
TRABAJO ORIGINAL

Papel del ejercicio en la prevención de la diabetes tipo 2

The Role of Exercise in the Prevention of Type 2 Diabetes

Jorge Jaime Márquez Arabia¹, Gustavo Ramón Suárez², Jhony Márquez Tróchez³

¹Médico y Cirujano, Médico especialista en Medicina de la actividad física y el deporte. Docente e investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia ²Médico y Cirujano; Doctor en Educación Física. Docente e investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia; Medellín, Colombia ³Médico y Cirujano, Universidad Pontificia Bolivariana; Medellín, Colombia

RESUMEN

La Diabetes Mellitus Tipo 2 (DMT2) es una enfermedad metabólica cuya incidencia y prevalencia están aumentando a nivel global y que se asocia con una importante morbi-mortalidad cardiovascular. Se estima que su incidencia y prevalencia seguirán aumentando globalmente y si no se toman medidas urgentes, este problema seguirá generando consecuencias directas para el paciente y el sistema de salud. Está demostrado que los cambios en el estilo de vida – ejercicio regular, peso saludable y patrón alimentario – pueden prevenir el desarrollo de DMT2 principalmente en pacientes de alto riesgo, siempre y cuando, la actividad física se diseñe y se realice de forma similar a los estudios de cohorte exitosos. Igualmente, el ejercicio regular aeróbico y de fuerza en el paciente con prediabetes es fundamental en su manejo, control y pronóstico y tiene múltiples beneficios, no solo en el control glicémico, sino también en parámetros cardiovasculares, metabólicos, antropométricos, e incluso de mortalidad cardiovascular y por todas las causas. Por todo lo anterior, esta revisión incluye la visión global de la diabetes, el papel del ejercicio en la prevención de la DMT2, sus mecanismos protectores y refiere algunas recomendaciones basadas en la evidencia para la prevención de la DMT2 con el ejercicio físico regular **Rev Argent Endocrinol Metab 50:192-198, 2013**

El autor declara no poseer conflictos de interés.

Palabras claves Diabetes Tipo 2, ejercicio, actividad física, prevención

ABSTRACT

Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a metabolic disease with an incidence and prevalence that is increasing worldwide, and associated with significant morbidity and mortality. It is estimated that the incidence and prevalence of T2DM will continue to increase globally, and unless urgent action is taken, this problem will continue to have direct consequences on the patient and the healthcare system. It has been shown that changes in lifestyle - regular exercise, healthy weight and eating habits - can prevent the development of T2DM mainly in high-risk patients, provided that physical activity is designed and performed in a similar fashion to that of successful cohort studies. Likewise, regular aerobic exercise and strength training in patients with prediabetes are critical in the management, control and prognosis of this condition, and have many benefits, not only for blood glucose control but also for cardiovascular, metabolic, anthropometric parameters, and even for cardiovascular-related mortality and all-causes mortality. For all these reasons, this review includes an overview of diabetes, the role of exercise in the prevention of T2DM, with its protective mechanisms, and it also provides some evidence-based recommendations for preventing T2DM with regular exercise. **Rev Argent Endocrinol Metab 50:192-198, 2013**

No financial conflicts of interest exist.

Key words: Type 2 diabetes, exercise, physical activity, prevention

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) es una enfermedad cardiometabólica y uno de los principales problemas de salud pública global y se ha convertido en pandemia, afectando todas las razas, género, estado socioeconómico y prácticamente todas las edades. Es una enfermedad que genera gran morbilidad y mortalidad y compromete al paciente, la familia y al sistema de salud. La evidencia derivada de múltiples investigaciones confirma los múltiples beneficios del ejercicio en el individuo con riesgo de desarrollar diabetes o con la patología.

VISIÓN GLOBAL

Los criterios para el diagnóstico de la diabetes y prediabetes están ampliamente definidos^(1,2). La prediabetes es un factor de riesgo para el desarrollo de DMT2 y enfermedad micro y macrovascular⁽³⁾.

Aproximadamente el 90-95 % de todos los diabéticos tienen DMT2⁽⁴⁻⁷⁾ y su prevalencia se ha incrementado dramáticamente en un período corto de tiempo: en 1985 se estimaba que unos 30 millones de personas la padecían y en 2007 afectaba a 246 millones de personas, casi el 6 % de la población adulta de la tierra, y según la Federación Internacional de Diabetes (IDF) en 2011 había casi 366 millones de diabéticos en el mundo y se estima que en 2030 esta cifra aumentará un 51 %^(8,9); 80 % de los diabéticos viven en países de ingresos bajos o medios y la mayoría tienen entre 45 y 64 años⁽⁹⁾. En EE.UU., el 8 % de la población tiene diabetes diagnosticada por un médico, 3,1 % no están diagnosticados y 36,8 % tiene prediabetes, siendo más frecuente en mujeres afroamericanas que en blancos^(10,11). Además, cada año 7 millones de personas desarrollan diabetes (2 casos cada 10 segundos)^(9,12).

Aunque se pensaba que los niños no estaban en riesgo de presentar la enfermedad, un creciente número está desarrollando DMT2 (reportada desde los 5 años), tanto en naciones desarrolladas como en desarrollo^(8,13,14); en EE.UU. representa entre el 8 y el 45 % de todos los casos de diabetes en niños y adolescentes y la actividad física pudiera prevenir su desarrollo, incluso sin intervención nutricional^(11,15).

En Argentina, según un trabajo reciente con una herramienta basada en simulación dinámica se estima que en 2020 la prevalencia de diabetes será de 8,59 %⁽¹⁶⁾.

En Colombia, la diabetes se encuentra entre las diez primeras causas de mortalidad, de egresos hospitalarios y de consulta externa en personas

mayores de 45 años y se estima que el 7 % de la población mayor de 30 años tiene DMT2 y alrededor de 30 a 40 % de los afectados desconocen su enfermedad⁽¹⁷⁾. Según la IDF, 9,08 % y 5,69 % de los colombianos entre 20-79 años tenían diabetes y tolerancia alterada a la glucosa (IGT) en 2011, respectivamente⁽⁸⁾.

La pandemia de diabetes, se ha desarrollado al compás de los rápidos cambios culturales, el envejecimiento de la población, la creciente urbanización, los cambios dietéticos (carbohidratos refinados y grasas), el sobrepeso y obesidad, el tabaquismo⁽¹⁸⁾, así como el sedentarismo, capacidad física baja⁽¹⁹⁾ y otros patrones poco saludables de nuestro estilo de vida⁽²⁰⁾; factores psicosociales como la depresión, el estrés, pobre salud mental, poco apoyo social y condiciones adversas en el hogar también están contribuyendo con el aumento de la DMT2^(10,21,22).

En países desarrollados, se emplea hasta el 10 % del total del presupuesto de salud en el tratamiento de la diabetes o de sus complicaciones^(8,23).

El riesgo de padecer enfermedad coronaria (prevalencia de 55 % en DMT2) y sufrir un evento cerebrovascular es mayor en los diabéticos y al menos 2/3 de los pacientes mueren por estas causas⁽²⁴⁾. La prevalencia de otros factores de riesgo es alta: 80 % tienen sobrepeso (alrededor de 45 % obesos) 60-80 % son hipertensos (el 30 % de los hipertensos son diabéticos), 50-80 % tienen dislipidemia, 25 % tienen depresión, 31 % no realizan actividad física regular y otro 38 % hace menos de la actividad física recomendada^(5,25,26). Además, la insuficiencia cardíaca es entre 2 y 5 veces más frecuente; se estima que 71 % de los diabéticos presentan al menos un factor de riesgo cardiovascular y que existe ECV ya establecida en 27 % de ellos al primer año del diagnóstico⁽²⁷⁻²⁹⁾.

La severidad de la anormalidad metabólica puede progresar, regresar o no variar; un paciente con normoglucemia puede llegar a hiperglucemia, tolerancia alterada a la glucosa o DMT2 y regresar a estado normal con manejo adecuado con énfasis en estilos de vida saludables^(4,6).

EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN DE LA DIABETES MELLITUS TIPO 2

Los bajos niveles de actividad y capacidad física cardiorrespiratorio y musculoesquelético son factores de riesgo fuertes, independientes y modificables para el desarrollo de DMT2; actualmente es claro que un estilo de vida activo físicamente es fundamental para la prevención de la DMT2; la evidencia

es amplia (mínimo 20 estudios longitudinales de cohorte) y abarca desde estudios que investigan desde lo fisiológico la relación y asociación entre la actividad física (AF) y la DMT2, hasta estudios poblacionales de cohorte y ensayos clínicos multicéntricos^(24,27,30-36).

Las intervenciones en el estilo de vida reducen el desarrollo de DMT2 en individuos de alto riesgo después del seguimiento a mediano y largo plazo⁽³²⁾. La reducción del peso parece ser el mayor determinante de la reducción del riesgo para DMT2, mientras que la actividad física y la composición alimentaria pueden contribuir de forma independiente⁽²⁴⁾. La composición corporal y la variación genética también pueden afectar la respuesta a las intervenciones. Estas son costo-efectivas y deben optimizarse para incrementar la adherencia, así que las políticas de salud pública deberían implementar programas de prevención adecuados⁽³¹⁾.

Estudios observacionales

Muchos estudios poblacionales en mujeres y hombres informan que altos niveles de AF se asocian con reducción del riesgo de desarrollar DMT2 durante muchos años de seguimiento⁽²⁷⁾.

Estudios prospectivos de cohorte

En una revisión de 1966 a septiembre de 2007 se encontraron 20 estudios, 6 en mujeres, 8 en hombres y 6 en ambos. La mayoría de los participantes tenían entre 40 y 66 años (rango 24-84 años) y se siguieron durante 4 a 16 años. Se concluye que la AF regular tiene efecto protector contra la DMT2, con disminución del riesgo de 20-30 % en los activos regularmente, independientemente de la edad, estado de salud, historia familiar de diabetes, presencia de otros factores de riesgo y el índice de masa corporal⁽³²⁾; además esta atenuación del riesgo parece ser mayor en pacientes predispuestos a DMT2^(32,37).

Ensayos clínicos

El objetivo de estos trabajos ha sido disminuir la incidencia de DMT2 y también mejorar los factores de riesgo asociados con diabetes y morbimortalidad cardiovascular basados en intervenciones en el estilo de vida, casi siempre con ejercicio y metas nutricionales. Evidencia del rol significativo de la AF en la prevención de la DMT2 ha surgido a partir de los ensayos en los que disminuyó su incidencia

entre 28 y 63 % con intervenciones en los estilos de vida, incluyendo aumento de la AF de intensidad moderada, en hombres suecos y en hombres y mujeres de EE.UU., China, India y Finlandia con intolerancia a la glucosa o pacientes con alto riesgo de enfermedad coronaria^(27,32); también se ha disminuido el desarrollo de DMT2 en 18 % en pacientes normoglucémicos no fumadores de alto riesgo para enfermedad coronaria⁽³⁸⁾. La reducción del riesgo es mayor en las intervenciones que inducen pérdida de peso⁽³⁹⁻⁴²⁾.

A excepción del Da Qing Study⁽⁴³⁾ los estudios combinan ejercicio, dieta y pérdida de peso en su intervención; en el Indian Diabetes Prevention Programme disminuyó la incidencia de DMT2 en 28,5 % sin variaciones en peso o circunferencia de cintura⁽⁴⁴⁾. El Diabetes Prevention Study es el único ensayo que también incluyó el ejercicio de fuerza tipo circuitos de manera supervisada, progresiva e individualizada en las intervenciones del estilo de vida⁽⁴⁰⁾.

Los niveles de AF aumentaron en todos los pacientes y se determinaron con cuestionario, excepto en el estudio Malmo⁽²⁷⁾.

Datos de 7 ensayos de intervención para prevención de DMT2 en adultos con tolerancia alterada a la glucosa o con alto riesgo de enfermedad cardiovascular indican que la AF aproximadamente 150 minutos por semana reduce el riesgo de progresión a DMT2, siendo mayor el efecto si se acompaña de pérdida de peso^(39,41-46). La cantidad de AF necesaria para disminuir el desarrollo de DMT2 difiere de acuerdo con el nivel basal de riesgo y se sugiere que algunos de los más susceptibles deberían realizar más AF. Por lo tanto una estrategia poblacional masiva no podría garantizar el beneficio y se deben realizar guías diferentes para pacientes con mayor riesgo⁽³²⁾.

La Tabla I resume los hallazgos de 7 estudios de intervención en el estilo de vida para prevenir DMT2 en pacientes con edad promedio entre 45 y 55 años con IGT y 1 (MRFIT) sin IGT y alto riesgo de enfermedad coronaria.

Una revisión de metaanálisis de Cochrane concluye que el ejercicio más las intervenciones en la dieta previenen la DMT2 en pacientes de alto riesgo - 8 ensayos, 4228 pacientes, RRR: 41 % (CI 95 %: 29-52), NNT 9 (CI 8-14); también mejoran la glucemia (-0,2 mmol/l), los triglicéridos (-0,1mmol/l), la presión arterial sistólica (-3.5 mmHg), la presión diastólica(-1,8 mmHg), el peso (-2.7 Kg), el IMC (-1,1 Kg/m²) y la circunferencia de la cintura (-3,9 cm) comparados con recomendaciones habituales⁽⁴⁷⁾.

Tabla I – Intervenciones en el estilo de vida para la prevención de DMT2

Estudio	Cohorte *	IMC	Duración (años)	RRR(%)	ARR(%)	NNT(1)
Malmö (41)	181	26.6	6	63	18	28
DPS (40)	257	31	3,2	58	12	22
DPP (39)	1079	33,9	3	58	15	21
Da Qing(43)	397	25.6	6	46	27	25
IDPP (44)	531	25,7	3	28,5	15,7	19
Toranomon (42)	458	24	4	67,4 %	-	-
MRFIT(46)	5934	27,5	6	-	18	-

ARR: RR absoluto/personas-año NNT(1): prevenir 1 caso en 1 año

* Cohorte con IGT e intervención en estilo de vida

Además de todo lo anterior, 2 estudios de intervención en el estilo de vida han mostrado reducciones persistentes en la tasa de conversión a DMT2 después de 3⁽⁴⁸⁾ a 14 años⁽⁴⁹⁾ de seguimiento posintervención.

Papel de la actividad física independientemente de la pérdida de peso

Los resultados de varios estudios identifican un papel importante de la AF en la prevención de la DMT2 que disminuye cuando se ajusta para los cambios en el peso corporal; esta atenuación del beneficio puede explicarse en parte por la falta de objetividad en la medición de la AF en varios estudios y por lo tanto se recomienda utilizar métodos como el acelerómetro, agua doblemente marcada y podómetros para determinar el efecto independiente de esta. A pesar de esto un alto nivel de AF se asocia con una reducción del 20-30 % del riesgo de DMT2 después de los ajustes⁽³²⁾.

Los datos indican que la protección contra el desarrollo de la diabetes se puede observar para un rango de actividades moderadas a intensas y que la AF ligera podría ser suficiente. La reducción del riesgo asociado con el incremento de la AF parece ser mayor en pacientes con riesgo de DMT2 como los obesos, personas con tolerancia alterada a la glucosa y con antecedentes familiares^(30,32).

Investigaciones recientes sugieren que la AF de todas las intensidades se relaciona con la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina y que la duración más que la intensidad del ejercicio puede ser la consideración más importante cuando se diseñan intervenciones, pero faltan datos para confirmar esta recomendación^(27,32).

Adicionalmente, un alto nivel de capacidad física cardiovascular reduce la probabilidad de

desarrollar DMT2, hipertensión arterial e hipercolesterolemia, independientemente de la AF⁽⁵⁰⁾.

Ejercicio de fuerza

El ejercicio de fuerza realizado 2 a 3 veces por semana brinda beneficios para la salud, entre los que se destacan el aumento de la fuerza muscular, mejoría en la composición corporal y en el control glucémico. Estudios recientes en pacientes sin DMT2 han demostrado que el entrenamiento de fuerza mejora significativamente la sensibilidad a la insulina, aunque falta evidencia para determinar el impacto específico de este sobre la prevención de la DMT2, combinado o independiente del ejercicio aeróbico; a pesar de esto, el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) recomienda los 2 tipos de entrenamiento como parte de una rutina de ejercicios⁽²⁷⁾.

El ejercicio de fuerza usualmente no altera la tolerancia a la glucosa o el control glucémico independientemente de la edad a menos que la tolerancia basal a la glucosa sea anormal. No obstante, reduce la respuesta aguda de la insulina durante una prueba de tolerancia oral a la glucosa en jóvenes, adultos y ancianos^(51,52). También mejora la sensibilidad a la insulina durante el clamp euglucémico hiperinsulinémico en hombres y mujeres mayores⁽⁵³⁾.

Mecanismos potenciales para la prevención de DMT2

La actividad física (AF) puede reducir el riesgo de diabetes, mejorando la sensibilidad a la insulina o indirectamente cambiando el peso y la composición corporal⁽²⁷⁾. El ejercicio se correlaciona inversamente con la obesidad y la distribución de grasa central, particularmente la grasa visceral^(6,32).

En general, las personas activas comparadas con las inactivas tienen mejores perfiles de insulina y glucosa, mientras la inactividad completa, con desentrenamiento y reposo en cama, lleva a deterioro de esos parámetros metabólicos. Los estudios han encontrado que el ejercicio mejora el consumo máximo de oxígeno y la función endotelial, disminuye la resistencia a la insulina y aumenta el contenido y expresión de GLUT-4 y la capacidad oxidativa en un amplio rango de intensidades y duraciones del ejercicio, pero hay una tendencia a que la intensidad sea la variable que más impacta en la sensibilidad a la insulina⁽⁵⁴⁻⁵⁷⁾. El ejercicio de fuerza y el aeróbico tienen efectos complementarios en el control metabólico, composición corporal y capacidad física⁽⁵⁵⁻⁵⁷⁾.

Recomendaciones

En el contexto clínico se deberían implementar estrategias similares a la de los ensayos clínicos preventivos en personas con riesgo alto de DMT2, tanto que algunos estudios recientes con énfasis en buenos hábitos de vida en cuidado primario y en rehabilitación cardíaca tuvieron buenos resultados en la adherencia al ejercicio, en la disminución del riesgo cardiovascular y el control metabólico^(58,59). La Asociación Americana de Diabetes (ADA) en 2012 actualizó las siguientes recomendaciones basadas en la evidencia (Niveles desde A hasta E) para la prevención o retraso en la aparición de la DMT2⁽⁷⁾.

Los pacientes con IGT(A) o glucemia alterada en ayunas(E) o una HBA1c de 5,7-6,4 % (E) deben referirse para un programa efectivo de pérdida de peso de 7 % e incrementar la AF moderada mínimo a 150 minutos por semana adicional a una restricción calórica moderada.

El seguimiento de la consejería parece ser importante para el éxito (B).

Basados en la costo-efectividad de la prevención de DMT2, esos programas los deben pagar terceros (B).

La metformina se podría considerar en paciente con IGT (A), glucemia alterada en ayunas (E), o una HBA1c de 5,7-6,4 % (E), especialmente en aquellos con IMC ≥ 35 , menores de 60 años y mujeres con diabetes gestacional previa (A)

La monitorización de la prediabetes se debe hacer como mínimo, cada año (E)

Las recomendaciones del ACSM/ADA de 2010 y el consenso del Exercise and Sports Science de Australia 2012 son similares a las anteriores pero insisten en utilizar también ejercicio aeróbico vi-

goroso, no dejar de hacer ejercicio durante más de 2 días consecutivos e incluso suplementar con 60 minutos/sem de ejercicio de fuerza de intensidad moderada a vigorosa^(56,57). Además, un estudio reciente de cohorte prospectivo con 32.002 pacientes del Health Professionals Follow-up Study durante 18 años encontró que el ejercicio de fuerza o el aeróbico durante mínimo 150 minutos por semana, se asocian independientemente con menos riesgo de DMT2, Riesgo Relativo -RR-: 0,66 (0,46-0,93, $p < 0,001$) y RR: 0,48 (0,42-0,55, $p < 0,001$), respectivamente; la combinación de ambos tipos de ejercicio con esa frecuencia disminuye aún más el RR: 0,41 (95 % CI, 0,27-0,61)⁽⁶⁰⁾.

Además de los beneficios que tiene la actividad física en el desarrollo de DMT2, el ejercicio regular mejora, entre otros, el perfil de riesgo cardiovascular, la composición corporal y capacidad física cardiorespiratoria, lo que se asocia fuertemente con mejores resultados de salud e incluso con morbimortalidad cardiovascular y por todas las causas^(55-57,61).

Finalmente, basados en toda la evidencia actual, recomendamos la selección de pacientes de alto riesgo de desarrollar DMT2, para el diseño del programa de ejercicio y pérdida de peso, por un grupo especializado encabezado por un médico especialista en actividad física; dichos programas deben diseñar estrategias que faciliten la adherencia al ejercicio, como evaluar las barreras para hacerlo y realizar un seguimiento o acompañamiento frecuente. Las guías de AF para la prevención de DMT2 deben tomar en cuenta los niveles necesarios para lograr y mantener un peso saludable y diseñarse idealmente de acuerdo al riesgo.

REFERENCIAS

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 35: S64-S71, 2012
2. International Expert Committee. International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*. 32:1327-1334, 2009
3. **Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M.** Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *Lancet*. 379(9833):2279-90, 2012
4. ACSM. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8a ed. Philadelphia: LWW, 2009
5. **Pedersen BK, Saltin B.** Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*. 16 Suppl 1:3-63, 2006
6. ACSM. ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6a ed. Philadelphia: LWW, 2009

7. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes-2012. *Diabetes Care*.35:S11-S63, 2012
8. International Diabetes Federation. *Diabetes Atlas*.5a ed. International Diabetes Federation. Hallado en: <http://www.idf.org/diabetesatlas>. acceso el 12 de octubre de 2012
9. OMS. Organización mundial de la salud. [En línea] Septiembre de 2011. [Acceso el: 3 de septiembre de 2012] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/index.html><http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/index.html>
10. **Pratley RE, Gilbert M.** Clinical management of elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Postgrad Med*. 124(1):133-43, 2012
11. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics--2012 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*.125(1):e2-e220, 2012
12. Diabetes Programme. Organización Mundial de La Salud (Diabetes Programme). 2012 [Consultado el 21 de junio de 2012.] <http://www.who.int/diabetes/en/index.html><http://www.who.int/diabetes/en/index.html>
13. OPS. Enfermedades crónicas: Prevención y control en las Américas. Noviembre de 2008. [Consultado el 24 de Mayo de 2012.] <http://www.paho.org/spanish/AD/DPC/NC/cronic-2008-2-11.pdf><http://www.paho.org/spanish/AD/DPC/NC/cronic-2008-2-11.pdf>
14. **Badaru A, Pihoker C.** Type 2 diabetes in childhood: clinical characteristics and role of β -cell autoimmunity. *Curr Diab Rep*. 12(1):75-81, 2012
15. **Gupta N, Goel K, Shah P, Misra A.** Childhood obesity in developing countries: epidemiology, determinants, and prevention. *Endocr Rev*. 33(1):48-70, 2012
16. **Sanchez MA, Pagliari S, Acrogliano P, Schneider D, Belloni D.** Prevalencia de la Diabetes en la República Argentina: Proyecciones Utilizando Simulación Dinámica. 2010. Disponible en: http://www.academia.edu/535916/Prevalencia_de_la_Diabetes_en_la_Republica_Argentina_Proyecciones_Utilizando_Simulacion_Dinamica
17. Ministerio de Protección Social. Médicos Generales Colombianos. 30 de noviembre de 2008. [Consultado el 24 de marzo de 2012.] http://www.medicosgeneralescolombianos.com/Diabetes_II.htmhttp://www.medicosgeneralescolombianos.com/Diabetes_II.htm
18. **Xie XT, Liu Q, Wu J, Wakui M.** Impact of cigarette smoking in type 2 diabetes development. *Acta Pharmacol Sin*. 30(6):784-7, 2009
19. **Carnethon MR, Sternfeld B, Schreiner PJ, Jacobs DJ, Lewis CE, Liu K, Sidney S.** Association of 20 year Changes in Cardiorespiratory Fitness with Incident Type 2 Diabetes: The CARDIA Fitness Study. *Diabetes Care*. 32(7):1284-8, 2009
20. **Lazarou C, Panagiotakos D, Matalas AL.** The role of diet in prevention and management of type 2 diabetes: implications for public health. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 52(5):382-9, 2012
21. **Strodl E, Kenardy J.** Psychosocial and nonpsychosocial risk factors for the new diagnosis of diabetes in elderly women. *Diabetes Res Clin Pract*. 74:57-65, 2006
22. **Schootman M, Andresen EM, Wolinsky FD, Malmstrom TK, Miller JP, Yan Y, Miller DK.** The effect of adverse housing and neighborhood conditions on the development of diabetes mellitus among middle-aged African Americans. *Am J Epidemiol*. 166:379-387, 2007
23. **Rutt C, Brownson RC, Powell KE, Heath G, Kohl HW 3rd, Teutsch S, Cawley J, Lee IM, West L, Buchner DM.** Cost effectiveness of community-based physical activity interventions. *Am J Prev Med*. 35(6):578-88, 2008
24. **Zoeller RF.** Physical Activity: The Role of Physical Activity and Fitness in the Prevention and Management of Type 2 Diabetes Mellitus. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 1(5):344-350, 2007
25. AADE POSITION STATEMENTS. Diabetes and Exercise. *The Diabetes Educator*. 34(1):37-40, 2008
26. **Yates T, Khunti K, Troughton J, Davies M.** The role of physical activity in the management of type 2 diabetes mellitus. *Postgrad Med J*. 85:129-133, 2009
27. **Kriska AM, Hawkins M, Richardson CR.** Physical activity and the prevention of type II diabetes. *Curr Sports Med Rep*. 7(4):182-4, 2008
28. **Kirkness CS, Marcus RL, Lastayo PC, Asche CV, Fritz JM.** Diabetes and associated risk factors in patients referred for physical therapy in a national primary care electronic medical record database. *Phys Ther*. 88(11): 1408-16, 2008
29. **Shelesh J, Swarnlata S.** Type 2 diabetes mellitus—Its global prevalence and therapeutic strategies. *Diab Met Syndr Clin Res Rev*. 1-14, 2008
30. Diabetes Prevention Program Research Group. The prevention of type 2 diabetes. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab*. 4(7):382-93, 2008
31. **Roumen C, Blaak EE, Corpeleijn E.** Lifestyle intervention for prevention of diabetes: determinants of success for future implementation. *Nutr Rev*. 67(3):132-46, 2009
32. **Gill JM, Cooper AR.** Physical activity and prevention of type 2 diabetes mellitus. *Sports Med*. 38(10): 07-24, 2008
33. **Franz MJ.** Themed Review: Lifestyle Interventions Across the Continuum of Type 2 Diabetes: Reducing the Risks of Diabetes. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 1(5): 327-334, 2007
34. ESC, EASD. Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases: executive summary. The Task Force on Diabetes and Cardiovascular Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Eur Heart J*. 28(1): 88-136, 2007
35. **Boraita A.** Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 61(5):514-28, 2008
36. **Gillies CL, Abrams KR, Lambert PC, Cooper NJ, Sutton AJ, Hsu RT, Khunti K.** Pharmacological and lifestyle interventions to prevent or delay type 2 diabetes in people with impaired glucose tolerance: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 334(7588):299, 2007

37. **Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam R.** Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care.* 30: 44-752, 2007
38. **Davey Smith G, Bracha Y, Svendsen KH, Neaton JD, Haffner SM, Kuller LH.** Incidence of type 2 diabetes in the randomized Multiple Risk Factor Intervention Trial. *Ann Intern Med.* 142(5):313-22, 2005
39. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med.* 346(6): 393-403, 2002
40. 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.* 344(18):1343-50, 2001
41. **Eriksson KF, Lindgärde F.** Prevention of type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise: the 6-year Malmo feasibility study. *Diabetologia.* 34(12):891-8, 2001
42. **Kosaka K, Noda M, Kuzuya T.** Prevention of type 2 diabetes by lifestyle intervention: a Japanese trial in IGT males. *Diabetes Res Clin Pract.* 67(2):152-62, 2005
43. **Pan XR, Li GW, Hu YH, Wang JX, Yang WY, An ZX, Hu ZX, Lin J, Xiao JZ, Cao HB, Liu PA, Jiang XG, Jiang YY, Wang JP, Zheng H, Zhang H, Bennett PH, Howard BV.** Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care.* 20(4):537-44, 1997
44. Indian Diabetes Prevention Programme (IDPP). The Indian Diabetes Prevention Programme shows that lifestyle modification and metformin prevent type 2 diabetes in Asian Indian subjects with impaired glucose tolerance (IDPP-1). *Diabetologia,* 49(2):289-97, 2006
45. **Colberg SR, Grieco CR.** Exercise in the treatment and prevention of diabetes. *Curr Sports Med Rep.* 8(4):169-75, 2009
46. Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. Incidence of type 2 diabetes in the randomized multiple risk factor intervention trial. *Ann Intern Med.* 142(5):313-22, 2005
47. **Orozco LJ, Buchleitner AM, Gimenez-Perez G, Roqué I, Figuls M, Richter B, et al.** Exercise or exercise and diet for preventing type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev.* (3):CD003054, 2008
48. Finnish Diabetes Prevention Study Group. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet.* 368(9548):1673-9, 2006
49. **Li G, Zhang P, Wang J, Gregg EW, Yang W, Gong Q, Li H, Li H, Jiang Y, An Y, Shuai Y, Zhang B, Zhang J, Thompson TJ, Gerzoff RB, Roglic G, Hu Y, Bennett PH.** The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: a 20-year follow-up study. *Lancet.* 371(9626):1783-9, 2008
50. **Williams PT.** Vigorous exercise, fitness and incident hypertension, high cholesterol, and diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 40(6):998-1006, 2008
51. **Braith RW, Stewart KJ.** Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 113:2642-2650, 2006
52. **Reynolds TH, Supiano MA, Dengel DR.** Resistance training enhances insulin-mediated glucose disposal with minimal effect on the tumor necrosis factor-alpha system in older hypertensives. *Metabolism.* 53:397-402, 2004
53. **Ryan AS, Hurlbut DE, Lott ME, Ivey FM, Fleg J, Hurley BF, Goldberg AP.** Insulin action after resistive training in insulin resistant older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 49:247-253, 2001
54. **Hawley JA, Gibala MJ.** What's new since Hippocrates? Preventing type 2 diabetes by physical exercise and diet. *Diabetologia;* 55(3):535-9, 2012
55. **Bird SR, Hawley JA.** Exercise and type2diabetes: New prescription for an old problema. *Maturitas.* 72(4):311-6, 2012
56. American College of Sports Medicine, American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Med Sci Sports Exerc.* 42(12):2282-303, 2010
57. **Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MA, Coombes JS.** Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. *J Sci Med Sport.* 15(1):25-31, 2012
58. **McBride PE, Einerson JA, Grant H, Sargent C, Underbakke G, Vitcenda M, Zeller L, Stein JH.** Putting the Diabetes Prevention Program into Practice: A program for Weight Loss and Cardiovascular Risk Reduction for Patients with Metabolic Syndrome or Type 2 Diabetes Mellitus. *J Nutr Health Aging.* 12(10):745s-9s, 2008
59. **Whittemore R, Melkus G, Wagner J, Dziura J, Northrup V, Grey M.** Translating the diabetes prevention program to primary care: a pilot study. *Nurs Res.* 58(1):2-12, 2009
60. **Grøntved A, Rimm EB, Willett WC, Andersen LB, Hu FB.** A Prospective Study of Weight Training and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus in Men. *Arch Intern Med.* 172:1-7, 2012
61. **Márquez JJ, Diaz G, Tejada CP.** Behavior of indirect maximal oxygen uptake on users of the PROSA Program at Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Colomb. Med.* [online]. 42(3):327-333, 2011