

# Efectos de la actividad física sobre la asociación entre obesidad y diabetes mellitus tipo 2: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2009-2010

XIMENA DÍAZ-MARTÍNEZ<sup>1,a,\*</sup>, FANNY PETERMANN<sup>2,b,\*</sup>, CARLOS SALAS BRAVO<sup>3,a</sup>, ALEX GARRIDO-MÉNDEZ<sup>4,c</sup>, MARÍA ADELA MARTÍNEZ<sup>5,d</sup>, ANA MARÍA LEIVA<sup>6,e</sup>, CRISTIAN ALVAREZ<sup>7,f</sup>, PEDRO VALDIVIA-MORAL<sup>8,c</sup>, MARÍA LUISA ZAGALAZ<sup>9,c</sup>, ELIANA DURÁN<sup>10,g</sup>, ANA MARÍA LABRAÑA<sup>10,h</sup>, FELIPE POBLETE-VALDERRAMA<sup>11,i</sup>, CARLOS CELIS-MORALES<sup>2,12,j</sup>

en representación de todos los integrantes del grupo ELHOC Research Group-Epidemiology of Lifestyle and Health Outcomes in Chile

## The association between adiposity and diabetes is modified by physical activity

**Background:** Physical inactivity and obesity are major risk factors for type 2 diabetes (T2D). **Aim:** To investigate whether if the association between obesity and diabetes is modified by levels of physical activity in the Chilean population. **Material and Methods:** Cross-sectional study including 4,712 participants from the 2009-2010 National Health Survey. Diabetes was determined when participants referred having the disease or had a fasting glucose  $\geq 126$  mg/dl. Physical activity level was assessed using the Global Physical Activity Questionnaire. The association between diabetes, obesity and physical activity was determined using logistic regression analysis. **Results:** Compare to active and normal weight subjects (reference group), the risk for T2D was higher in active individuals with overweight (Odds ratio (OR): 2.85 [95% confidence intervals (CI): 1.76- 4.61]  $p < 0.01$ ). The risk among inactive but normal weight participants (OR: 2.12 [95% CI: 1.49- 3.01],  $p < 0.01$ ) was of lower magnitude and was even higher among inactive and overweight individuals (OR: 3.22 [95% CI: 2.10 – 4.93],  $p < 0.01$ ). Similar results were found for obesity and central obesity. **Conclusions:** Individuals who are physically inactive and have a high adiposity level have an increased risk for T2D compared to active individuals with normal BMI.

(Rev Med Chile 2017; 145: 1394-1402)

**Key words:** Cross-Sectional Studies; Diabetes Mellitus, Type 2; Exercise; Obesity.

<sup>1</sup>Grupo de Investigación Calidad de Vida, Departamento de Educación, Universidad del Bío-Bío. Chillán, Chile.

<sup>2</sup>BHF Glasgow Cardiovascular Research Centre, Institute of Cardiovascular and Medical Science, University of Glasgow, Glasgow, United Kingdom.

<sup>3</sup>Departamento de Educación Física. Facultad de Educación. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

<sup>4</sup>Escuela de Educación Física, Universidad San Sebastián. Concepción, Chile.

<sup>5</sup>Instituto de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

<sup>6</sup>Instituto de Anatomía, Histología y Patología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

<sup>7</sup>Núcleo de Investigación en Salud, Actividad Física y Deporte, Universidad de Los Lagos. Osorno, Chile

<sup>8</sup>Grupo de Investigación del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI), HUM653, Innovación Didáctica en Actividad Física (IDAF). Universidad de Granada. Granada, España.

<sup>9</sup>Grupo de Investigación del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI), HUM653, Innovación Didáctica en Actividad Física (IDAF). Universidad de Jaén. Jaén, España.

<sup>10</sup>Departamento de Nutrición y Dietética y Programa de Magíster en Nutrición Humana, Facultad de Farmacia, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

<sup>11</sup>Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Sede Valdivia. Valdivia, Chile.

<sup>12</sup>Centro de Investigaciones en Fisiología Integrada y Salud, Universidad Mayor, Santiago, Chile.

<sup>a</sup>Profesor de Educación Física, MSc. Educación Física.

<sup>b</sup>Nutricionista. MSc Nutrición Humana.

<sup>c</sup>Profesor Educación Física, MSc Educación.

<sup>d</sup>Bioquímica. MSc Nutrición y Dietética.

<sup>e</sup>Profesora de Biología y Química. MSc. Neurociencias y Salud Mental.

<sup>f</sup>Profesor Educación Física, MSc Actividad física.

<sup>g</sup>Nutricionista. MSc. Planificación en Alimentación y Nutrición.

<sup>h</sup>Nutricionista Msc. en Ciencias de la educación.

<sup>i</sup>Profesor de Educación Física, MSc. Educación en Salud y Bienestar Humano.

<sup>j</sup>Profesor de Educación Física, Doctor en Ciencias Cardiovasculares y Biomédicas.

\*XDM y FP contribuyeron de igual forma a este manuscrito y son consideradas primeras autoras compartidas.

Los autores y autoras no refieren conflicto de intereses.

Recibido el 2 de febrero de 2017, aceptado el 14 de septiembre de 2017.

Correspondencia a:  
Dr. Carlos Celis-Morales  
carlos.celis@glasgow.ac.uk

La diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) es uno de los factores de riesgo responsables del incremento de enfermedades cardiovasculares y mortalidad prematura en la población mundial, lo que ha generado un alto costo económico en el sistema de salud<sup>1</sup>. Según datos de la Organización Mundial de Salud (OMS), al año 2014, 8,5% de la población mundial padecía DMT2, estimándose que será la séptima causa de mortalidad al año 2030<sup>2</sup>.

La práctica regular de actividad física (AF) se asocia con una reducción en mortalidad prematura<sup>3-5</sup> y el desarrollo de factores de riesgo cardiovascular (FRCV) como lo es la DMT2<sup>6-9</sup>; mientras que la obesidad incrementa el riesgo de desarrollar estas patologías<sup>10-12</sup>, por lo cual, ser inactivo (es decir realizar < 150 min de actividad física de intensidad moderada o vigorosa a la semana) o tener un exceso de peso corporal (IMC  $\geq 25,0$  kg/m<sup>2</sup>) son considerados factores de riesgo independientes para el desarrollo de DMT2<sup>12,13</sup>.

A pesar que existe suficiente evidencia científica que confirma los beneficios de la práctica regular de AF<sup>5,14-18</sup>) y los efectos nocivos del exceso de peso corporal<sup>19</sup>, actualmente, 31,1% de la población adulta a nivel mundial no cumple con las recomendaciones de AF<sup>17</sup> y 13% es obesa<sup>20</sup>. En Chile, la situación no es diferente, 19,8% de la población reportó ser físicamente inactiva y 67% presenta un exceso de peso corporal (IMC  $\geq 25,0$  kg/m<sup>2</sup>), según la encuesta nacional de salud (ENS) 2009-2010<sup>8,10,21</sup>. Frente a esta problemática, es necesario generar evidencia científica orientada a detectar factores de riesgo y sus asociaciones, que permitan diseñar e implementar intervenciones que ayuden a identificar tempranamente su desarrollo, como también así, prevenir o retrasar la aparición de DMT2 y sus complicaciones<sup>1</sup>. Actualmente se desconoce si la asociación que existe entre obesidad y DMT2 podría ser modificada o revertida en personas que son físicamente activas. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue investigar si la asociación entre obesidad y DMT2 es modificada por los diferentes niveles de actividad física en población chilena.

## Materiales y Métodos

### Diseño del estudio

La muestra seleccionada comprende todos los participantes de la ENS desarrollada entre octubre

del año 2009 y septiembre del año 2010<sup>21</sup>. La ENS 2009-2010 corresponde a un estudio de prevalencia realizado en hogares en una muestra nacional, probabilística, estratificada y multietápica de 5.412 personas mayores de 15 años con representatividad nacional, regional, y área urbana/rural. En este estudio fueron incluidos un total de 4.712 participantes, mayores de 18 años, que tenían información disponible en relación a su actividad física y niveles de obesidad. El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado<sup>21</sup>.

### Mediciones antropométricas y metabólicas

Se obtuvo una muestra de sangre en ayuno, siguiendo protocolos estandarizados. La glicemia basal fue medida en ayuno con métodos previamente descritos en la ENS 2009-2010<sup>21</sup>. Para la detección de DMT2, se consideró una glicemia en ayuno de 8 o más hora de  $\geq 126$  mg/dl o el autorreporte de diagnóstico médico de DMT2 (sin considerar diabetes gestacional). El índice de masa corporal (IMC) fue utilizado para determinar el estado nutricional según los criterios de la OMS (Normal: 18,5 -24,9 kg/m<sup>2</sup>; Sobrepeso: 25,0-29,9 kg/m<sup>2</sup>; Obeso:  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>), mientras que la obesidad central fue definida como un perímetro de cintura (PC)  $\geq 83$  cm y  $\geq 88$  cm en mujeres y hombres, respectivamente<sup>21</sup>.

Las variables socio-demográficas (edad, sexo, nivel educacional, ingreso económico) y datos asociados con estilos de vida, como el tabaquismo, consumo de alcohol, frutas, verduras y sal, se obtuvieron mediante la aplicación de cuestionarios validados en la ENS 2009-2010<sup>21</sup>.

### Clasificación de actividad física

Se determinó el tiempo destinado a la realización de AF relacionada al transporte (ej. caminar, andar en bicicleta), y las actividades de intensidad moderada o vigorosa realizadas durante el tiempo libre o en el trabajo, a través de la guía de análisis de GPAQ (*Global Physical Activity Questionnaire v2*)<sup>22</sup>. Para determinar los niveles de AF total, las variables fueron expresadas en METs (*Metabolic-energy-equivalents*). Se consideró como punto de corte para inactividad física ("Inactivo") un gasto energético < 600 METs/min/semana, según las recomendación de la OMS y especificaciones en

la guía de análisis de GPAQ<sup>18,22</sup>. Esto es equivalente a < 150 min de actividad física de intensidad moderada a la semana o < 75 min de actividad física de intensidad vigorosa a la semana. Por ende, una persona clasificada como “Activa” realiza más que la cantidad de AF mencionada anteriormente. El tiempo sedente (sedentarismo) fue determinado mediante el autorreporte de tiempo destinado a actividades que involucren estar sentado o reclinado durante el tiempo libre o de trabajo.

### Quintiles de IMC y PC

Los puntos de corte para quintiles (Q) de IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) para hombres y mujeres fueron Q1: < 20; Q2: 20,0 a 24,9; Q3: 25,0 a 29,9; Q4: 30,0 a 34,9; Q5:  $\geq 35,0$ . Los puntos de corte para quintiles de perímetro de cintura (cm) en mujeres fueron Q1: < 86; Q2: 86,1 a 92; Q3: 92,1 a 98; Q4: 98,1 a 107; Q5: > 107 y para hombres fueron Q1: < 87; Q2: 87,1 a 93; Q3: 93,1 a 98; Q4: 98,1 a 105; Q5: > 105.

### Análisis estadístico

Los datos de caracterización de la población estudiada son presentados como promedio y desviación estándar (DE) para variables continuas, y como porcentaje para variables categóricas.

La asociación entre DMT2 con las categorías derivadas de los niveles de actividad física (activo o inactivo) y obesidad (normal u obeso) fue investigada mediante análisis de regresión logística y reportada como *Odds ratio* y su respectivo 95% de intervalo de confianza (OR 95% IC), utilizando como grupo de referencias aquellos participantes clasificados como físicamente activos y con un IMC o PC normal.

La asociación entre DMT2 y quintiles de IMC o PC según niveles de AF (activo o inactivo), fue investigada mediante análisis de regresión logística utilizando como grupo de referencias aquellos participantes clasificados como físicamente activos y que se encontraban en el quintil más bajo para IMC o PC (Q1).

Los análisis fueron ajustados por edad, sexo, educación, tabaquismo, tiempo sedente, consumo de alcohol, de frutas y verduras. Para todos los análisis se utilizó el módulo de muestras complejas del programa STATA SE v14 y fueron estimados utilizando muestras expandidas según la ENS 2009-2010<sup>21</sup>. El nivel de significancia fue definido como  $p < 0,05$ .

## Resultados

Las características de los participantes según las categorías derivadas de los niveles de actividad física y obesidad ( $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) se presentan en la Tabla 1 y los niveles de actividad física y obesidad central (PC > 83 cm en mujeres y > 88 cm en hombres) en la Tabla 2. En resumen, los sujetos clasificados como activos y con niveles de IMC normales ( $\text{IMC} < 25,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ) (Tabla 1) tenían un menor promedio de edad, mayor nivel de escolaridad e ingreso económico, una mayor prevalencia de fumadores, consumían menos frutas y verduras, pero consumían una mayor cantidad de sal, en comparación al grupo inactivo con obesidad. A su vez, los individuos inactivos pero con un IMC normal consumían una cantidad significativamente menor de alcohol, comparado con los individuos inactivos, pero con obesidad. Características similares fueron observadas para obesidad central, definida según PC (Tabla 2).

La Figura 1 presenta la asociación entre DMT2 con niveles de actividad física y exceso de peso ( $\text{IMC} \geq 25,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). Como se aprecia en la Figura 1A, el riesgo de DMT2 en personas activas con exceso de peso, aumenta a 185% en comparación a aquellas activas, pero con IMC normal (OR: 2,85 [95% IC: 1,76 a 4,61],  $p < 0,0001$ ). El riesgo de DMT2 fue menor en individuos inactivos, pero con un IMC normal (OR: 2,12 [95% IC: 1,49 a 3,01],  $p < 0,0001$ ). Sin embargo, el riesgo de DMT2 aumentó a 222% en personas inactivas y con exceso de peso, en comparación a aquellos activos y con IMC normal (OR: 3,22 [95% IC: 2,10 a 4,93],  $p < 0,0001$ ) (Figura 1A).

El incremento en el riesgo de DMT2 fue mayor en los sujetos obesos ( $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), tanto en individuos activos como inactivos (Figura 1B). Al comparar sujetos activos y con IMC normal con aquellos activos, pero obesos, el riesgo de desarrollar DMT2 aumentó en 311% (OR: 4,11 [95% IC: 2,89 a 5,82],  $p < 0,0001$ ). Al comparar personas activas y con IMC normal, con inactivas e IMC normal, el riesgo aumenta a 183% (OR: 2,83 [95% IC: 1,75 a 4,57],  $p < 0,0001$ ), finalmente, el riesgo de DMT2 en personas inactivas con obesidad incrementó en 608% (OR: 7,08 [95% IC: 4,80 a 10,4],  $p < 0,0001$ ).

Al utilizar el PC como indicador de obesidad central, el riesgo de DMT2 fue menor que el observado para el  $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$  (Figura 1C).

**Tabla 1. Características de la población chilena según obesidad y niveles de actividad física**

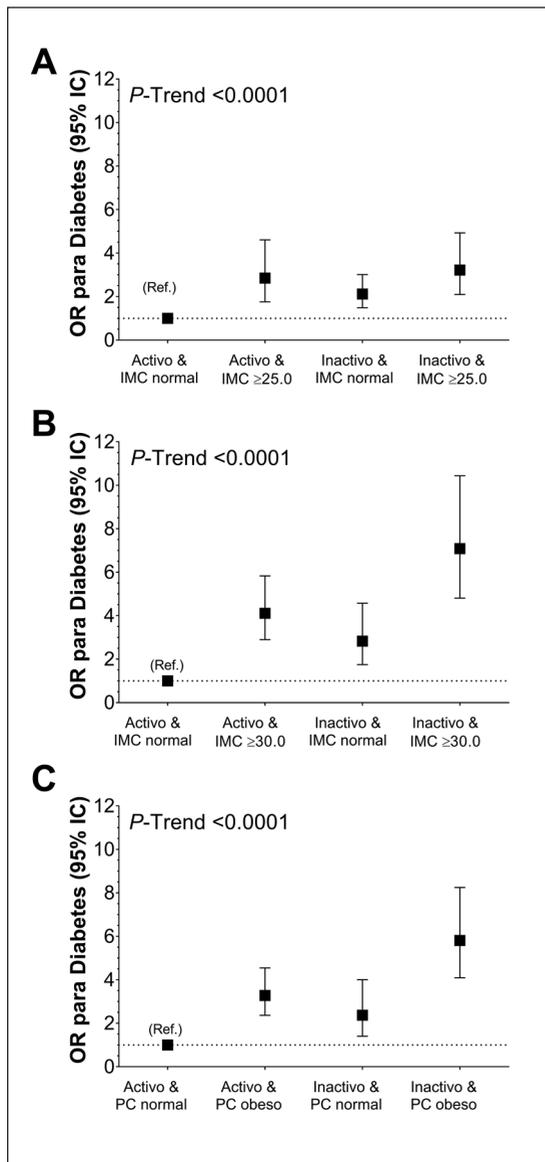
	Activo e IMC normal <sup>(a)</sup>	Activo e IMC $\geq 30,0$ kg/m <sup>2(b)</sup>	Inactivo e IMC normal <sup>(c)</sup>	Inactivo e IMC $\geq 30,0$ kg/m <sup>2(d)</sup>	Valor p
<b>Socio-demográficas</b>					
n	1.062	978	292	385	
Mujeres (%)	55,6	66,5	70,2	72,7	< 0,0001
Edad (años)	38,7 $\pm$ 18,3 <sup>b,c,d</sup>	48,6 $\pm$ 15,4 <sup>a,d</sup>	48,1 $\pm$ 23,2 <sup>a,d</sup>	54,5 $\pm$ 18,2 <sup>a,b,c</sup>	< 0,0001
<b>Grupo etario (%)</b>					
< 25 años	29,0	5,9	22,6	6,4	< 0,0001
25-44 años	36,6	34,7	24,7	24,4	
45-64 años	23,0	42,4	23,6	34,6	
$\geq 65$ años	11,4	17,0	29,1	34,6	
<b>Nivel educacional (%)</b>					
Básica	16,1	30,8	32,3	38,3	< 0,0001
Media	60,7	55,2	45,4	48,6	
Técnico Universitaria	23,2	14,0	22,3	13,1	
<b>Nivel de ingreso (%)</b>					
Bajo	54,0	59,0	57,2	59,2	0,061
Medio	32,7	31,6	31,0	32,2	
Alto	13,3	9,4	11,8	8,6	
<b>Antropométricas</b>					
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,6 $\pm$ 1,6	34,1 $\pm$ 4,4 <sup>a,c</sup>	22,6 $\pm$ 1,7 <sup>b,d</sup>	34,5 $\pm$ 4,6 <sup>a,c</sup>	< 0,0001
<b>Estado nutricional (%)</b>					
18,5-24,9 kg/m <sup>2</sup>	100	0	100	0	< 0,0001
25,0 - 29,9 kg/m <sup>2</sup>	0	0	0	0	
$\geq 30,0$ kg/m <sup>2</sup>	0	100	0	100	
Perímetro de cintura (cm)	86,2 $\pm$ 7,9 <sup>b,d</sup>	107,8 $\pm$ 10,5 <sup>a,c</sup>	87,8 $\pm$ 10,8 <sup>b,d</sup>	109,4 $\pm$ 11,1 <sup>a,c</sup>	< 0,0001
Obesidad central (%)	20,6	99,5	32,2	99,2	< 0,0001
<b>Estilos de vida</b>					
Actividad física total (MET/h/sem)	152,2 $\pm$ 149 <sup>c,d</sup>	162,4 $\pm$ 147 <sup>c,d</sup>	1,7 $\pm$ 3,1 <sup>a,b</sup>	1,5 $\pm$ 2,9 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física de transporte (min/día)	66,7 $\pm$ 100,2 <sup>c,d</sup>	65,2 $\pm$ 94,2 <sup>c,d</sup>	3,3 $\pm$ 6,2 <sup>a,b</sup>	2,8 $\pm$ 5,8 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física moderada (min/día)	125,5 $\pm$ 150 <sup>b,c,d</sup>	150,1 $\pm$ 160 <sup>a,c,d</sup>	0,3 $\pm$ 2,1 <sup>a,b</sup>	0,3 $\pm$ 2,1 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física vigorosa (min/día)	67,0 $\pm$ 137 <sup>c,d</sup>	66,3 $\pm$ 133 <sup>c,d</sup>	0,1 $\pm$ 0,8 <sup>a,b</sup>	0,1 $\pm$ 0,6 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Tiempo sedente (h/día)	3,2 $\pm$ 2,5 <sup>c,d</sup>	3,0 $\pm$ 2,3 <sup>c,d</sup>	4,5 $\pm$ 3,0 <sup>a,b</sup>	4,4 $\pm$ 3,1 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Consumo de frutas y vegetales (g/día)	210,2 $\pm$ 133	220,4 $\pm$ 137	208,1 $\pm$ 147	221,2 $\pm$ 140	0,3031
Consumo de sal (g/día)	9,0 $\pm$ 2,1 <sup>b,d</sup>	10,2 $\pm$ 2,4 <sup>a,c</sup>	8,6 $\pm$ 2,0 <sup>b,d</sup>	10,4 $\pm$ 2,7 <sup>a,c</sup>	< 0,0001
Consumo de alcohol (g/día)	55,3 $\pm$ 63,9	58,9 $\pm$ 117	34,2 $\pm$ 30,8 <sup>d</sup>	67,7 $\pm$ 135 <sup>c</sup>	0,1109
<b>Tabaquismo (%)</b>					
Nunca	40,7	38,8	48,8	48,3	< 0,0001
Ex-fumador	18,3	29,1	19,2	25,7	
Fumador	41,0	32,1	32,0	26,0	

Datos presentados como promedio y desviación estándar (DE) para variables continuas y como % para variables categóricas. Se consideró como punto de corte para inactividad física un gasto energético < 600 METs/minutos/semana, según las recomendaciones de la OMS y especificaciones en la guía de análisis de GPAQ. Se consideró IMC normal:  $\leq 25,0$  kg/m<sup>2</sup> y obesidad: IMC  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>. Valor p representa diferencias significativas entre los diferentes grupos. Se ha adicionado una o más de una letra<sup>a,b,c,d</sup> para diferencias las variables que son estadísticamente significativas entre sí.

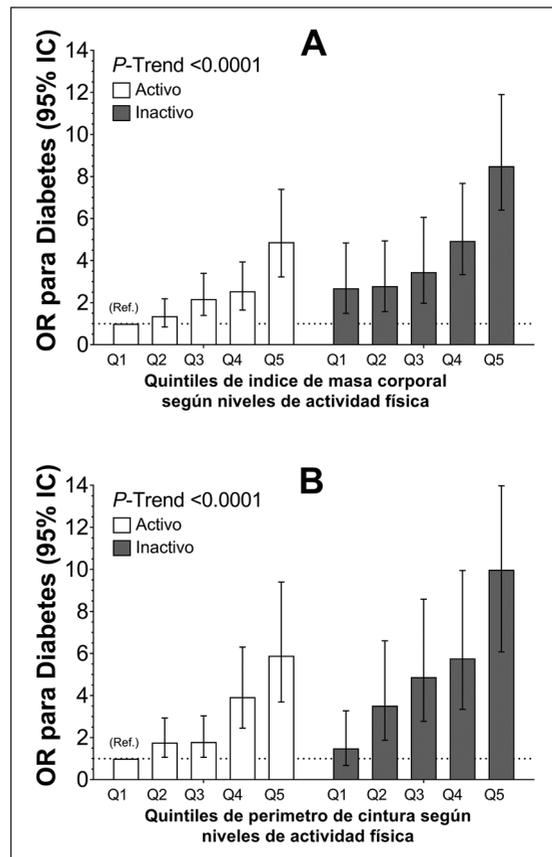
**Tabla 2. Características de la población chilena según obesidad central y niveles de actividad física**

	Activo & PC normal <sup>(a)</sup>	Activo & PC Obeso <sup>(b)</sup>	Inactivo & PC normal <sup>(c)</sup>	Inactivo & PC obeso <sup>(d)</sup>	Valor p
<b>Socio-demográficas</b>					
n	1.159	2.435	274	844	
Mujeres (%)	58,3	57,4	75,6	64,7	<0,0001
Edad (años)	36,3 ± 17,4 <sup>b,c,d</sup>	48,3 ± 16,1 <sup>a,c,d</sup>	43,5 ± 22,8 <sup>a,b,d</sup>	55,0 ± 18,7 <sup>a,b,c</sup>	<0,0001
<b>Grupo etario (%)</b>					
< 25 años	33,8	7,4	28,1	6,2	<0,0001
25–44 años	36,8	34,4	29,2	25,8	
45–64 años	20,5	40,5	19,7	33,2	
≥65 años	8,9	17,7	23,0	34,8	
<b>Nivel educacional (%)</b>					
Básica	13,6	28,3	27,2	37,8	<0,0001
Media	63,2	54,7	48,9	45,0	
Técnico Universitaria	23,2	17,0	23,9	17,2	
<b>Nivel de ingreso (%)</b>					
Bajo	52,4	56,2	55,8	58,3	0,207
Medio	35,5	32,9	31,4	31,7	
Alto	12,1	10,9	12,8	10,0	
<b>Antropométricas</b>					
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,9 ± 2,6 <sup>b,d</sup>	29,8 ± 4,7 <sup>a,c</sup>	22,9 ± 2,6 <sup>b,d</sup>	30,2 ± 5,3 <sup>a,c</sup>	< 0,0001
<b>Estado nutricional (%)</b>					
18,5-24,9 kg/m <sup>2</sup>	77,0	9,0	77,0	11,4	< 0,0001
25,0-29,9 kg/m <sup>2</sup>	22,5	50,8	21,8	42,7	
≥ 30,0 kg/m <sup>2</sup>	0,5	40,2	1,2	45,9	
Perímetro de cintura (cm)	85,3 ± 8,2 <sup>b,d</sup>	100,9 ± 10,1 <sup>a,c,d</sup>	85,4 ± 10,8 <sup>c,d</sup>	102,8 ± 11,3 <sup>a,b,c</sup>	< 0,0001
Obesidad central (%)	0	100	0	100	< 0,0001
<b>Estilos de vida</b>					
Actividad física total (MET/h/sem)	153,3 ± 151 <sup>c,d</sup>	156,3 ± 145 <sup>c,d</sup>	1,6 ± 3,1 <sup>a,b</sup>	1,5 ± 2,8 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física de transporte (min/día)	68,9 ± 98,7 <sup>c,d</sup>	61,3 ± 90,4 <sup>c,d</sup>	2,9 ± 6,1 <sup>a,b</sup>	2,8 ± 5,6 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física moderada (min/día)	120,6 ± 150 <sup>b,c,d</sup>	144,2 ± 160 <sup>a,c,d</sup>	0,4 ± 2,3 <sup>a,b</sup>	0,3 ± 1,8 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Actividad física vigorosa (min/día)	69,5 ± 140 <sup>c,d</sup>	64,8 ± 133 <sup>c,d</sup>	0,1 ± 0,7 <sup>a,b</sup>	0,1 ± 0,7 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Tiempo sedente (h/día)	3,3 ± 2,5 <sup>c,d</sup>	3,1 ± 2,4 <sup>c,d</sup>	4,3 ± 2,9 <sup>a,b</sup>	4,4 ± 3,1 <sup>a,b</sup>	< 0,0001
Consumo de frutas y vegetales (g/día)	209,5 ± 129	221,1 ± 140	200,2 ± 146	215,3 ± 143	0,0462
Consumo de sal (g/día)	9,0 ± 2,3 <sup>b,d</sup>	10,0 ± 2,6 <sup>a,c</sup>	8,8 ± 2,4 <sup>b,d</sup>	10,0 ± 3,1 <sup>a,c</sup>	< 0,0001
Consumo de alcohol (g/día)	53,1 ± 61,8	53,7 ± 98,1	31,3 ± 28,9 <sup>d</sup>	56,2 ± 99,2 <sup>c</sup>	0,1925
<b>Tabaquismo (%)</b>					
Nunca	40,9	38,0	54,2	45,1	< 0,0001
Ex-fumador	17,9	27,1	18,3	25,8	
Fumador	41,2	34,9	27,5	29,1	

Datos presentados como promedio y desviación estándar (DE) para variables continuas y como % para variables categóricas. Se consideró como punto de corte para inactividad física un gasto energético <600 METs/minutos/semana, según las recomendaciones de la OMS y especificaciones en la guía de análisis de GPAQ. Para obesidad central se consideró un perímetro de cintura (PC ≥ 83 cm y ≥ 88 cm para mujeres y hombres, respectivamente). Valor p representa diferencias significativas entre los diferentes grupos. Se ha adicionado una o más de una letra <sup>a,b,c,d</sup> para diferencias las variables que son estadísticamente significativas entre sí.



**Figura 1.** Riesgo de diabetes mellitus tipo 2 según indicadores de obesidad y niveles de actividad física. Datos presentados como *Odds ratio* (95% IC) para diabetes mellitus tipo 2 según nivel de obesidad (IMC, PC y actividad física). **A:** clasificó a los grupos en base a IMC de riesgo (IMC  $\geq 25,0$  a  $29,9$  kg/m<sup>2</sup>) y nivel de actividad física (activo e inactivo). **B:** utilizó IMC  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> y **C:** utilizó obesidad central ( $\geq 83$  cm para mujeres y  $\geq 88$  cm para hombres) y niveles de actividad física para clasificar a los participantes. Se utilizó como grupo de referencia para los análisis aquellas personas clasificadas como activas y que se encontraban con un IMC ( $< 25,0$  kg/m<sup>2</sup>) o PC normal ( $< 83$  cm para mujeres y  $< 88$  cm para hombres). Los análisis fueron ajustados por edad, sexo, educación, tabaquismo, tiempo sedente, consumo de alcohol y de frutas y verduras.



**Figura 2.** Riesgo de diabetes mellitus tipo 2 para quintiles de IMC (**A**) y quintiles de perímetro cintura (**B**) según niveles de actividad física. Datos presentados como *Odds ratio* (95% IC) para diabetes tipo 2 según quintiles de IMC (**A**) y PC (**B**). Se utilizó como grupo de referencia para los análisis aquellas personas clasificadas como activas y que se encontraban en el quintil 1 para IMC o PC. Los análisis fueron ajustados por edad, sexo, educación, tabaquismo, tiempo sedente, consumo de alcohol, y de frutas y verduras. Los puntos de corte para quintiles de IMC (kg/m<sup>2</sup>) fueron Q1:  $< 20$  (kg/m<sup>2</sup>); Q2:  $20,0$  a  $24,9$ ; Q3:  $25,0$  a  $29,9$ ; Q4:  $30,0$  a  $34,9$ ; Q5:  $\geq 35,0$ . Los puntos de corte para quintiles de perímetro de cintura (cm) en mujeres fueron Q1:  $< 86$ ; Q2:  $86,1$  a  $92$ ; Q3:  $92,1$  a  $98$ ; Q4:  $98,1$  a  $107$ ; Q5:  $> 107$  y para quintiles de perímetro de cintura (cm) en hombres Q1:  $< 87$ ; Q2:  $87,1$  a  $93$ ; Q3:  $93,1$  a  $98$ ; Q4:  $98,1$  a  $105$ ; Q5:  $> 105$ .

Al comparar sujetos activos sin obesidad central con sujetos activos con obesidad central, el riesgo de DMT2 incrementó en 227% (OR: 3,27 [95% IC: 2,36 a 4,54],  $p < 0,0001$ ). El riesgo aumentó a 137% para sujetos inactivos sin obesidad central (OR: 2,37 [95% IC: 1,40 a 4,01],  $p < 0,0001$ ) y a 481% para sujetos inactivos con obesidad central (OR: 5,81 [95% IC: 4,09 a 8,25],  $p < 0,0001$ ).

Al investigar la asociación entre quintiles de IMC o PC y el riesgo de DMT2 según niveles de actividad física (activo/inactivo), se encontró una tendencia significativa a incrementar el riesgo de DMT2 tanto en sujetos activos como inactivos (Figura 2). El riesgo de DMT2 incrementó en 387% en personas activas que se encontraban en el quintil más alto de IMC (mayor nivel de adiposidad) (OR: 4,87 [95% IC: 3,22 a 7,38],  $p < 0,0001$ ) en comparación a personas activas que se encuentran en quintil más bajo de IMC. Sin embargo, existió un menor riesgo de DMT2 para personas inactiva que se ubicaron en el quintil más bajo de IMC, comparado con personas activas del quintil más alto de IMC (OR: 2,68 [95% IC: 1,49 a 4,83],  $p < 0,0001$ ). Se destaca que aquellos individuos inactivos que se ubicaron en el quintil más alto de IMC, incrementaron su riesgo de DMT2 en 749% (OR: 8,49 [95% IC: 6,40 a 11,9],  $p < 0,0001$ ).

Al analizar los quintiles de PC según niveles de actividad física, el incremento del riesgo de DMT2 fue más pronunciado que lo observado en los quintiles de IMC (Figura 2B). Las personas activas ubicadas en el quintil más alto de PC tuvieron 489% de riesgo mayor de desarrollar DMT2 (OR: 5,89 [95% IC: 3,69 a 9,39],  $p < 0,0001$ ), en comparación a 48% de incremento en el riesgo de DMT2 en personas inactivas ubicadas en el quintil más bajo de perímetro de cintura (OR: 1,48 [95% IC: 0,67 a 3,27],  $p = 0,657$ ). Por otro lado, las personas inactivas y en el quintil más alto de PC, incrementaron su riesgo en 898% (OR: 9,98 [95% IC: 6,07 a 13,9],  $p < 0,0001$ ) en comparación a personas activas y en el quintil más bajo de perímetro de cintura.

## Discusión

El principal resultado de este estudio revela que ser físicamente inactivo y presentar obesidad (determinada por IMC o PC elevados), se asocia a un importante incremento en el riesgo de desarrollar DMT2 en comparación a aquellos individuos que son físicamente activos y con un IMC o PC normal. Esta asociación fue independiente de factores de confusión de tipo sociodemográficos y de estilo de vida (tabaquismo, alimentación y sedentarismo). De igual manera, personas que son físicamente inactivas, pero con IMC o PC normal, tienen un riesgo menor de desarrollar DMT2 que aquellas personas que son activas pero obesas.

Los resultados de este estudio concuerdan con investigaciones previas, que reportan una relación inversa entre AF y prevalencia de FRCV en Chile, incluyendo DMT2<sup>6,7,14,15,23</sup>. También concuerdan con estudios internacionales que han reportado que los efectos nocivos de la obesidad sobre el riesgo de desarrollar DMT2 pueden ser atenuados en personas físicamente activas<sup>24,25</sup>. Estos resultados indican que cumplir con las recomendaciones de AF, pero ser obeso, o tener un peso normal, pero ser inactivo, no es suficiente para disminuir el riesgo de desarrollar DMT2. Si bien personas obesas, pero físicamente activas o viceversa, presentan un menor riesgo de desarrollar DMT2 que una persona inactiva y obesa, estas personas deben incrementar sus niveles de AF a más de 150 min por semana, como también así disminuir sus niveles de adiposidad para disminuir al máximo el riesgo de desarrollar esta enfermedad.

Una de las fortalezas de este estudio es la representatividad nacional de la ENS 2009-2010, como también la medición estandarizada de glicemia para el diagnóstico de DMT2. Se considera que una limitante de este estudio es la medición de la AF a través de cuestionarios autorreportados. Si bien GPAQ ha sido validado internacionalmente<sup>26</sup>, existe evidencia que la medición de actividad física a través de cuestionarios genera una sobreestimación de los niveles reales de actividad física de la población<sup>15</sup>, lo cual podría ocultar la verdadera asociación entre AF y DMT2. Se sugiere que futuras encuestas o evaluaciones nacionales debiesen incorporar la medición objetiva de AF, usando, por ejemplo, acelerómetros de movimiento, que ya han sido utilizados en población chilena<sup>14,15</sup>. A pesar de que la ENS 2009-2010 carece de un diseño de seguimiento longitudinal o de estudio de control aleatorio, por lo que no permite establecer una relación de causa-efecto; las asociaciones observadas en este trabajo han sido también reportadas en estudios longitudinales<sup>24,25,27</sup>.

En conclusión, los resultados sugieren que el aumento de los niveles de AF y disminución de la obesidad juegan un rol esencial para disminuir el riesgo de desarrollar DMT2. Si bien el aumento de la actividad física reduce en cierta medida el riesgo de DMT2 asociado a obesidad o altos niveles de adiposidad, la AF por sí sola no atenúa completamente el efecto nocivo de la obesidad sobre la DMT2. En consecuencia, estudios y políticas públicas orientadas a disminuir la prevalencia de

factores de riesgo cardiovascular, deberían centrarse en mejorar tanto los niveles de AF como también los niveles de obesidad de la población para obtener mayores beneficios en términos de salud. Se sugiere implementar políticas y estrategias que impacten positivamente sobre todo en la población en riesgo, es decir personas obesas o inactivas.

**Agradecimientos:** Se agradece de manera especial a todos los participantes de la ENS 2009-10, al equipo profesional de la Escuela de Salud Pública, de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, quienes desarrollaron y aplicaron la Encuesta Nacional de Salud y al Ministerio de Salud del Gobierno de Chile.

## Referencias

- Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal* 2006; 174 (6): 801-9.
- (WHO) WHO. Diabetes. Nota descriptiva. 2014 [updated 2014. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>.
- Celis-Morales CA, Lyall DM, Welsh P, Anderson J, Steell L, Guo Y, et al. Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ* 2017; 357 (4): j1456.
- Yates T, Zaccardi F, Dhalwani NN, Davies MJ, Bakrania K, Celis-Morales CA, et al. Association of walking pace and handgrip strength with all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: a UK Biobank observational study. *European Heart Journal* 2017; 1 (1): ehx449.
- Celis-Morales C, Lyall DM, Anderson J, Pell JP, Sattar N, Gill J. The association between physical activity and risk of mortality is modulated by grip strength and cardiorespiratory fitness: evidence from 498,135 UK-Biobank participants. *European Heart Journal* 2016; 38 (2): 116-22.
- Steell L, Garrido-Méndez A, Petermann F, Díaz-Martínez X, Martínez MA, Leiva AM, et al. Active commuting is associated with a lower risk of obesity, diabetes and metabolic syndrome in Chilean adults. *J Public Health (Oxf)* 2017; 8 (1): 1-9.
- Díaz-Martínez X, Steell L, Martínez MA, Leiva AM, Salas-Bravo C, Labraña AM, et al. Higher levels of self-reported sitting time is associated with higher risk of type 2 diabetes independent of physical activity in Chile. *J Public Health (Oxf)* 2017; 1 (8).
- Celis-Morales C, Salas C, Alduhishy A, Sanzana R, Martínez M, Leiva A, et al. Socio-demographic patterns of physical activity and sedentary behaviour in Chile: results from the National Health Survey 2009-2010. *Journal of Public Health* 2015; 38 (2): e98-e105.
- Celis-Morales C, Salas C, Alvarez C, Aguilar Farias N, Ramirez Campillos R, Leppe J, et al. [Higher physical activity levels are associated with lower prevalence of cardiovascular risk factors in Chile]. *Rev Med Chile* 2015; 143 (11): 1435-43.
- Labraña AM, Durán E, Martínez MA, Leiva AM, Garrido A, Díaz X, et al. [Effects of a lower body weight or waist circumference on cardiovascular risk: Findings from the Chilean health survey]. *Rev Med Chile* 2017; 145 (5): 585-94.
- Miranda J, Herrera VM, Chirinos JA, Gomez LF, Perel P, Pichardo R, et al. Major Cardiovascular Risk Factors in Latin America: A Comparison with the United States. The Latin American Consortium of Studies in Obesity (LASO). *Plos One* 2013; 8 (1).
- Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380 (9838): 219-29.
- WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks.: WHO; 2009.
- Celis-Morales CA, Perez-Bravo F, Ibanes L, Sanzana R, Hormazabal E, Ulloa N, et al. Insulin Resistance in Chileans of European and Indigenous Descent: Evidence for an Ethnicity x Environment Interaction. *PlosOne* 2011; 6(9): e24690.
- Celis-Morales CA, Perez-Bravo F, Ibañez L, Salas C, Bailey ME, Gill JM. Objective vs. self-reported physical activity and sedentary time: effects of measurement method on relationships with risk biomarkers. *PLoS ONE* 2012; 7 (5): e36345.
- Gill JMR, Celis-Morales CA, Ghouri N. Physical activity, ethnicity and cardio-metabolic health: Does one size fit all? *Atherosclerosis*. 2014;232(2):319-33.
- Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 2012; 380 (9838): 247-57.
- WHO. Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization; 2010. [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/en/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/)
- Lozano R, Naghavi M, Foreman K, Lim S, Shibuya K, Aboyans V, et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010:

- a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet* 2012; 380 (9859): 2095-128.
20. Mansoubi M, Pearson N, Biddle SJH, Clemes S. The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: A systematic review. *Prev Med* 2014; 69: 28-35.
  21. MINSAL. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. Chile: Ministerio de Salud; 2010. <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>
  22. WHO. Global Physical Activity Questionnaire: GPAQ version 2.0. World Health Organization; 2009 2009. [http://www.who.int/chp/steps/resources/GPAQ\\_Analysis\\_Guide.pdf](http://www.who.int/chp/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf)
  23. Nocon M, Hiemann T, Mueller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation* 2008; 15 (3): 239-46.
  24. Qin L, Knol MJ, Corpeleijn E, Stolk RP. Does physical activity modify the risk of obesity for type 2 diabetes: a review of epidemiological data. *European Journal of Epidemiology* 2010; 25 (1): 5-12.
  25. Kriska AM, Saremi A, Hanson RL, Bennett PH, Kobes S, Williams DE, et al. Physical Activity, Obesity, and the Incidence of Type 2 Diabetes in a High-Risk Population. *American Journal of Epidemiology* 2003; 158 (7): 669-75.
  26. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ): Nine Country Reliability and Validity Study. *Journal of Physical Activity & Health*. 2009; 6 (6): 790-804.
  27. Sullivan PW, Morrao EH, Ghushchyan V, Wyatt HR, Hill JO. Obesity, Inactivity, and the Prevalence of Diabetes and Diabetes-Related Cardiovascular Comorbidities in the U.S., 2000-2002. *Diabetes Care* 2005; 28 (7): 1599.

## ARTE Y FOTOGRAFÍA



**Negrta.** Dr. Carlos Saieh Andonie