

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

## **El impacto de la actividad física sobre la resistencia a la insulina en la adolescencia**

**Sergio Hernández López,<sup>1</sup> Alfredo Quintana Rivera,<sup>2</sup> Julio Alejandro Gómez Figueroa,<sup>3</sup> Cecilia Martínez Hernández<sup>4</sup>**

### **1. Introducción**

En estos tiempos de prisa, tecnología y crisis económica, es muy común escuchar hablar de enfermedades tales como: Diabetes Mellitus, Obesidad, Enfermedades Cardiovasculares, Hígado graso, etc. Y más común es caminar por las calles encontrando centenares de establecimientos dedicados a la venta de comida rápida, así como parques y zonas destinadas a la recreación y el juego vacías, y no por

---

1 Doctor en Educación (CEPAPO 2010) Director de la Facultad de Educación Física de la Universidad Veracruzana, Catedrático de la Experiencia Educativa Natación, Miembro del núcleo del Cuerpo Académico "Educación Física y Salud" Investigador Colaborador con la Unidad Medico Familiar N° 61 del IMSS en trabajos con Prehipertensos. Ha publicado artículos sobre este tema en revistas Internacionales. Correo-e: [serherlo@hotmail.com](mailto:serherlo@hotmail.com)

2 Doctor en Educación (CEPAPO 2010) Catedrático de Tiempo completo de la Universidad Veracruzana, Miembro del núcleo del Cuerpo Académico "Educación Física y Salud" Investigador Colaborador en los trabajos libres publicados en congresos Internacionales como; Guadalajara, Colima y Nuevo León, Imparte Experiencias Educativas en el área de Recreación y Psicomotricidad. Correo-e: [alquin6@hotmail.com](mailto:alquin6@hotmail.com)

3 Maestro en Ciencias Aplicadas a la actividad Física (UV 2004), licenciado en Educación física Deporte y Recreación (UV 2000) Catedrático de Tiempo Completo de la Facultad de Educación Física, Líder del Cuerpo Académico Educación Física y Salud, Imparte las Experiencias Educativas de; Fisiología del Ejercicio, Pesas y Deportes con Pelota. Investigador de Proyectos de Investigación inscritos a la Universidad Veracruzana. Ha Publicado Diversos Artículos en Revistas Nacionales e Internacionales sobre temas de Actividad Física y Salud. Correo-e: [alexjking@hotmail.com](mailto:alexjking@hotmail.com)

4 Licenciada en Educación Física Deporte y Recreación (UV 2010), Tesista Vinculada a la Unidad Medica Familiar N°61 del IMSS, colaboradora del Cuerpo Académico Educación Física y Salud, Profesora de Clase Directa del Nivel Primaria. Correo-e: [cirkly56@hotmail.com](mailto:cirkly56@hotmail.com)

Sergio Hernández López, et. al. El impacto de la actividad física...

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

encontrarse alejadas de zonas habitadas o encontrarse en mal estado, sino por el cambio en el estilo de vida de la población actual.

Ésta problemática nos arroja a puntos muy importantes como Educadores Físicos, ¿Que estamos haciendo en Pro de la Salud?, ¿Es suficiente la clase de Educación Física en las escuelas?, ¿Qué es lo que está provocando el estilo de vida actual a la salud de las personas? ¿Es necesario tomar medicamentos para combatir enfermedades como Resistencia a la Insulina?

Muchas preguntas cuya respuesta, necesita de la colaboración de grupos de trabajo enfocados a combatir el sedentarismo, la mala alimentación y la idea que los niños y adolescentes de ahora, tienen acerca de la salud física.

El educador físico tiene en sus manos las herramientas necesarias para combatir muchos de los aspectos antes mencionados, con resultados totalmente favorecedores.

Es por ello que en colaboración con el Instituto Mexicano del Seguro Social se presenta un programa de ejercicio físico aeróbico encaminado a los niños y adolescentes que padecen un síndrome denominado Resistencia a la Insulina, el cuál es el primer escalón para llegar a una diabetes Mellitus tipo 2 en edades tempranas. P.E.A.R.I está destinado a combatir la Resistencia a la Insulina sin medicamentos, teniendo al ejercicio Físico como piedra angular en el proceso para obtener una mejor calidad de vida, dejando de lado, los malos hábitos alimenticios, creando una conciencia sobre la importancia de la salud y sobre todo, descubrir los múltiples beneficios que la Actividad física puede tener en los niños y adolescentes que padecen dicha condición.

## **2. Concepto e historia del síndrome metabólico**

Desde su origen hace millones de años, la evolución de la forma de vida de la raza humana cambió las condiciones de salud de nuestros antecesores, cuando se convirtieron de nómadas a sedentarios; de incivilizados a civilizados y de incultos a cultos. Los cambios se produjeron fundamentalmente por el sedentarismo y un exceso de comida y factores socioculturales se desarrollaron e implementaron con el tiempo; además, una predisposición genética se hizo manifiesta al menos en los últimos cinco a 10 mil años. Existe la evidencia que han dejado los habitantes de las cavernas de esas épocas, en donde se observa en dibujos rupestres la existencia de obesidad. En épocas más recientes, en pinturas o esculturas, se muestra cómo el exceso de comidas y de bebidas, sobre todo en personajes económicamente pudientes, desarrolla obesidad; tofos gotosos y muertes prematuras.

En 1970 Berson y Yallow definieron la resistencia a la insulina como un estado de la célula, tejido, sistema o en el cuerpo en su totalidad donde se requieren mayores cantidades de insulina para producir una respuesta normal en la utilización de glucosa; también se puede decir que se trata de una disminución de glucosa circulante en respuesta a la insulina administrada. Un síndrome es el conjunto de síntomas y signos que en general se agrupan para definir un cuadro clínico o una enfermedad. Según diferentes autores, existen algunas variaciones en los elementos que lo integran.

El síndrome metabólico es un concepto clínico que se caracteriza por la asociación de diabetes Mellitus, intolerancia a la glucosa, hipertensión

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

arterial primaria, obesidad central, dislipidemia hiperlipidemia, microalbuminuria y aterosclerosis. Esta alteración se vincula fisiopatológicamente con hiperinsulinemia por resistencia a la insulina. La resistencia a la insulina definida por el modelo homeostático (HOMA) se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{HOMA IR} = \frac{\text{insulina en ayunas (en mU por mL)} \times (\text{glucemia en ayunas (en mg/dL)})}{18 \times 22.5}$$

De acuerdo con la Organización Mundial de la salud (OMS) (1998), el síndrome metabólico está compuesto por las siguientes características clínicas, antropométricas y bioquímicas: hipertensión arterial: (presión sistólica >160 mmHg; presión diastólica > 90 mmHg o bien si tiene tratamiento antihipertensivo); dislipidemia: triglicéridos > 150 mg/dL; colesterol HDL: (Hombres: <35 mg/dL; Mujeres: < 39 mg/dL); obesidad: (índice de masa corporal > 30 kg/m<sup>2</sup> ; relación cintura-cadera: (Hombres: > 0.90; mujeres > 0.85); micro albuminuria: (> 20 µg/minuto) y trastornos en la homeostasis de la glucosa tales como: glucemia en ayunas alterada (GAA): 111 a 125 mg/dL; diabetes Mellitus (American Diabetes Association: glucosa en ayuno > 126 mg/dL. En la curva de tolerancia a la glucosa: intolerancia a la glucosa (ITG): glucemia entre 140 a 199 mg/dL a las dos horas; diabetes Mellitus se diagnostica cuando la glucemia es igual o mayor a 200 mg/dL, según la OMS.

Desde el punto de vista clínico, también se describe obesidad androide, dislipoproteinemia, gota, aterosclerosis prematura, androgenismo, osteoporosis, hipercoagulabilidad, hígado graso, defectos en fibrinólisis y apnea del sueño. La sensibilidad a la insulina e el grado de respuesta de

la glucemia de un sujeto a la aplicación o secreción de la insulina.

En la sociedad moderna, en donde hay comida excesiva, la resistencia a la insulina se desarrolla por una dieta muy alta en grasa saturada, sedentarismo y obesidad, que con el tiempo provocan agotamiento de la célula beta y en consecuencia aparece la intolerancia a la glucosa, la dislipidemia y la hipertensión.

A partir de 1980 se comenzó a conocer mucho más sobre este síndrome. Al respecto Modan encontró la relación entre hipertensión, obesidad e intolerancia a la glucosa; Reaven habla del papel de la resistencia a la insulina en la enfermedad humana; Kaplan describe el “cuarteto de la muerte” constituido por obesidad de la parte superior del cuerpo, intolerancia a la glucosa, hipertrigliceridemia e hipertensión.

Ferranini y cols. Describen que la hiperinsulinemia es hecho clave en el desarrollo del síndrome metabólico y sus alteraciones cardiovasculares; Björntorp populariza este síndrome y Bouchard describe las causas y manifestaciones genéticas del síndrome metabólico, incluyendo la relación entre diabetes, obesidad e hiperlipidemia.

Zimmet publica la relación de gene ahorrador o economizador que influye en el desarrollo de la hiperinsulinemia,-durante las hambrunas ésta provoca una eficacia metabólica máxima que favorece la supervivencia. En 2001 se descubrió una nueva hormona llamada resistina que produce obesidad y diabetes, ésta se genera en el adiposito y funciona como RNA mensajero. La mal nutrición materna también influye en el desarrollo de diabetes Mellitus y síndrome metabólico.

Podemos concluir que en donde se tiene comida excesiva, la resistencia

a la insulina se desarrolla a causa de una dieta muy alta en grasa saturada, sedentarismo y obesidad; estos elementos con el tiempo provocan agotamiento de la célula beta y en consecuencia aparece la intolerancia a la glucosa, diabetes Mellitus, dislipidemia e hipertensión.

### **3. Concepto de resistencia a la insulina**

La resistencia a la insulina, la disminución en la sensibilidad a la insulina o la falla en la acción de la insulina han emergido en los últimos años como conceptos familiares para los clínicos de muchas especialidades. De forma simplificada, dichos términos se refieren a una respuesta biológica disminuida de los tejidos periféricos a una concentración específica de insulina, con la consiguiente hiperinsulinemia compensatoria. Esta hiperinsulinemia adaptativa o secundaria debe ser diferenciada de la hipersecreción primaria por parte de las células beta pancreáticas.

La insulina ejerce diversas acciones, principalmente sobre el metabolismo de los carbohidratos, de grasas y de proteínas, participa en el desarrollo, diferenciación y supervivencia celular e influye en el equilibrio hidroeléctrico y en la función endotelial; sin embargo, la resistencia a la insulina quizá no se presente sobre todas las acciones de la insulina y probablemente se limite a su acción sobre carbohidratos.

La concentración plasmática de insulina no presenta una distribución bimodal o multimodal, de ahí que su comportamiento deba estar influido por factores ambientales, además de los genéricos. No existe un punto de corte universal para definir hiperinsulinemia, sin embargo, se ha sugerido que pudiera considerarse al valor correspondiente a 2

desviaciones estándar por arriba de la media, de tal forma que las concentraciones que se encuentren por encima de dicho valor pudieran considerarse como hiperinsulinemia.

En el estudio de Corazón de San Antonio, el valor de 31  $\mu\text{U/mL}$  de insulina se definió como el punto de corte para hiperinsulinemia en población sana (Sin obesidad y sin diabetes) con el empleo del criterio antes mencionado, donde se encontró que alrededor de 8% de la población presentaba hiperinsulinemia y que la prevalencia de la obesidad, intolerancia a la glucosa, diabetes Mellitus tipo 2, hipertensión arterial, hipertrigliceridemia y disminución de las lipoproteínas de alta densidad fue dos a tres veces mayor en los individuos con insulina de ayuno por arriba de 31  $\mu\text{U/mL}$ .

Sin embargo el valor empleado como punto de corte puede variar entre las poblaciones debido a una gran variedad de factores, entre ellos, la sensibilidad y especificidad que se requieran para un propósito y análisis en particular. Existe evidencia de que la hiperinsulinemia presenta una fuerte correlación con factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, como elevación de glucosa, hipertensión arterial, elevación de triglicéridos, disminución de colesterol de alta densidad, elevación de los valores del inhibidor del activador del plasminógeno tipo 1, aumento del índice cintura-cadera, hiperuricemia microalbuminaria y bajo peso al nacer, considerándose, asimismo a la hiperinsulinemia en forma aislada como un factor de riesgo.

Actualmente el término resistencia a la insulina se aplica a un amplio rango de condiciones donde la tolerancia a la glucosa puede ser normal, anormal o francamente en rangos diabéticos, pero donde la respuesta a

la insulina es subnormal. Las condiciones que cursan con resistencia a la insulina como fondo común y que se han agrupado en el denominado síndrome metabólico son: intolerancia a la glucosa o diabetes Mellitus, obesidad, hipertensión arterial, dislipidemia, hiperuricemia, síndrome de ovario poliquístico y enfermedad cardiovascular, entre otras.

En la población sana, donde la tolerancia a la glucosa es normal, existe una considerable variabilidad en la sensibilidad a la insulina. Resistencia a la insulina e hiperinsulinemia se han encontrado en hijos sanos de padres con diabetes tipo 2 o con hipertensión arterial, por lo que existe evidencia que la sensibilidad a la insulina y la hiperinsulinemia pudieran ser controladas por factores genéticos. Mientras que los pacientes con obesidad son más resistentes a la insulina que sujetos no obesos, algunos obesos son relativamente sensibles a la insulina. La resistencia a la insulina puede preceder y preceder el desarrollo de diabetes Mellitus tipo 2, hipertensión esencial y dislipidemia y, así mismo, se puede presentar en dichas entidades en forma independiente de la obesidad. La presencia de una condición -ya sea diabetes Mellitus tipo 2 o hipertensión arterial - en los probandos o en sus familiares predice la subsecuente aparición de la otra. La estimación de la adiposidad pudiera auxiliar en predecir con mayor exactitud la resistencia a la insulina en estos casos.

Desgraciadamente, el diagnóstico de resistencia a la insulina no se puede realizar de forma clínica y no se cuenta con un examen de laboratorio fácil y accesible que permita identificarla. Por otra parte los diferentes métodos que existen para estimar la sensibilidad o la resistencia a la insulina muestran resultados variables de acuerdo a

cada población en particular y a cada situación específica.

Por último no es posible crear una clasificación de estados resistentes a la insulina, ya que son múltiples los mecanismos que participan en su génesis y la lista de síndromes y condiciones resultantes es grande.

#### **4. Índice HOMA**

Matthews y Cols, presentaron un modelo matemático, homeostasis model assessment (HOMA), que permite realizar estimaciones de resistencia insulínica y función de las células beta mediante las concentraciones de la glucosa y la insulina plasmáticas en ayunas. Este método explora las características homeostáticas de un sistema metabólico para inferir el grado de sensibilidad insulínica compatible con esas características. En los últimos años, este método ha sido utilizado en varios estudios clínicos y epidemiológicos, utilizando en todos ellos individuos sanos para establecer rangos de normalidad.

La resistencia a la insulina definida por el modelo homeostático (HOMA) se calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{HOMA IR} = \frac{\text{insulina en ayunas (en mU por mL)} \times (\text{glucemia en ayunas (en mg/dL)})}{18 \times 22.5}$$

La prueba para determinar el HOMA se debe realizar al paciente en ayunas, extrayendo una muestra de sangre, y al finalizar eso, debe tomar una solución glucolizada, esperar dos horas a que ésta haga efecto y tomar una segunda muestra de sangre, que serán las que sean enviadas para obtener el HOMA.

Para fines de este programa el índice HOMA está dado automáticamente por el IMSS, ya que ellos cuentan con un programa que realiza la cuenta

pidiendo únicamente los resultados de la glucemia e insulina, arrojando de manera práctica el resultado del HOMA.

## **5. Ejercicio físico aeróbico**

Las modalidades de ejercicio físico presentan requerimientos específicos de energía. El Adenosin Trifosfato (ATP) es la fuente inmediata de energía química, se almacena en la mayor parte de las células, especialmente las musculares. “El ATP consiste en un gran complejo de moléculas, llamado Adenosina, y tres componentes más simples, los grupos fosfato”.

Al descomponerse el ATP, cuando se elimina su grupo de fosfato, libera una cantidad de energía inmediata que es utilizada por todo trabajo biológico. Para reconstruir o resintetizar el ATP es necesario energía. Los materiales para la síntesis son los productos de su descomposición; el Adenosindifosfato (ADP) y el Fosfato Inorgánico (Pi).

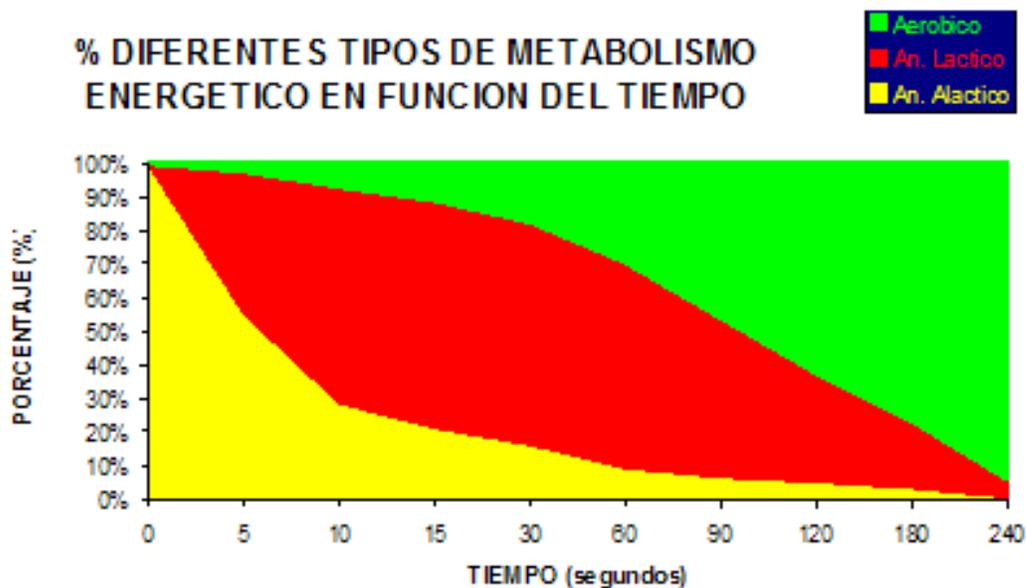
La resíntesis del ATP proviene de tres series diferentes de reacciones químicas que se producen en el cuerpo:

*1. Sistema del Fosfágeno o ATP - PC:* La Fosfocreatina (PC) se almacena en las células musculares, al igual que el ATP. Cuando se descomponen o sea cuando se elimina el grupo de fosfato, se libera una gran cantidad de energía. Esta energía liberada se acopla al requerimiento energético para la resíntesis del ATP. La utilidad de este sistema reside en la rápida disponibilidad de la energía antes que en su cantidad.

*2. Sistema del Ácido Láctico o Glucólisis Anaeróbica:* El término glucólisis se refiere a la degradación del azúcar o hidrato de carbono, el cual provee la energía necesaria para la resíntesis de ATP. La descomposición

del azúcar es parcial, debido al carácter anaeróbico, por lo cual uno de los productos finales es el ácido láctico. Cuando este ácido se acumula en los músculos y en la sangre se origina una fatiga muscular transitoria.

3. *Sistema del Oxígeno o Aeróbica*: El glucógeno, en presencia de oxígeno, se descompone en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) para resintetizar una cantidad de energía suficiente. El dióxido de carbono que se produce se difunde libremente desde las células musculares a la sangre y es llevada al pulmón, desde donde se exhala. El agua que se forma resulta útil dentro de la propia célula, pues el mayor componente de la célula en realidad es agua.



## 6. Ejercicio aeróbico

Son ejercicios de media o baja intensidad y de larga duración, donde el organismo necesita quemar hidratos y grasas para obtener energía y para ello necesita oxígeno. Son ejemplos de ejercicios aeróbico: correr,

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

nadar, ir en bici, caminar, etc. Se suele utilizar a menudo para bajar de peso, ya que como hemos dicho, con este tipo de ejercicio se quema grasa. También, al necesitar mucho oxígeno, el sistema cardiovascular se ejercita y produce numerosos beneficios.

Este sistema utiliza los hidratos de carbono, las grasas y la proteína para resintetizar grandes cantidades de ATP sin generar subproductos que producen fatiga.

A nivel musculoesquelético, el ejercicio aeróbico tiene importantes efectos al ser el músculo el efector del sistema. Los principales cambios son los relativos a la mejora de la capacidad funcional del músculo por aumentos en el tamaño muscular y en las mitocondrias y, por ello, en la capacidad de extraer y liberar energía, cambios que se traducirán en un aumento de la potencia y la resistencia muscular. Otros cambios son los referidos a la mejora en la fuerza de los tendones y en la flexibilidad o rango de movimiento de las articulaciones.

Otros importantes efectos de la actividad física en el sistema musculoesquelético son la mejora en la coordinación neuromuscular y en la agilidad. La actividad física será, pues, en este sistema un control del declive fisiológico asociado a la edad, especialmente en masa y fuerza muscular, flexibilidad y coordinación motora.

A nivel metabólico, el ejercicio físico aeróbico produce importantes cambios para asegurar la extracción y liberación de la energía que va a ser gastada en el trabajo muscular. Esta energía la conseguirá el músculo metabolizando, primero, en los primeros minutos del ejercicio, su glucógeno almacenado, después, en los minutos siguientes, los azúcares y ácidos grasos transportados por la sangre y, finalmente, en

ejercicios más prolongados, la principal fuente de energía serán los ácidos grasos libres. A este nivel, el ejercicio contrarrestará el declive metabólico asociado a la edad.

Otros importantes efectos fisiológicos de la actividad física aeróbica hacen referencia a cambios hormonales, en la concentración de hemoglobina en sangre, etc. De particular importancia, por sus grandes efectos fisiológicos y psicológicos, son los aumentos en los niveles de catecolaminas y endorfinas.

Los efectos psicológicos de la actividad física de tipo aeróbico son también considerables. Los beneficios psicológicos más y mejor estudiados son los cognitivos y afectivo-emocionales. Referidos concretamente a la edad avanzada, los principales cambios cognitivos informados han sido los relativos a mejoras en la atención, memoria y razonamiento, probablemente mediados por los efectos cerebrales asociados a los cambios cardiorrespiratorios inducidos por el ejercicio.

\* **Mejora de la salud y la calidad de vida:** Supone no sólo la prevención de enfermedades sino que, en una acepción más amplia, se convierte en factor primordial de la calidad de vida. La estrecha relación entre la práctica adecuada y sistemática de la actividad física y la salud física y social, se constituyen en una de las funciones relevantes de la Educación Física.

Se pretende mejorar de forma armónica y equilibrada el rendimiento motor que lleve a incrementar su disponibilidad física. El equilibrio personal, las relaciones que se establecen con el grupo, la liberación de tensiones a través de la actividad y el combate al sedentarismo, son elementos relevantes de esta contribución a la salud y calidad de vida.

## **7. Diferencias entre Ejercicio Aeróbico y Anaeróbico**

*Principal:* La denominación indica la principal diferencia, uno se realiza con una toma principal de energía del oxígeno y el otro, el anaeróbico, se puede realizar sin oxígeno.

*Intensidad:* Para realizar ejercicio aeróbico es necesario estar por debajo de cierto umbral de intensidad, que varía en cada persona. Un deportista puede realizar un buen porcentaje de ejercicio aeróbico realizando intensidades cercanas al 80%. Un adulto sedentario al iniciarse en la actividad física no debería pasar del 60%. Algunos estudios afirman que niños pre adolescentes pueden realizar aeróbicos por encima del 80% del esfuerzo máximo.

### **Pulsaciones**

**Como siempre se recuerda que son tablas y porcentajes generales.**

- Anaeróbico: entre el 80 y el 100% de las pulsaciones máximas.
- Aeróbico Intenso: entre el 70% y el 80% de las pulsaciones máximas.
- Aeróbico quema grasas: entre el 60% y el 70% de las pulsaciones máximas.
- Aeróbico iniciación o recuperación: entre el 50% y el 70% de las pulsaciones máximas.

## **7. El Ejercicio Físico y la Resistencia a la Insulina**

El sedentarismo, la baja actividad física (AF) y particularmente, un bajo

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

acondicionamiento cardiorrespiratorio están reconocidos como causas importantes de morbimortalidad en poblaciones con mayor desarrollo industrial. La inactividad física contribuye en gran medida a la presentación de enfermedades crónico degenerativas, como obesidad, diabetes Mellitus tipo 2, enfermedad coronaria y cerebrovascular; por lo tanto, es una causa importante para desarrollar dichas enfermedades a cualquier edad, aún en niños, evidenciado en estudios recientes, el aumento de la incidencia en estas poblaciones.

La fuerte asociación entre inactividad y enfermedad y su elevada prevalencia en estas sociedades conduce a un incremento sustancial de la problemática de salud. Los beneficios de la actividad física regular en el tiempo libre, sobre la salud, están ampliamente reconocidos y han sido documentados en varios estudios, en los que se encuentra la relación directa entre la Actividad Física y el mantenimiento de la salud. Por otro lado, varios estudios poblacionales muestran que el incremento en el nivel de Actividad Física regular es inversamente proporcional a la mortalidad independiente, sin embargo, cuando se controlan otros factores de riesgo se obtienen mayores beneficios.

Estudios específicos que incluyen pruebas de esfuerzo para determinar la capacidad aeróbica a través de la medición del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max), han determinado que los factores pronóstico de mayor importancia en todas las causas de mortalidad, incluyendo la tasa de morbimortalidad cardiovascular, son los niveles de Actividad Física que se realizan rutinariamente como parte integral del modo de vida, y no es suficiente el antecedente de haberla realizado en algún momento pasado, por lo que aquellos que mantienen un mayor nivel de actividad,

son 40% menos propensos a morir, que los grupos menos activos. Estos datos soportan fuertemente la necesidad de incrementar la actividad física diaria y el nivel de acondicionamiento físico (incluye capacidad cardiovascular, flexoelasticidad y fuerza) en la población, con el objetivo de mejorar la salud y disminuir las tasas de mortalidad, a través de la modificación de los factores de riesgo.

El metabolismo de la glucosa puede alterarse a corto plazo con cambios en el nivel de Actividad Física, se ha demostrado que sujetos con respuesta normal de tolerancia a la glucosa después de varios días de reposo completo en cama, aumentan la resistencia a la insulina.

En la Diabetes Mellitus 2, que se caracteriza por presentar resistencia a la insulina y alteración en su secreción tiene como principales factores de riesgo el sedentarismo y la obesidad, por lo que el tratamiento se centra en una alimentación adecuada y un incremento en la Actividad Física, que trasciende en la prevención de complicaciones crónicas. Estudios experimentales muestran que la Actividad Física (AF) es una de las principales terapias para disminuir de forma aguda la glucosa sanguínea en quienes presentan Diabetes Mellitus 2 (DM2), se ha establecido que ejerce un mecanismo sinérgico junto con la insulina en los tejidos sensibles a esta. La secreción anormal y la resistencia periférica a la insulina son los principales factores modificados agudamente por la AF, debido a que influye en la respuesta metabólica de los pacientes con DM 2.

El ejercicio físico programado ha demostrado beneficios en la disminución de peso y en el control glucémico de estos pacientes, ya que reduce la resistencia a la insulina y los niveles de insulina

plasmática en sujetos hiperinsulinémicos, debido a un aumento en la sensibilidad a la insulina por el consumo de glucógeno muscular durante el ejercicio, al mejoramiento molecular en el sistema de transporte de glucosa dependiente de insulina y que por ende, incrementa el consumo de glucosa, de tal forma que mejora la tolerancia a la glucosa, disminuyendo sus niveles sanguíneos y los de hemoglobina glucosilada.

El papel potencial de la AF en la prevención y control de la DM ha sido ampliamente documentado y sustentado en las últimas décadas. Se encontró que la AF realizada en el tiempo libre está relacionada inversamente con el desarrollo de DM2 en 5,990 alumnos varones de la Universidad de Pennsylvania, así también, en el estudio con enfermeras se observó una reducción de la incidencia de DM en aquellas que mantenían un ejercicio regular y en el estudio de médicos con varones se encontró una inversa entre la incidencia de DM y la frecuencia de un ejercicio vigoroso, además a mayor frecuencia del ejercicio, cinco o más veces a la semana, hubo una reducción de 42% del riesgo de DM, en comparación con aquellos que lo realizaban una vez a la semana. También se encontró que la AF de moderada intensidad durante 30 minutos, la mayoría de los días de la semana previene la incidencia de DM 2 en uno de cada cuatro casos, en el lapso de 3 meses.

El ejercicio físico para la prevención, manejo y control de la DM está retomando mayor importancia, por lo que debe tomar un carácter formal, con la finalidad de que el paciente logre los mayores beneficios del mismo. El desarrollo de un programa de ejercicio debe ser planeado, individualizado y monitorizado adecuadamente, por tanto, es necesario tener habilidad y conocimiento teórico del personal profesional de la

salud para determinar los objetivos del ejercicio, procedimientos y recursos materiales para cada paciente, adecuándolos a sus necesidades y preferencias, tomando en cuenta la participación activa del paciente en dicho proceso, para evitar las complicaciones potenciales del ejercicio mal prescrito o mal orientado, así como promover el apego al programa de ejercicio para que el paciente con diabetes pueda hacerlo parte inseparable de su estilo de vida.

La diabetes Mellitus tipo 2 afecta desde la edad pediátrica y adolescentes. Para los pacientes pediátricos, anuncia la aparición de enfermedades cardiovasculares, la retinopatía, nefropatía y neuropatía, con riesgo de perjudicar la calidad de vida y muerte prematura en el adulto. Los niños con sobrepeso que han entrado la pubertad (o que son mayores de 10 años) son considerados en riesgo por la American Diabetes Association (ADA), si se ajustan a 2 de los siguientes criterios:

- Historia familiar de diabetes Mellitus tipo 2 en segundo grado
- La raza o el origen étnico es indio americano, nativo de Alaska, negro, hispano, o Asiático / Islas del Pacífico
- Presencia de una enfermedad asociada a la Resistencia a la Insulina (hipertensión, dislipidemias, Síndrome de Ovarios Poliquísticos, etc.).

Modificaciones de estilo de vida son la base del tratamiento inicial de la diabetes Mellitus tipo 2: son la adquisición y la integración saludable de comportamientos en materia de nutrición, ejercicio y control del peso. La actividad física es una piedra angular de tal gestión, el ejercicio se asocia con la mejora a corto y largo plazo del síndrome metabólico y disminuyen la resistencia a la insulina. Estas intervenciones han demostrado ser eficaces en la prevención de DM2 y las complicaciones

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

de la diabetes entre los adultos, y evaluación de estas intervenciones en niños con la diabetes Mellitus tipo 2 es una necesidad urgente.

Además de disminuir los factores de riesgo y estrategias para la prevención de la diabetes y sus complicaciones. Las recomendaciones en los niños y adolescentes se enmarcan en términos de sentirse mejor, verse mejor, y tener una mejor Calidad de Vida.

El objetivo del presente estudio es demostrar que los cambios realizados en ejercicio aeróbico, orientación dietética y apoyo psicológico tienen un efecto en los adolescentes que cursan con Resistencia a la insulina.

Se aplicó el programa a niños y adolescentes del sexo masculino o femenino derechohabientes y no derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en edades de 9 a 15 años de edad residentes del puerto de Veracruz.

## 8. Resistencia a la insulina (HOMA)

Se llegó a uno de los puntos más importantes de P.E.A.R.I. que consiste en definir si el ejercicio aeróbico tuvo impacto de manera significativa o no, en los sujetos que se sometieron al programa.

Los resultados fueron los siguientes:

RESISTENCIA A LA INSULINA (HOMA)		
	INI CIA L	FIN AL
SUJ	6.5	4.5

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

ET 0 1	2	3
SUJ ET 0 2	4.5 2	2.7 5
SUJ ET 0 3	11. 25	6.2 9
SUJ ET 0 4	3.1 4	0.9 4
SUJ ET 0 5	3.1 4	01/ 03/ 10

Tabla 1. Diferencia entre el índice HOMA inicial y final.

#### Grafico 1. Diferencia entre HOMA inicial y final

En la gráfica anterior encontramos la importancia de P.E.A.R.I en la disminución de la resistencia a la insulina en niños y adolescentes, tomando como referencia normal de HOMA el 3.16 (Parámetro establecido para niños y adolescentes), encontramos que 3 de los 5

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

sujetos sometidos estaban por arriba del índice normal, y que 2 de los 5, se encontraban en el límite de los permisibles.

Encontramos que al finalizar P.E.A.R.I. todos los sujetos tuvieron una disminución significativa en el Índice HOMA de R.I, puntualizando que 3 de ellos ahora se encuentran por debajo del parámetro, lo que nos hace saber que ya no padecen el Síndrome de Resistencia a la Insulina y de los otros 2, que se encuentran en niveles mucho más bajos que al inicio del programa, lo que nos permite concluir que si mantienen el estilo de vida que se les modificó a través de P.E.A.R.I, los 3 que ya se encuentran normales, pueden seguir sin ningún riesgo y los otros 2 pueden seguir disminuyendo los niveles hasta encontrarse en un parámetro normal para su edad.

*“Todo Ejercicio Físico produce resultados favorables siempre y cuando, atienda a las necesidades del individuo que lo solicita”*

Ésta es una frase que nació a través de P.E.A.R.I, pues todo individuo tiene características diferentes que lo hacen único, y si atendemos a sus necesidades encontraremos beneficios muy favorables. A lo largo de éste trabajo podemos dar cuenta de la importancia del ejercicio físico en edades tempranas para combatir problemas de salud que en un futuro pudieran convertirse en una condición de vida desfavorable, y que pueden interrumpir con el desarrollo óptimo de la población adolescente. P.E.A.R.I, a través de podemos demostrar que funciona de manera favorable para combatir la Resistencia a la Insulina en niños y adolescentes, que de no ser por estar sometidos a éste programa muy probablemente podrían desarrollar enfermedades tales como Diabetes

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

Mellitus, Hígado graso, etc. Incluso, sin llegar a la adultez.

Los resultados que éste programa arrojó fueron tan favorecedores que no cabe la menor duda de la importancia de mantener un estilo de vida saludable incluyendo diariamente la Actividad Física, los buenos hábitos alimenticios y la conciencia de que tenemos un cuerpo que debemos cuidar, y velar por su estado de salud óptimo, porque la situación actual no está para vivir medicados por cualquier situación que se nos presente.

P.E.A.R.I, permitió ver que el ejercicio físico tiene múltiples beneficios si se enfoca en situaciones particulares como en éste caso a la Resistencia a la Insulina. Y también nos garantiza que la conciencia de los sujetos que participaron en el programa ha cambiado para mejorar su salud.

## **Bibliografía**

ALTER, M. (1999). *Enciclopedia General del Ejercicio*. Barcelona: Paidotribo. Tomo VII.

ALVAREZ, J. (s/d). *Diabetes*. [Sitio oficial]. [www.fundaciondiabetes.org/](http://www.fundaciondiabetes.org/).

BRAVO, C. (1985). *Cuantificación de la aptitud física del ser humano*. México: Didáctica Moderna.

GONZÁLEZ, R. (2004). *Síndrome metabólico y enfermedad cardiovascular*. México: Intersistemas Editores

Sergio Hernández López, et. al. El impacto de la actividad física...

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

GONZÁLEZ, R. (2005). *Intolerancia a la glucosa, diabetes tipo 2, hipertensión arterial, obesidad, dislipidemia y resistencia a la insulina*. México: Intersistemas Editores.

GONZALEZ SUAREZ, R. (2006). "Instituto Nacional de Endocrinología". *Revista Cubana Endocrinología*. 17(3).

HEYWARD, V. (1996) . *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.

JAIME, P., ROSA, P., KARINA, H. (2006). "Resistencia a la insulina en adolescentes con sobrepeso y obesidad". Lima: Anales de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

LEVY, J., MATTHEWS, D., HERMANS, M. (1998). *Correct homeostasis model assessment (HOMA)*. Heidelberg: Diabetologia.

MATTHEWS, D., HOSKER, J., RUDENSK, A., NAYLOR, B., TREACHER, D., TURNER, R. (1985). *Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man*. Heidelberg: Diabetologia.

MIRANDA LOZANO, D. (2009). *Actividad Física y diabetes tipo 2 en niños y adolescentes*, [www.efdeportes.com/](http://www.efdeportes.com/),14, 133.

PADRÓN, R., FERNÁNDEZ, G., MAS, J., GONZÁLEZ, R. (1996). "Insulinorresistencia e hiperinsulinismo en mujeres con

Gabriel Cachorro y Ciria Salazar (coordinadores). *Educación Física Argenmex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, 2010. ISBN 978-950-34-0672-4, <http://www.argenmex.fahce.unlp.edu.ar>

hiperandrogenismo”, *Revista Cubana de Endrocrinología*, Número 43. pp. 332-336.

SANCHÉZ, R. (1992). *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

SERRA, G. J. R. (1996). *Prescripción del Ejercicio Físico para la salud*. Barcelona: Paidotribo.

SIMENTAL, A. (2007). *Antología de Evaluación del Desempeño Físico*, Boca del Río: Universidad Veracruzana.

VARGAS, R. (1998). *Teoría del entrenamiento*. México: Diccionario de conceptos, UNAM.

VIOLANTE, R., PORRES, M. (2005). *Diabesidad: un enfoque epidemiológico y preventivo*. México: Medicina Interna de México.

WALLACE, T., LEVY, J., MATTHEWS, D. (2004). *Use and abuse of HOMA modeling*. Oxford: Diabetes Care.

WALLACE, T., LEVY, J., MATTHEWS, D. (2004). “An increase in insulin sensitivity and basal beta-cell function in diabetic subjects treated with pioglitazone in a placebo-controlled randomised study”. Oxford: *Diabetes Med*.