

# Efectos agudos del ejercicio resistido y concurrente en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas

Roberto Rebolledo-Cobos<sup>1</sup>, Andrés Peñaloza Florez<sup>1</sup>, Luz Sarmiento-Rubiano<sup>1</sup>, Laura Ardila-Pereira<sup>2</sup>, Jimmy Becerra Enriquez<sup>1</sup>, Adel Rodríguez-Delgado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia. <sup>2</sup>Universidad de Santander, Valledupar, Colombia. <sup>3</sup>Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia.

**Recibido:** 24.05.2018

**Aceptado:** 26.06.2018

## Resumen

El estado postmenopáusico se caracteriza por el aumento sistemático de los factores de riesgo cardiovascular, incluyendo las alteraciones negativas en metabolismo de lípidos. El ejercicio físico ha demostrado efectos benéficos en la regulación de marcadores lipémicos en diferentes poblaciones, sin embargo, en mujeres postmenopáusicas no están bien dilucidados sus efectos. El objetivo del estudio fue determinar el efecto que tiene sobre el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas la realización de una sesión de ejercicios resistidos (ER) o de ejercicios concurrentes (EC), comparados con un grupo control (GC). La metodología del estudio constó de una división aleatoria en tres grupos de 32 mujeres posmenopáusicas voluntarias, un grupo realizó una sesión de ER (n=11), otro grupo una sesión de EC (n=11) y un grupo control realizó ejercicios de flexibilidad (n=10). Inicialmente fue evaluado el perfil lipídico basal, la composición corporal, el *fitness* muscular y se calculó la tasa metabólica basal (TMB). Fue evaluado el perfil lipídico antes, inmediatamente después y 12 horas después de la sesión de ejercicio específica. Como resultados se encontró que entre los tres grupos, no existieron diferencias significativas en las concentraciones plasmáticas de colesterol total, triglicéridos y LDL en ninguno de los momentos de evaluación ( $p>0.05$ ). El grupo EC disminuyó las concentraciones de VLDL 12 horas después de la sesión de ejercicios, en comparación al grupo ER y GC ( $p<0.05$ ); y aumentó significativamente las concentraciones de HDL con relación al grupo ER ( $p<0.05$ ). De este estudio se puede concluir que en las mujeres postmenopáusicas con sobrepeso participantes, el EC puede tener efectos agudos más favorables en el metabolismo de lípidos que el ER, prolongando su efecto hasta 12 horas después de realizarse.

## Palabras clave:

Postmenopausia. Ejercicio físico.  
Entrenamiento de resistencia.  
Fuerza muscular (MeSH).

## Acute effects of resistance and concurrent exercise on the lipid profile of postmenopausal women

### Summary

The postmenopausal condition is characterized by a systematic increase in cardiovascular risk factors, including negative alterations in lipid metabolism. Physical exercise has shown beneficial effects in the regulation of lipemic markers in different populations; however, its effects are not well understood in postmenopausal women. The aim of the study was to determine the effects of resisted exercises (RE), concurrent exercises (CE), compared with a control group (CG) on lipid profile in postmenopausal women. Thirty-two voluntary postmenopausal women were randomly assigned into three groups; one group performed a RE session (n = 11), other group a CE session (n = 11) and control group performed flexibility exercises (n = 10). The basal lipid profile, body composition, muscular fitness were evaluated and the basal metabolic rate (BMR) was calculated before the study. The lipid profile was evaluated before, immediately after and 12 hours after the specific exercise session. The results showed that there was no a statistical significant difference among all groups in plasma concentration of total cholesterol, triglycerides and LDL, in any of the evaluation moments ( $p> 0.05$ ). After 12 hours of exercise session, the CE group decreased more VLDL concentrations than the RE group and control group ( $p<0.05$ ). The CE group increased significantly HDL concentrations in relation to the ER group ( $p<0.05$ ). Therefore, it can be concluded that CE had more favorable acute effects on lipid metabolism than ER, prolonging its effect up to 12 hours after being performed in overweight postmenopausal women.

## Key words:

Postmenopause. Exercise.  
Resistance training.  
Muscle strength (MeSH).

Nota: Para la realización de este estudio bibliográfico se contó con apoyo económico de la Universidad Metropolitana de Barranquilla.

**Correspondencia:** Roberto Carlos Rebolledo Cobos  
E-mail: rrebolledo@unimetro.edu.co

## Introducción

Las altas concentraciones de lípidos representan un factor de riesgo transcendental para el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares (ECV), ya que comúnmente preceden a la disfunción endotelial vascular, protagonizando la formación de la placa aterosclerótica y la respuesta inflamatoria subsiguiente<sup>1</sup>. Estos fenómenos se asocian con el aumento en la secreción de citocinas precursoras de inflamación, de la expresión de moléculas de adhesión (ICAM, VCAM-1), del fibrinógeno y de la actividad de sustancias promotoras de la oxidación<sup>2</sup>.

El ejercicio físico ha demostrado efectos benéficos en la regulación de marcadores lipémicos en diferentes poblaciones, asociando al total de energía gastada durante el ejercicio como el principal determinante de los fenómenos metabólicos subsecuentes<sup>3,4</sup>. La realización de una sesión de ejercicio aeróbico puede disminuir las concentraciones plasmáticas de lípidos que se asocian a la patogénesis aterosclerótica, como las lipoproteínas de baja (LDL) y muy baja densidad (VLDL)<sup>5</sup>, así como también puede aumentar la actividad de la lipoproteína de alta densidad (HDL) quien juega un papel trascendental en la regulación sistémica del exceso de colesterol<sup>6</sup>. Estudios más recientes, han evidenciado cambios favorables en el perfil lipídico después de una sola sesión de ejercicio aeróbico<sup>7,8</sup>.

Por otro lado, los ejercicios para el fortalecimiento muscular con resistencias externas o ejercicios resistidos (ER), se asocian principalmente con respuestas en el sentido funcional de la fuerza y resistencia anaeróbica<sup>9</sup>. Los ER son catalogados como una medida para la prevención de enfermedades crónicas y eventos agudos catastróficos, como infartos o isquemias cerebrovasculares<sup>10</sup>. El rol preventivo del ER tendría su razón de ser debido a su repercusión sobre la asimilación de lípidos y sobre la regulación de los marcadores pro y anti-inflamatorios en el organismo, durante y principalmente, después de la ejecución del ejercicio<sup>11,12</sup>. Pocos estudios han evaluado como una sesión de ER modifica los marcadores lipídicos en el torrente sanguíneo.

La combinación de ER y ejercicios aeróbicos, actualmente conocido como ejercicios concurrentes (EC), ha demostrado tener efectos beneficios sobre el estado de salud y condición física general si es ejecutado de manera regular<sup>13</sup>. No obstante, se ha observado beneficios, así como también mejoras en el perfil lipídico y en la aptitud física general en poblaciones vulnerables, como en personas con obesidad y mujeres postmenopáusicas<sup>14</sup>.

Después de la menopausia, el riesgo de desarrollar ECV en mujeres aumenta<sup>4</sup>, este aumento de la vulnerabilidad está relacionado con la disminución de los niveles del estrógeno, hormona que parece ejercer un papel protector contra el padecimiento de ECV en las mujeres, promocionando un perfil lipídico anti-aterogénico, perfil inmunológico anti-inflamatorio y por acción directa sobre las paredes de los vasos sanguíneos, evitando así la disfunción del endotelio vascular<sup>15</sup>. Las alteraciones fisiológicas, metabólicas y morfológicas asociadas se caracterizan por disminución en el nivel de actividad física, el aumento de índice de masa corporal (IMC), disminución en la masa muscular (sarcopenia), disminución en el metabolismo basal, el aumento en las concentraciones de triglicéridos (TG) y LDL<sup>12</sup>. La adopción del ejercicio físico en el estilo de vida de esta población, puede inducir a la incidir positivamente en varios de los factores de riesgo cardiovascular, como

reducir la masa grasa corporal y regular algunos de los marcadores lipémicos de forma aguda<sup>6</sup>.

El propósito de este estudio fue determinar el efecto agudo que tiene sobre el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas la realización de una sesión de ER y una sesión de EC, comparados con un grupo control.

## Material y método

La presente investigación corresponde a un estudio cuasi-experimental con aleatorización y ciego simple, de exposición-respuesta, basado en los cambios agudos que proporcionan en dos grupos experimentales, dos modalidades de ejercicio físico en marcadores bioquímicos sanguíneos específicos, comparados con un grupo control.

### Sujetos

La muestra consistió en un total de 32 mujeres posmenopáusicas voluntarias, trabajadoras de la Fundación Hospital Universitario Metropolitano en la ciudad de Barranquilla, con un promedio de edad de 54,66 ± 4,04 años, reclutadas a través de la oficina de bienestar laboral. Los criterios de inclusión fueron mujeres postmenopáusicas sin medicación hormonal sustitutiva. Fueron excluidas aquellas que participaran en algún tipo de entrenamiento resistido durante 6 meses antes del estudio y las que tenían un historial médico con enfermedades endocrinas graves, metabólicas y/o neuromusculares, determinados en la valoración realizada por un médico con especialidad en medicina interna. Antes de la participación, cada uno de los sujetos objeto de estudio fueron informados cuidadosamente del diseño del estudio, especialmente los posibles riesgos y molestias relacionadas con los procedimientos, posteriormente dieron su consentimiento informado por escrito.

### Consideraciones éticas

El presente estudio se realizó de acuerdo a los estándares éticos en ciencias del ejercicio<sup>16</sup>, de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. El protocolo fue aprobado por el comité de ética e investigación Institucional de la Universidad Metropolitana de Barranquilla, Colombia.

### Diseño experimental

La totalidad de sujetos objeto de estudio (n=32) fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos, dos experimentales que llevan a cabo una sesión de ejercicios resistidos (ER, n=11) y una sesión de ejercicios concurrentes (EC, n=11), respectivamente; y un grupo control sin ejercicios con gasto energético de consideración (GC, n=10).

Previo a la realización del protocolo experimental, las mujeres fueron citadas para una evaluación inicial de las variables músculo esqueléticas (fuerza dinámica máxima y capacidad funcional de miembros inferiores), la composición corporal (% de grasa y masa magra), valoración antropométrica (talla, peso y perímetro abdominal), tasa metabólica basal y monitorización del comportamiento nutricional de acuerdo a los protocolos que se describen a continuación:

### **Fuerza dinámica máxima**

Con el fin de determinar la fuerza dinámica máxima de los diferentes segmentos corporales de las mujeres, fueron empleados pruebas de una repetición máxima (1RM) para los grupos musculares que realizan los ejercicios resistidos en que se basan los grupos experimentales. La carga máxima de cada sujeto fue determinada con no más de 5 intentos con una recuperación de 4 minutos entre los intentos.

### **Evaluación de la capacidad funcional de miembros inferiores**

El test de sentarse y levantarse en 30 segundos (*30 second sit-to-stand test*) mide la capacidad funcional de los miembros inferiores. La prueba se realizó de la siguiente manera: la posición inicial fue sentado en el centro de una silla (altura 43 cm), con la espalda recta y los pies en una superficie plana colocados sobre el ancho de los hombros, los brazos cruzados a la altura del pecho, con un ángulo de aproximadamente 90° de flexión de cadera y rodilla. A una señal verbal, los participantes se levantaron a bipedestación y luego volvieron a la posición inicial sentados. Se alentó a las participantes que completaran tantas repeticiones como sea posible dentro de un período de 30 segundos.

### **Evaluación antropométrica, composición corporal y tasa metabólica basal**

Se realizó la valoración antropométrica de las mujeres, determinando la talla, peso, y perímetro abdominal utilizando una balanza digital, estadiómetro y cinta métrica marca SECA, de acuerdo a las indicaciones descritas en la resolución 2465 del Ministerio de Salud de Colombia<sup>17</sup>, a partir de los datos obtenidos se calculó el IMC. Utilizando el impedanciómetro bioeléctrico marca Tanita (TBF-300WA Wrestling Body Composition Analyzer) fue determinada la composición corporal, calculando el porcentaje de grasa corporal y de masa magra. La Tasa Metabólica Basal (TMB) fue calculada con la fórmula de Harris-Benedict, modificada con el factor de actividad física (+ 20%):  $TMB = [655,0955 + (9,5634 \times \text{peso en kg}) + (1,8449 \times \text{altura en cm}) - (4,6756 \times \text{edad en años})]$ .

### **Monitorización y direccionamiento del comportamiento nutricional**

El día de la valoración inicial se proporcionó un documento impreso en el cual los sujetos objeto de estudio, previa explicación detallada de la nutricionista, registraron su comportamiento alimentario 3 días previos a la realización del protocolo experimental. Esto con el fin de contrarrestar resultados en el perfil lipídico inverosímiles, derivados del consumo de alimentos cargados excesivamente de grasa, con esto, se intentó reducir las alteraciones en los resultados obtenidos, subsecuentes a comportamientos nutricionales atípicos.

El día del protocolo experimental, fue controlada la ingesta de alimentos estandarizando el consumo calórico previo a la realización de ejercicios a un 60% de la TMB con factor de actividad física para cada caso. La estrategia incluyó un desayuno (cereales y frutas), una merienda (cereales) y un almuerzo (carne de pollo, papas y verduras). Toda la ingesta fue preparada, proporcionada y controlada por un nutricionista. Este procedimiento tuvo como objetivo, garantizar que al momento de ejecutar

la sesión de ejercicios, las concentraciones de lípidos estuvieran influenciadas por conductas nutricionales similares y en cantidades específicas para cada caso individual. La última ingesta de alimentos para cada caso, fue programada con al menos 3 horas previas a la realización de ejercicios, alentando a los participantes a mantenerse hidratados solo con agua.

### **Perfil lipídico basal**

Este procedimiento se realizó a todos los sujetos en un día previo a la realización de ejercicios, en condición de ayuno de al menos 12 horas, las mujeres miembros de los grupos asistieron en las horas de la mañana a las instalaciones del laboratorio clínico de la Fundación Hospital Universitario Metropolitano donde se le realizó la extracción de 5 ml de sangre para la determinación del perfil lipídico basal, que incluye el análisis de las concentraciones séricas de Colesterol Total (CT), HDL, LDL, VLDL y TG.

### **Protocolo experimental**

En un periodo máximo de semana después de la evaluación del *fitness* muscular, un nuevo encuentro fue programado con los sujetos objeto de estudio, a las 5:00 pm, en las instalaciones del gimnasio del Servicio de Fisioterapia de la Fundación Hospital Universitario Metropolitano. A la llegada de los sujetos, inicialmente el nutricionista autorizó la sesión de ejercicios a las mujeres sin comportamientos nutricionales atípicos que pudiesen interferir en los resultados y que siguieron correctamente los procedimientos alimentarios, basados en la revisión del documento de monitorización nutricional.

Muestras de sangre fueron extraídas a las mujeres por una bacterióloga experta, para la evaluación del perfil lipídico antes, inmediatamente terminada la sesión de ejercicios y 12 horas después, en la mañana del siguiente día (en condición de ayuno). Las muestras sanguíneas fueron entregadas en el laboratorio para su análisis inmediatamente después de ser extraídas. Las sesiones de ejercicios por cada grupo experimental y el grupo control se describen a continuación:

### **Protocolo de ejercicios**

Los sujetos del grupo de ER realizaron un calentamiento de 10 min, que consistía en una caminata (5 min) y movilización articular general (5 min), luego ejecutaron un total de 8 ejercicios resistidos (1. *Leg Press*; 2. Extensión de rodilla en maquina; 3. Flexión de rodilla en maquina; 4. Flexión de codo con mancuernas; 5. Extensión de codo con mancuernas; 6. Aducción de hombros con mancuernas desde abducción en decúbito supino; 7. Serrucho unilateral; y 8. Abdominales con peso libre), cada uno a 3 series y cada serie a 15 repeticiones, con una intensidad del 75% de 1RM, la duración total aproximada de dicha sesión fue de 40 minutos.

El grupo de EC realizaron inicialmente un calentamiento de 10 min, que consistía en una caminata (5 min) y movilización articular general (5 min), seguidamente realizaron los mismos ejercicios que el grupo de ER, solo que cada ejercicio se realizaba por solo una serie a 15 repeticiones, al 75% de 1RM. Posteriormente realizaban 20 minutos de pedaleo continuo en cicloergómetro a una intensidad entre el 70 y 80% de la frecuencia cardiaca máxima, la duración total aproximada de esta sesión de ejercicios fue de 40 minutos.

Por indicación implícita del comité científico y de ética de la Universidad Metropolitana de Barranquilla, los sujetos que componen el grupo control (GC) no podían quedar sin alguna intervención que favoreciera, desde cualquier punto de vista, la salud física de los sujetos. Por ello, se decidió que los miembros de este grupo realizaran una serie de ejercicios de estiramientos pasivos que ha demostrado no tener implicaciones metabólicas en el metabolismo de lípidos<sup>18</sup>. La sesión de consistió en un calentamiento de 10 minutos (5 minutos de caminata libre y 5 minutos de movilización de articulaciones) y 30 minutos de estiramientos dirigidos. La duración promedio de esta sesión fue de 40 minutos.

Finalizado cada una de las sesiones de ejercicios, los sujetos fueron instruidos a consumir solo agua sin ningún componente calórico, hasta la mañana del día siguiente, cuando en condición de ayuno se extrajo la muestra de sangre correspondiente a 12 horas post la sesión de ejercicio.

## Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo y comparativo con medidas de medias con respectivas desviaciones estándar. El test de normalidad utilizado fue el de Shapiro-Wilk y el Levene para la homogeneidad. Posteriormente, fue empleado el Test de Análisis de Varianza (ANOVA) *two-way*, intra-grupos y entre grupos. Cuando fue pertinente, fue considerada como prueba post hoc el test de Bonferroni. El nivel de significancia fue de  $p < 0.05$ , considerándolo en todos los análisis.

## Resultados

Los resultados de la valoración inicial de las mujeres, muestran que la asignación al azar no produjo diferencia significativa entre ninguno de los grupos y para ninguna de las variables de rendimiento antes de ejecutar el protocolo experimental (Tabla 1). El IMC en la totalidad de las

mujeres estuvo en un rango entre 25,02 y 37,58, siendo entre 25 y 30 en 23 mujeres, mayor de 30 en 8 mujeres consideradas con obesidad tipo I y solo una mujer tuvo un IMC por encima de 35, siendo considerada con obesidad tipo II, la distribución de las mujeres con obesidad fue equitativa en los tres grupos. El valor de circunferencia abdominal estuvo en un rango entre 84 a 110 cm, estando todas las mujeres con obesidad abdominal acorde con los criterios establecidos por la resolución 2465 de 2016<sup>17</sup>. Los valores promedio de todas las variables analizadas en la valoración inicial de las mujeres para la población total y para cada uno de los grupos experimentales y control se describen en la Tabla 1.

La comparación estadística de los valores promedio entre los grupos experimentales, de las variables del perfil lipídico basal en ayunas y en cada uno de los momentos estipulados en el protocolo experimental (antes, inmediatamente después y 12 horas después del ejercicio), muestran que las sesiones de ejercicio realizadas por los grupos ER y EC no tienen variaciones significativas ( $p > 0.05$ ) en relación al colesterol total, triglicéridos y LDL. La evaluación de las VLDL, mostró ser de manera estadísticamente significativa, más baja en las mujeres del grupo EC 12 horas después de la sesión de ejercicios, comparado con los grupos ER y GC. Se observó también que las HDL a las 12 horas post ejercicio fueron estadísticamente superiores en el grupo de EC en relación al grupo ER (Tabla 2).

En la Tabla 3 se pueden observar las proporciones de variación dentro de los grupos, para cada uno de los componentes del perfil lipídico en ayunas, comparando el análisis basal con el recolectado 12 horas después de la sesión de ejercicios correspondiente. No se encontraron diferencias estadísticas para ninguna de las variables en la comparación de medias entre momentos ( $p > 0.05$ ). La media con mayor variación en el análisis del CT fue la del GC, disminuyendo 10,1%, seguida del grupo ER y EC, con una disminución del 9,8% y 3,5%, respectivamente. El grupo EC mostró mayor proporción de variación en el análisis de los

Tabla 1. Características de sujetos miembros de los diferentes grupos.

Variable	Población total (n=32)	Grupos experimentales			P <sup>3</sup> valor
		ER (n=11)	EC (n=11)	GC (n=10)	
Edad (años)	54,65±4,04	54,82±3,46	54,63±4,59	54,50±4,43	0,98
<b>Características antropométricas</b>					
Peso (kg)	71,31±9,29	70,31±9,44	71,88±10,32	71,80±8,85	0,91
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,52±3,33	27,76±3,28	29,03±3,70	28,82±3,16	0,64
Grasa corporal (%)	36,73±4,68	36,79±4,05	37,04±4,39	36,34±5,97	0,94
Masa magra (%)	44,20±5,69	44,48±3,58	42,66±8,45	45,60±3,58	0,50
Perímetro abdominal	96,23±7,61	94,88±7,56	97,09±8,63	96,78±7,28	0,77
<b>Fuerza y capacidad funcional</b>					
1RM extensión rodilla (kg)	22,78± 4,57	22,36±4,57	23,45±4,20	22,50±5,34	0,84
1RM flexión de codo (kg)	11,15± 3,69	11,45±4,11	10,36±2,50	11,70±4,47	0,68
30" sit-to-stand test (reps)	10,71±2,54	10,55±3,14	10,36±2,38	11,30±2,11	0,68
<b>Requerimientos energéticos (Kcal)</b>					
TMB	1374,4±104,26	1364,32±94,76	1374,95±116,11	1384,98±110,61	0,90
TMBAF	1649,3±125,11	1637,19±113,71	1649,92±139,33	1661,97±132,73	0,90

Valores promedio de las variables analizadas en la valoración inicial de las mujeres para la población total y para cada uno de los grupos experimentales. Valor de P<sup>3</sup> muestra la significancia estadística al comparar los valores promedio de las variables en los tres grupos experimentales. TMB: tasa metabólica basal; TMBAF: tasa metabólica basal con factor de actividad física.

Tabla 2. Comparación entre grupos del perfil lipídico en ayunas basal, antes, inmediatamente después y 12 horas en ayuno después de las sesiones de ejercicios.

Perfil lipídico (mg/dL)	Grupos experimentales			P <sup>3</sup> valor
	ER (n=11)	EC (n=11)	GC (n=10)	
<b>CT</b>				
12 horas ayuno basal	214,36±21,86	217,52±33,05	217,10±38,09	0,93
Pre ejercicio	228,45±73,34	220,18±68,08	222,00±70,16	0,95
Inmediatamente post ejercicio	244,09±66,86	249,27±67,39	213,10±59,38	0,40
12 horas ayuno post ejercicio	193,18±28,18	209,81±33,80	195,20±35,61	0,43
<b>TG</b>				
12 horas ayuno basal	171,09±71,73	167,36±44,12	172,00±51,76	0,98
Pre ejercicio	226,27±96,56	204,63±87,56	222,80±87,21	0,41
Inmediatamente post ejercicio	252,21±102,21	198,09±82,62	250,81±104,09	0,54
12 horas ayuno post ejercicio	166,18±63,93	144,00±29,50	175,50±54,90	0,36
<b>LDL</b>				
12 horas ayuno basal	135,95±15,59	140,63±18,60	137,35±32,48	0,88
Pre ejercicio	131,50±54,36	126,87±49,33	119,05±52,36	0,85
Inmediatamente post ejercicio	137,61±49,15	148,65±50,12	105,00±48,63	0,12
12 horas ayuno post ejercicio	140,46±39,22	155,94±47,84	130,40±23,06	0,32
<b>VLDL</b>				
12 horas ayuno basal	31,05±13,84	30,04±9,55	32,02±14,26	0,92
Pre ejercicio	45,25±19,31	40,92±15,38	44,56±20,72	0,84
Inmediatamente post ejercicio	50,45±29,74	39,61±16,45	50,16±29,86	0,54
12 horas ayuno post ejercicio	33,23±12,78 <sup>a</sup>	23,34±5,50 <sup>b</sup>	37,10±20,80 <sup>a</sup>	<0,05
<b>HDL</b>				
12 horas ayuno basal	42,59±7,19	48,76±6,53	46,13±8,24	0,15
Pre ejercicio	51,70±11,30	52,38±10,36	58,39±21,18	0,53
Inmediatamente post ejercicio	56,02±9,12	61,05±7,99	57,94±16,03	0,59
12 horas ayuno post ejercicio	48,42±9,05 <sup>a</sup>	56,90±7,40 <sup>b</sup>	52,71±8,43 <sup>ab</sup>	<0,05

Valores promedio por grupo de CT: colesterol total; TG: triglicéridos; HDL: lipoproteína de alta densidad; LDL: lipoproteína de baja densidad; VLDL: lipoproteína de muy baja densidad, basal, antes, inmediatamente después y 12 horas después del ejercicio. La comparación de los promedios entre los tres grupos es significativa cuando P<sup>3</sup><0,05. Los promedios en las filas que no comparten la misma letra del superíndice (a, b) son estadísticamente diferentes.

Tabla 3. Variaciones intra-grupos de los componentes del perfil lipídico en ayunas frente al ejercicio físico.

Variable	Basal	Post ejercicio	Δ%	P-valor
<b>Colesterol total (mg/dL)</b>				
ER	214,36±21,86	193,18±28,18	-9,8	0,06
EC	217,52±33,05	209,81±33,80	-3,5	0,59
GC	217,10±38,09	195,20±35,61	-10,1	0,16
<b>Triglicéridos (mg/dL)</b>				
ER	171,09±71,73	166,18±63,93	-2,9	0,86
EC	167,36±44,12	144,00±29,50	-13,9	0,15
GC	172,00±51,76	175,50±54,90	+2,0	0,87
<b>LDL (mg/dL)</b>				
ER	135,95±15,59	140,46±39,22	+3,3	0,72
EC	140,63±18,60	155,94±47,84	+10,9	0,19
GC	137,35±32,48	130,40±23,06	-5,0	0,58
<b>VLDL (mg/dL)</b>				
ER	31,05±13,84	33,23±12,78	+7,0	0,70
EC	30,04±9,55	23,34±5,50	-22,3	0,39
GC	32,02±14,26	37,10±20,80	+15,8	0,53
<b>HDL (mg/dL)</b>				
ER	42,59±7,19	48,42±9,05	+13,6	0,13
EC	48,76±6,53	56,90±7,40	+16,7	0,13
GC	46,13±8,24	52,71±8,43	+14,26	0,06

Valores promedio y proporción de variación del perfil lipídico por grupos. HDL: lipoproteína de alta densidad; LDL: lipoproteína de baja densidad; VLDL: lipoproteína de muy baja densidad, basal, antes, inmediatamente después y 12 horas después del ejercicio.

TG, disminuyendo 13,9% frente a un 2,9 del ER, mientras que en el GC aumento 2,0%. En los grupos ER y EC la tendencia del LDL fue aumentar, mientras que en el GC disminuyó un 5,0%. Solo en el grupo EC se observó una atenuación de las concentraciones plasmáticas de VLDL en el periodo post-ejercicio (22,3%), aumentando las concentraciones de esta variable en el grupo ER (7,0%) y GC (15,8%). La tendencia del HDL en el análisis post-ejercicio fue aumentar en todos los grupos.

## Discusión

Para cada individuo, el metabolismo de los lípidos a nivel sistémico es dependiente de muchos factores, incluyendo la alimentación, el estado de salud física y el gasto energético diario. Este estudio pretendió evidenciar en una población de mujeres postmenopáusicas con características similares, la influencia de las diferentes modalidades de ejercicio físico planteadas, comparado los resultados de los momentos de evaluación (basal, pre ejercicio, inmediatamente post-ejercicio y 12 h post-ejercicio) entre los grupos experimentales. Además, se procuró mostrar la posible influencia del ejercicio físico en la variación del perfil lipídico en ayunas dentro de cada grupo, aunque está claro que la influencia del ejercicio físico no es el único factor determinante de las variaciones del perfil lipídico, ya que en función del tiempo, el déficit energético general y los mecanismos de reposición fisiológica varían de sujeto a sujeto. Lo que realmente es importante clarificar es que, aunque existe limitaciones en cuanto al control de los factores biológicos y comportamentales que influyen en el perfil lipídico, el gasto energético adicional que supone la realización de ejercicio, influye en la magnitud de las respuestas fisiológicas que regulan el metabolismo de lípidos y otros sustratos energéticos.

Los análisis de los resultados derivados de la presente investigación, se basan en las respuestas agudas de las modalidades, volúmenes e intensidades de ejercicio físico planteadas, sobre los lípidos encontrados en el plasma sanguíneo. Estas respuestas no han sido dilucidadas completamente en mujeres postmenopáusicas, población con una relativa vulnerabilidad al padecimiento de ECV. La interpretación de repuestas en momentos subsecuentes a la realización programada de ejercicio físico, goza de gran importancia debido a que permite entablar una descripción útil de la fisiología del cuerpo humano, intentando respaldar la noción en la que se argumentan los beneficios del ejercicio físico no solo durante su ejecución, si no en las horas posteriores, en un periodo de recuperación y reorganización fisiológica.

Hallazgos en la literatura asocian a la realización periódica de ejercicio físico con cambios en variables metabólicas y funcionales, principalmente en combinaciones de ejercicios resistidos con ejercicios aeróbicos<sup>9,19</sup>. Para que existan cambios en IMC, el peso y porcentaje de grasa corporal es necesario implementar programas de ejercicios a largo plazo, lo que se convierte en un limitante de la presente investigación, ya que una sola sesión de ejercicios no produce cambios en la composición corporal. Sin embargo, se ha observado que una sola sesión de ejercicio puede modificar el perfil lipídico de jóvenes, adultos y sujetos con diversos trastornos.

La implementación del ER de manera sistemática por más de 8 semanas, ha mostrado hallazgos asociados a la reducción de las concen-

traciones séricas de CT, TG y LDL, así como el aumento de las concentraciones de HDL<sup>20</sup>, aunque resultados de otros estudios discrepan, como el estudio de Kelley *et al.*<sup>21</sup>, donde alegan que en diferentes periodos de ER (por ejemplo, entre 8 a 20 semanas) no se producen cambios sobre las concentraciones lipoproteínas en el plasma sanguíneo.

Refiriéndonos a los efectos agudos de una sesión de ejercicios, estos se asocian principalmente con el aumento en las concentraciones de HDL. De acuerdo a lo observado por Wallace *et al.*<sup>22</sup>, en un estudio con hombres adultos sanos mostraron un aumento de 12% en las concentraciones plasmáticas de HDL dentro de las primeras 24 horas después de una sesión de ER, con alto volumen e intensidad moderada (7 ejercicios de 3 series y 12 repeticiones al 80% de la fuerza máxima), además de encontrar una disminución del 20% en las concentraciones de TG en el mismo periodo. Resultados muy similares a los encontrados en el presente estudio, el grupo de ER registró un aumento del 13,6% en la HDL con relación a sus registros basales, no encontrando grandes modificaciones en los TG 12 horas después de la realización del ejercicio.

Comparado con el grupo de controles, los sujetos que conforman el grupo ER no presentaron diferencias en las modificaciones de LDL y HDL, dato que refuta los hallazgos del estudio de Correa *et al.*<sup>23</sup>, donde en mujeres postmenopáusicas, los ejercicios resistidos de alto o bajo volumen no redujeron las concentraciones de CT, como tampoco influyó en los niveles de LDL y VLDL, tanto en valores basales como en análisis postprandiales. En la población estudiada, estos resultados asociarían a los ejercicios resistidos a respuestas agudas débiles con respecto al metabolismo de lípidos. Sin embargo, es necesario que exista más evidencia que soporte dicha afirmación, especialmente teniendo en cuenta que la variabilidad en las prescripción de los ejercicios resistidos en cuanto a volumen, intensidad, número de ejercicios, grupos musculares, intervalos de recuperación y velocidad de contracción, puede demostrar resultados disímiles en combinaciones alternas a las planteadas en este estudio.

Una tendencia denotada en los resultados del perfil lipídico antes e inmediatamente después de la sesión de ejercicios, fue que ninguna de las variables mostró diferencia estadística entre los grupos. Sin embargo, a las 12 horas después del ejercicio, el grupo que combinó ejercicios aeróbicos y resistidos evidenció diferencias con el grupo ER y el control, demostrando una reducción importante de la VLDL, rondando aproximadamente el 22% con relación a los registros basales en ayunas del mismo grupo. Parece ser que la realización de ejercicios aeróbicos impacta de mejor manera el metabolismo energético de mujeres postmenopáusicas que solo hacer ejercicios resistidos, el estudio de Weise *et al.*<sup>5</sup>, demostró en esta población que una sesión de ejercicio aeróbico puede disminuir 8,5% las concentraciones de TG y aumentar un 5% las concentraciones de HDL después de las 12 horas de su realización. La magnitud en la variación de TG y HDL dentro del grupo EC en el presente estudio mostró mejores resultados que en la investigación mencionada con anterioridad, disminuyendo los TG un 13% y aumentando la HDL hasta un 16,7% 12 horas después de su realización. Este hallazgo puede ser un indicador de que la combinación de actividades aeróbicas y anaeróbicas repercute de mejor forma en el metabolismo de lípidos de forma aguda en postmenopáusicas.

Los resultados anteriores pueden sugerir que dosis altas de ejercicios resistidos no estimulan la formación de HDL, debido a que

probablemente la movilización inversa de lípidos (hacia el hígado) esta disminuida por las demandas energéticas derivadas del músculo esquelético ejercitado, el cual solicitaría la movilización típica de ácidos grasos. Resultados muy similares a los encontrados en el estudio de Wooten *et al.*<sup>24</sup> y Zotou *et al.*<sup>25</sup>, donde si bien demostraron que hay una influencia positiva de los ejercicios resistidos en la atenuación aguda de los marcadores lipídicos basales y postprandiales en mujeres postmenopáusicas, las altas dosis de estos ejercicios no mostraron modificaciones positivas en las concentraciones sanguíneas de HDL.

Son muchos los autores que no solo han mencionado la reducción en los niveles de actividad física como factor trascendental en potenciamiento del riesgo cardiovascular en mujeres postmenopáusicas, sino que también encuentran agravantes fisiológicos que pueden ser controlados con la realización periódica de ejercicio físico, especialmente en mujeres con sobrepeso. Según el Colegio Americano de Medicina Deportiva, la práctica regular de ejercicios resistidos puede proporcionar mejoras en la salud física general de la mujer, así como ayudar a prevenir y tratar enfermedades relacionadas con riesgo cardiovascular como la diabetes o hipertensión, por lo que estos ejercicios, bajo la supervisión de especialistas, hacen parte actualmente de programas de rehabilitación y acondicionamiento físico, dirigidos a dicha población<sup>26</sup>. Es muy poca la evidencia en la literatura que describe las implicaciones metabólicas agudas de los ejercicios concurrentes en el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas, aunque estudios como los de Figueroa *et al.*<sup>19</sup> y Libardi *et al.*<sup>27</sup> muestran efectos positivos en el control de factores de riesgo cardiovasculares cuando esta modalidad de ejercicio se desenvuelve a largo plazo. De los hallazgos más importantes de la presente investigación, se puede iniciar a suscitar la idea que argumente la ejecución combinada de ejercicios resistidos y aeróbicos para lograr garantizar influencias positivas agudas en el perfil lipídico sanguíneo de mujeres postmenopáusicas, lo que a largo plazo, puede convertirse en un factor protector contra el padecimiento de ECV.

Del análisis de los resultados del presente trabajo de investigación podemos concluir que, en comparación a la realización de una sesión de ejercicios resistidos, una sesión de ejercicio concurrente, podría influir de manera positiva el perfil lipídico de mujeres postmenopáusicas con sobrepeso, principalmente 12 horas después de su realización, disminuyendo las concentraciones plasmáticas de VLDL y aumentando las concentraciones de HDL.

## Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

## Bibliografía

- Pirillo A, Norata G, Catapano A. Postprandial lipemia as a cardiometabolic risk factor. *Curr Med Res Opin.* 2014;30(8):1489-503.
- Chan D, Pang J, Romic G, Watts G. Postprandial hypertriglyceridemia and cardiovascular disease: current and future therapies. *Curr Atheroscler Rep.* 2013;15(3):309-13.
- Wooten J, Phillips M, Mitchell J, Patrizi R, Pleasant R, Hein R, *et al.* Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *Int J Sports Med.* 2011;32(1):7-13.
- Tibana R, Pereira G, De Souza J, Tajra V, Vieira D, Campbell C, *et al.* Resistance training decreases 24 hour blood pressure in women with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr.* 2013;5(1):27-32.
- Weise S, Grandjean P, Rohack J, Womack J, Crouse S. Acute changes in blood lipids and enzymes in postmenopausal women after exercise. *J Appl Physiol.* 2005;99(2):609-15.
- Gilmore L, Crouse S, Carubhn A, Klooster J, Calles J, Meade T, *et al.* Exercise attenuates the increase in plasma monounsaturated fatty acids and high-density lipoprotein cholesterol but not high-density lipoprotein 2b cholesterol caused by high-oleic ground beef in women. *Nutr Res.* 2013;33(12):1003-11.
- Comassi M, Vitolo E, Pratali L, Del Turco S, Dellanoce C, Rossi C, *et al.* Acute effects of different degrees of ultra-endurance exercise on systemic inflammatory responses. *Intern Med J.* 2015;45(1):74-9.
- Gonçalves V, Julio U, Diniz T, de Moura B, Lira F, Takito M, *et al.* Postprandial lipoprotein profile in two modes of high-intensity intermittent exercise. *J Exerc Rehabil.* 2016;12(5):476-82.
- Rebolledo-Cobos R, Correa C, Reischak-Oliveira A. Respuesta metabólica y adaptaciones musculares de mujeres posmenopáusicas al entrenamiento resistido de alto y bajo volumen. *Rev Mov Cient.* 2014;8(1):8-17.
- Agrinier N, Cournot M, Dallongeville J, Arveiler D, Ducimetière P, Ruidavets J, *et al.* Menopause and modifiable coronary heart disease risk factors: a population based study. *Maturitas.* 2010;65(3):237-43.
- Elliott K, Sale C, Cable N. Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med.* 2002;36(5):340-4.
- Moreau K, Deane K, Meditz A, Kohrt W. Tumor necrosis factor- $\alpha$  inhibition improves endothelial function and decreases arterial stiffness in estrogen-deficient postmenopausal women. *Atherosclerosis.* 2013;230(2):390-6.
- Spence A, Carter H, Naylor L, Green D. A prospective randomized longitudinal study involving 6 months of endurance or resistance exercise. Conduit artery adaptation in humans. *J Physiol.* 2013;591(5):1265-75.
- Ho S, Dhaliwal S, Hills A, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health.* 2014;12(704):2-10.
- Costa R, Lima A, Tagliari M, Krue L. Effects of resistance training on the lipid profile in obese women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011;51(1):169-77.
- Harriss D, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research. *Int J Sports Med.* 2011;32(12):819-21.
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Resolución 2465 de junio 14, 2016. (Consultado 06/07/2017) Disponible en: <https://ids.gov.co/web/2016/resoluciones/2465.pdf>
- Lewis-Frank L, Sorensen B, Yasui Y, Tworoger S, Schwartz R, Ulrich C, *et al.* Effects of exercise on metabolic risk variables in overweight postmenopausal women: a randomized clinical trial. *Obes Res.* 2005;13(3):615-25.
- Figueroa A, Park S, Seo D, Sanchez-Gonzalez M, Baek Y. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause.* 2011;18(9):980-4.
- Campbell W, Haub M, Wolfe R, Ferrando A, Sullivan D, Apolzan J, *et al.* Resistance training preserves fat-free mass without impacting changes in protein metabolism after weight loss in older women. *Obesity (Silver Spring).* 2009;17(7):1332-9.
- Kelley G, Kelley K. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Prev Med.* 2009;48(1):9-19.
- Wallace M, Moffatt R, Haymes E, Green N. Acute effects of resistance exercise on parameters of lipoprotein metabolism. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23(2):199-204.
- Correa C, Teixeira B, Macedo R, Bittencourt A, Kruger R, Gross J, *et al.* Resistance exercise at variable volume does not reduce postprandial lipemia in postmenopausal women. *Age.* 2014;36(2): 869-79.
- Wooten J, Phillips M, Mitchell J, Patrizi R, Pleasant R, Hein R, *et al.* Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *Int J Sports Med.* 2011;32(1):7-13.
- Zotou E, Magkos F, Koutsari C, Fragopoulou E, Nomikos T, Sidossis L, *et al.* Acute resistance exercise attenuates fasting and postprandial triglyceridemia in women by reducing triglyceride concentrations in triglyceride-rich lipoproteins. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110(4):869-74.
- Chodzko-Zajko W. Exercise and physical activity for older adults. *Kinesiol Rev.* 2014;3(1):101-6.
- Libardi C, De Souza G, Cavaglieri C, Madruga V, Chacon-Mikahil M. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- $\alpha$ , IL-6, and CRP. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(1):50-6.