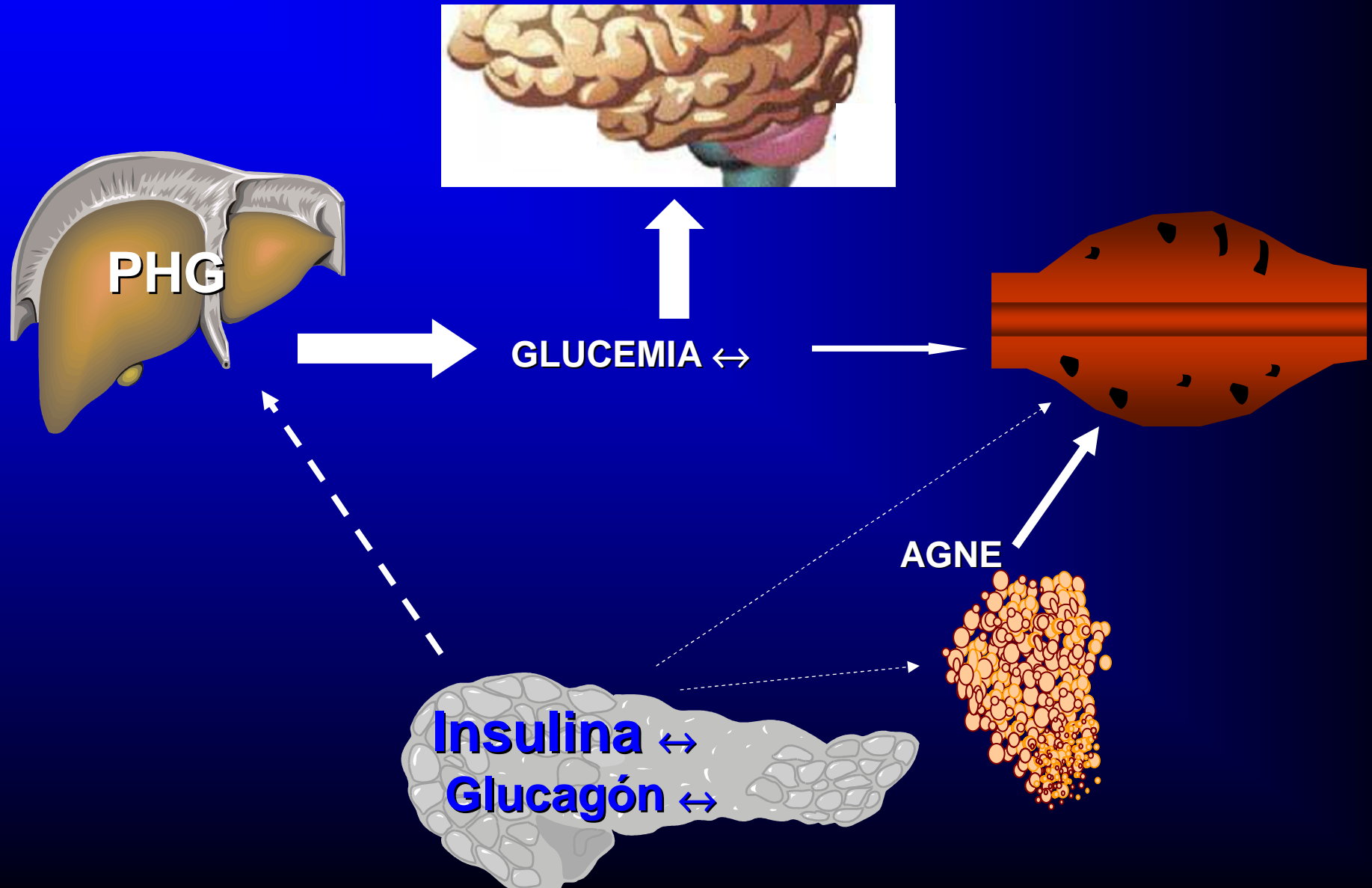
*D  
I  
E  
T  
A*

*M  
E  
D  
I  
C  
A  
C  
I  
O  
N*

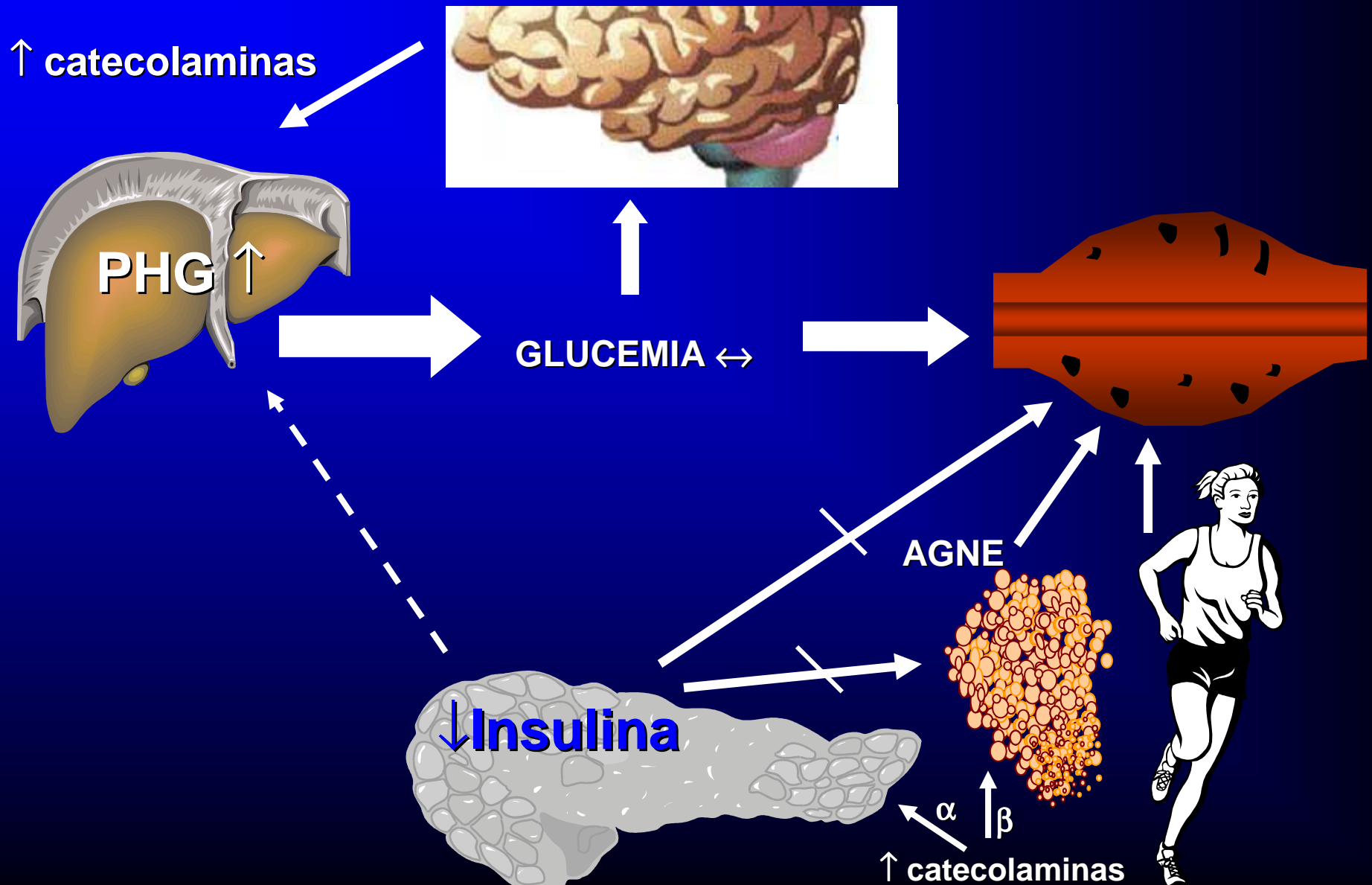
*EDUCACION*

*Incluir la enseñanza de beneficios y riesgos del EJERCICIO*

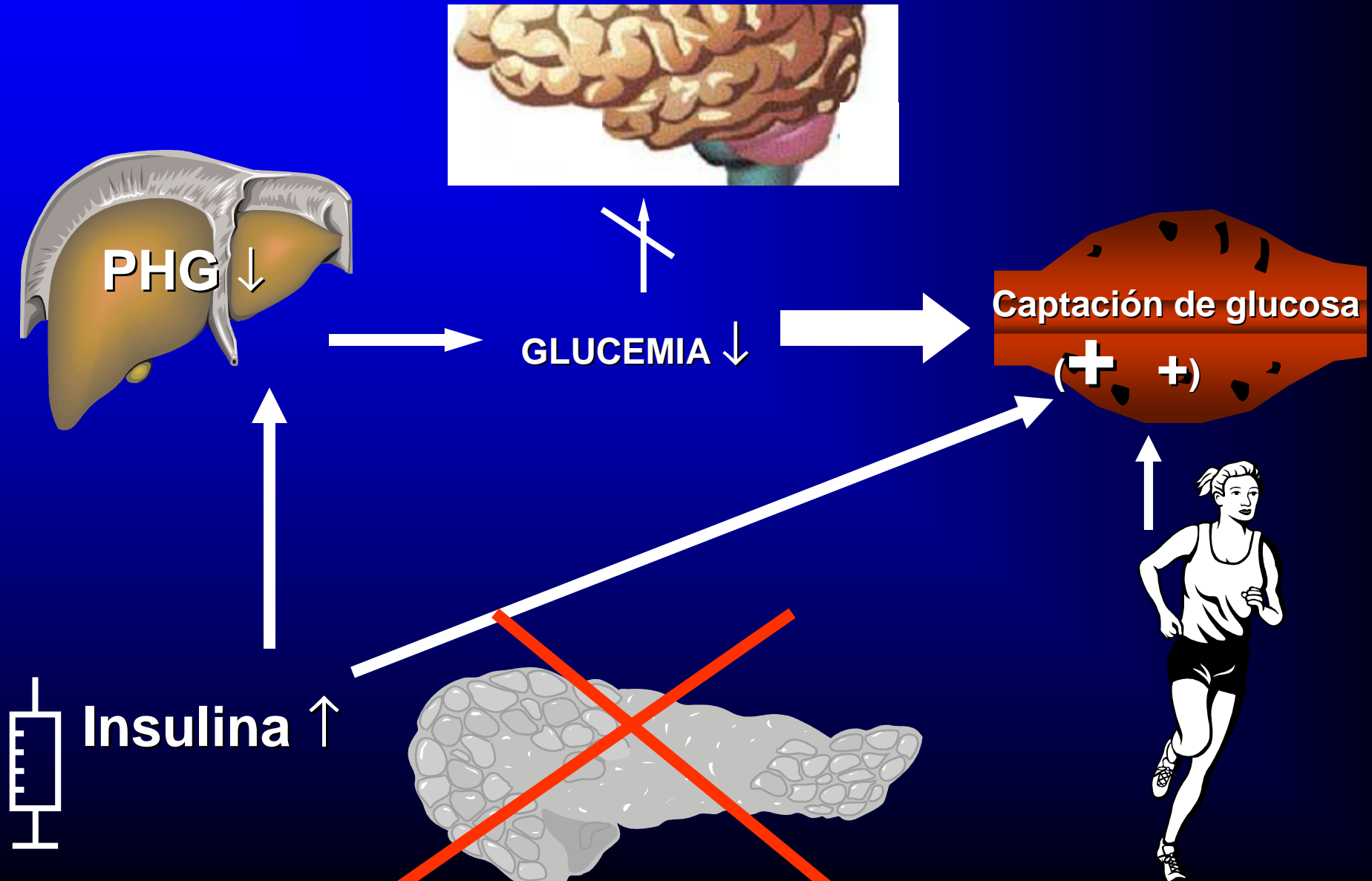
# Homeostasis glucémica en reposo



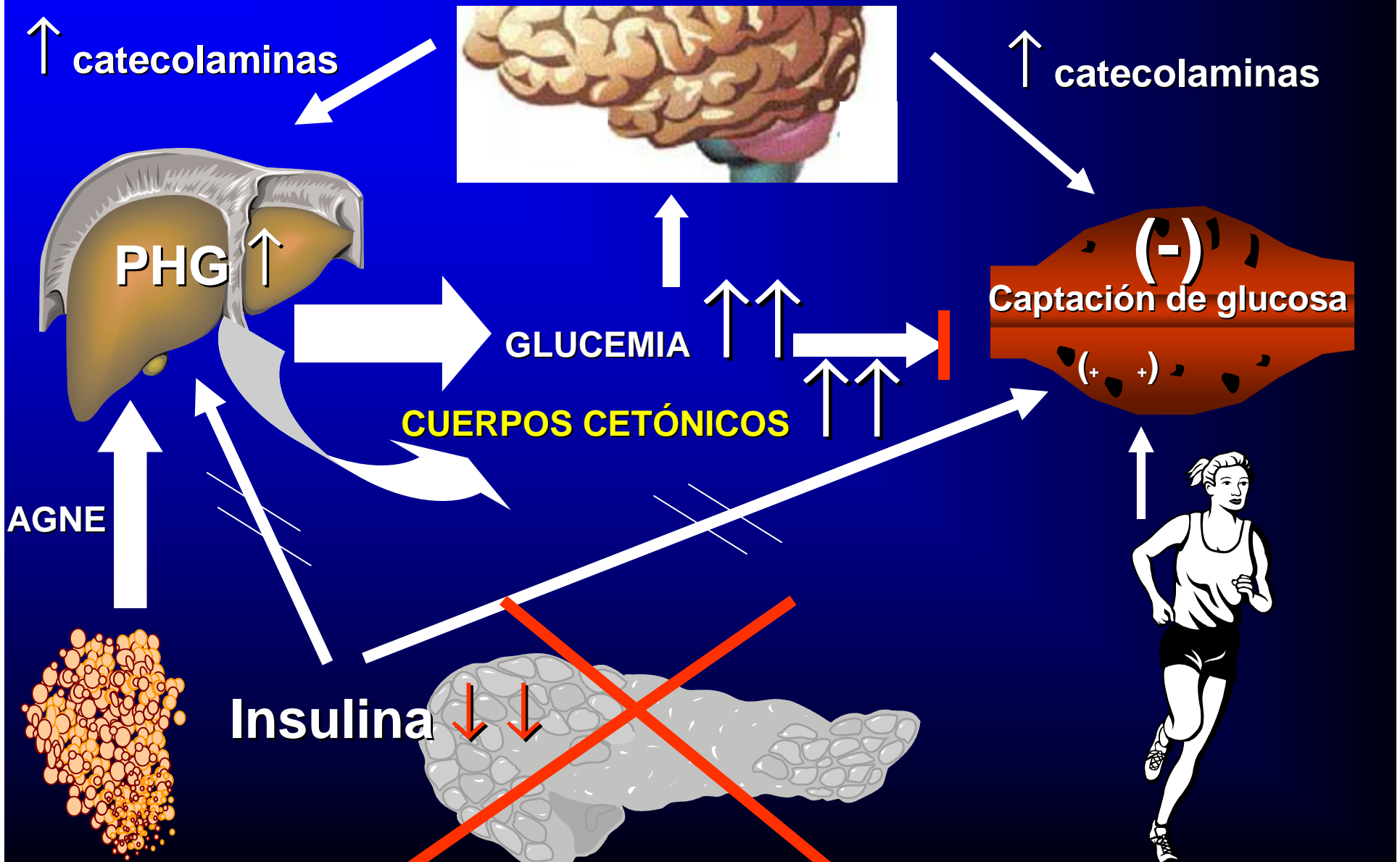
# Efectos del ejercicio sobre la homeostasis glucémica en personas no diabéticas



# Efectos del ejercicio sobre la homeostasis glucémica en diabéticos tipo 1 con exceso de insulinemia



# Efectos del ejercicio sobre la homeostasis glucémica en diabéticos tipo 1 con severa insulinopenia



# Recomendaciones ADA

- 1. Ingerir carbohidratos si la glucemia es menor de 100 mg/dL.
- 2. Monitoreo glucémico antes y luego de la actividad física.
- 3. Identificar cuándo son necesarios cambios en la insulina o en la ingesta de carbohidratos.
- 4. Hacer experiencia de las respuestas glucémicas en diferentes situaciones de actividad física
- 5. Consumir los carbohidratos extras necesarios para evitar hipoglucemias.
- 6. Disponer de alimentos con carbohidratos durante y luego del ejercicio.

# Recomendaciones ADA

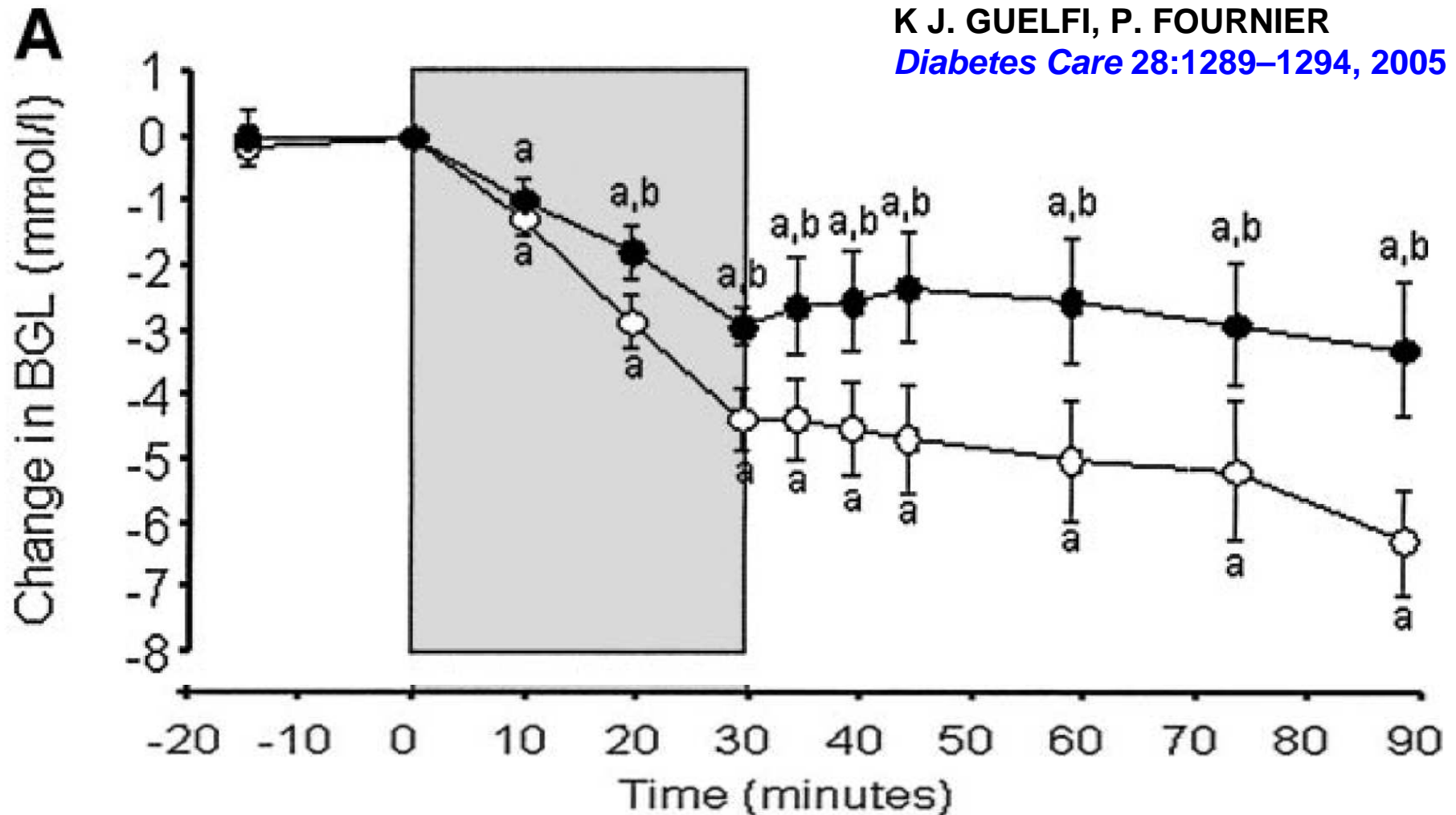
- Evitar la actividad en presencia de hiperglucemia >250 mg/dL con cetonemia/cetonuria. Anteriormente también se sugería evitar el ejercicio con glucemias > 300 mg/dL sin cetonemia/cetonuria, sin embargo desde 2007, las recomendaciones de la ADA consideran que si el paciente se siente bien y la cetonemia/cetonuria es negativa, no es necesario posponer el ejercicio basándose solamente en la glucemia



# The Decline in Blood Glucose Levels Is Less With Intermittent High-Intensity Compared With Moderate Exercise in Individuals With Type 1 Diabetes

K J. GUELFY, P. FOURNIER

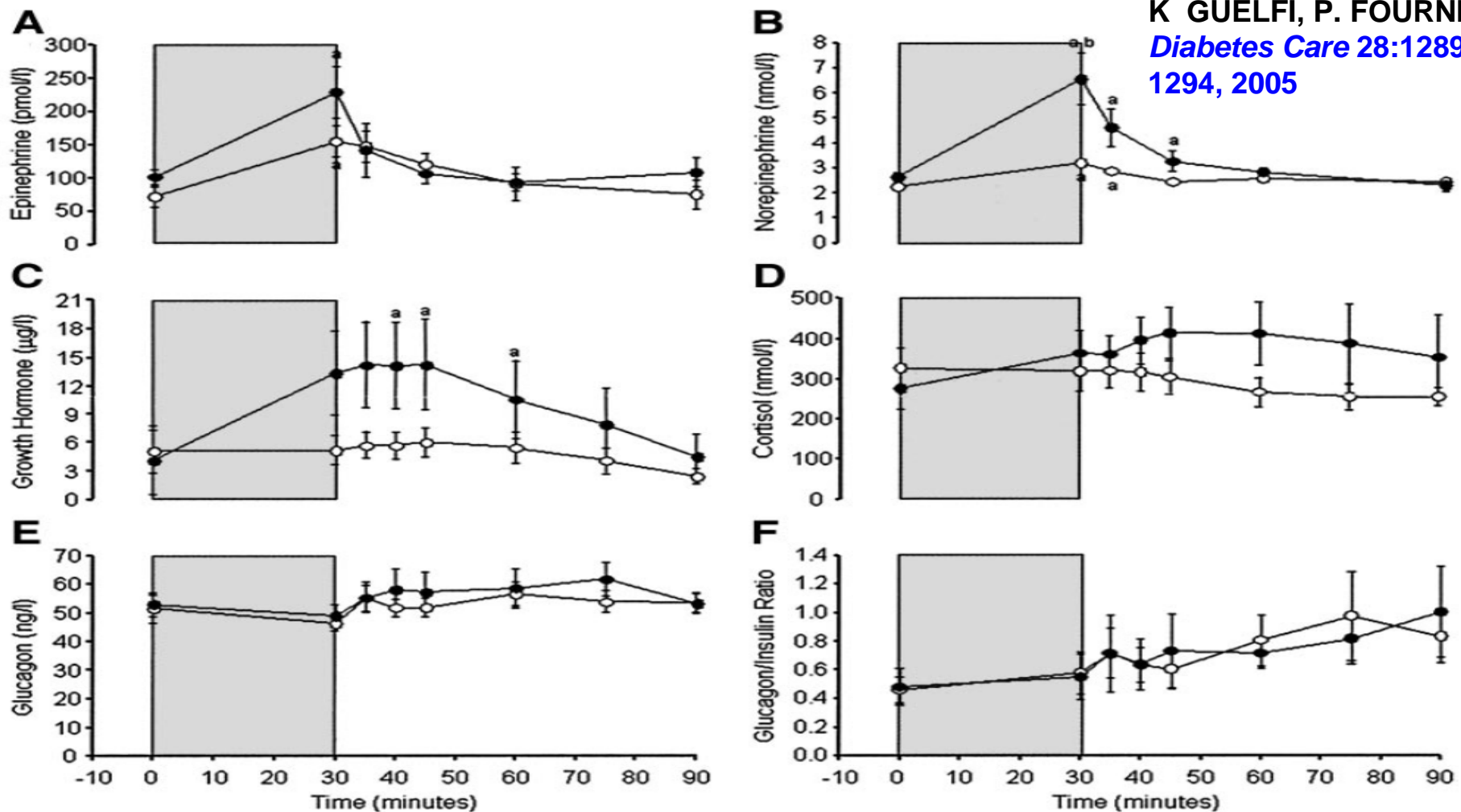
*Diabetes Care* 28:1289–1294, 2005



# The Decline in Blood Glucose Levels Is Less With Intermittent High-Intensity Compared With Moderate Exercise in Individuals With Type 1 Diabetes

K GUELF, P. FOURNIER

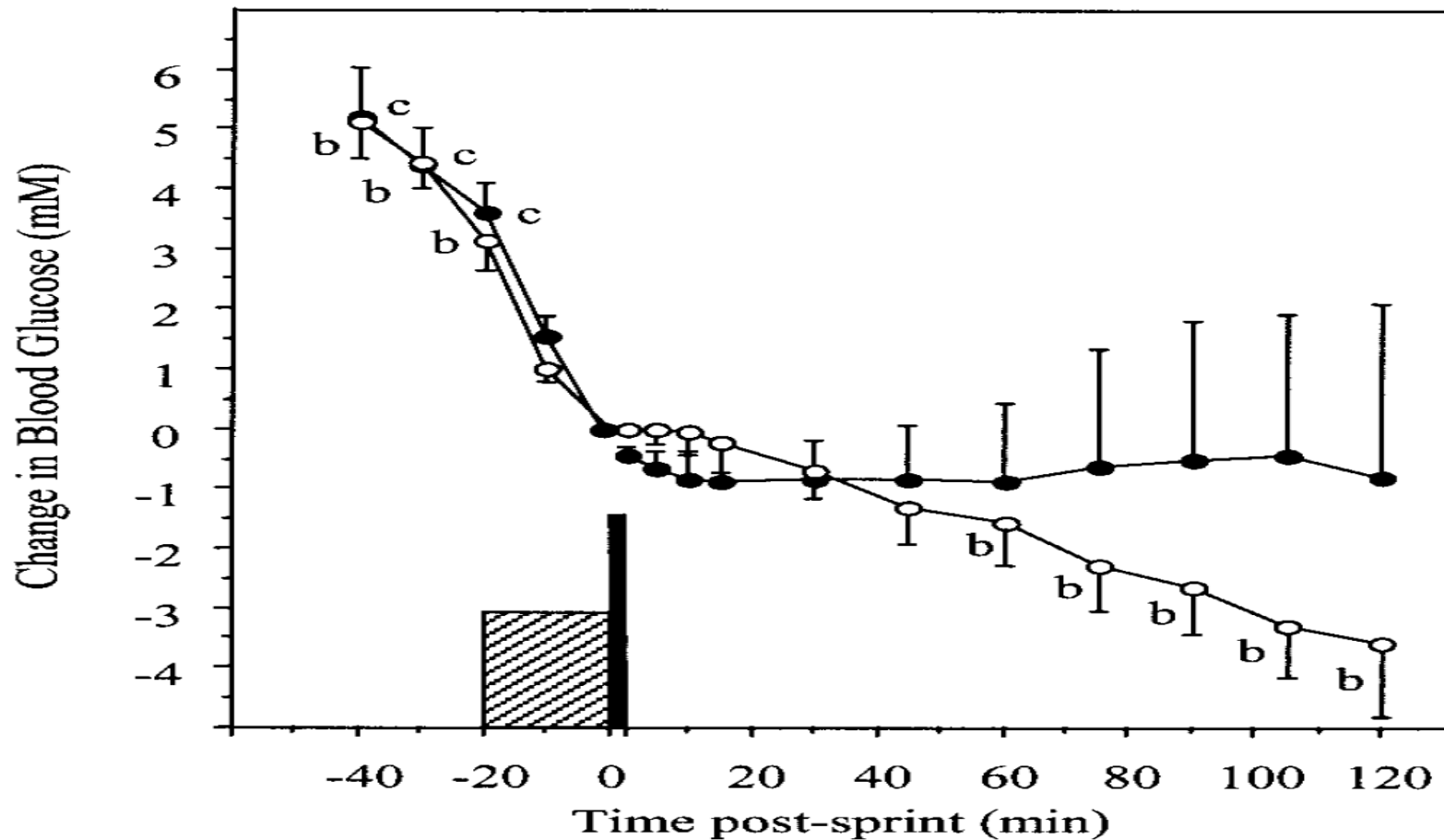
*Diabetes Care* 28:1289–1294, 2005



# The 10-s Maximal Sprint

A novel approach to counter an exercise-mediated fall in glycemia in individuals with type 1 diabetes

VA. BUSSAU, P. FOURNIER  
*Diabetes Care* 29:601–606, 2006



# A new table for prevention of hypoglycaemia during physical activity in type 1 diabetic patients

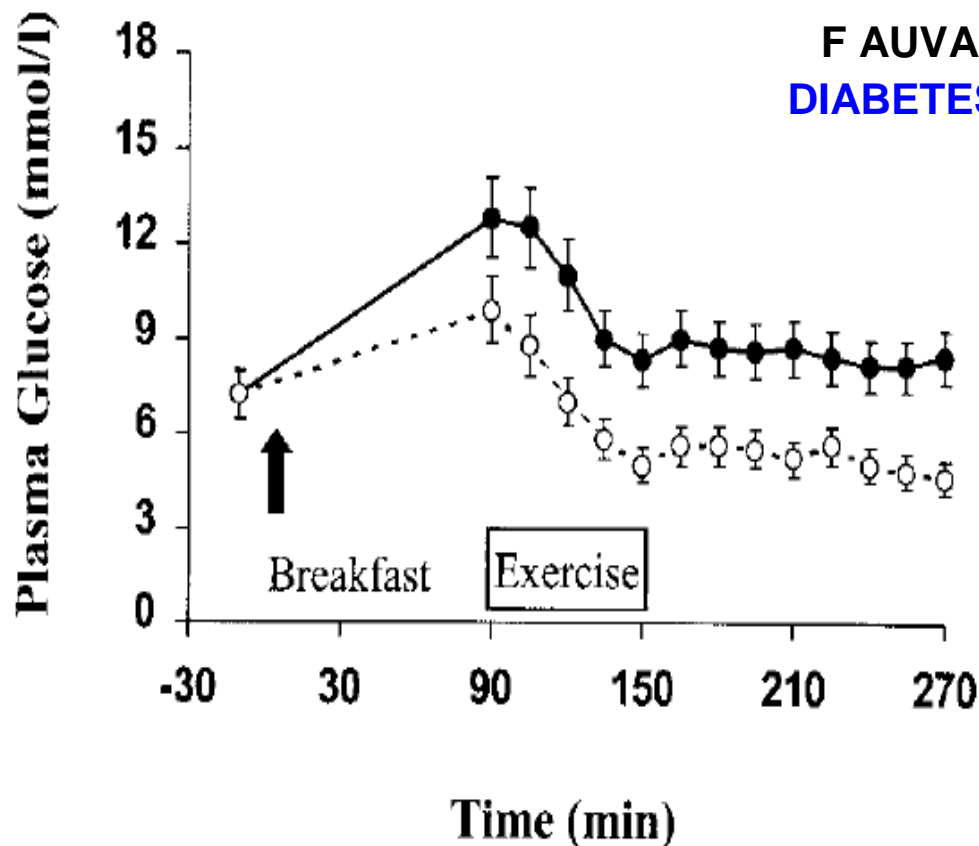
JJ Grimm<sup>1</sup>, J Ybarra<sup>2</sup>, C Berné<sup>3</sup>, S Muchnick<sup>4</sup>, A Golay<sup>5</sup>

Diabetes Metab 2004,30,465-70

| Duración \ Intensidad | <20 minutos    | 20-60 minutos                            | >60 minutos                               |
|-----------------------|----------------|--|---|
| <60% de la FCMáx      | 0 g de H de C  | 15 g de H de C                           | 30 g/h de H de C                          |
| 60-75% de la FCMáx    | 15 g de H de C | 30 g de H de C                           | 75 g/h de H de C<br>Dosis insulina – 20%  |
| >75% de la FCMáx      | 30 g de H de C | 75 g de H de C<br>Dosis insulina – 0-20% | 100 g/h de H de C<br>Dosis insulina – 30% |

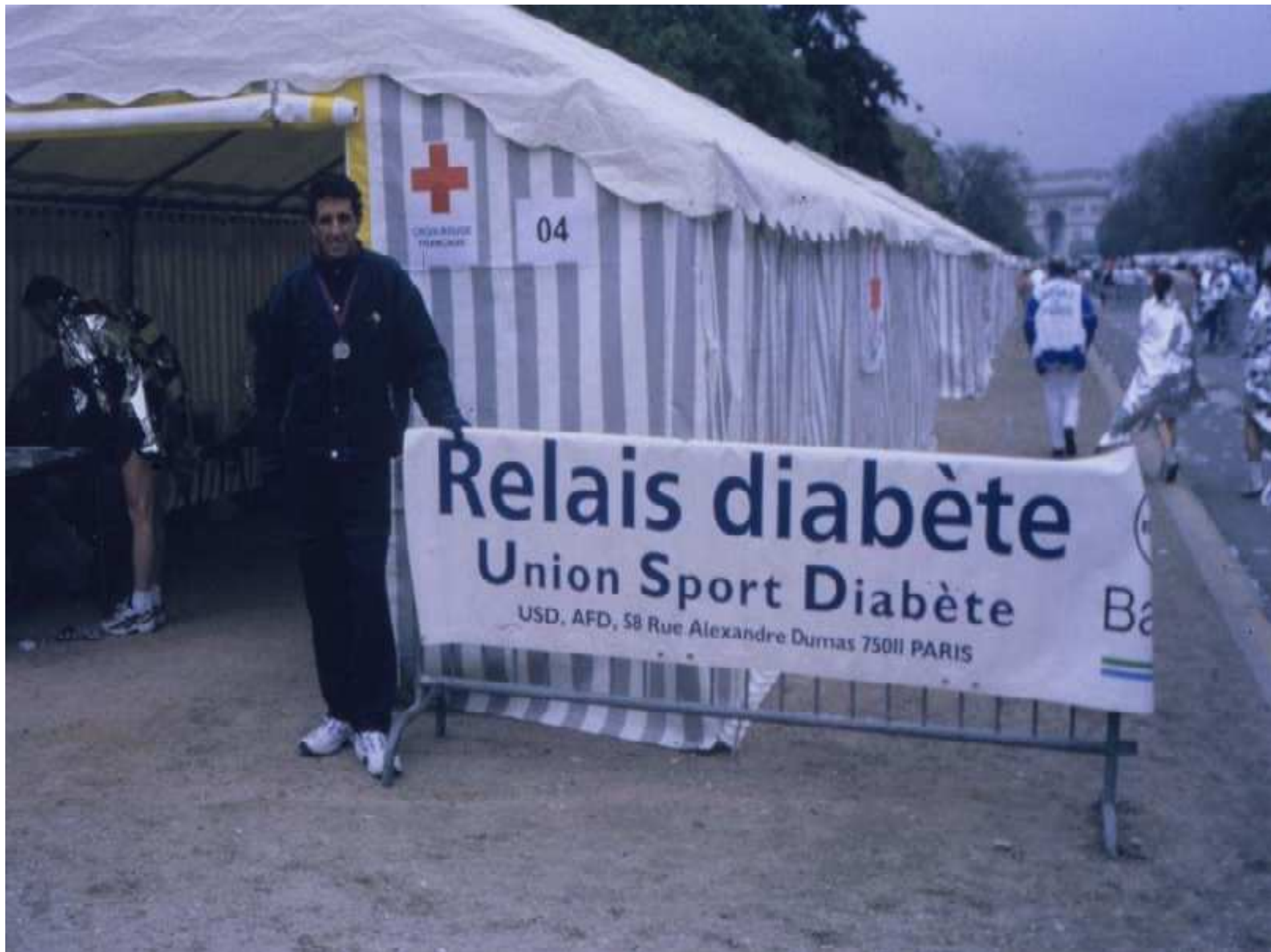
# Glucose Response to Intense Aerobic Exercise in Type 1 Diabetes

F AUVAIS-JARVIS, JEAN-FRANCOIS GAUTIER  
DIABETES CARE, VOLUME 26, NUMBER 4, APRIL  
2003



**Figure 1**—Changes in PG levels during exercise and recovery performed with (■) and without (□) insulin reduction. Of 12 patients, 8 received oral glucose during the condition without insulin reduction. Data are expressed as mean  $\pm$  SE (n = 12).





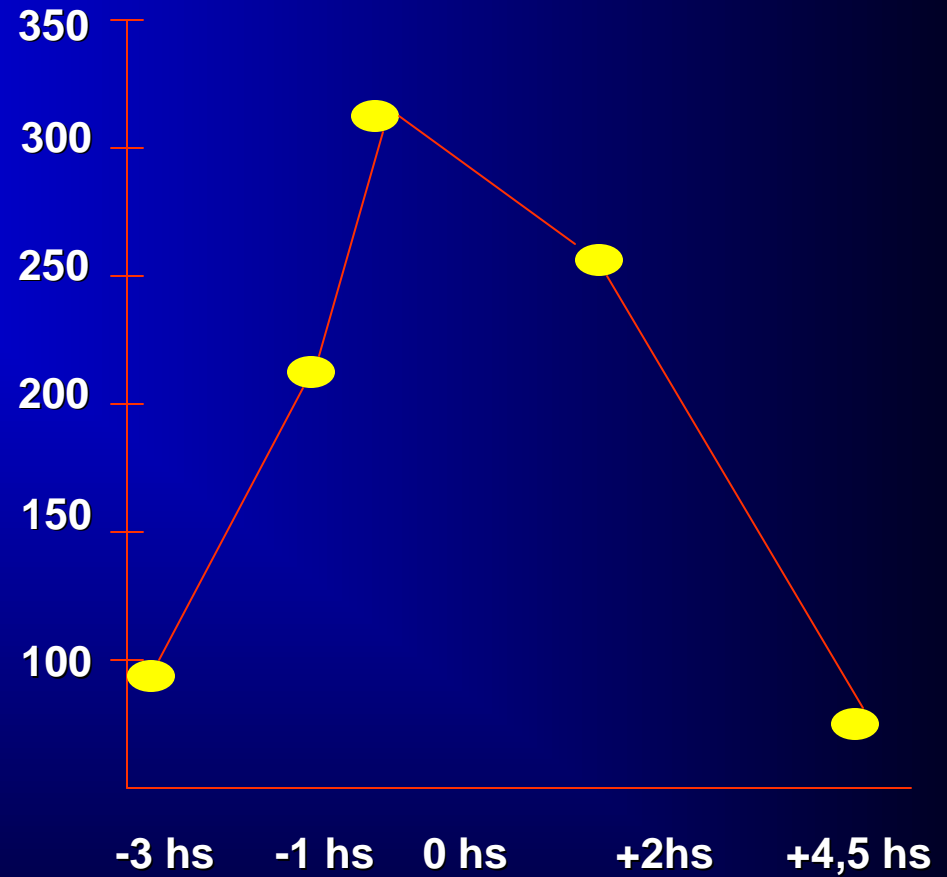
**Relais diabète**

**Union Sport Diabète**

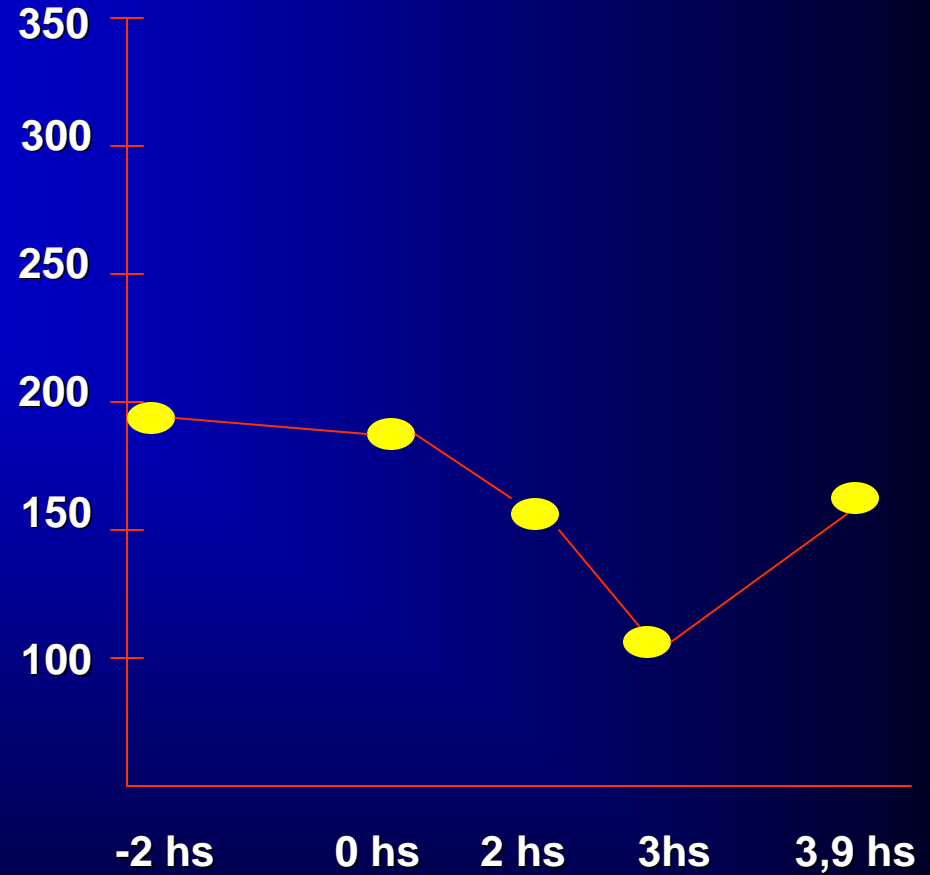
USD, AFD, 58 Rue Alexandre Dumas 75011 PARIS

Ba

# Daniel, 50 años, Maratón de BsAs 2006



# Guillermo, 23 años, Maratón de Mendoza 2008





# Recomendaciones

- **Monitoreo glucémico, valorar historia, horarios, dosis y comidas previas, así como tendencias.**
- **Realizar ejercicios 2 a 3 hs. luego de una comida**
- **No iniciar ejercicio si hay cetosis (orina o sangre)**
- **Con glucemias >300 mg/dL, sin cetosis, iniciar en forma moderada y volver a medir a los 30', si tiende a subir, suspender.**
- **Ingerir 15 g de carbohidratos si la glucemia previa es 100-130 mg/dL y 30 g si es <100.**
- **No modificar insulina si el ejercicio será leve a moderado y <60 min, y consumir 15-30 g cada 30' si la glucemia inicial fue <180 mg/dL**
- **En ejercicios prolongados reducir 20 a 25% la dosis previa (basal y bolo) por cada hora de actividad y consumir 30 a 50 g de carbohidratos por hora**
- **En ejercicios leves a moderados un "sprint" final de 10 segundos puede ser útil en prevenir la hipo post.**
- **Luego de ejercicios intensos con VO<sub>2</sub> Máx > 80% tal vez se requieran suplementos de insulina para contrarrestar la hiperglucemia post ejercicio**

# Actividad física en DM1

La actividad física regular aporta beneficios inmediatos y a largo plazo para la salud, en todo diabético.

No es claro en DM1 un beneficio independiente del ejercicio en la HbA1c pero los pacientes físicamente activos, tienen mejor control metabólico que los inactivos

Toda clase de ejercicio físico, incluyendo deportes competitivos, pueden ser realizados y sobre todo los niños y jóvenes no deben sentirse diferentes a sus pares no diabéticos.

Un apropiado ajuste de la dosis de insulina, un frecuente automonitoreo glucémico y un adecuado manejo nutricional, son recomendaciones indispensables

# Microalbuminuria post maratón (42,195 Km.) en diabéticos tipo 1

Martín Rodríguez<sup>(1)</sup>; Gabriel Minuchin<sup>(1)</sup>; Abayubá Rodríguez<sup>(2)</sup>; Cynthia Zyngier<sup>(2)</sup>; Guillermo Esteves<sup>(1)</sup>; Marcelo Alvarez<sup>(1)</sup>; Juan Martín Rodríguez<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Instituto de Endocrinología, Metabolismo y Nutrición (IDEMYN). Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.

<sup>(2)</sup> Escuela Argentina de Triatlón. Buenos Aires. Argentina.

Revista de la Sociedad Argentina de Diabetes 2009

# MICROALBUMINURIA Y EJERCICIO

## Mecanismos:

- Cambios en la hemodinamia renal
- Aumento de la presión glomerular
- Depleción de cargas negativas de los capilares glomerulares.

Aún en no diabéticos el ejercicio puede aumentar la microalbuminuria.

# MICROALBUMINURIA Y EJERCICIO

- El ejercicio puede generar un aumento sólo transitorio, su presencia puede preceder a la microalbuminuria permanente.
- Debido a este efecto del ejercicio sobre la EUA se ha sugerido su no realización por 24 a 48 h. antes de la determinación por laboratorio.
- El ejercicio aumenta la eliminación de creatinina, por lo que medir la relación entre la albuminuria y creatininuria post ejercicio se considera más apropiado que la medición minutada sin correlacionarla con la creatininuria.

# Objetivos

- Evaluar la EUA, expresada por el cociente albúmina/creatinina en la primera orina de la mañana previa y la mañana posterior a la realización de un ejercicio intenso y prolongado (maratón de 42,195 Km.) en 6 pacientes con diabetes tipo 1.
- Esta experiencia se realizó el 12 de octubre de 2008 en la VII Maratón de la Ciudad de Buenos Aires.

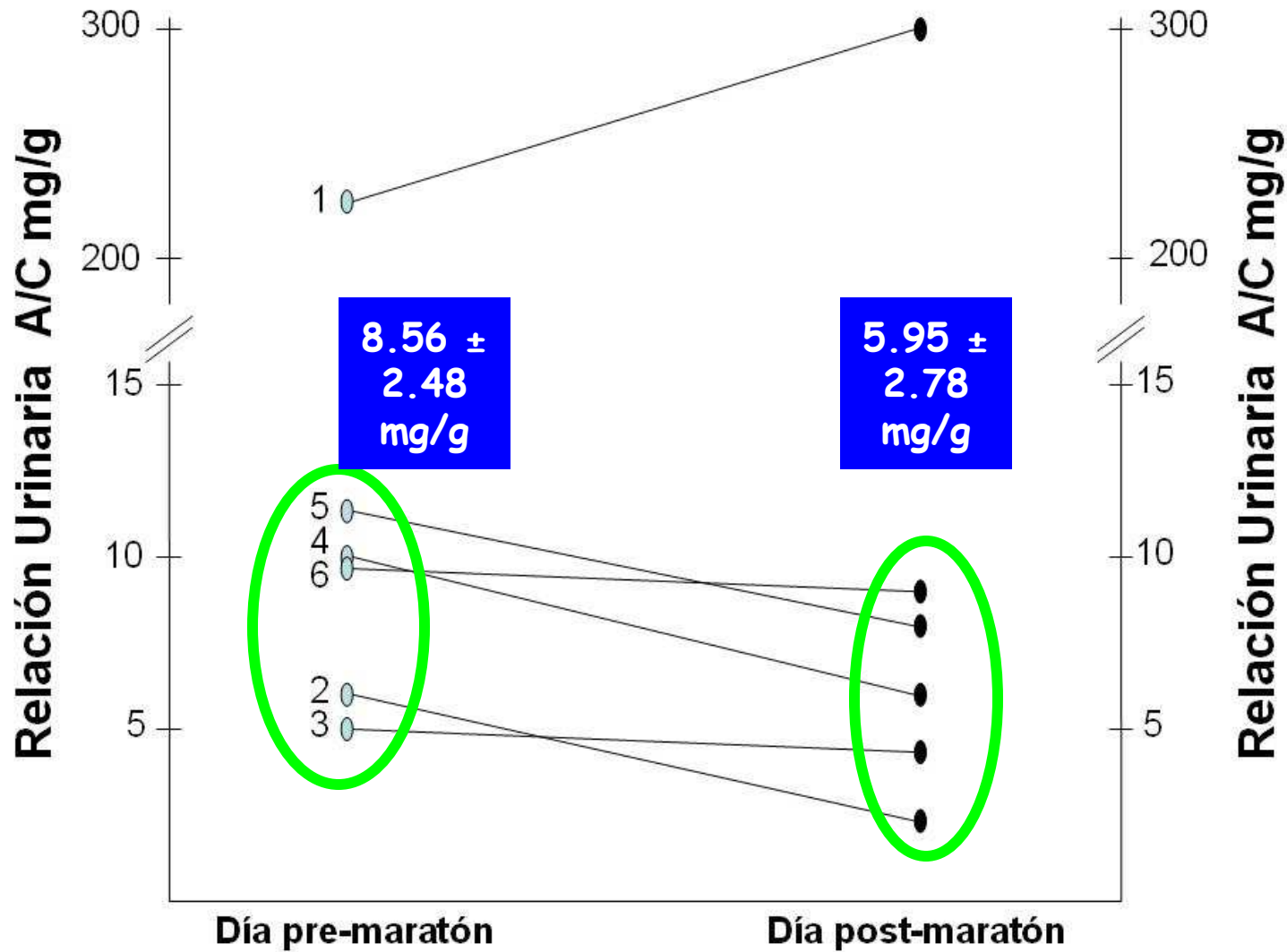
# Pacientes, diseño y métodos.

| Paciente N° | Edad Años                     | Antigüedad de diabetes Años                                    | HbA1c % | PA mm Hg | Peso Kg. | Talla m | IMC peso/t <sup>2</sup> |
|-------------|-------------------------------|--|---------|----------|----------|---------|-------------------------|
| 1           | 39                            | 23   | 7.0     | 105/70   | 92       | 1.92    | 24.9                    |
| 2           | Edad<br>33,6<br>± 5,5<br>años | Antigüedad<br>de la<br>diabetes<br>13,5 años<br>± 11,3<br>años | 5.3     | 100/65   | 73       | 1.75    | 23.8                    |
| 3           |                               |  | 7.7     | 115/60   | 70       | 1.78    | 22.1                    |
| 4           |                               |  | 7.3     | 132/84   | 67       | 1.67    | 24.0                    |
| 5           | 38                            | 26   | 7.6     | 110/68   | 83       | 1.81    | 25.3                    |
| 6           | 25                            | 2  | 6.8     | 132/75   | 84       | 1.85    | 24.6                    |

Tabla 1: edad, antigüedad de la diabetes, HbA1c, Peso, Talla e IMC.

- Clásicamente se considera que el ejercicio aumenta "falsamente" la EUA debido a un incremento de la presión intravascular en arterias y arteriolas. Esto llevaría a una elevación de la presión glomerular con el consiguiente aumento de la filtración de albúmina a través de la membrana basal glomerular al espacio urinario.
- Este mecanismo bien podría explicar el aumento de la EUA en ejercicios agudos e intensos, pero qué ocurre en ejercicios prolongados e intensos como una maratón olímpica de 42,195 Km. donde se produce una verdadera isquemia esplácnica.





# CONCLUSIONES

- Nuestro hallazgo sugiere que en diabéticos tipo 1 normotensos y normoalbuminúricos no tratados con IECA ni BRA II, un ejercicio intenso y prolongado, como es una maratón olímpica, no eleva la EUA medida por la relación albúmina/creatinina, post 24 horas.
- Consideramos que si se utiliza esta forma de determinación *NO* es necesario evitar la actividad física el día previo.
- La respuesta albuminúrica al ejercicio ha llevado a la especulación de que represente un marcador aún más temprano que la clásica medición de EUA.

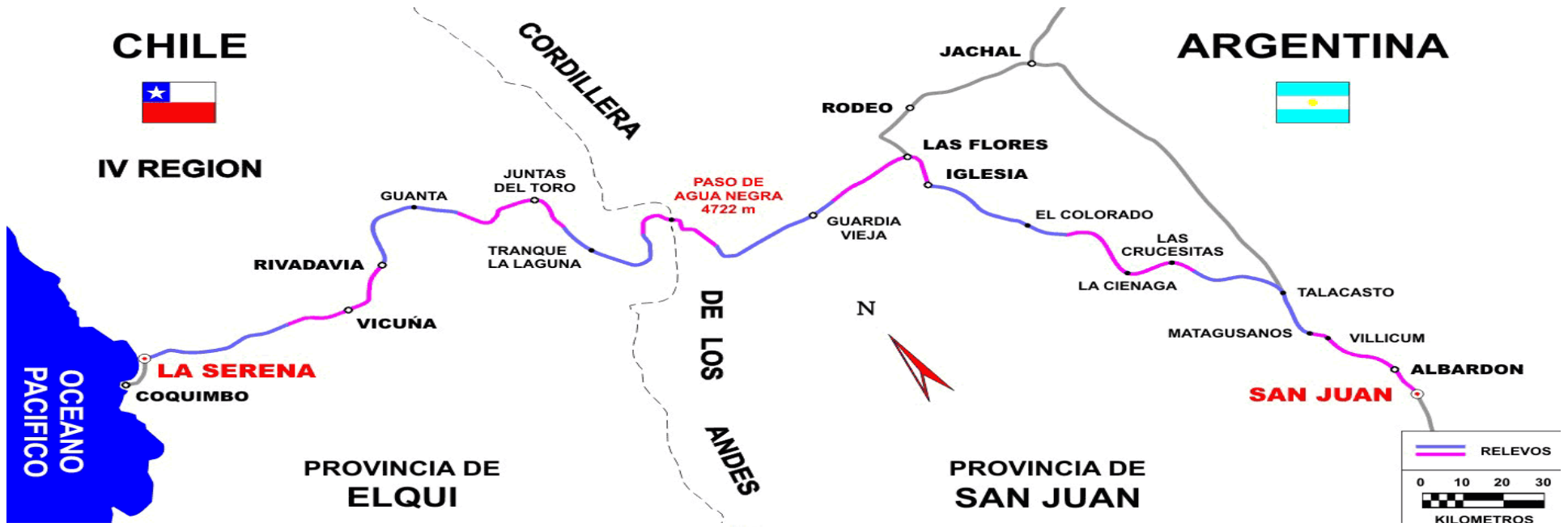




**Modificaciones de la excreción urinaria de albúmina, ionograma, creatinina, sedimento urinario y Proteína C Reactiva en 9 diabéticos tipo 1, tras la participación en el "Cruce de Los Andes La Serena (Chile) - San Juan (Argentina) 2009" en postas con 12 etapas de 42 Km. cada una**

**Martín Rodríguez; Guillermo Esteves; Gabriel Minuchin; Marcelo Álvarez; Juan Martín Rodríguez.**

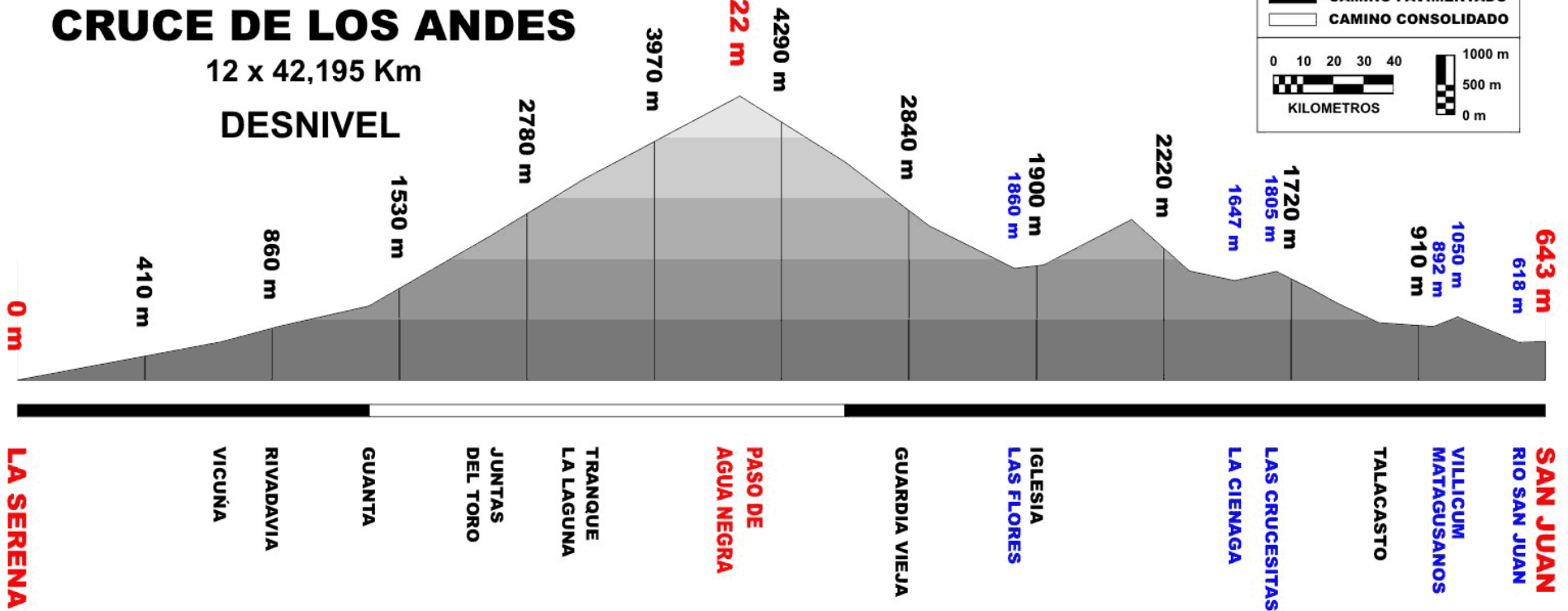
Instituto de Endocrinología, Metabolismo y Nutrición (IDEMYN). Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.



# CRUCE DE LOS ANDES

12 x 42,195 Km

## DESNIVEL







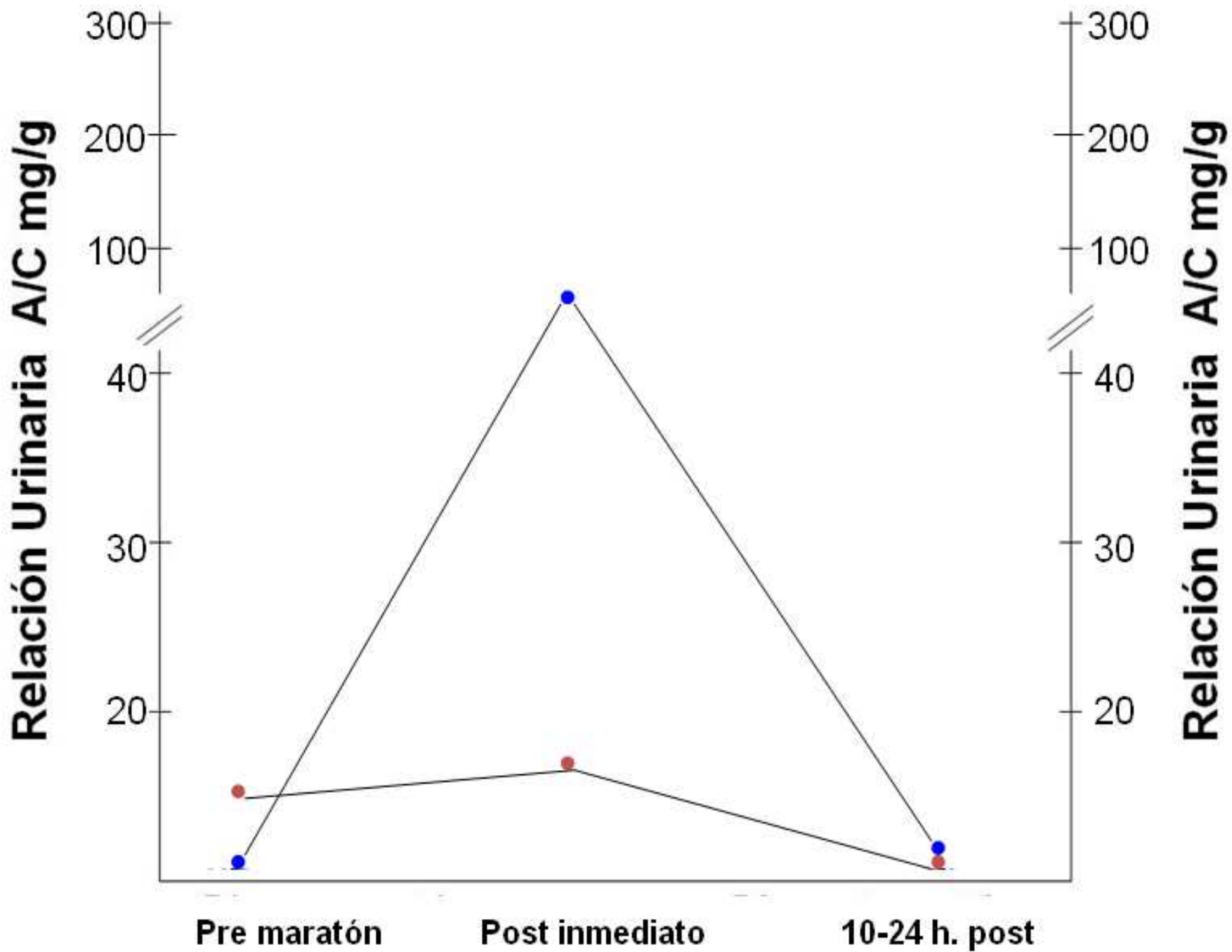


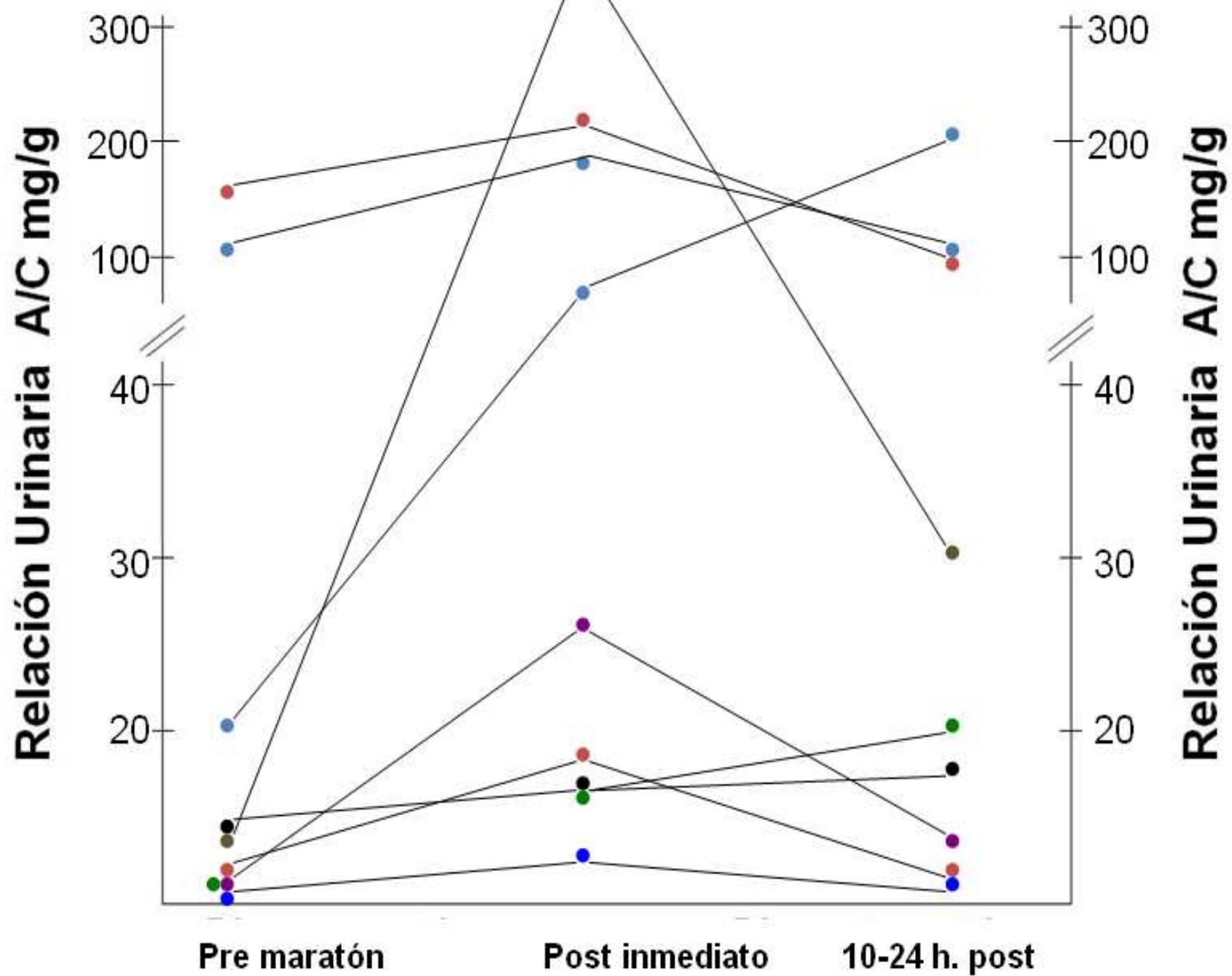














Universidad Nacional de Cuyo  
Facultad de Ciencias Médicas  
Secretaría de Ciencia y Técnica

**FCM**  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

---

## Proyectos de Desarrollo de la Investigación Clínica integrada con la Investigación Básica

---

### 1.3. Denominación del Proyecto

**Estudio de los factores involucrados en la microalbuminuria post ejercicio prolongado en diabéticos tipo 1.**

### 1.4. Palabras Clave:

Diabetes tipo 1, Microalbuminuria, Ejercicio, Maratón, estrés oxidativo, disfunción endotelial.

# Actividad física y diabetes

- **Diabetes tipo 2**

- Aspectos moleculares
- La evidencia clínica
- Fuerza de recomendación
- Prescripción

- **Diabetes tipo 1**

- Homeostasis glucémica durante el ejercicio
- Recomendaciones
- Microalbuminuria y ejercicio



Diabetes Team  
Mendoza. Argentina

¡Gracias por tu atención!

