

Rael, B.; Alfaro-Magallanes, V.M.; Romero-Parra, N.; Barba-Moreno, L.; Butragueño, J.; Cupeiro, R.; Peinado, A.B. (2023) Body Composition in Premenopausal and Postmenopausal Well-Trained Females . Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 23 (89) pp. 304.315 <https://doi.org/10.15366/rimcafd2022.89.021>

ORIGINAL

COMPOSICIÓN CORPORAL EN MUJERES DEPORTISTAS PREMENOPÁUSICAS Y POSTMENOPÁUSICAS

BODY COMPOSITION IN PREMENOPAUSAL AND POSTMENOPAUSAL WELL-TRAINED FEMALES

Rael, B.; Alfaro-Magallanes, V.M.; Romero-Parra, N.; Barba-Moreno, L.; Butragueño, J.; Cupeiro, R. y Peinado, A.B.

LFE Research Group, Department of Health and Human Performance, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (España)
beanad16@gmail.com, vm.alfaro@upm.es, n.romero@upm.es,
laurabarbamoreno91@gmail.com, javier.butragueno@gmail.com, rocio.cupeiro@upm.es,
anabelen.peinado@upm.es

FINANCIACIÓN

NRP y VMAM están becados por la Universidad Politécnica de Madrid. El proyecto de investigación IronFEMME cuenta con el apoyo económico del Ministerio de Economía y Competitividad, Convocatoria de ayudas I+D 2016, Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016 (Contract DEP2016-75387-P).

Código UNESCO / UNESCO code: 241104 Fisiología Endocrina / Endocrine Physiology

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification: 6. Fisiología del ejercicio / Exercise Physiology

Recibido 31 de octubre de 2020 **Received** October 31, 2020

Aceptado 24 de enero de 2021 **Accepted** January 24, 2021

RESUMEN

Objetivo: El propósito fue analizar la influencia de las hormonas sexuales en la composición corporal de deportistas con diferente estatus hormonal.

Metodología: 46 mujeres eumenorreicas, 41 usuarias de píldora anticonceptiva monofásica y 16 mujeres postmenopáusicas bien entrenadas participaron en el estudio. Las voluntarias realizaron un Dual-energy X-ray Absorptiometry scan (DXA) y una bioimpedancia durante la fase folicular temprana y no hormonal, verificado con una analítica.

Resultados: La prueba ANCOVA no mostró diferencias ni en las variables medidas con DXA (peso, masa grasa androide y ginoide, masa grasa total y

masa libre de grasa) ni en las de bioimpedancia (peso, masa grasa, masa libre de grasa y agua corporal total).

Conclusión: Las hormonas sexuales parecen no influir en la composición corporal de mujeres activas. Las mujeres postmenopáusicas activas presentan una distribución de masa grasa similar a las premenopáusicas, lo que podría explicarse por el efecto positivo de la actividad física.

PALABRAS CLAVE: Eumenorreicas, píldora anticonceptiva, hormonas sexuales, masa grasa, masa libre de grasa, ejercicio.

ABSTRACT

Purpose: The aim was to analyse the influence of sex hormones on body composition in well-trained females with different hormonal environments.

Methods: Sixty-six eumenorrheic, forty-one low-dose-monophasic oral contraceptive users and sixteen postmenopausal well-trained females participated in this study. Volunteers underwent a Dual-energy X-ray Absorptiometry scan (DXA) and a bioimpedance during the early-follicular and the withdrawal phase, verified with blood samples.

Results: ANCOVA test reported no differences neither in DXA measurements (weight, fat free mass, fat mass, android and gynoid fat mass) nor in bioimpedance variables (weight, fat free mass, fat mass and total body water) among study groups.

Conclusion: Sex hormones seems not to influence body composition in active women. Curiously, premenopausal and postmenopausal active women present the same fat mass distribution. It could be explained by the positive effect exercise has on body composition, and this in turn on preventing cardiovascular and metabolic diseases in this population.

KEY WORDS: Eumenorrheic, oral contraceptive, sex hormones, fat mass, fat free mass, exercise.

INTRODUCCIÓN

Las hormonas sexuales (HEx) endógenas (17 β -estradiol y progesterona) juegan un papel fundamental en el aparato reproductor femenino, pero además también tienen un rol muy importante en el metabolismo de los lípidos, la distribución de la masa grasa y en el músculo esquelético. Esto es debido a la presencia de receptores de HEx en aparatos no reproductivos como el hipotálamo, aparato cardiovascular (1), túbulo renales, hígado, músculo esquelético y tejido adiposo (2).

Las HEx, concretamente el estradiol, aumenta la acción de la lipoproteína lipasa, estimulando la oxidación lipídica y disminuyendo la de los carbohidratos (3). Sin embargo, más que la acción individual del estradiol es la interacción de estradiol y progesterona lo que parece ser crucial. De hecho, el aumento del ratio estradiol/progesterona podría determinar el efecto final sobre el metabolismo de las grasas (4). Estas dos hormonas son también importantes para el

mantenimiento del tejido músculo esquelético, promoviendo no sólo el crecimiento del mismo, sino también su regeneración (5). Con relación a la regulación de los fluidos corporales, las HEx juegan un papel fundamental, influenciando la retención de líquidos en mujeres. Concretamente, los líquidos corporales están regulados por una hormona producida en el hipotálamo llamada arginina vasopresina. Debido a la presencia de receptores de estradiol en el núcleo hipotalámico, esta hormona sexual puede promover cambios en la regulación de los líquidos corporales (1). Además, elevados niveles de progesterona también pueden estimular la retención de agua, mediante el aumento en la producción de aldosterona (hormona que actúa en los túbulos renales estimulando la reabsorción de Na⁺ and excreción de K⁺) (6).

Todos estos efectos fisiológicos podrían verse alterados en el caso de las mujeres que toman anticonceptivos orales. En las últimas décadas, el uso de la píldora anticonceptiva ha sido extendido entre las mujeres, induciendo una reducción en la secreción de estradiol y progesterona debido a la ingesta de ethinyl estradiol y progestágenos (7). En relación con las HEx exógenas, hay menor conocimiento de su impacto en la fisiología femenina. Se ha sugerido que el ethinyl estradiol tiene acciones similares a los mineralocorticoides, activando el Sistema renina-angiotensina-aldosterona y favoreciendo la retención de Na⁺ y líquidos, mientras que los progestágenos tienen acciones contrarias a los mineralocorticoides, lo que antagoniza los efectos sobre el Na⁺ y la retención de líquidos (8-10). Por el contrario, otros estudios reportaron que la administración de ethinyl estradiol y progestágenos incrementa el volumen plasmático y que incluso la combinación de ambas hormonas exógenas provoca un incremento mayor (11). Además, una revisión reciente concluyó que la administración de ethinyl estradiol puede inhibir el proceso lipolítico (12). Por tanto, debido al diferente ambiente hormonal que presentan las mujeres usuarias de la píldora anticonceptiva en comparación con las eumenorreicas, podrían existir diferencias fisiológicas entre ellas. Por otro lado, las mujeres postmenopáusicas también podrían comportarse de manera diferente debido a la pérdida de la función ovárica y, en consecuencia, el descenso en la concentración de estradiol y progesterona(13). La edad va asociada a un descenso de líquidos (14), masa magra y a un aumento en el tejido adiposo, concretamente la masa grasa androide(15-17), y esto en consecuencia, incrementa el riesgo de sufrir enfermedades metabólicas y cardiovasculares tras la menopausia (18). Sin embargo, parece que estos efectos postmenopáusicas pueden ser atenuados con la práctica de actividad física (19).

La literatura científica revisada muestra una influencia de la concentración de las HEx en el metabolismo durante el ejercicio, aumentando la oxidación de lípidos en usuarias de píldora anticonceptiva y disminuyéndolo en las postmenopáusicas (4). Sin embargo, aún está poco claro cómo estos cambios en el metabolismo durante el ejercicio afectan la composición corporal (CC) de las mujeres cuando entrenan con frecuencia. Aunque la influencia de las HEx sobre la regulación de líquido corporal y el metabolismo de las grasas ha sido estudiado recientemente en mujeres sedentarias (15, 20, 21), aún queda por analizar cómo esta influencia modifica el agua corporal total (ACT), la masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG) en mujeres entrenadas.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es analizar la influencia de las HEx en diferentes variables de la CC en mujeres entrenadas, comparando tres perfiles hormonales diferentes: mujeres eumenorreicas, mujeres usuarias de píldora anticonceptiva monofásica de baja carga hormonal y mujeres postmenopáusicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Se trata de un estudio transversal realizado con sesenta y seis mujeres eumenorreicas (32.9 ± 10.2 años; 163.7 ± 5.9 cm), cuarenta y una mujeres usuarias de píldora anticonceptiva monofásica de baja carga hormonal (26.5 ± 4.7 años; 163.1 ± 5.9 cm) y dieciséis postmenopáusicas (51.7 ± 3.7 años; 160.9 ± 5.3 cm) participaron en el presente estudio. La marca y formulación de las píldoras fueron: Cecilia® (n=4): ethinyl estradiol 0.03 mg y dienogest 2 mg; Drosure® (n=2): ethinyl estradiol 0.03 mg y drospirenone 3 mg; Yasmin® (n=9): ethinyl estradiol 0.03 mg y drospirenone 3 mg; Loette® (n=5): ethinyl estradiol 0.02 mg y levonorgestrel 0.1 mg; Levobel® (n=3): ethinyl estradiol 0.02 y levonorgestrel 0.1; Diane® (n=5): ethinyl estradiol 0.035 mg y cyproterone 2 mg; Edelsin® (n=2): ethinyl estradiol 0.035 y Norgestimate 0.25 mg; Drosbelalleflex® (n=2): ethinyl estradiol 0.02 mg y Drospirenone 3 mg; Melodene® (n=2): ethinyl estradiol 0.015 mg y gestodene 0.06 mg; Linelle® (n=3): ethinyl estradiol 0.02 mg y levonorgestrel 0.1 mg; Stada® (n=1): ethinyl estradiol 0.02 mg y drospirenone 3 mg; Sibilla® (n=3): ethinyl estradiol 0.03 mg y dienogest 2 mg. Todas las participantes eran mujeres altamente entrenadas en resistencia y/o fuerza: (i) 1.3 ± 0.4 horas cada sesión, 3.9 ± 1.1 sesiones a la semana y con 7.7 ± 5.2 años de experiencia en el caso de las mujeres eumenorreicas; (ii) 1.4 ± 2.1 horas cada sesión, 3.7 ± 1.2 sesiones a la semana y con 6.6 ± 4.5 años de experiencia en el caso del grupo usuario de píldora; (iii) 1.2 ± 0.3 horas cada sesión, 3.9 ± 1.2 sesiones a la semana y con 7.9 ± 3.3 años de experiencia en el caso de las mujeres postmenopáusicas. Carrera, crossfit, triatlón y carreras de obstáculos eran los deportes más comunes entre las voluntarias. Los criterios de exclusión eran: ser fumadora en el momento del estudio o en los últimos 6 meses, patologías tiroideas no controladas con o sin medicación, uso de cualquier medicación no tiroidea o suplementos alimenticios que alteren la función vascular, embarazo y ovariectomía uni o bilateral. Al comienzo de la toma de datos, todas las participantes rellenaron un cuestionario con información sobre su experiencia de entrenamiento, estado de salud y tipo de píldora usado cuando era necesario. Un consentimiento informado fue firmado por cada voluntaria en el que se le informaba de todos los procedimientos y riesgos asociados. Primero se informa, con posterioridad las que acepten firman el consentimiento Informado de acuerdo con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos de Garantías de los Derechos Digitales (LOPDGDD), de 5 de diciembre, El reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016, y a la anterior Ley Orgánica LOPD 15/1999 de 13 de diciembre, sus datos de carácter personal serán integrados en un fichero para su tratamiento automatizado, según los principios establecidos de confidencialidad, integridad y disponibilidad de datos y con la finalidad de informar... El protocolo

experimental fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Politécnica de Madrid, con el código DEP2016, y está acorde con el Código de Ética de la Asociación Mundial de la Salud (Declaración de Helsinki, 2013) (22).

Protocolo Experimental

Las pruebas de CC fueron llevadas a cabo en un estado hormonal similar para los tres grupos de estudio (bajos niveles de HEx): durante la fase folicular temprana (entre el día 2 y 5 de ciclo, siendo el primer día de sangrado el comienzo del ciclo menstrual) en el caso de las mujeres eumenorreicas, durante la semana no hormonal (entre el día 3 y 7 de la semana de placebo) en el caso de las usuarias de píldora y en cualquier momento para las postmenopáusicas. El protocolo incluyó, en días diferentes, un Dual-energy X-ray Absorptiometry scan (DXA) y una bioimpedancia entre las 8-10 am siguiendo las recomendaciones estándar (23). El primer día que las participantes venían al laboratorio se realizaba el DXA. Sin embargo, debido al abandono de 21 mujeres durante la toma de datos, tan sólo cincuenta y seis mujeres eumenorreicas, treinta y cinco usuarias de píldora y trece postmenopáusicas hicieron la bioimpedancia.

Dual-energy X-ray Absorptiometry scan

El DXA (Version 6.10.029GE Encore 2002, GE Lunar Prodigy; GE Healthcare, Madison, WI, USA) fue realizado, entre las 8-10 am en ayunas, para obtener variables de CC tales como peso, MG y MLG. Las voluntarias no realizaron actividad física las 24h antes de la prueba. El DXA era calibrado cada dos días usando la fantoma suministrado por el fabricante. Las participantes realizaron la prueba en ropa interior, con su cuerpo en posición supino y sus pies juntos y unidos por una banda. Durante la medición, se les indicó que evitaran moverse y hablar. El DXA fue siempre realizado por el mismo investigador.

Bioimpedancia

La bioimpedancia (Biológica Tecnología Médica SL: Tanita BC-418 MA, Tokyo, Japan) fue realizada entre las 8-10 am para obtener variables de CC como peso MG, MLG y ACT. Las voluntarias no realizaron actividad física ni tomaron café las 24 horas previas a la prueba. Primero, el investigador introducía la edad, sexo y talla de la voluntaria, que era previamente medida con un estadiómetro (SECA-213, Valencia, España; rango 20-205 cm). A continuación, cada sujeto permanecía erecto y descalzo, con la planta de los pies posicionada en la zona sobre el electrodo de contacto del dispositivo de bioimpedancia. Esta prueba era siempre llevada a cabo por el mismo investigador.

Muestras sanguíneas

Todas las muestras sanguíneas eran obtenidas por venopunción en un vacutainer que contiene activador de coagulación. Esa sangre se dejaba reposar y coagular, para su posterior centrifugación (Biosan LMC-3000 version V.5AD) durante 10 minutos a 3000 rpm. Después, el plasma fue transferido a tubos de

ependorf y congelado a -80°C hasta que se llevó a analizar. Entre 1 y 15 días tras la prueba, las muestras sanguíneas eran llevadas al laboratorio del Centro Nacional de Medicina del Deporte de España (Madrid, España) para determinar las HEx y verificar los perfiles hormonales de las participantes.

Las muestras sanguíneas se analizaron en el laboratorio de la Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD), ubicado en Madrid. 17 β -estradiol, progesterona, hormona folículo estimulantes (FSH) y la hormona luteinizante (LH) fueron medidas con COBAS E411 (Roche Diagnostics, GmbH, Mannheim, Germany), usando la tecnología de inmunoensayo de electro quimioluminiscencia (ECLIA). Los coeficientes de variación (CV) inter- e intra-ensayo reportados por el laboratorio para cada variable fueron respectivamente: 11.9% y 8.5% a 93.3 pg/ml y 6.8% y 4.7% a 166 pg/ml para el 17 β -Estradiol; 23.1% y 11.8% a 0.7 ng/ml y 5.2% y 2.5% a 9.48 ng/ml para la progesterona; 5.3% y 1.8% a 1.2 mIU/ml para la FSH; 5.2% y 1.8% a 0.54 mIU/ml para la LH.

Análisis estadístico

Todos los datos son mostrados a través de la media \pm Desviación Estándar (DE). La prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov fue realizada para asegurarnos de que la muestra se distribuía normal. A continuación, las comparaciones entre grupos (eumenorreicas, usuarias de píldora y postmenopáusicas) fueron llevadas a cabo usando one-way ANCOVA y la edad fue usada como covariable. La prueba de Scheffé fue usada para examinar las comparaciones por pares. Todas las pruebas se realizaron con una significación del 5%. La estadística fue llevada a cabo usando el software SPSS versión 20.1 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

RESULTADOS

La prueba ANCOVA de una vía mostró diferencias en la edad entre todos los grupos ($F_{2,96}=138.716$; $p<0.001$), pero no reportó en la talla ($F_{2,96}=1.364$; $p=0.261$). Con relación a su nivel de entrenamiento, no se hallaron diferencias para los años de experiencia ($F_{2,126}=0.868$; $p=0.422$), sesiones a la semana ($F_{2,126}=0.906$; $p=0.407$), ni en el tiempo por sesión ($F_{2,126}=0.178$; $p=0.837$). Por último, los datos hormonales (Figura 1) mostraron diferencias significativas para FSH y LH ($p<0.001$ para ambas hormonas), teniendo las mujeres postmenopáusicas los valores más altos ($p=0.034$). Sin embargo, ni el estradiol ($p=0.103$), ni la progesterona ($p=0.169$) ni el ratio estradiol/progesterona ($p=0.287$) reportó diferencias entre grupos.

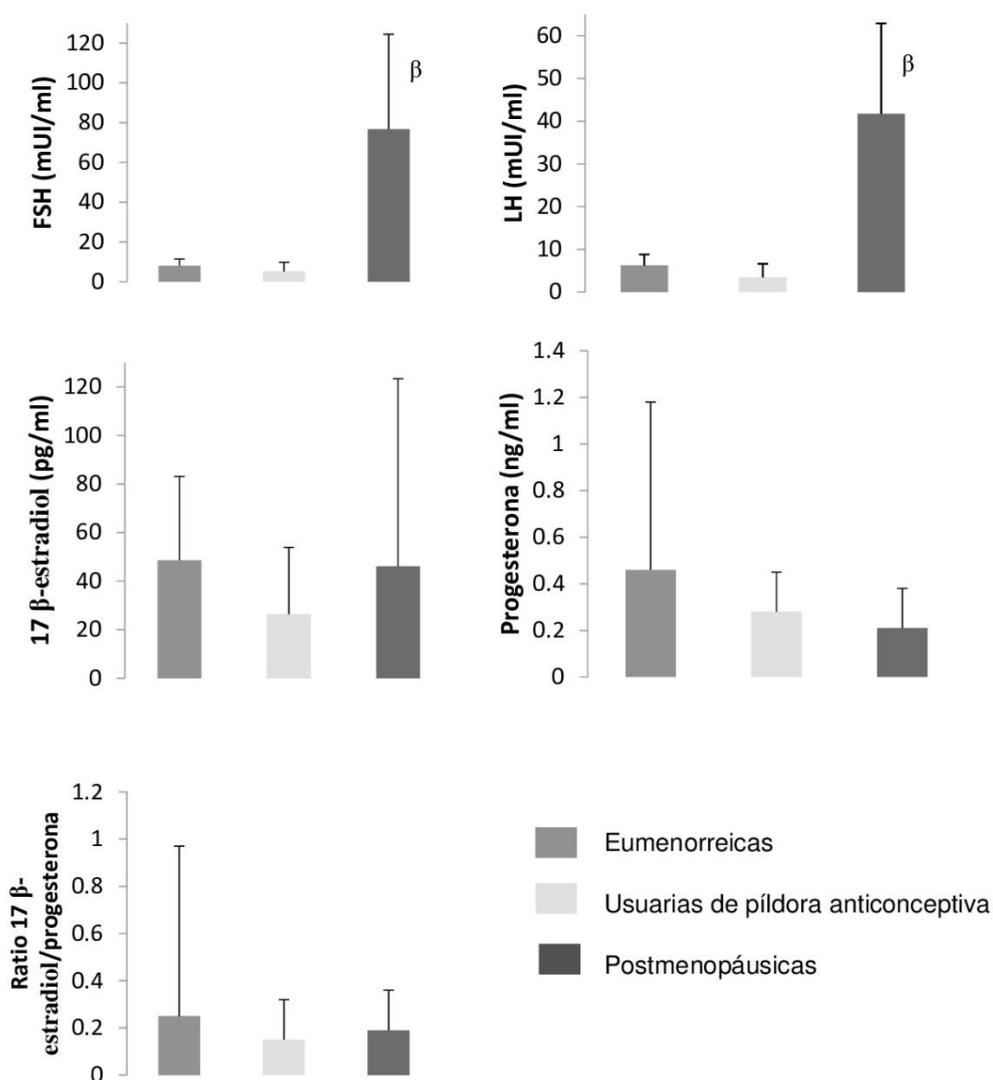


Figura 1: Niveles de hormonas sexuales en los diferentes perfiles hormonales analizados: mujeres eumenorreicas, usuarias de píldora monofásica y mujeres postmenopáusicas. FSH: hormona foliculoestimulante; LH: hormona luteinizante
^β Diferencias significativas en mujeres postmenopáusicas respecto a las eumenorreicas y usuarias de píldora anticonceptiva ($p < 0.001$).

Con relación a las variables de CC (Table 1), las mediciones en DXA no mostraron diferencias para peso ($F_{2,119}=1.184$), porcentaje de MLG ($F_{2,119}=0.233$) ni porcentaje de MG ($F_{2,119}=0.233$) entre mujeres entrenadas con diferentes perfiles hormonales. Además, los porcentajes de MG androide y MG ginoide no varía entre grupos ($F_{2,119}=1.037$ and $F_{2,119}=0.515$ respectivamente). En el caso de los resultados de bioimpedancia, las variables de CC tampoco mostraron diferencias entre grupos: peso ($F_{2,100}=0.739$), porcentaje de MLG ($F_{2,101}=1.033$), porcentaje de MG ($F_{2,100}=2.245$) y ACT ($F_{2,100}=0.915$).

Tabla1: Variables de CC medidas con DXA y bioimpedancia en mujeres deportistas con diferentes perfiles hormonales.

	Eumenorreicas		Usuarías de píldora anticonceptiva		Postmenopáusicas		p	η^2	
	Media \pm DE	n	Media \pm DE	n	Media \pm DE	n			
DXA	Peso (Kg)	59.74 \pm 8.73	66	57.80 \pm 6.02	41	56.69 \pm 8.16	16	0.309	0.020
	MLG (%)	75.35 \pm 6.73	66	74.59 \pm 5.64	41	74.56 \pm 7.13	16	0.793	0.004
	MG (%)	24.65 \pm 6.73	66	25.41 \pm 5.64	41	25.44 \pm 7.13	16	0.793	0.004
	MG Androide (%)	5.77 \pm 1.41	66	6.07 \pm 1.08	41	6.31 \pm 1.96	16	0.358	0.017
	MG Ginoide (%)	25.73 \pm 3.15	66	25.51 \pm 2.26	41	24.81 \pm 4.10	16	0.599	0.009
BIO	Peso (Kg)	58.28 \pm 6.93	56	57.73 \pm 5.86	35	54.95 \pm 3.71	13	0.423	0.017
	MLG (%)	79.16 \pm 5.24	56	79.66 \pm 4.09	35	79.21 \pm 7.22	13	0.360	0.020
	MG (%)	20.96 \pm 5.22	56	20.49 \pm 4.14	35	22.54 \pm 4.20	13	0.111	0.043
	ACT (kg)	33.84 \pm 3.40	56	33.63 \pm 2.27	35	31.15 \pm 1.57	13	0.404	0.018

CC: Composición corporal; DXA: dual-energy x-ray absorptiometry; BIO: bioimpedancia; MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; ACT: agua corporal total.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue analizar la influencia de las HEx en la CC de mujeres deportistas con diferentes perfiles hormonales: mujeres eumenorreicas, usuarias de píldora anticonceptiva monofásica de baja carga hormonal y mujeres postmenopáusicas. El principal hallazgo fue la ausencia de diferencias entre las mujeres pre y postmenopáusicas. Además, las chicas usuarias de píldora anticonceptiva tampoco presentan diferencias en CC con respecto a las no usuarias.

La literatura previa sugiere que tras la menopausia se produce un descenso en la MLG. La pérdida de masa muscular en mujeres postmenopáusicas parece ser debida al descenso de las HEx, especialmente el estradiol, que ocurre por la pérdida de la función ovárica (24). Hay bastante evidencia científica de que la deficiencia de estradiol induce la apoptosis del músculo esquelético, contribuyendo así a la pérdida de masa muscular y, en consecuencia, de fuerza (24). Sin embargo, las voluntarias postmenopáusicas de la presente investigación no presentaron valores de MLG menores que las premenopáusicas. Distefano, et al. (2018) observaron un descenso en la masa muscular de un 10% en mujeres sedentarias (50 años) (25), Baumgartner et al. (1998) reportaron un descenso del 23.6% en mujeres sedentarias de 70 años en comparación con las premenopáusicas (26), mientras que nuestras mujeres atléticas no sufrieron una reducción de la MLG. Del mismo modo, un importante descenso del ACT fue observado en mujeres sedentarias postmenopáusicas (15). Estos valores bajos de ACT pueden estar relacionados con los valores bajos de MLG en esta población, ya que una gran cantidad del agua corporal es almacenada en los músculos. De hecho, el contenido de agua en los músculos representa el mayor componente del peso corporal (aproximadamente un 76%) (27). Además, la edad está asociada con una mayor osmolaridad plasmática y una reducción de la sensación de sed, favoreciendo el descenso de fluido

corporal (deshidratación), lo que podría ser otra explicación para este descenso de agua tras la menopausia (14). Sin embargo, una vez más, los resultados de este estudio no mostraron diferencias en el ACT en mujeres postmenopáusicas atléticas en comparación con las premenopáusicas.

Las discrepancias entre estudios analizando la influencia de las HEx en la CC puede deberse a las diferencias en el estado de entrenamiento, ya que los estudios previos se han llevado a cabo con mujeres sedentarias. Se sabe que el ejercicio es crucial para prevenir la pérdida de masa muscular tras la menopausia, o al menos para evitar un descenso muy (25, 28). Por tanto, la pérdida de masa muscular, y en consecuencia del ACT es menos pronunciado, o incluso evitado, en mujeres que practican ejercicio de manera regular. Por último, hay que destacar la ausencia de diferencia en la distribución de MG entre los grupos del presente estudio. Sin embargo, estudios previos reportaron un incremento en la MG androide y un descenso en la MG ginoide en mujeres postmenopáusicas sedentarias (16, 17) y esto, en consecuencia, incrementa los riesgos cardiovasculares y metabólicos en mujeres mayores (18). Por tanto, el ejercicio parece ser un factor clave para prevenir el aumento de la MG androide en mujeres postmenopáusicas, previniéndolas de sufrir alguna patología cardiovascular y metabólica asociadas a la distribución de la MG.

Con relación al uso de la píldora anticonceptiva, los resultados del presente estudio no apoyan lo obtenido en investigaciones previas. Por un lado, hay una revisión reciente que concluyó un descenso en la MLG debido al uso de este fármaco (29). Sin embargo, es importante tener en cuenta diferentes aspectos como las características de las voluntarias y el tipo de píldora usado por las mismas. Nuestras voluntarias eran mujeres bien entrenadas, usando píldora anticonceptiva monofásica de baja carga hormonal, mientras que la revisión citada anteriormente no tuvo en cuenta ni la práctica de actividad física ni el tipo de píldora utilizado, mezclando mujeres que utilizaban monofásicas, bifásicas y trifásicas. Es evidente que el ejercicio estimula la ganancia de masa muscular (30), por lo que es crucial tener en cuenta este factor cuando se estudia la MLG. De todas formas, en el caso de que haya algún efecto del uso de la píldora en la MLG, parece que éste es compensado por el ejercicio, concretamente si es de fuerza. Por otro lado, respecto a la regulación de los líquidos corporales, volvemos a encontrarnos con resultados controvertidos. Aunque literatura previa sugiere que los efectos mineralocorticoides del ethinyl estradiol son compensados por los efectos anti-mineralocorticoides de los progestágenos (8-10), algunos autores han observado que la administración ethinyl estradiol y progestágenos incrementa el volumen plasmático y que incluso la combinación de ambas supone un aumento más acusado (11). Por el contrario, los resultados del presente estudio muestran que no hay variaciones en el ACT entre mujeres usuarias de píldora y las eumenorreicas. La carga hormonal de las píldoras utilizadas por las voluntarias del presente estudio puede justificar la ausencia de diferencias entre ambos grupos. Actualmente, las dosis de HEx en las píldoras es bastante inferior al que solía ser (e.g. las dosis de ethinyl estradiol era 150 mg/día frente a los 15 mg/día actuales and las dosis de progestágenos era 9.85 mg/día frente a los 0.35 mg/día actuales) (31). En consecuencia, los niveles de HEx exógenas en las píldoras monofásicas actuales parecen no ser suficientes para estimular cambios en los niveles de ACT en mujeres entrenadas. Similar a

nuestros resultados, hay otro estudio realizado en atletas que no encontró diferencias en el ACT comparando chicas eumenorreicas y usuarias de píldora anticonceptiva (20).

El presente estudio intenta aportar información científica y rigurosa con relación al conocimiento de las mujeres deportistas a través del estudio de importantes variables de la CC en esta población. Las fortalezas de este estudio incluyen la inclusión de diferentes perfiles hormonales, tanto endógenos como exógenos, y el reclutamiento de un grupo de mujeres muy homogéneo; mujeres eumenorreicas, usuarias de píldora anticonceptiva monofásica y mujeres postmenopáusicas (sanas y deportistas). Sin embargo, cabe destacar que la fase del ciclo menstrual y hormonal en la cual se han realizado las pruebas puede influir en los resultados. En este sentido, las mujeres eumenorreicas fueron medidas durante la fase folicular temprana que se caracteriza por bajos niveles hormonales, las mujeres usuarias de píldora anticonceptiva fueron medidas durante su fase no hormonal donde no se produce ingesta de HEx exógenas, y las mujeres postmenopáusicas que siempre tienen bajos niveles hormonales. Por tanto, todos los grupos fueron medidos bajo similares niveles hormonales. Como limitaciones del presente trabajo podemos destacar que el DXA no distingue entre grasa abdominal subcutánea y grasa abdominal visceral, siendo esta diferencia clave ya que con la edad aumenta la visceral mientras que disminuye la subcutánea. Además, estudios longitudinales con un diseño intra-sujeto podría ser interesante para explorar la influencia de los cambios hormonales producidos a lo largo de la vida de las mujeres en su organismo. Por otro lado, también sería interesante analizar cómo influyen los cambios hormonales a lo largo del ciclo menstrual y hormonal en la CC de las mujeres deportistas. Por último, analizar la influencia de las HEx en la CC de mujeres deportistas en función de la modalidad deportiva practicada sería, también, un tema interesante a explorar.

CONCLUSIONES

En base a los resultados del presente estudio, las HEx de diferentes perfiles hormonales (mujeres eumenorreicas, usuarias de píldora monofásica con baja carga hormonal y postmenopáusicas) no influye en la CC de mujeres físicamente activas. Por tanto, el descenso de MLG asociado a la edad y al descenso de HEx parece ser compensado con el ejercicio. Además, la MG androide no varía entre las mujeres pre y postmenopáusicas, lo que puede ser explicado por el efecto positivo que tiene el ejercicio en la CC y, esto a su vez, en la salud de la mujer. Sin embargo, se necesitan más estudios para comprender la influencia de diferentes perfiles hormonales en la CC de mujeres deportistas, ya que la mayoría de ellos han sido llevados a cabo sin tener en cuenta la práctica de actividad física.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Heritage AS, Stumpf WE, Sar M, Grant LD. Brainstem catecholamine neurons are target sites for sex steroid hormones. *Science*. 1980;207(4437):1377-9.

2. Faulds MH, Zhao C, Dahlman-Wright K, Gustafsson J-Å. The diversity of sex steroid action: regulation of metabolism by estrogen signaling. *J Endocrinol.* 2012;212(1):3-12.
3. Marchand GB, Carreau A-M, Weisnagel SJ, Bergeron J, Labrie F, Lemieux S, et al. Increased body fat mass explains the positive association between circulating estradiol and insulin resistance in postmenopausal women. *Am J Physiol-Endoc M.* 2017.
4. Isacco L, Boisseau N. Sex Hormones and Substrate Metabolism During Endurance Exercise. In: Springer, editor. Sex hormones, exercise and women. Switzerland 2017.
5. Hansen M. Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proc Nutrition Society.* 2018;77(1):32-41.
6. Stachenfeld NS, Keefe DL. Estrogen effects on osmotic regulation of AVP and fluid balance. *Am J Physiol Endocri & Metab.* 2002;283(4):E711-E21.
7. Di Carlo C, Gargano V, Sparice S, Tommaselli GA, Bifulco G, Schettino D, et al. Short-term effects of an oral contraceptive containing oestradiol valerate and dienogest on bone metabolism and bone mineral density: An observational, preliminary study. *Eur J Contracept Reprod Helath Care.* 2013;18(5):388-93.
8. Grandi G, Xholli A, Napolitano A, Piacenti I, Bellafronte M, Cagnacci A. Prospective measurement of blood pressure and heart rate over 24 h in women using combined oral contraceptives with estradiol. *Contraception.* 2014;90(5):529-34.
9. Meendering JR, Torgrimson BN, Miller NP, Kaplan PF, Minson CT. Ethinyl estradiol-to-desogestrel ratio impacts endothelial function in young women. *Contraception.* 2009;79(1):41-9.
10. Torgrimson BN, Meendering JR, Kaplan PF, Minson CT. Endothelial function across an oral contraceptive cycle in women using levonorgestrel and ethinyl estradiol. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007;288:H103-10.
11. Stachenfeld NS, Taylor HS. Effects of estrogen and progesterone administration on extracellular fluid. *J Appl Physiol.* 2004;96:1011-8.
12. Luglio HF. Estrogen and body weight regulation in women: the role of estrogen receptor alpha (ER- α) on adipocyte lipolysis. *Acta Med Ind.* 2014;46(4).
13. Karsenty G. The mutual dependence between bone and gonads. *J Endocrinol.* 2012;213(2):107-14.
14. Stachenfeld NS, Dipietro L, Palter SF, Nadel ER. Estrogen influences osmotic secretion of AVP and body water balance in postmenopausal women. *Am J Physiol-Reg I.* 1998;274(1):R187-R95.
15. Dmitruk A, Czezelewski J, Czezelewska E, Golach J, Parnicka U. Body composition and fatty tissue distribution in women with various menstrual status. *Rocz Pańs Zakładu Higieny.* 2018;69(1).
16. Toth MJ, Tchernof A, Sites CK, Poehlman ET. Menopause-related changes in body fat distribution. *Ann NY Acad Sci.* 2000;904(1):502-6.
17. Chang C-J, Wu C-H, Yao W-J, Yang Y-C, Wu J-S, Lu F-H. Relationships of age, menopause and central obesity on cardiovascular disease risk factors in Chinese women. *Int J Obesity.* 2000;24(12):1699.
18. Goh VHH, Hart WG. Excess fat in the abdomen but not general obesity is associated with poorer metabolic and cardiovascular health in premenopausal and postmenopausal Asian women. *Maturitas.* 2018;107:33-8.

19. Sims ST, Kubo J, Desai M, Bea J, Beasley JM, Manson JE, et al. Changes in physical activity and body composition in postmenopausal women over time. *Med Sci Sports Exer.* 2013;45(8):1486.
20. Hicks CS, McLester CN, Esmat TA, McLester JR. A comparison of body composition across two phases of the menstrual cycle utilizing dual-energy X-Ray absorptiometry, air displacement plethysmography, and bioelectrical impedance analysis. *Int J Exercise Sci.* 2017;10(8):1235.
21. Cumberledge EA, Myers C, Venditti JJ, Dixon CB, Andreacci JL. The effect of the menstrual cycle on body composition determined by contact-electrode bioelectrical impedance analyzers. *Int J Exercise Sci.* 2018;11(4):625.
22. Association WM. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama.* 2013;310(20):2191-4.
23. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors.* 2014;14(6):10895-928.
24. Collins BC, Laakkonen EK, Lowe DA. Aging of the musculoskeletal system: How the loss of estrogen impacts muscle strength. *Bone.* 2019;123.
25. Distefano G, Goodpaster BH. Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *CSH Perspect Med.* 2018;8(3):a029785.
26. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147(8):755-63.
27. Serra-Prat M, Lorenzo I, Palomera E, Ramírez S, Yébenes J. Total body water and intracellular water relationships with muscle strength, frailty and functional performance in an elderly population. A cross-sectional study. *J Nutri Health & Aging.* 2019;23(1):96-101.
28. Marín-Cascales E, Alcaraz PE, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of multicomponent training on lean and bone mass in postmenopausal and older women: a systematic review. *Menopause.* 2018;25(3):346-56.
29. Lopez LM, Ramesh S, Chen M, Edelman A, Otterness C, Trussell J, et al. Progestin-only contraceptives: effects on weight. *Cochrane DB Syst Rev.* 2016(8).
30. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1073-82.
31. White CP, Hitchcock CL, Vigna YM, Prior JC. Fluid retention over the menstrual cycle: 1-year data from the prospective ovulation cohort. *Obstet Gynecol Int.* 2011;2011.