

Respuesta diferencial de los índices de riesgo metabólico

Esther Morencos Martínez, Pedro J. Benito Peinado, Rocío Cupeiro Coto, Marcela González-Gross, Francisco J. Calderón Montero

Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid

Esther Morencos Martínez
Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Politécnica de Madrid. Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo. c/ Martín Fierro, 7. 28040 Madrid
Correo electrónico: esther.morencos@upm.es

Objetivo: Comparar diferentes índices de riesgo metabólico (IRM) publicados, en una muestra homogénea de sujetos sanos, contrastándolos con el único índice validado que existe. **Métodos:** Se calculó el IRM a través de 5 índices diferentes, en 14 mujeres jóvenes y sanas (edad: $21,47 \pm 2,65$ años; media \pm DE; peso: $58,76 \pm 4,9$ kg; talla: $162,72 \pm 3,70$ cm). Tan sólo uno de ellos fue validado previamente. Cuatro de los IRM se calcularon mediante variables estandarizadas, y 1 mediante análisis factorial. Se calcularon los índices utilizando las concentraciones de triglicéridos, LDL, HDL, glucosa, las mediciones antropométricas de la circunferencia de cintura y cadera, talla, peso y pliegues cutáneos, y la PA. **Resultados:** Los IRM no mostraron relación con el considerado como válido, excepto el IRM de Rizzo *et al.* (2007) sin el componente obesidad, siendo el que mayor asociación presentó ($r = 0,656$; $p < 0,05$). Este índice fue el único que obtuvo valores cercanos al promedio y sin tendencia en el procedimiento de Bland y Altman (1986) entre cada índice con el considerado como válido. El sesgo fue de $0,0001 \pm 0,83$ para este índice sin el componente obesidad y de $0,0001 \pm 0,93$ para el índice completo, mientras que el sesgo de los restantes índices osciló desde $-0,002$ a $0,009 \pm 3,49-5,41$. La dispersión apreciada por

las altas DE queda de manifiesto de manera más relevante cuando se comparan unos índices con los otros: los índices que utilizan la suma de puntuaciones (media \pm DE: desde $-0,001$ a $0,0014 \pm 1,86-2,66$) y los índices que utilizan la media de puntuaciones z y el análisis factorial (media \pm DE: $0,006-0,007 \pm 0,49-0,53$). **Conclusiones:** El índice cuya metodología es más válida es el IRM de Rizzo *et al.* (2007) con respecto al considerado como válido de Wijndaele *et al.* (2006). El resto de los índices miden el riesgo de manera dispar.

Palabras clave: Factores de riesgo. Riesgo cardiovascular. Diagnóstico

Dissimilar responses of metabolic risk scores

Objective: To compare diverse metabolic risk scores (MRS) published, in a homogeneous sample of healthy subjects, against the only validated score that exists. **Methods:** The MRS was calculated in 14 young adult and healthy women (age, 21.47 ± 2.65 yrs, mean \pm SD; weight, 58.76 ± 4.9 kg; height, 162.72 ± 3.70 cm) through 5 different scores. Only 1 of them was previously validated. Four of the MRS were calculated using standardized variables, and 1 through principal component analysis. The scores were derived from the levels of triglycerides, LDL, HDL, glu-

cose, anthropometric measurements of the waist and hip circumference, height, weight, skinfolds and blood pressure. **Results:** None of the MRS showed significant relation with the validated one, except Rizzo *et al.* (2007) metabolic risk score without obesity component, which presented a strong association ($r = 0.656$, $p < 0.05$). This score was the only one that obtained values close to the average and without trend according to the method described by Bland and Altman (1986) for each score and the validated one. The bias was 0.0001 ± 0.83 for this score without obesity component and 0.0001 ± 0.93 for the complete score, while the bias of the remaining scores ranges from -0.002 to 0.009 ± 3.49 to 5.41 . The dispersion appreciated due to the elevated SD is reflected in a more relevant way when comparing the scores: scores that use Z scores sum (mean \pm SD: range from -0.001 to 0.0014 ± 1.86 to 2.66) compared to the scores that used Z scores mean and principal component analysis (mean \pm SD: $0.006-0.007 \pm 0.49-0.53$). **Conclusion:** The most valid methodology score is Rizzo *et al.* (2007) metabolic risk score, with regard to the validated one of Wijndaele *et al.* (2006). The rest of the scores measure the risk unequally.

Key words: Risks factors. Cardiovascular risk. Diagnosis

INTRODUCCIÓN

El riesgo cardiometabólico ha sido definido por la American Diabetes Association⁽¹⁾ y la American Heart Association⁽²⁾ co-

mo el riesgo global de desarrollar diabetes de tipo 2 y enfermedad cardiovascular asociado a factores de riesgo clásicos (como el tabaquismo, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad [c-LDL] elevado, hipertensión o hiperglucemia) y

emergentes (otros factores de riesgo estrechamente relacionados con la obesidad abdominal, como la resistencia a la insulina, niveles bajos de colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad [c-HDL] y altos de triglicéridos (TG), y aumento de los marcadores de inflamación)⁽³⁾.

La suma de estos riesgos cardiovasculares y metabólicos ha sido agrupada bajo el concepto de síndrome metabólico^(4,5). La prevalencia de este síndrome va en aumento; sin embargo, los datos varían en función de la definición utilizada para su diagnóstico^(6,7) o de la definición empleada como criterio en investigación⁽⁸⁾, así como de los factores derivados del estilo de vida y la genética, que determinan la presencia de diferencias geográficas en los riesgos metabólicos⁽⁹⁾.

A pesar de que no existe una definición universal –hecho este que dificulta el alcanzar conclusiones–, diversos estudios de carácter epidemiológico han utilizado índices de riesgo calculados mediante diferentes metodologías y variables, tanto en adultos⁽¹⁰⁻¹²⁾ como en niños y adolescentes⁽¹³⁻¹⁵⁾ (Tabla 1). Hasta la fecha sólo se conoce la validación de uno de estos índices⁽¹¹⁾, con anterioridad a su aplicación en posteriores estudios⁽¹²⁾. El procedimiento de cálculo no se conoce con exactitud^(16,17), por lo que no es posible reproducirlos o compararlos. El motivo principal para crear un índice de riesgo metabólico (IRM) se sustenta en el hecho de que no existe una definición universal del síndrome metabólico para adultos, y menos aún, para niños y adolescentes. Inclusive, se ha argumentado a favor de utilizar índices en lugar de definiciones del síndrome metabólico, al ser estadísti-

camente más sensible y con menor tendencia al error en comparación con una metodología de variables dicotómicas^(18,19).

Aunque existe bastante consenso en las variables y factores que determinan la composición de los índices de riesgo cardiometabólico, también hay bastante discrepancia, tanto si se aplica en pediatría⁽²⁰⁾ como en adultos⁽¹¹⁾. Sin embargo, no conocemos precedentes de la aplicación de varios índices con la misma población.

El objetivo prioritario de este artículo es comparar los IRM publicados en trabajos previos, en una muestra homogénea de sujetos sanos y de IRM esperado bajo, contrastando y mostrando las diferencias con el único índice validado que existe.

MÉTODOS

Sujetos

Se llevó a cabo un estudio transversal en el que participaron 14 mujeres jóvenes y sanas, todas ellas voluntarias, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Politécnica de Madrid, con edades comprendidas entre los 18 y los 28 años (Tabla 2). Como criterios de inclusión se establecieron: ser sujetos físicamente activos, no fumadoras, no consumir sustancia alguna que pudiera alterar los resultados, no presentar alteraciones de salud al comienzo del estudio, procesos infecciosos ni alteraciones electrocar-

Tabla 1. RESUMEN DE ÍNDICES ESTUDIADOS, UTILIZADOS PARA ESTIMAR EL RIESGO METABÓLICO

Estudio	Acronimo	Obesidad	Lípidos	Glucosa o insulina	Presión arterial	Tratamiento estadístico
Estudio <i>Avena</i> ⁽¹³⁾	IRM1	—	c-HDL, c-LDL y TG	Glucosa	—	Suma de 4 puntuaciones z
<i>European Youth Heart Study</i> ⁽¹⁵⁾	IRM2 IRM2_2	CC	c-HDL y TG	Glucosa e insulina	Media de la PAS y PAD	Suma de 6 puntuaciones z
Franks <i>et al.</i> ⁽¹⁰⁾	IRM3 IRM3_3	IMC + ICC / 2	c-HDL y TG	Glucosa e insulina	Media de la PAD y PAS	Suma de 5 puntuaciones z
<i>European Youth Heart Study</i> ⁽¹⁴⁾	IRM4 IRM4_4	Suma de 5 pliegues	c-HDL/CT y TG	Glucosa e insulina	PAS y PAD	Media de 7 puntuaciones z
Wijndaele <i>et al.</i> ⁽¹¹⁾	IRM5	CC	c-HDL y TG	Glucosa	PAD y PAS	Análisis factorial de componentes principales con rotación varimax

CC: circunferencia de cintura; c-HDL: colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; CT: colesterol total; ICC: índice de circunferencia cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal; IRM1: índice de riesgo metabólico de García-Artero *et al.*, 2007; IRM2: índice de riesgo metabólico de Ekelund *et al.*, 2007; IRM2_2: índice de riesgo metabólico de Ekelund *et al.*, 2007, sin componente obesidad; IRM3: índice de riesgo metabólico de Franks *et al.*, 2004; IRM3_3: índice de riesgo metabólico de Franks *et al.*, 2004, sin componente obesidad; IRM4: índice de riesgo metabólico de Rizzo *et al.*, 2007; IRM4_4: índice de riesgo metabólico de Rizzo *et al.*, 2007, sin componente obesidad; IRM5: índice de riesgo metabólico de Wijndaele *et al.*, 2006; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica; TG: triglicéridos

Tabla 2. **DATOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA DEL ESTUDIO**

	Media	DE
Edad (años)	21,5	2,6
Peso (kg)	58,8	4,9
Talla (cm)	162,7	3,7
IMC	22,2	1,5
CC (cm)	69,7	4,2
Circunferencia de cadera (cm)	96,5	4,1
ICC	0,7	0,05
Sumatorio de 6 pliegues (mm)	98,4	18,1
Porcentaje de grasa (%)	17,03	2,8
Glucosa (mg/dL)	77,3	5,2
c-HDL (mg/dL)	63,6	14,5
Triglicéridos (mg/dL)	94,2	48,6
CT (mg/dL)	182,6	30,4
c-LDL (mg/dL)	101,3	20,4

CC: circunferencia de cintura; c-HDL: colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; CT: colesterol total; ICC: índice de circunferencia cintura/cadera; IMC: índice de masa corporal

diográficas y tener un ciclo menstrual regular sin uso de anticonceptivos. Antes de comenzar el estudio, todas los sujetos fueron informados de los objetivos, características y riesgos que podían suponer las pruebas, y firmaron un consentimiento informado de acuerdo con las directrices de la declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos⁽²¹⁾. Por último, este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Madrid.

Exploración física

El índice de masa corporal (IMC) se calculó como: peso (kg) / cuadrado de la estatura (m). Se midieron 6 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraíliaco, abdominal, muslo y gemelo) con un plicómetro (Holtain Limited, Crymych, Reino Unido). Los perímetros medidos fueron la circunferencia de cintura (CC) y la de cadera mediante una cinta antropométrica Harpenden anthropometric tape (Holtain Ltd.). El porcentaje de grasa se calculó utilizando la fórmula de Jackson y Pollock, de 1978⁽²²⁾. Las mediciones se realizaron siguiendo las instrucciones del Grupo Español de Cineantropometría (GREC)⁽²³⁾ y la Asociación Internacional para el Avance en Cineantropometría (ISAK)⁽²⁴⁾. La presión arterial (PA) diastólica (PAD) y

sistólica (PAS) se midió con un esfigmomanómetro aneroides manual siguiendo las recomendaciones habituales⁽²⁵⁾.

Análisis bioquímico

El perfil lipídico (TG, c-LDL, c-HDL y colesterol total) se midió mediante extracción de sangre de la vena cubital tras un mínimo de 10 horas de ayuno previo. Se pidió a los sujetos que evitaran la realización de ejercicio extenuante en las 48 horas precedentes. En la totalidad de los casos, la extracción se realizó por punción en la vena cubital. Las concentraciones de TG, colesterol total y c-HDL se midieron por métodos enzimáticos colorimétricos con un analizador ADVIA 2400 (Siemens®). El c-LDL se calculó por la fórmula de Friedewald⁽²⁶⁾. Las concentraciones de glucosa se midieron en las mismas condiciones de ayuno y reposo en sangre obtenidas por punción en el dedo mediante tiras reactivas (Glucocard Memory 2, A. Menarini Diagnostics, Spain). Los IRM se calcularon según los valores de TG, c-LDL, c-HDL, colesterol total, glucosa y PA, unidos a las mediciones de adiposidad (Tabla 1)^(10,11,13-15).

Análisis estadístico

Para el análisis de normalidad se utilizó el análisis de asimetría y curtosis y la prueba de Kolmogorov-Smirnov, concluyendo que la distribución era paramétrica. Las relaciones entre los diferentes índices fueron estudiadas mediante la correlación de Pearson. Se realizó un análisis factorial que reproducía el cálculo del índice de Wijndaele *et al.*⁽¹¹⁾, mediante el análisis de componentes principales con rotación varimax, y se comprobó la esfericidad con el procedimiento de Bartlett. Se llevó a cabo la comparación de medias entre los índices a través de una prueba *t* de Student para muestras relacionadas. Para determinar el grado de concordancia de todos los índices con el considerado como válido (IRM5) se siguió el procedimiento descrito por Bland y Altman⁽²⁷⁾. El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa SPSS versión 15.0. El nivel de significación se estableció en $\alpha \leq 0,05$.

RESULTADOS

Relación entre los índices de riesgo metabólico

El IRM que mostró correlación significativa ($p < 0,05$) con el considerado como válido fue el IRM de Rizzo *et al.*⁽¹⁴⁾, sin

Tabla 3. DESCRIPCIÓN Y RELACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES DE RIESGO METABÓLICO Y EL ÍNDICE CONSIDERADO COMO VÁLIDO

	Media	DE	IRM5	
			r	p
IRM1	0,000007	2,66	-0,005	0,986
IRM2	0,0014	1,87	0,042	0,886
IRM2_2	-0,0007	1,92	0,338	0,238
IRM3	-0,001	1,86	0,363	0,202
IRM3_3	-0,0007	1,92	0,338	0,238
IRM4	0,0007	0,53	0,500	0,068
IRM4_4	0,0007	0,50	0,656	0,011
IRM5	0,0006	0,49	—	—

DE: desviación estándar; IRM1: índice de riesgo metabólico de García-Artero et al., 2007; IRM2: índice de riesgo metabólico de Ekelund et al., 2007; IRM2_2: índice de riesgo metabólico de Ekelund et al., 2007, sin componente obesidad; IRM3: índice de riesgo metabólico de Franks et al., 2004; IRM3_3: índice de riesgo metabólico de Franks et al., 2004, sin componente obesidad; IRM4: índice de riesgo metabólico de Rizzo et al., 2007; IRM4_4: índice de riesgo metabólico de Rizzo et al., 2007, sin componente obesidad; IRM5: índice de riesgo metabólico de Wijndaele et al., 2006

Tabla 4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS EN DIFERENTES MUESTRAS DEL ANÁLISIS FACTORIAL PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO METABÓLICO SEGÚN WIJNDAELE ET AL.⁽¹¹⁾

	Wijndaele et al.		Morencos et al.	
	CP1	CP2	CP1	CP2
Varianza	33%	27%	38%	31%
Total	59%		69%	
Saturación de cada una de las variables en cada componente				
CC	0,61	0,54	-0,27	-0,63
TG	0,42	0,49	-0,098	0,78
HDL	0,12	-0,9	0,89	-0,15
PA	0,83	0,01	0,92	0,097
Glucosa	0,62	0,04	-0,44	0,69
Variables finales en cada componente				
	CC	TG	HDL	TG
	c-HDL		PA	CC
	PA			Glucosa
	Glucosa			

CC: circunferencia de cintura; c-HDL: colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad; CP1: componente principal 1; CP2: componente principal 2; PA: presión arterial; TG: triglicéridos

componente obesidad (IRM4_4), presentando una fuerte asociación. Por otro lado, el IRM4 muestra un resultado marginalmente significativo, mientras que el resto de los índices no mostraron relación patente (Tabla 3).

Análisis factorial y cálculo de componentes principales

La aplicación del análisis factorial para calcular el IRM validado⁽¹¹⁾ a nuestra muestra presenta igualmente en los resultados dos componentes principales, aunque la varianza explicada es mayor en nuestro caso. Sin embargo, comparando las saturaciones relativas de cada variable en cada uno de los dos factores, se pueden apreciar las diferencias en las variables que constituyen cada factor, al aplicar el análisis en una muestra de población diferente (Tabla 4). El c-HDL y la PA coinciden en el componente 1, y los TG en el componente 2; sin embargo, la CC y los niveles de glucosa tienen, en el análisis factorial aplicado a nuestra muestra de estudio, mayor peso en el componente 2, frente al análisis de Wijndaele et al.⁽¹¹⁾, que se ajustan en el componente 1.

Comparación de los índices

El análisis de la diferencia de medias no mostró diferencias significativas entre los índices de riesgo respecto al IRM5. Sin embargo, en la Figura 1 puede verse una notable diferencia en la dispersión y distribución de los resultados de los índices de riesgo IRM1, IRM2, IRM2_2, IRM3 e IRM3_3 respecto al IRM4, IRM4_4 e IRM5. La figura mencionada muestra un claro ejemplo de cómo 2 sujetos (marcados en línea continua y discontinua) a las que se aplican todos los índices obtienen resultados muy diferentes en cada uno de ellos. De hecho, en los primeros índices los valores que se obtienen son completamente opuestos a los últimos.

Al analizar la concordancia entre los valores de riesgo obtenidos por todos los índices respecto al considerado como válido (IRM5), se observó que todos los valores están dentro de los intervalos de confianza o en el mismo límite, excepto en uno de los gráficos (Figura 2-D). Sin embargo, en estos mismos gráficos se observa una clara tendencia ascendente en la dispersión de los puntos, en todos excepto para IRM4 e IRM4_4. Es decir, a valores bajos, la diferencia es negativa, y a valores altos, positiva (se observa una tendencia lineal). Sólo en la concordancia entre IRM4-IRM5 e IRM4_4-IRM5 los valores de las diferencias de medias son pequeños, y la gráfica

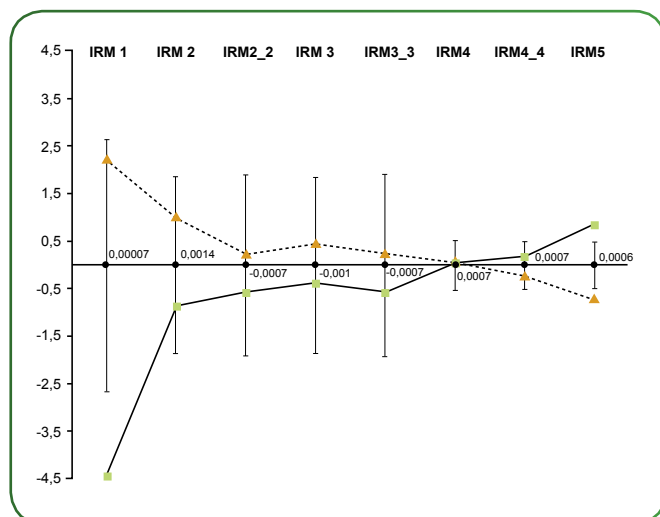


Figura 1. Gráfico de cada uno de los índices de riesgo metabólico, aplicados a los mismos sujetos. Las barras de error muestran la desviación estándar respecto a la media. Los triángulos y cuadrados muestran la evolución de 2 sujetos. IRM1: IRM de García-Artero *et al.*, 2007; IRM2: IRM de Ekelund *et al.*, 2007; IRM2_2: IRM de Ekelund *et al.*, 2007, sin componente obesidad; IRM3: IRM de Franks *et al.*, 2004; IRM3_3: IRM de Franks *et al.*, 2004, sin componente obesidad; IRM4: IRM de Rizzo *et al.*, 2007; IRM4_4: IRM de Rizzo *et al.*, 2007, sin componente obesidad; IRM5: IRM de Wijndaele *et al.*, 2006. IRM: índice de riesgo metabólico.

de dispersión (Figura 2 F-G) muestra los puntos agrupados cercanos al promedio.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este trabajo muestra la heterogeneidad de los IRM, cuando se comparan puntuaciones obtenidas en una misma población. La aplicación de este estudio sobre una población homogénea y sana hace que los resultados limiten su inferencia a una población con estas características, mientras que aún no sabemos si estos mismos resultados se darían en poblaciones afectadas por alteraciones cardiometabólicas.

La dispersión de los resultados varía considerablemente dependiendo de si el cálculo del índice se realiza mediante la suma de puntuaciones z o a través de la media de éstas. El IRM4 e IRM4_4, cuyo cálculo se realiza mediante la media de las puntuaciones z obtenidas, concentra más los resultados, al igual que el IRM5, considerado como válido. Este hecho queda demostrado también en la relación significativa mostrada entre estos últimos índices (Tabla 3) y los límites de acuerdo estrechos encontrados entre ellos (Figura 2), a pesar de que

ambos índices fueron utilizados en poblaciones de diferentes edades en sus respectivos estudios. Por otro lado, utilizar este tipo de puntuaciones z convierte el resultado en específico para la población a la que se le aplica, y no puede ser comparada con otros estudios si no coinciden en características demográficas, distribución de los datos y una tendencia central y variabilidad similares⁽²⁰⁾. Además, el peso de cada variable en la puntuación final se considera equitativo para este procedimiento, aspecto que no sucede en el cálculo por análisis factorial, en el que se mide la carga de cada variable de forma independiente⁽¹¹⁾.

Hasta ahora, el criterio para la inclusión, o no, de unos u otros componentes en el cálculo de los diferentes índices se basa en los resultados de estudios previos que analizan los grados de relación entre las diferentes variables⁽²⁸⁾ y en las definiciones utilizadas para el síndrome metabólico⁽⁵⁾. Sin embargo, como puede verse en la Tabla 1, no existe un criterio universal. Tan es así que, en nuestro caso, la variable insulina no se ha contemplado en el cálculo de los índices, ya que, en poblaciones sanas e incluso con diabetes mellitus de tipo 2, la glucosa sigue siendo un factor independiente y de mejor predicción del riesgo^(29,30).

El análisis de la heterogeneidad en las variables introducidas en los índices estudiados muestra la importancia de conseguir un criterio más unificado o más claro en función de la población a la que se le aplique. La ausencia en la diferencia de medias en nuestros resultados se debe a la heterocedasticidad de los diferentes índices (Tabla 2). Si analizamos los 2 casos que se han presentado en la Figura 1, podemos sacar conclusiones de por qué los índices muestran resultados contradictorios. La puntuación z para la PA se realiza como la media entre la PAD y la PAS en los índices 1 a 3, y como una puntuación z distinta para la PAD y las PAS en el IRM4 y el IRM5. Esto conlleva que el sujeto representado con línea discontinua pase de un mayor a un menor riesgo, y a la inversa en el sujeto representado con línea continua. Si a esto le añadimos que el cálculo del componente obesidad en el IRM4, definido como la suma de los pliegues, da valores positivos mayores que si éste se hubiera obtenido como la CC (IRM2) o ratio (IMC + CC) / 2 (IRM3), el IRM4_4 acaba siendo negativo y, por lo tanto, disminuye su riesgo. Lo que sucede para estos 2 casos ejemplificados, aunque no de forma tan destacada, se extiende al resto de los sujetos de la muestra de este estudio, ampliando así los límites de acuerdo en el procedimiento de validación (Figura 2).

La importancia de estas variables también queda expuesta con la técnica de análisis factorial, en la que se pasa de 5 variables observables a 2 “ficticias” con las cuales se explica un porcentaje determinado de la variación total. Según Wijndaele *et al.*⁽¹¹⁾, al aplicar este cálculo a su muestra, el primer factor

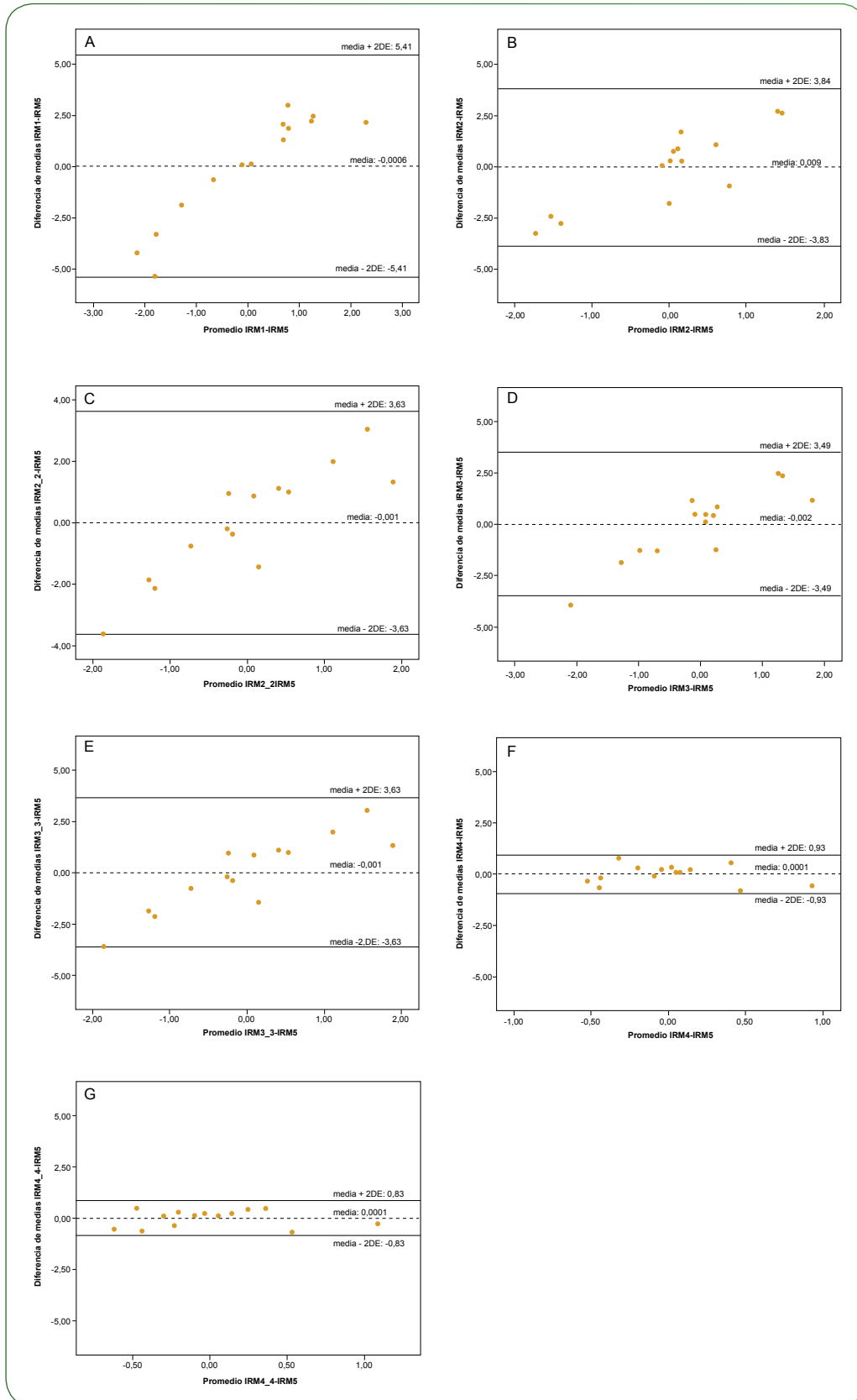


Figura 2. Diagramas de Bland y Altman para todos los índices comparados con el IRM de Wijndaele *et al.*, 2006, considerado como válido. **A:** IRM1-IRM5: IRM de García-Artero *et al.*, 2007-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **B:** IRM2-IRM5: IRM de Ekelund *et al.*, 2007-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **C:** IRM2_2-IRM5: IRM de Ekelund *et al.*, 2007, sin componente obesidad-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **D:** IRM3-IRM5: IRM de Franks *et al.*, 2004-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **E:** IRM3_3-IRM5: IRM de Franks *et al.*, 2004, sin componente obesidad-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **F:** IRM4-IRM5: IRM de Rizzo *et al.*, 2007-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006; **G:** IRM4_4-IRM5: IRM de Rizzo *et al.*, 2007, sin componente obesidad-IRM de Wijndaele *et al.*, 2006. IRM: índice de riesgo metabólico.

agrupa las variables de CC, HDL, PA y glucosa, mientras que el segundo factor sólo contiene los TG. En nuestra muestra, el primer factor agrupa las variables de HDL y PA, y el segundo agrupa CC, TG y glucosa. Estos datos confirman la importancia del c-HDL como variable a incluir en las funciones de cálculo de riesgo en Europa, y más concreto en España⁽³¹⁾, siendo incluida en todos los índices presentados en este estudio. Por otro lado, la PA también es importante, ya que los niveles de lípidos en mujeres que presentan un riesgo bajo pueden perder su ventaja si se combinan con el hecho de que sean fumadoras o tengan hipertensión de grado medio. Según los datos, una persona con un colesterol total de 8 mmol/L puede tener un riesgo 10 veces menor que otra con una concentración de 5 mmol/L si esta última es una persona con hipertensión y fumadora⁽³²⁾. Respecto a las diferencias en los restantes factores, es probable que sea debido a que los estudios epidemiológicos muestran la presencia de diferencias geográficas en los riesgos metabólicos, tanto en Europa como a nivel interregional o incluso en otros continentes⁽⁹⁾. Estas diferencias parecen deberse a cuestiones culturales, estatus socioeconómico, educación⁽³³⁾, etc., es decir, a diferencias en el estilo de vida que implican también factores como el consumo de alcohol y tabaco⁽³⁴⁾, dieta, clima o actividad física. Durante muchos años se ha mantenido el gradiente noreste-suroeste⁽⁹⁾ en cuanto a riesgos cardiovasculares; sin embargo, los continuos estudios hacen que se esté revisando dicha cuestión para reconsiderar la clasificación de países dentro de bajo y alto riesgo⁽³⁵⁾.

CONCLUSIÓN

Existe una relación positiva entre el IRM de Rizzo *et al.*⁽¹⁴⁾ y el de Wijndaele *et al.*⁽¹¹⁾, pero no con los restantes. El proceso de validación muestra que el IRM de Rizzo *et al.*⁽¹⁴⁾ y el de Wijndaele *et al.*⁽¹¹⁾ son comparables al aplicarlos a una población de mujeres jóvenes y sanas. Al mismo tiempo, dichos IRM muestran disparidad con los otros índices.

Existe heterogeneidad en los IRM, que pueden resultar en valoraciones muy dispares entre sí. Así, a la luz de los resultados, es necesario elegir adecuadamente el IRM cuando éste se quiere aplicar a un grupo de sujetos.

Por lo tanto, sigue siendo necesaria la validación de una metodología universal para determinar el riesgo metabólico. Esto permitiría unificar criterios en cuanto a la inclusión de qué variables y qué procedimiento matemático y/o estadístico aplicar, con el fin de alcanzar un método simple y práctico con criterios de referencia estandarizados. Se requieren estudios transversales, con un mayor tamaño de muestra de hombres y

mujeres, en diferentes poblaciones, para constatar los resultados obtenidos en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. Víctor Díaz su ayuda en la corrección del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beckley ET. New ADA initiative moves beyond 'metabolic syndrome'. 'Cardiometabolic risk' proposed as umbrella term for diabetes risk factors. *DOC News* 2006; 3: 1-3.
2. Eckel RH, Kahn R, Robertson RM, Rizza RA. Preventing cardiovascular disease and diabetes: a call to action from the American Diabetes Association and the American Heart Association. *Circulation* 2006; 113 (25): 2943-6.
3. Despres JP, Lemieux I. Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature* 2006; 444 (7121): 881-7.
4. NHLBI. Detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III): ATP III Update 2004: implications of recent clinical trials for the ATP III Guidelines [pdf]; 2004 [updated 2004; cited 2008 23/01/2008]; Available from: <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/cholesterol/index.htm>.
5. IDF. IDF Consensus Worldwide Definition of the Metabolic Syndrome Bruselas: IDF; 2006 [updated 2006; cited 2008 23/01/2008]; Available from: <http://www.idf.org/home/index.cfm?node=1429>.
6. Moebus S, Hanisch JU, Aidelburger P, Bramlage P, Wasem J, Jockel KH. Impact of 4 different definitions used for the assessment of the prevalence of the metabolic syndrome in primary healthcare: the German Metabolic and Cardiovascular Risk Project (GEMCAS). *Cardiovasc Diabetol* 2007; 6: 22.
7. Reinehr T, de Sousa G, Toshke AM, Andler W. Comparison of metabolic syndrome prevalence using eight different definitions: a critical approach. *Arch Dis Child* 2007; 92 (12): 1067-72.
8. Qiao Q. Comparison of different definitions of the metabolic syndrome in relation to cardiovascular mortality in European men and women. *Diabetologia* 2006; 49 (12): 2837-46.
9. Sans S, Kesteloot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular diseases mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J* 1997; 18 (12): 1231-48.

10. Franks PW, Ekelund U, Brage S, Wong MY, Wareham NJ. Does the association of habitual physical activity with the metabolic syndrome differ by level of cardiorespiratory fitness? *Diabetes Care* 2004; 27 (5): 1187-93.
11. Wijndaele K, Beunen G, Duvigneaud N, Matton L, Duquet W, Thomis M, et al. A continuous metabolic syndrome risk score: utility for epidemiological analyses. *Diabetes Care* 2006; 29 (10): 2329.
12. Wijndaele K, Duvigneaud N, Matton L, Duquet W, Thomis M, Beunen G, et al. Muscular strength, aerobic fitness, and metabolic syndrome risk in Flemish adults. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39 (2): 233-40.
13. Garcia-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, Gonzalez-Gross M, et al. [Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study)]. *Rev Esp Cardiol* 2007; 60 (6): 581-8.
14. Rizzo NS, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Sjostrom M. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr* 2007; 150 (4): 388-94.
15. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia* 2007; 50 (9): 1832-40.
16. Katzmarzyk PT, Perusse L, Malina RM, Bergeron J, Despres JP, Bouchard C. Stability of indicators of the metabolic syndrome from childhood and adolescence to young adulthood: the Quebec Family Study. *J Clin Epidemiol* 2001; 54 (2): 190-5.
17. Eisenmann JC, Welk GJ, Ihmels M, Dollman J. Fatness, fitness, and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39 (8): 1251-6.
18. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB, et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care* 2004; 27 (9): 2141-8.
19. Ragland DR. Dichotomizing continuous outcome variables: dependence of the magnitude of association and statistical power on the cutpoint. *Epidemiology* 1992; 3 (5): 434-40.
20. Eisenmann JC. On the use of a continuous metabolic syndrome score in pediatric research. *Cardiovasc Diabetol* 2008; 7: 17.
21. World Medical Association. Declaration of Helsinki. World Medical Association; 2004 [updated 2004 17/05/08; cited 2005 01/05/01]; Available from: <http://www.wma.net/e/ethicsunit/helsinki.htm>.
22. Heyward VH, Stolarczyk LM (eds.). Applied body composition assessment. Champaign: Human Kinetics; 1996.
23. Esparza F. Manual de cineantropometría. 1.^a ed. Navarra: Grupo Español de Cineantropometría (GREC). Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE); 1993.
24. Stewart A. Kinanthropometry - the interdisciplinary discipline. *Journal of Sports Sciences* 2007; 25 (4): 373.
25. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension* 2003; 42 (6): 1206-52.
26. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18 (6): 499-502.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1 (8476): 307-10.
28. Chen W, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. Cardiovascular risk factors clustering features of insulin resistance syndrome (Syndrome X) in a biracial (Black-White) population of children, adolescents, and young adults: the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol* 1999; 150 (7): 667-74.
29. Metter EJ, Windham BG, Maggio M, Simonsick EM, Ling SM, Egan JM, et al. Glucose and insulin measurements from the oral glucose tolerance test and mortality prediction. *Diabetes Care* 2008; 31 (5): 1026-30.
30. Gerstein HC. Glucose: a continuous risk factor for cardiovascular disease. *Diabet Med* 1997; 14 Suppl 3: S25-31.
31. Comin E, Solanas P, Cabezas C, Subirana I, Ramos R, Genabadia J, et al. [Estimating cardiovascular risk in Spain using different algorithms]. *Rev Esp Cardiol* 2007; 60 (7): 693-702.
32. Graham I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, et al. European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary. *Eur Heart J* 2007; 28 (19): 2375-414.
33. Winkleby MA, Jatulis DE, Frank E, Fortmann SP. Socioeconomic status and health: how education, income, and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease. *Am J Public Health* 1992; 82 (6): 816-20.
34. Schroder H, Marrugat J, Elosua R, Covas MI. Tobacco and alcohol consumption: impact on other cardiovascular and cancer risk factors in a southern European Mediterranean population. *Br J Nutr* 2002; 88 (3): 273-81.
35. Muller-Nordhorn J, Binting S, Roll S, Willich SN. An update on regional variation in cardiovascular mortality within Europe. *Eur Heart J* 2008; 29 (10): 1316-26.