

PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO EN LA DIABETES (II)

PRESCRIPTION OF PHYSICAL EXERCISE IN DIABETES (II)

ACTIVIDAD FÍSICA SEGURA

Para que la actividad física realizada por la persona diabética sea segura y beneficiosa desde el primer momento, han de seguirse una serie de normas^{47,48} que pueden concretarse en cinco:

1. Es necesaria una evaluación médica detallada antes de empezar cualquier programa de ejercicio físico.
2. Los diabéticos deben evitar hacer ejercicio solos, sobre todo si éste se prolonga mucho, y llevar siempre consigo algún producto azucarado y un teléfono móvil con números de urgencia.
3. Los familiares, entrenadores y compañeros deportivos deben saber que uno es diabético y dónde lleva los productos azucarados.
4. Tanto el paciente como las personas de su entorno han de conocer los signos y síntomas de una hipoglucemia, y deben saber reaccionar ante ella.
5. Los diabéticos deben prestar atención especial al cuidado de los pies.

Veamos en más detalle los puntos 1, 4 y 5.

Obtener una evaluación médica detallada antes de iniciarse en un programa de ejercicio físico, y más tarde a intervalos regulares

El proceso de envejecimiento, ligado generalmente a mayores niveles de inactividad física, conlleva una degeneración de los músculos, ligamentos, huesos y articulaciones. La diabetes puede exacerbar este deterioro. La Asociación Americana de Diabetes recomienda que cualquier diabético, independientemente de su edad, se someta a un examen médico antes de iniciarse en un programa de ejercicio físico. El reconocimiento médico, que debe incluir una cuidadosa historia médica y un completo examen físico, deberá enfocarse a las previsible complicaciones de la diabetes, en corazón y vasos sanguíneos, ojos, riñones y sistema nervioso⁴⁹.

Sistema cardiovascular: es obligada una exploración cardiovascular basal con ECG de reposo antes de que cualquier paciente se inicie en un programa de ejercicios de moderada a alta intensidad. La prueba de esfuerzo puede ser de gran utilidad en la valoración si el paciente presenta los siguientes criterios:

- Es mayor de 35 años de edad.
- Es diabético tipo 2 de más de 10 años de duración.
- Es diabético tipo 1 de más de 15 años de duración.
- Existe algún factor de riesgo de enfermedad arterial coronaria.

José M. González Aramendi

Centro Sanitario Virgen del Pilar
San Sebastián
Clínica de la Asunción
Tolosa
Fundación Oreki

CORRESPONDENCIA:

Jose Manuel González Aramendi
Itzurun 11. 20750 Zumaiá. Guipúzkoa. E-mail: aramendi@infonegocio.com

Aceptado: 21.02.2007/ Revisión n° 205

- Presenta de enfermedad microvascular (retinopatía o neuropatía).
- Presenta enfermedad vascular periférica.
- Presenta neuropatía autonómica.

En pacientes diabéticos que planean participar en modalidades de ejercicio de baja intensidad (< 60% de la frecuencia cardíaca máxima), como por ejemplo caminar, la realización o no de una prueba de esfuerzo quedará a criterio del médico. Los pacientes con enfermedad arterial coronaria conocida deben someterse a una evaluación supervisada de la respuesta isquémica al ejercicio, y de la probabilidad de desencadenar arritmias durante el ejercicio. En muchos casos, se deberá evaluar la función sistólica del ventrículo izquierdo en reposo y durante el ejercicio.

Enfermedad arterial periférica: el examen físico se basa en la observación de síntomas y signos, tales como la claudicación intermitente, los pies fríos, los pulsos periféricos, la atrofia del tejido subcutáneo y la pérdida de vello. El examen físico puede completarse con un estudio Doppler.

Retinopatía: en los pacientes con retinopatía proliferativa diabética activa, la actividad física intensa puede precipitar una hemorragia vítrea o un desprendimiento de retina. Estos individuos deben evitar el ejercicio intenso y los ejercicios que conlleven la realización de la maniobra de Valsalva.

Nefropatía: aunque no se han desarrollado recomendaciones específicas de ejercicio para los pacientes con nefropatía incipiente (microalbuminuria > 20 mg/min excreción de albúmina) o con nefropatía evidente (> 200 mg/min), se desaconseja la realización de ejercicios extenuantes o de alta intensidad. En cualquier caso, los pacientes con nefropatía evidente tienden a autolimitar su nivel de actividad, dada su reducida capacidad para la realización de ejercicios físicos.

Neuropatía periférica: la neuropatía periférica se evalúa explorando los reflejos tendinosos, el sentido vibratorio, el sentido de la posición y

la sensación al tacto. La neuropatía periférica puede provocar una pérdida de sensación protectora en el pie, por lo que puede ser motivo para desaconsejar la realización de ejercicios en bipedestación, ya que pueden producirse ulceraciones y lesiones más graves, como esguinces y fracturas. Así, son ejercicios contraindicados las caminatas prolongadas, trotar y correr (también en cinta rodante), y otros que supongan impactos repetitivos en los pies. Se recomiendan, como ejercicios alternativos, la natación, el ciclismo, el remo y cualquier otro ejercicio que no implique impactos o presiones sobre los pies.

Neuropatía autónoma: la presencia de una neuropatía autónoma, además de limitar la capacidad individual al ejercicio, puede aumentar el riesgo cardiovascular durante el ejercicio. La neuropatía autónoma cardíaca puede manifestarse con taquicardia en reposo. Otras alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso autónomo pueden afectar a la piel, las pupilas y los sistemas gastrointestinal y genitourinario.

Es muy probable que los pacientes con neuropatía autónoma desarrollen hipotensión e hipertensión tras la realización de ejercicios vigorosos, sobre todo cuando se inician en un programa de ejercicios. Además, y debido a que pueden tener problemas de termorregulación, deben asegurar una adecuada hidratación, evitando el ejercicio en ambientes muy calientes o fríos. Además, y en cualquier caso, debe evitarse la práctica de ejercicios físicos cuando:

- La glucosa en sangre sea mayor de 250 mg/dl con cetosis, o mayor de 300 mg/dl sin cetosis.
- La glucosa en sangre sea menor de 100 mg/dl (en este caso, ingerir algún producto rico de hidratos de carbono y esperar un rato).
- Haya cuerpos cetónicos en orina.
- La frecuencia cardíaca basal sea superior a 100 latidos/minuto.
- Haya infección aguda o fiebre.

O ante cualquier otra condición directa o indirectamente relacionada con la diabetes que a juicio del médico suponga una contraindicación para la práctica de ejercicios físicos.

Tanto el paciente como las personas de su entorno deben conocer las señales de alarma de una inminente complicación cardiaca:

- Dolor o molestias en pecho, abdomen, espalda, cuello o brazos.
- Sensación de náusea durante el ejercicio.
- Dificultad respiratoria inusual durante el ejercicio.
- Mareos o desmayo.
- Pulso irregular, especialmente si ha sido regular en anteriores sesiones de ejercicio.

Conocer los signos y síntomas de una hipoglucemia, y saber reaccionar ante ella

La hipoglucemia constituye el mayor riesgo inherente al ejercicio en los diabéticos que toman insulina o hipoglucemiantes orales. Los diabéticos deben saber realizarse un correcto control de la glucemia, sobre todo antes, durante y tras la realización de ejercicios físicos. En la Tabla 5 se

muestran los niveles de glucemia apropiados en relación a las comidas⁵⁰.

Estos niveles deben ser monitorizados antes de iniciar una sesión de ejercicio físico. En el contexto clínico general, lo más habitual es que la hipoglucemia sea consecuencia de un incorrecto tratamiento con insulina o con antidiabéticos orales⁵¹. Entre el resto de causas figura como principal el ejercicio físico, generador de una utilización incrementada de glucosa. Los signos y síntomas de alarma de hipoglucemia se detallan en la Tabla 6.

En caso de hipoglucemia, los pasos que se han de dar son los siguientes^{2,47}:

- No vacilar en actuar, incluso si no se está completamente seguro de que se trate de un cuadro de hipoglucemia.
- Parar el ejercicio y, si es posible, comprobar el nivel de azúcar en sangre para confirmar que efectivamente se trata de una hipoglucemia.
- Tomar algo de azúcar (10-20 gr.) sólida o disuelta en agua. Los diabéticos tienen que llevar consigo siempre alguna forma de azúcares simples mientras hacen ejercicio, como zumos de frutas o tabletas o ampollas de glu-

Momento del día	Nivel aceptable de glucemia	Nivel óptimo de glucemia
En ayunas	70-130 mg/dl	70-100 mg/dl
Antes de la comida-cena	70-140 mg/dl	70-110 mg/dl
Una hora tras la comida	< 200 mg/dl	< 160 mg/dl
Dos horas tras la comida	< 150 mg/dl	< 120 mg/dl
Tres horas tras la comida	> 70 mg/dl	> 70 mg/dl

TABLA 5. Niveles de glucemia apropiados en relación a las comidas. Adaptada de Harrison IM y Foster DW, 1994.

Reacción hipoglucémica ligera	Reacción hipoglucémica moderada	Reacción hipoglucémica severa
Temblor o inestabilidad	Dolor de cabeza	Falta de respuesta a estímulos
Nerviosismo	Visión borrosa	Inconsciencia y coma
Taquicardia	Irritabilidad - cambios bruscos de humor	Convulsiones
Sudoración	Concentración y atención dificultadas	
Hambre excesiva	Confusión mental	
	Somnolencia	

TABLA 6. Signos y síntomas de alarma de hipoglucemia. Adaptada de Gordon NF, 1993

cosa. El chocolate está menos recomendado, dado que su alto contenido en grasas puede dificultar la absorción rápida de la glucosa. Si la alimentación oral está impedida o dificultada por el estado del paciente (inconsciencia, convulsiones...) será necesario el tratamiento parenteral (glucosa intravenosa –25 gr. en solución al 50%– o glucagón por vía subcutánea o intramuscular). Si una reacción hipoglucémica severa no puede ser corregida rápidamente, debe trasladarse al paciente a un centro hospitalario.

- No continuar realizando ejercicio. Si es inevitable (travesías por el monte, paseos en barca a remos, etc.), guardar al menos 10 o 15 minutos de reposo antes de reiniciar el ejercicio, para que la toma de azúcares haga su efecto. La glucemia debería estar por encima de 100 mg/dl para reiniciar con seguridad la actividad física.
- Al reiniciar el ejercicio estar muy atentos a una posible nueva reacción hipoglucémica. Si es posible, medir de nuevo los niveles de azúcares en sangre cada 20-30 minutos.
- Al finalizar el ejercicio comer algo de azúcares: o una comida programada o algún alimento azucarado.

Ser conscientes de que puede acontecer una hipoglucemia de inicio tardío. Pueden producirse reacciones hipoglucémicas tras 4 horas o más de haber parado el ejercicio (incluso tras 24-48 horas). Son más frecuentes entre ejercitantes nuevos, o tras sesiones de ejercicio intensas o largas.

Para prevenir las, se han de ajustar las dosis de insulina o antidiabéticos orales antes del ejercicio, y si es preciso, aumentar la ingesta de alimentos; durante el ejercicio tomar algo de azúcares; y tras el ejercicio ajustar las dosis de insulina o antidiabéticos orales: si la glucemia es menor a 80 mg/dl, tomar azúcares extra. Antes de acostarse se debe tomar un vaso de leche con galletas o un extra similar, para prevenir la hipoglucemia nocturna.

Cada vez que se comience una nueva forma de ejercicio o se introduzca algún cambio en la intensidad o duración del mismo, hay que analizar periódicamente la glucemia durante 12 horas después del ejercicio.

Los ejercitantes que usan insulina inyectable, no deben creer que se puede prevenir la hipoglucemia inyectando la insulina en una parte del cuerpo no activa durante el ejercicio físico. La absorción de insulina del tejido subcutáneo no se ve retardada por inyectarla en un lugar poco activo (por ejemplo en la parte baja del abdomen), a no ser que el ejercicio se inicie inmediatamente tras la inyección. Para evitar una más rápida absorción, con un posible efecto hipoglucémico, lo que se recomienda es esperar una hora tras la inyección de la insulina para iniciar el ejercicio.

Prestar especial atención al cuidado de los pies

Como hemos comentado, la neuropatía periférica puede provocar alteraciones en la sensibilidad de los pies; y la enfermedad arterial periférica puede provocar claudicación intermitente, pies fríos y atrofia del tejido subcutáneo. Tanto si se realizan ejercicios en bipedestación como si no, el diabético ha de prestar un cuidado especial a sus pies, y debe:

- Inspeccionarse los pies todos los días.
- Limarse las uñas en recto, y en diagonal en las esquinas; no cortar los bordes de las uñas.
- Acudir al podólogo si se tienen callos o granos; y acudir al médico ante cualquier infección.
- Nunca ejercitarse descalzo, ni andar descalzo en vestuarios y duchas.
- Seleccionar cuidadosamente el calzado: que sea cómodo, adecuado al ejercicio que se va a realizar y sin durezas.
- Usar en cada sesión de ejercicio calcetines buenos y limpios, y ajustarlos de forma que

no haya arrugas. Después de cada sesión de ejercicio ponerse unos nuevos pares, limpios y secos.

- Lavarse los pies con agua tibia, sin mantenerlos mucho tiempo a remojo.
- Secarlos cuidadosamente; que no estén ni húmedos ni resecos; si aún quedan húmedos poner polvos de talco, y si están resecos, alguna crema hidratante.
- Evitar en todo momento humedades en los pies.

PROTOCOLO DE EJERCICIO

Los programas de actividad física para las personas con diabetes, sin complicaciones graves ni limitaciones, deberían incluir ejercicios de resistencia, de fuerza y de elasticidad, para mantener y mejorar la forma física cardiorrespiratoria, la muscular, la movilidad e, indirectamente, la composición corporal^{48,49}. Se recomienda que el gasto calórico semanal por ejercicio físico sea de al menos 1000 calorías^{48,49,52,53}.

Una recomendación obligada, tanto para los diabéticos como para las personas no diabéticas, es incorporar al ejercicio específico un adecuado protocolo de calentamiento y enfriamiento. Se debe calentar y enfriar adecuadamente, durante 5-10 minutos, para la prevención de arritmias cardíacas y para la adecuación metabólica, el tiempo suficiente para que el cuerpo se adapte al ejercicio⁴⁸.

Desde hace más de 10 años, el *U.S. Surgeon General*⁵⁴ recomienda realizar actividades físicas todos o casi todos los días de la semana, para lograr así los beneficios propuestos. Una recomendación dirigida también a los diabéticos, habida cuenta de que el efecto de cada sesión de ejercicio sobre los niveles de glucosa plasmática no va más allá de las 72 horas^{55,56}.

Aunque para la mayor parte de los diabéticos se recomiendan actividades físicas de intensidad

baja a moderada, entre el 40 y el 70% del VO₂max, intensidad suficiente para proporcionar cambios metabólicos favorables⁵⁷⁻⁶⁰, también pueden realizar ejercicios a intensidades más altas (70-90% del VO₂max) con respuestas metabólicas también favorables⁶¹⁻⁶³, si las condiciones del paciente lo permiten. Es importante destacar que, aunque el control de la intensidad del ejercicio físico se realiza frecuentemente por medio de la frecuencia cardiaca, muchos diabéticos pueden desarrollar neuropatía autónoma, que afecta a la respuesta de la frecuencia cardiaca al ejercicio. En estos casos puede resultar más adecuado recurrir a la escala RPE (*Rating of Perceived Exertion*), sobre todo en quienes no precisan un ajuste fino de la frecuencia cardiaca^{48,64}.

Los principiantes deben iniciar su plan de ejercicio con actividades de 10 a 15 minutos de duración, e ir aumentando gradualmente la duración de estas sesiones hasta los 30-60 minutos. Tan válido como realizar ese tiempo de ejercicio de manera continuada es dividirlo en varias sesiones más cortas. Si la pérdida de peso es un objetivo primordial, la duración total ha de ser cercana a los 60 minutos, de intensidad baja a moderada (50% del VO₂max)^{52,64-67}.

El tipo de ejercicio dependerá de los intereses y objetivos de cada persona, siendo lo verdaderamente importante que la motivación sea lo suficientemente intensa como para mantener ese hábito de actividad física. Cualquiera que sea el ejercicio elegido, debe dar respuesta al gasto calórico que necesita el paciente de manera segura y efectiva; y para ello debe involucrar grandes masas musculares. Andar es una de las actividades más recomendadas⁶⁸; sin embargo, en pacientes con neuropatía periférica o artritis, es preferible la realización de actividades que no comporten soporte del peso corporal (natación, bicicleta, actividades acuáticas...) o, al menos, combinar los dos tipos de actividad⁶⁴. Las actividades de fuerza-resistencia deben incluirse en el programa de ejercicios físicos de los diabéticos siempre que sea posible, por medio de sesiones de 8-10 ejercicios de 10-15 repeticiones cada uno hasta acercarse a la fatiga muscular. En caso de

retinopatía o complicaciones cardiovasculares avanzadas los ejercicios de fuerza deben evitarse o realizarse con mucha precaución, a menor intensidad, y evitando contracciones isométricas⁶⁵.

La progresión en todas estas actividades debe centrarse más en la frecuencia y en la duración de la actividad física que en su intensidad^{64,69}. Dado que muchas personas diabéticas pueden ser de edad avanzada o padecer obesidad severa, puede ser necesario un período de tiempo largo para que se adapten a un programa estándar de actividad física; sólo tras haberse adaptado a la duración y frecuencia de la actividad a intensidades bajas puede ir aumentándose la intensidad del ejercicio.

Hay que tener en cuenta que las personas con resistencia a la insulina y con diabetes tipo 2 tienen una baja proporción de fibras musculares tipo I, baja densidad capilar, y un incremento en el número de fibras de tipo IIb⁷⁰⁻⁷⁴, situándose su umbral anaeróbico a intensidades de ejercicio más bajas^{75,76}. Estas alteraciones pueden afectar a la tolerancia del ejercicio aeróbico, lo que justificaría las dificultades en la motivación y las altas tasas de abandono. Hay que tener cuidado en mantener la intensidad del ejercicio en niveles confortables, sobre todo en los períodos iniciales, así como en realizar progresiones sólo a medida que mejora la tolerancia a la actividad⁶⁵.

Se ha de tener cuidado con las condiciones climáticas adversas. En caso de temperatura y humedad relativa altas, es necesario hidratarse adecuadamente, usar ropa que facilite la transpiración y refrescarse. En caso de frío, que puede estar acrecentado por la lluvia y el viento, han de extremarse las precauciones, utilizando ropa y calzado adecuados, así como guantes y capuchas si fueran necesarios.

A MODO DE CONCLUSIÓN

La actividad física es fundamental para la prevención y el tratamiento de la diabetes tipo 2, sobre todo para quienes vivimos en un ambiente diabético. Una actividad física que sea regu-

lar y que comporte un gasto energético semanal de al menos 1.000 calorías. El bajo acondicionamiento físico de muchos diabéticos obliga a que el ejercicio físico se inicie a baja intensidad y sea de corta duración, para incrementar éstas de manera gradual. En los que tienen complicaciones son necesarias modificaciones en el tipo, intensidad y duración de las actividades generalmente recomendadas.

Es extremadamente importante para los diabéticos adoptar y mantener un estilo de vida físicamente activo, y para ello necesitan unas recomendaciones personalizadas claras y atractivas, ánimo y seguimiento por parte de los profesionales sanitarios. Desafortunadamente, la actividad física es, en general, una forma de tratamiento infrautilizada por los diabéticos, debido sobre todo al desconocimiento de sus efectos positivos y/o a la falta de motivación.

Es necesaria una mejor educación de los diabéticos, adecuada a cada grupo poblacional, para que puedan superar las barreras que inhiben su adhesión a la actividad física como parte de un estilo de vida saludable. Los esfuerzos educativos públicos han de ir acompañados del desarrollo de una amplia variedad de programas en los colegios, polideportivos y centros recreativos de la comunidad⁷⁷. A su vez, cada persona debe reconocer y convencerse de las bondades que acarrea realizar actividades físicas de forma regular.

Con conocimiento y motivación, son muchos los diabéticos que han incorporado el ejercicio físico como parte esencial de su estilo de vida. Y son también muchos los que han logrado situarse entre la élite del deporte mundial: el triatleta Jay Hewitt entrena 120 millas en bicicleta, 10 millas nadando y entre 50 y 100 millas corriendo cada semana; Kris Freeman es considerado el mejor esquiador de fondo de los EE.UU.; Will Cross fue el primer diabético en coronar el Everest; y Scott Dunton, surfista profesional, practica varios deportes. Son una muestra de que la diabetes, bien controlada, no es un impedimento para la práctica de deportes de competición.

RESUMEN

La diabetes mellitus afecta actualmente a más de 170 millones de personas en el mundo, y serán más del doble los afectados dentro de 25 años. Se baraja la adaptación metabólica al medio diabetogénico como causa de la desigual prevalencia de la enfermedad en los distintos grupos étnicos. De lo que no hay duda es de la necesidad de mantener un estilo de vida sano, tanto para la prevención como para el tratamiento de la diabetes. Como parte fundamental de ese estilo de vida sano está la actividad física, que para ser efectiva ha de realizarse con seguridad, con regularidad y de acuerdo a las condiciones de cada paciente. Los médicos debemos realizar evaluaciones médicas específicas a las personas diabéticas antes de que se inicien en un programa de ejercicios, y más tarde con periodicidad. Debemos instruir a los pacientes para que conozcan la enfermedad, sus complicaciones generales, y las posibles derivadas de una actividad física incorrecta. Y debemos educarles y motivarles para que todos ellos logren incorporar la actividad física regular a su vida ordinaria.

Palabras clave: Diabetes. Epidemia. Actividad física. Thrifty genes. Metabolismo. Hipoglucemia.

SUMMARY

Diabetes mellitus affects nowadays more than 170 million people worldwide, and probably, the affected people will be more than double in 2030. The hypothesis of the metabolic adaptation to a diabetogenic environment is considered for explaining the unequal prevalence in different ethnic groups. But, it is undoubted that healthy life style is necessary both to prevent and to treat diabetes; and physical activity is a consistent part of them. Any physical activity program must be performed maintaining security and regularity, and exercise prescription must be done according to the patients conditions. Diabetic patients need specific medical evaluations before starting any physical activity program, and later periodically. Physicians must give them instructions about the disease, their current complications, and the possible complications derived from incorrect forms of exercise. In addition, we must educate and motivate them, for achieving the incorporation of regular physical activity to their ordinary lives.

Key words: Diabetes. Epidemic. Physical activity. Thrifty genes. Metabolism. Hypoglycemia.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Organización Mundial de la Salud.** *Nota descriptiva N° 132.* Septiembre de 2006.
2. **Powers AC.** Diabetes mellitus. En: *Principios de Medicina Interna de Harrison.* McGraw-Hill Interamericana Editores SA, 2005. Translated from the sixteenth English edition of Harrison's Principles of Internal Medicine 16th ed by Dennis L Kasper, et al. The McGraw-Hill Companies, Inc.
3. **Wild SH, Roglic G, Sicree R, Green A, King H.** *Global Burden of Diabetes Mellitus in the Year 2000.* Disponible en: http://www3.who.int/whosis/menu.cfm?path_evidence,burden,burden—gbd2000docs&language_english. Agosto de 2002.
4. **Wild S, Roglic W, Green A, Sicree R, King H.** Global Prevalence of Diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004;27:1047-53.
5. **Gerstein HC.** Why don't pigs get diabetes? Explanations for variations in diabetes susceptibility in human populations living in a diabetogenic environment. *Can Med Assoc J* 2006;174(1):25-6.
6. **Anderson JF.** Diabetes in Aboriginal populations [letter]. *CMAJ* 2000;162(1):11.
7. **Fox CS, Esparza J, Nicolson M, Bennett PH, Schulz LO, Valencia ME, et al.** Is a low leptin concentration, a low resting metabolic rate, or both the expression of the "thrifty genotype"?

- Results from Mexican Pima Indians. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1053-7.
8. **Baschetti R.** Genetically unknown foods or thrifty genes? [letter]. *Am J Clin Nutr* 1999;70:420-1.
 9. **Baschetti R.** Sucrose metabolism [letter]. *NZ Med J* 1997;110:43.
 10. **O'Dea K.** Marked improvement in carbohydrate and lipid metabolism in diabetic Australian Aborigines after temporary reversion to traditional lifestyle. *Diabetes* 1984;33:596-603.
 11. **Shintani TT, Hughes CK, Beckham S, O'Connor HK.** Obesity and cardiovascular risk intervention through the ad libitum feeding of traditional Hawaiian diet. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1647S-51S.
 12. **Baschetti R.** Diabetes epidemic in newly westernized populations: Is it due to thrifty genes or to genetically unknown foods? *J R Soc Med* 1998;91:622-5.
 13. **King H, Rewers M.** Global estimates for prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in adults. *Diabetes Care* 1993;16:157-77.
 14. **National Institutes of Health.** National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). Nacional Diabetes Information Clearinghouse (NDIC). *National Diabetes Statistics*. Disponible en: <http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/statistics/index.htm#new>
 15. **Neel JV.** Diabetes mellitus: a "thrifty" genotype rendered detrimental by "progress"? *Am J Hum Genet* 1962;14:353-62.
 16. **Hales CN, Barker DJ.** Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis. *Diabetologia* 1992;35:595-601.
 17. **Baschetti R.** Evolution, cholesterol, and low-fat diets (letter). *Circulation* 1999;99:166.
 18. **Shintani TT, Hughes CK, Beckham S, O'Connor HK.** Obesity and cardiovascular risk intervention through the ad libitum feeding of traditional Hawaiian diet. *Am J Clin Nutr* 1991;53(suppl):1647S-51S.
 19. **Eaton SB, Konner M.** Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. *N Engl J Med* 1985;312:283-9.
 20. **Eaton SB.** Humans, lipids and evolution. *Lipids* 1992;27:814-20.
 21. **Reddy KS, Yusuf S.** Emerging epidemic of cardiovascular disease in developing countries. *Circulation* 1998;97:596-601.
 22. **Baschetti R.** Paleolithic nutrition. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:715-6.
 23. **Curb JD, Marcus EB.** Body fat and obesity in Japanese Americans. *Am J Clin Nutr* 1991;53(suppl):1552S-5S.
 24. **Campbell TC, Junshi C.** Diet and chronic degenerative diseases: perspectives from China. *Am J Clin Nutr* 1994;59(suppl):1153S-61S.
 25. **Baschetti R.** The diet-heart hypothesis: An evolutionary support. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(9):1934-5; author reply 1935-6.
 26. **Zimmet P, Arblaster M, Thoma K.** The effect of westernization on native populations. Studies on a Micronesian community with a high diabetes prevalence. *Aust NZJ Med* 1978;8:141-6.
 27. **Knowler WC, Pettitt DJ, Savage PJ, Bennett PH.** Diabetes incidence in Pima Indians: contributions of obesity and parental diabetes. *Am J Epidemiol* 1981;113:144-56.
 28. **O'Dea K.** Diabetes in Australian Aborigines: impact of the western diet and life style. *J Intern Med* 1992;232:103-17.
 29. **West KM.** Diabetes in American Indians and other native populations of the New World. *Diabetes* 1974;23:841-55.
 30. **Coughlan A, McCarty DJ, Jorgensen LN, Zimmet P.** The epidemic of NIDDM in Asian and Pacific island populations: prevalence and risk factors. *Horm Metab Res* 1997;29:323-31.
 31. **National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, National Institute of Health.** *The Pima Indians. Pathfinders for Health*. Disponible en: <http://diabetes.niddk.nih.gov/dm/pubs/pima/index.htm>.
 32. **Swinburn BA.** The thrifty genotype hypothesis: how does it look after 30 years? *Diabetic Med* 1996;13:695-9.
 33. **Bradley PJ.** Re: "Decline in incidence of epidemic glucose intolerance in Nauruans: implications for the 'thrifty genotype'". *Am J Epidemiol* 1992;136:499-500.
 34. **World Health Organization.** *Obesity and overweight*. Fact sheet N°311, September 2006. Disponible en:

- <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
35. **González Aramendi JM.** *Actividad física, deporte y vida.* Editorial Ostoia, 2003.
 36. **Sjöström M, Oja P, Hagströmer M, Smith BJ, Barman A.** Health-enhancing physical activity across European Union countries: the Eurobarometer study. *Journal of Public Health* 2006;14(1):1-10.
 37. **Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS.** Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependant diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine* 1991;325:147-52.
 38. **Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH.** A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268(1):63-7.
 39. **Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, Rosner B, Hennekens CH, Speizer FE.** Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991;338(8770):774-8.
 40. **Eriksson KF, Lindgarde F.** Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. The 6-year Malmo feasibility study. *Diabetologia* 1991;34(12):891-8.
 41. **Torjesen PA, Birkeland KI, Anderssen SA, Hjermann I, Holme I, Urdal P.** Lifestyle changes may reverse development of the insulin resistance syndrome. The Oslo Diet and Exercise Study: a randomized trial. *Diabetes Care* 1997;20(1):26-31.
 42. **Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinanen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M;** Finnish Diabetes Prevention Study Group. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343-50.
 43. **Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, Nathan DM.** Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346(6):393-403.
 44. **Alcazar O, Ho RH, Goodyear LJ.** Physical Activity, Fitness and Diabetes Mellitus. En: Bouchard C, Blair SN, Hsskell WL: *Physical Activity and Health* editors: *Human Kinetics* 2007:191-204.
 45. **Booth F, Kump D.** Alterations in insulin receptor signalling in the rat epitrochlearis muscle upon cessation of voluntary exercise. *Journal of the Physiological Society* 2005;565(3):911-25.
 46. **Wilmore JH, Costill DL.** *Physiology of Sport and Exercise.* Human Kinetics 1994.
 47. **Gordon NF.** *Diabetes, Your Complete Exercise Guide.* The Cooper Clinic and Research Institute Fitness Series. Human Kinetics, 1993.
 48. **American Diabetes Association.** Diabetes Mellitus and Exercise. Position Statement. *Diabetes Care* 2002;25(1):S64-S68.
 49. **American College of Sports Medicine and American Diabetes Association.** Ejercicio y Diabetes Mellitus. *Med Sci Sports Exer* 1998;19(12).
 50. **Harrison IM, Foster DW.** Diabetes mellitus. En: Isselbacher KJ, (ed). *Harrison's Principles of Internal Medicine.* 13 ed. New York: McGraw-Hill, 1994;1979-2000.
 51. **Creer PE.** Hipoglucemia. En: *Principios de Medicina Interna de Harrison.* McGraw-Hill Interamericana Editores SA, 2005. Translated from the sixteenth English edition of Harrison's Principles of Internal Medicine 16th ed by Dennis L Kasper, et al. The McGraw-Hill Companies, Inc.
 52. **Blair SN, Kohl HW, Gordon NF, Paffenbarger RS.** How much physical activity is good for health? *Ann. Rev. Public Health* 1992;13:99-126.
 53. **Fletcher GF, Blair SN, Blumenthal J, Caspersen C, Chaitman B, Epstein S.** Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. *Circulation* 1992;86:340-4.
 54. **U. S. Department of Health and Human Services.** *Physical activity and health: a report of the Surgeon General.* Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996.
 55. **Ivy J.** Exercise physiology and adaptations to training. En: *The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise.* Alexandria, VA: American Diabetes Association, 1995;7-26.
 56. **Vranic M, Wasserman D.** Exercise, fitness, and diabetes. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton J, MacPherson B (eds.). *Exercise, Fitness, and Health.* Champaign, IL: *Human Kinetics* 1990;467-90.

57. Bourn DM, Mann JI, Mckimming BJ, Waldron MA, Wishart JD. Impaired glucose tolerance and NIDDM: does a lifestyle intervention program have an effect? *Diabetes Care* 1995;17:1311-9.
58. Paternostro-Bayles M, Wing RR, Robertson RJ. Effect of life-style activity of varying duration on glycemic control in type 2 diabetic women. *Diabetes Care* 1989;12:34-7.
59. Wing RR, Epstein LH, Paternostro-Bayles M, Kriska A, Norwalk MP, Gooding W. Exercise in a behavioural weight control programme for obese patients with type 2 (noninsulin-dependent) diabetes. *Diabetología* 1988;31:902-9.
60. Yamanouchi K, Shinozaka T, Chikada K, et al. Daily walking combined with diet therapy is a useful means for obese NIDDM patients not only to reduce body weight but also to improve insulin sensitivity. *Diabetes Care* 1995;18:775-8.
61. Bogardus C, Ravussin E, Robbins DC, Wolfe RR, Horton ES, Sims EAH. Effects of physical training and diet therapy on carbohydrate metabolism in patients with glucosa intolerance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes* 1984;33:311-8.
62. Krotkiewski M, Lonnroth P, Mandroukas K, et al. The effects of physical training on insulin secretion and effectiveness and on glucose metabolism in obesity and type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetología* 1985;28:881-90.
63. Schneider SH, Amorosa LF, Khachadurian AK, Ruderman NB. Studies on the mechanism of improved glucose control during regular exercise in type 2 (non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetología* 1984;26:325-60.
64. American College of Sports Medicine. *Guidelines to Exercise Testing and Exercise Prescription, 5th Ed.* Philadelphia: Williams & Wilkins, 1995;206-35.
65. American Diabetes Association. Exercise and Type 2 Diabetes. *Position Stand* July 1, 2000.
66. Gordon N. The exercise prescription. En: *The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise.* Alexandria, VA: American Diabetes Association 1995;71-82.
67. Bouchard C, Depr'Es JP, Tremblay A. Exercise and obesity. *Obes Res* 1993;1:133-47.
68. Ford ES, Herman WH. Leisure-time physical activity patterns in the U.S. diabetic population: findings from the 1990 national health interview survey- health promotion and disease prevention supplement. *Diabetes Care* 1995;18:27-33.
69. Wing RR, Epstein LH, Nowalk MP, Koeske R, Hagg S. Behavior change, weight loss, and physiological improvements in type II diabetic patients. *J. Consult Clin Psicol* 1985;53:111-22.
70. Blake GA, Levin SR, Royal SN. Exercise induced hypertension in normotensive patients with NIDDM. *Diabetes Care* 1990;13:799-801.
71. Bogardus C, Ravussin E, Robbins DC, Wolfe RR, Horton ES, Sims EAH. Effects of physical training and diet therapy on carbohydrate metabolism in patients with glucose intolerance and non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes* 1984;33:311-8.
72. Bourn DM, Mann JI, Mckimming BJ, Waldron MA, Wishart JD. Impaired glucose tolerance and NIDDM: does a lifestyle intervention program have an effect? *Diabetes Care* 1995;17:1311-9.
73. Marin P, Andersson B, Krotkiewski M, Bjorntorp P. Muscle fiber composition and capillary density in women and men with NIDDM. *Diabetes Care* 1994;17:382-6.
74. Nyholm B, Qu Z, Kaal A, et al. Evidence of an increased number of type IIb muscle fibers in insulin-resistant first-degree relatives of patients with NIDDM. *Diabetes* 1997;46:1822-8.
75. Barnard RJ, Ugianskis EJ, Martin DA. The effects of an intensive diet and exercise program on patients with noninsulin-dependent diabetes mellitus. *J Cardiopulm Rehabil* 1992;12:194-201.
76. Braden C. Nephropathy: advanced. En: *The Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise.* Alexandria, VA: American Diabetes Association, 1995;177-80.
77. President's Council on Physical Fitness and Sports. Healthy People 2010: Physical Activity and Fitness. *Research Digest Series 3*, No. 13, March 2001.