



Universidad de Valladolid

Facultad de Medicina

SERVICIO DE ENDOCRINOLOGÍA Y
NUTRICIÓN

HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO DE
VALLADOLID (HCUV)

GRADO EN MEDICINA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**ALTERACIONES HORMONALES EN ADOLESCENTES
NADADORAS DEPORTISTAS DE ÉLITE**

ÁLVARO CURIEL GARCÍA

TUTORA: ANA ORTOLÁ BUIGUES

CURSO 2021/2022

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	4
3.1. Contextualización	4
3.2. Triada de la mujer atleta	4
3.3. Concepto de disponibilidad de energía	5
3.4. Amenorrea y descenso del pico de masa ósea como consecuencia de una baja disponibilidad de energía	5
3.5. Otros ejes hormonales afectados	6
3.6. Justificación del estudio	7
4. OBJETIVOS	7
5. MATERIAL Y MÉTODOS	8
5.1. Diseño del estudio	8
5.2. Población objetivo	8
5.3. Protocolo del estudio	8
5.4. Variables del estudio	8
5.5. Análisis estadístico	9
6. RESULTADOS	9
6.1. Descripción de las características de la población a estudio.....	9
6.2. Evaluación de la prevalencia de disfunción ovárica.....	10
6.3. Evaluación de la prevalencia de otras alteraciones hormonales.....	10
6.4. Evaluación de los factores de riesgo de disfunción ovárica.....	12
6.4.1. Test EAT-26 y Test CSAI-2	12
6.4.2. Kilocalorías consumidas y distribución de macronutrientes en la dieta, IMC y horas de entrenamiento a la semana.....	13
6.4.3. Disponibilidad de energía	14
7. DISCUSIÓN	15
8. CONCLUSIONES	18
9. BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXOS	21

1.- RESUMEN

Introducción: La realización de entrenamientos de alto rendimiento puede conllevar alteraciones metabólicas y hormonales, pudiendo ser críticas en la pubertad. Este trabajo tiene como objetivo principal determinar la prevalencia de disfunción ovárica en adolescentes nadadoras deportistas de élite.

Métodos: Se realizó un estudio descriptivo, no intervencional. Se incluyeron 31 nadadoras, de 11 a 16 años, en seguimiento por el Centro Regional de Medicina Deportiva, entre noviembre de 2019 y enero de 2020. Las variables principales registradas fueron: antropométricas, clínicas, derivadas de una encuesta nutricional, un test de estrés deportivo (CSAI-2), un test de evaluación de trastornos de la conducta alimentaria (EAT-26) y analíticas hormonales.

Resultados: El grupo presentó una edad de 13,3 años (DE 1,3), realizando 18,0 [15,0-20,0] horas de entrenamiento/semana. Su IMC era de 19,2 (DE 2,2) kg/m². La disponibilidad de energía (DE) calculada fue de 39,4 (DE 23,4) kcal/kg masa libre de grasa (mlg), teniendo un nivel óptimo (>45 kcal/kg/mlg) un 44,4%. Entre las 18 deportistas con edad ginecológica superior a 6 meses, el 61,1% referían irregularidad menstrual, y un 33,3% oligo/amenorrea. No encontramos diferencias significativas al comparar el grupo con vs sin oligo/amenorrea en IMC, horas de entrenamiento, kilocalorías consumidas, test EAT-26 ni en DE. Solo detectamos niveles significativamente menores de ansiedad cognitiva (test CSAI-2) en aquellas con oligo/amenorrea [27,1% (DE 13,6) vs 45,1% (DE 16,6) ($p=0,039$)].

Conclusiones: En nuestras adolescentes deportistas de élite en natación obtuvimos una elevada prevalencia de irregularidades menstruales y más del 50% presentaba una DE subóptima que puede conllevar consecuencias a largo plazo.

Palabras clave: deportista de élite, adolescente, disfunción ovárica, disponibilidad de energía

2.- ABSTRACT

Introduction: Performing high-level training can cause metabolic and hormonal disorders, which could be critical in puberty. The main objective of this study is to determine the prevalence of ovarian dysfunction in adolescent elite swimmers.

Methods: A descriptive, non-interventional study was carried out. Thirty-one swimmers were included, aged 11 to 16 years old, followed up by the Regional Center of Sport Medicine, between November 2019 and January 2020. The main variables measured were: anthropometric, clinical, derived from a nutritional survey, a sport-stress test (CSAI-2), an evaluation test of eating disorders (EAT-26) and hormonal analysis.

Results: The group was 13,3 (SD 1,3) years old, performing 18,0 [15,0-20,0] hours of training per week. His BMI was 19,2 (SD 2,2) kg/m². The energy availability (EA) calculated was 39,4 (SD 23.4) kcal/kg fat-free mass (mlg), with an optimal level (>45 kcal/kg/mlg) of 44.4%. Among the 18 athletes with a gynaecological age above 6 months, 61.1% reported menstrual irregularity, and 33.3% reported oligo/amenorrhea. We found no significant differences when comparing the group with vs without oligo/amenorrhea in BMI, hours of training, kilocalories consumed, EAT-26 test or EA. We only detected significantly lower levels of cognitive anxiety (CSAI-2 test) in those with oligo/amenorrhea [27.1% (SD 13.6) vs 45.1% (SD 16.6) (p=0.039)].

Conclusions: In our adolescent elite swimmers, we obtained a high prevalence of menstrual irregularities and more than 50% had a suboptimal EA that can lead to long-term consequences.

Keywords: Elite athlete, adolescent, ovarian dysfunction, energy availability

3.- INTRODUCCIÓN

3.1.- Contextualización

La participación de las mujeres en deportes de élite se ha incrementado sobremanera en los últimos 30 años, sin embargo, a pesar de este incremento, el conocimiento de su respuesta fisiológica al ejercicio continúa siendo limitada. Este problema se debe a que tradicionalmente se han reclutado varones para el estudio de la respuesta fisiológica al ejercicio y al menor número de mujeres deportistas de élite[1].

La realización de entrenamientos de alto rendimiento puede conllevar consecuencias metabólicas y hormonales en los deportistas de élite. Las mujeres adolescentes cobran un especial interés, puesto que la pubertad es un periodo crucial de la vida en el que se producen una serie de cambios hormonales que posibilitan el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, la adquisición de capacidad reproductiva y el aumento de la masa ósea[2].

La disciplina deportiva es un factor que resulta relevante. Existe evidencia de alteraciones del crecimiento en atletas que se someten a ejercicios de gran intensidad encontrándose diferencias en el patrón en función del deporte. Así las deportistas que practican tenis o natación resultan ser generalmente más altas que la población normal durante el periodo de crecimiento, mientras que aquellas que practican gimnasia tienen una estatura menor. Sin embargo, al final del periodo de crecimiento, cuando se alinea por edad biológica, no se muestran diferencias significativas entre estas disciplinas [1].

La presencia de una baja disponibilidad de energía (DE) en estas mujeres, tanto por un exceso de actividad física como por un déficit de ingesta calórica, puede provocar inicialmente una disfunción luteínica, seguida de anovulación, y, por tanto, una amenorrea hipotalámica funcional[1]. Del mismo modo, puede haber un retraso en la edad de la menarquia, dependiendo de la intensidad del entrenamiento y el número de años practicando el deporte antes de la menarquia, sin relacionarse con los antecedentes de menarquia en familiares de primer grado[3]. Estas alteraciones menstruales son las responsables de los problemas en la velocidad de crecimiento y el pico de maduración ósea de estas mujeres[4,5].

3.2.- Triada de la mujer atleta

El American College of Sports Medicine (ACSM) redefinió en 2007 la triada de la mujer atleta como la interrelación entre la DE, la función menstrual y la densidad mineral ósea que puede ocasionar trastornos de la conducta alimentaria (TCA), amenorrea hipotalámica funcional y osteoporosis[6].

En estudios previos, la prevalencia de disfunción menstrual se sitúa entre el 4 y el 66 %, variando en función del tipo, intensidad y duración de la práctica deportiva, siendo la mayor prevalencia en aquellos deportes que enfatizan el bajo peso[2]. Las consecuencias clínicas y psicológicas de la triada, tanto a corto como a largo plazo, incluyen TCA, infertilidad, osteopenia, dislipemia, disfunción endotelial, aumento de lesiones como fracturas de estrés, y descenso del rendimiento deportivo. Dadas las repercusiones que conllevan, se recomienda hacer un despistaje en mujeres adolescentes, así como evaluar la causa de la baja DE de las deportistas afectas. La valoración multidisciplinar, incluyendo médicos especialistas en medicina del deporte, endocrinólogos, ginecólogos y dietistas se considera esencial. En relación a ello, se han publicado recomendaciones prácticas para la prevención, despistaje y tratamiento de la triada [7]

3.3.- Concepto de disponibilidad de energía

Se define como la diferencia entre la energía obtenida de la dieta y el gasto energético causado por el ejercicio, es decir, el remanente de energía dietética del que disponemos tras el ejercicio, ajustado por la masa libre de grasa [6,8].

Algunas atletas presentan baja DE por incrementar el gasto energético por ejercicio por encima de la ingesta calórica; sin embargo, en otros casos se debe principalmente a una reducción de la ingesta en lugar de a un aumento del gasto. Se considera que hay cuatro vías para tener una baja ingesta calórica que conlleve una baja DE: alteración de la alimentación, TCA, descenso de peso intencionado sin alteración alimentaria o un descenso de la ingesta inadvertido. Por ello es importante valorar la ingesta calórica y la distribución de macronutrientes de las deportistas, así como hacer un correcto despistaje de comportamientos compatibles con TCA [6,7].

Esta baja DE provoca que los mecanismos fisiológicos empleen una menor cantidad de energía en el mantenimiento celular, termorregulación, crecimiento y reproducción con el fin de restablecer el balance energético [6].

3.4.- Amenorrea y descenso del pico de masa ósea como consecuencia de una baja DE

Múltiples estudios han confirmado que el ejercicio físico aeróbico en combinación con una restricción calórica, puede inducir disfunción menstrual. Del mismo modo, estas alteraciones del ciclo menstrual pueden remitir al aumentar la ingesta calórica o disminuir la carga de entrenamiento, siendo así alteraciones reversibles[9]. Una DE inferior a 30kcal/kg mlg al día provoca un descenso de la liberación pulsátil de la hormona luteinizante (LH), indicador de la secreción hipotalámica de GnRH, así como

otras alteraciones metabólicas (disminución de niveles de glucemia, TT3, insulina y elevación de GH y cortisol)[7,8]. A este nivel las alteraciones menstruales se incrementan un 50%. En base a ello, las guías recomiendan mantener una DE entorno a unas 45kcal/kg mlg al día[7].

Por otra parte, cabe señalar que también existe una susceptibilidad individual para que una baja DE ocasione disfunción ovárica y/o alteraciones del metabolismo óseo[10]. Un factor a tener en cuenta es la edad ginecológica (EG) (diferencia entre la edad cronológica y la edad de la menarquia), ya que la prevalencia de las alteraciones del ciclo menstrual disminuye conforme avanza la edad. Además, se han descrito factores psicológicos. Una mayor sensibilidad al estrés puede afectar al eje hipotálamo-hipofisario, alterando así la secreción de GnRH, aunque los mecanismos neuroendocrinos aún son desconocidos[11].

La DE también juega un papel importante en el mantenimiento de la salud ósea, ya que pueden aparecer alteraciones en los parámetros óseos. Las atletas adolescentes constituyen un grupo con alta prevalencia de alteraciones menstruales y, en consecuencia, es esperable un menor pico de masa ósea y teóricamente un mayor riesgo de desarrollar osteoporosis a lo largo de la vida frente a adolescentes sedentarias. Sin embargo, hay que considerar que los trastornos hormonales ocasionados por el ejercicio son solo uno de los factores que influyen en la adquisición de masa ósea, puesto que la carga mecánica generada por este también debe tenerse en cuenta[2]. Es en este último factor donde encontramos diferencias entre las distintas disciplinas deportivas. Una actividad física que conlleve una tensión mecánica elevada (como los gimnastas), induce una ganancia de masa ósea adicional y mejora la composición del hueso. De esta manera, atletas o nadadoras en amenorrea tendrán un descenso marcado de la DMO particularmente a nivel lumbar, en contraste con las gimnastas, a pesar de tener una elevada prevalencia de amenorrea[2,12].

3.5.- Otros ejes hormonales afectados

Estudios realizados en nadadoras revelan un incremento significativo de los niveles séricos de testosterona, caracterizando esta población como hiperandrogénica. Además, estos resultados unidos a niveles séricos normales de sulfato de deshidroepiandrosterona (DHEAS) y 17-hidroxiprogesterona (17OH-P) sugieren hiperandrogenismo ovárico funcional, siendo fundamental el diagnóstico diferencial con el síndrome de ovario poliquístico [13].

Por otro lado, el deporte de élite expone a los adolescentes a altos niveles de estrés físico y psicológico, lo que repercute en la aparición de hipercortisolemia, aunque

no siempre se acompaña de disfunciones menstruales. El aumento del factor liberador de corticotropina (CRF) sugiere un origen central del hipercortisolismo, además de contribuir a la inhibición de la secreción pulsátil de GnRH, como se observa en mujeres deportistas con desnutrición crónica[2].

La alteración del eje de la hormona del crecimiento no se produce del mismo modo en atletas amenorricas y eumenorreicas. Se ha evidenciado un aumento del número de picos de GH, una prolongada vida media y un mayor número de descargas secretoras, pero con menor secreción por descarga, en atletas amenorreicas respecto a eumenorreicas. En ellas se modifican los pulsos de la GH, con descenso marcado de su secreción tras ejercicio agudo, secundaria al descenso de los niveles de hormona liberadora de GH (GHRH)[14].

La reducción de la actividad del eje Hipotálamo-hipófisis-tiroides se ve reflejado en un descenso de la triiodotironina total (TT3), a pesar de niveles generalmente normales de TSH y T4 libre. El descenso de TT3 se asocia a una menor tasa metabólica de reposo y, en consecuencia, concentraciones bajas de leptina[2].

3.6.- Justificación del estudio

Teniendo en cuenta los datos existentes en la literatura, nos parece adecuado diseñar un estudio para determinar la presencia de alteraciones hormonales en adolescentes nadadoras deportistas de élite de Castilla y León, atendidas en el Centro Regional de Medicina Deportiva (CEREMEDE).

4.- OBJETIVOS

Objetivo principal:

Conocer la prevalencia de disfunción ovárica en adolescentes nadadoras deportistas de élite de Castilla y León atendidas en el CEREMEDE.

Objetivos secundarios:

1º Conocer la prevalencia de alteraciones hormonales (hipercortisolemia, hiperandrogenismo, niveles de triiodotironina) en adolescentes nadadoras deportistas de élite de Castilla y León atendidas en el CEREMEDE.

2º Describir los principales factores de riesgo relacionados con los trastornos endocrinológicos (disponibilidad de energía, antropometría, edad ginecológica, antecedentes familiares, trastornos de la conducta alimentaria y grado de estrés

relacionado con la competición) en adolescentes nadadoras deportistas de élite atendidas en el CEREMEDE.

5.- MATERIAL Y MÉTODOS

5.1.- Diseño del estudio

En este trabajo de fin de grado se ha llevado a cabo un estudio descriptivo, no intervencional, unicéntrico.

5.2.- Población objetivo y periodo de estudio

Mujeres deportistas de élite en natación, mayores de 11 años, en seguimiento por el CEREMEDE, incluidas en el protocolo de estudio titulado “Alteraciones hormonales en mujeres deportistas de élite de Castilla y León”, con consentimiento informado de ese protocolo adecuadamente cumplimentado, desde el 1 de noviembre de 2019 hasta 31 de enero 2020.

5.3.- Protocolo de estudio

El actual trabajo es un subestudio del protocolo titulado “Alteraciones hormonales en mujeres deportistas de élite de Castilla y León”, aprobado por parte del Comité de Ética del Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUV) en 2019, incluyendo solo las deportistas de élite en natación.

Tras la firma del consentimiento informado, se recogieron las variables descritas a continuación en una base de datos diseñada a tal efecto. Estas variables incluyen datos demográficos, clínicos y antropométricos, ya recogidos durante la práctica clínica habitual. Además, se realizó una encuesta nutricional de 72 horas para la valoración de la ingesta de kcal y su distribución en macronutrientes (Anexo I) calibrada en el Programa Dietsource, y se completaron dos test psicológicos: uno destinado a la detección de TCA (EAT-26; *Eating attitudes test 26*) (Anexo II) y otro de evaluación del estrés psicológico vinculado al ejercicio y la competición (CSAI-2; *Competitive State Anxiety Inventory 2*) (Anexo III). Por último, coincidiendo con el periodo de mayor carga de entrenamiento, se realizó una analítica sanguínea y de orina de 24 horas, incluyendo determinaciones hormonales específicas.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Clínico Universitario de Valladolid (Anexo IV).

5.4.- Variables del estudio

Las variables del estudio están incluidas en el anexo V.

5.5.- Análisis estadístico

La base de datos está registrada en la Agencia Nacional de protección de datos (www.agenciadeprotecciondedatos.es) y cumple todo lo referente a la Ley de Biomedicina 14/2007 y el RD de biomuestras y biobancos RD 1716/2011. Los datos se almacenaron en una base de datos del paquete estadístico SPSS 26.0 (SPSS Inc. II, USA) con licencia oficial de la Universidad de Valladolid.

Se realizó un análisis de normalidad de las variables continuas con el test de Kolmogorov-Smirnov o prueba K-S.

- Las variables continuas se expresaron como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico), las variables paramétricas se analizaron con la t-student no pareada y pareada, y las no paramétricas con los test de Friedman, Wilcoxon, K Kruskal y U-Mann.
- Las variables cualitativas se expresaron como porcentajes (%) y se analizaron con el test de Chi-cuadrado (con corrección de Fisher cuando fue necesario).

6.- RESULTADOS

6.1.- Descripción de las características de la población a estudio

En el presente estudio se incluyeron 31 mujeres adolescentes, deportistas de élite en natación, en seguimiento por el Centro Regional de Medicina Deportiva de Castilla y León (CEREMEDE). El tipo de natación que realizaban se muestra en la figura 1.

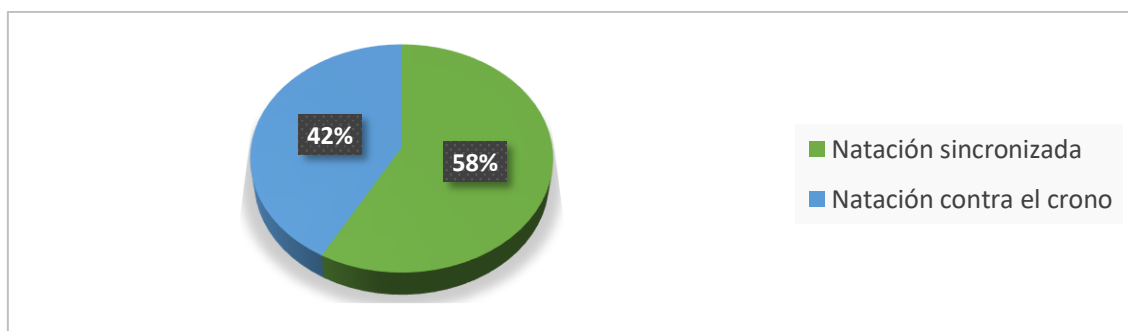


Figura 1: Distribución de la población a estudio en función de la disciplina deportiva

La edad media de la muestra a estudio fue de 13,3 (DE 1,3) años, siendo la participante más joven de 11 años y la mayor de 16 años. El grupo presentó un peso medio de 49,2 (DE 7,4) kg, una talla media de 159,8 (DE 7,5) cm y un IMC medio de 19,2 (DE 2,2) kg/m². Ninguna tenía un IMC > 25 kg/m², mientras que en 13 deportistas (41,9%) se observó un IMC < 18,5 kg/m².

Con respecto al tiempo de entrenamiento, la mediana de horas de entrenamiento a la semana fue de 18,0 [RIQ 15,0-20,0] con una mediana de días de entrenamiento a la semana de 6,0 [RIQ 6,0-6,0]. Del total, 22 mujeres (71,0%) entrenaban más de 15 horas semanales.

6.2.- Evaluación de la prevalencia de disfunción ovárica

Del total de participantes, 24 mujeres (77,4%) afirmaban haber presentado la menarquia. Estas mujeres alcanzaron la menarquia a una edad media de 12,2 (DE 1,2) años; siendo la EG media en el momento de estudio de 17,2 (DE 12,3) meses.

De entre estas 24 deportistas, el 39,1% presentaban ciclos regulares en el momento del estudio, refiriendo antecedentes de oligomenorrea previa el 27,3% y de amenorrea el 19,0%. En el momento de la realización del estudio presentaban oligomenorrea un 28,6% y amenorrea un 10,0%.

Tal y como se describe en la figura 2, al centrarnos en el grupo de mujeres con una EG superior a 6 meses (18 participantes), encontramos que 7 mujeres (38,9%) tenían ciclos regulares. El 61,1% que presentaba ciclos irregulares está compuesto por un 33,3% que cumplía criterios de oligo/amenorrea y un 27,8% que, a pesar de tener ciclos irregulares, no cumplía estos criterios. En este grupo solo encontramos un caso de amenorrea en el momento del estudio.

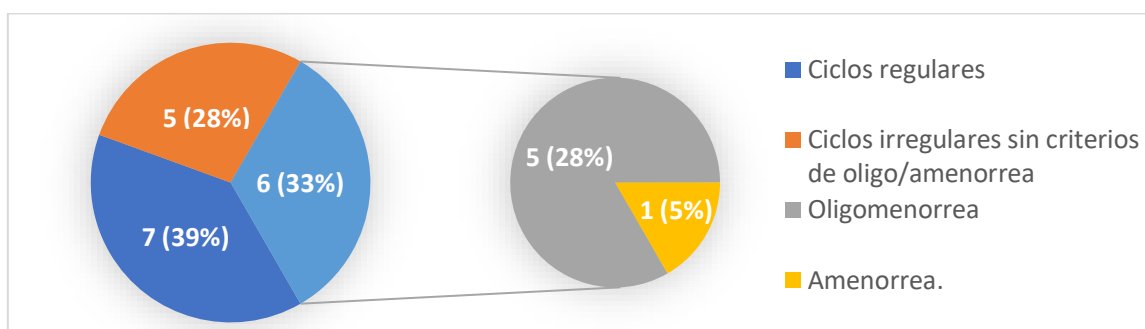


Figura 2: Prevalencia de disfunción ovárica en el subgrupo de deportistas con EG superior a 6 meses.

6.3.- Evaluación de la prevalencia de otras alteraciones hormonales

Los resultados de las principales determinaciones hormonales estudiadas se describen en la Tabla 1.

Determinación hormonal	n	Resultado
Cortisol (µg/dl)	29	12,8 (DE 5,0)
Cortisol libre urinario (ug/24h)	27	32,7 (DE 17,9)
TSH (µUI/mL)	29	1,9 (DE 0,8)
T4L (ng/dl)	29	1,2 (DE 0,1)
T3L (pg/ml)	27	3,9 (DE 0,5)
Testosterona total (ng/dl)	29	25,4 (DE 15,1)
Testosterona libre (pg/ml)	31	1,4 (DE 0,6)
Androstendiona (ng/ml)	29	2,0 (DE 1,2)
Dehidroepiandrosterona-sulfato (µg/dl)	29	193,3 (DE 105,6)
17-hidroxiprogesterona (ng/ml)	30	1,3 (DE 2,6)

Tabla 1: Resultados de las determinaciones hormonales estudiadas.

Los datos se expresan como media (DE)

En el estudio se detectaron alteraciones en varios ejes hormonales. En primer lugar, un 17,2% presentaban valores elevados de cortisol en sangre (>18 µg/dl) con una media de 12,8 (DE 5,0) µg/dl, sin objetivarse del cortisol libre urinario.

No se identificaron casos de hormona T3L baja, sin embargo, un 11,1% se encontraba por encima de los valores normales. Respecto al resto de hormonas tiroideas (TSH y T4L), todas las participantes estaban dentro del rango normal.

Por otro lado, se detectaron solo dos mujeres con testosterona total elevada, una de las cuáles presentó un diagnóstico incidental de hiperplasia suprarrenal congénita no clásica con 17 OH-progesterona de 14,97 ng/ml, testosterona total de 57 ng/dl y testosterona libre de 3,5 pg/ml.

Dentro del grupo de mujeres que habían tenido la menarquia y cumplieron adecuadamente el formulario, un 22,2% no había alcanzado aún la talla diana, siendo la mediana de diferencia respecto a la talla diana para estas mujeres de 11,4 [RIQ 7,8-12,9] cm. En estas deportistas no se identificó ninguna alteración del eje GH/IGF1/IGFBP3; presentaban una mediana de EG de 4,5 [RIQ 2,5-9,5] meses y sólo una refería amenorrea, la cual tenía una EG inferior a 6 meses. Por último, se calcularon los percentiles 25, 50 y 75 de talla del grupo, correspondiéndose con los percentiles 37, 57 y 80 respectivamente de la población general.

6.4.- Evaluación de los factores de riesgo de disfunción ovárica

6.4.1.- Test EAT-26 y Test CSAI-2

Las participantes del estudio realizaron el cuestionario EAT-26, que tiene como fin identificar aquellas mujeres con riesgo de presentar TCA, obteniendo una puntuación de riesgo (mayor de 10 puntos) un 9,7% del total de mujeres participantes en el estudio, tal y como se ilustra en la figura 3. Ninguna alcanzó los 20 puntos. La mediana de puntuación global fue de 3,0 [RIQ 1,0-6.0] puntos.

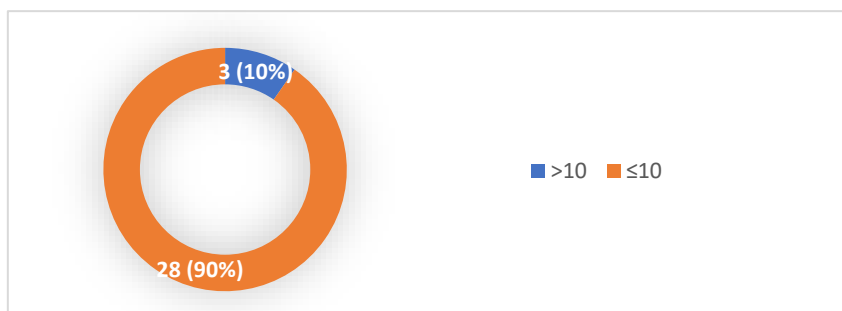


Figura 3: Porcentaje de deportistas que presentan una puntuación de riesgo en el Test EAT-26, considerándose como tal una puntuación superior a 10 puntos.

Al centrarnos en la población con EG superior a 6 meses, no se encontraron diferencias significativas en la puntuación total del Test EAT entre el subgrupo con oligo/amenorrea y el subgrupo sin estos trastornos [3 [RIQ 0-11,0] puntos vs 3,5 [RIQ 1,2-8,0] puntos ($p=0,820$)].

Por otro lado, también cumplieron el test CSAI-2, relativo al nivel de estrés deportivo. Este test valora fundamentalmente tres dimensiones: ansiedad somática, ansiedad cognitiva y autoconfianza. La puntuación total media neta de todas las deportistas fue: 12,3 (DE 6,1) puntos en ansiedad somática, 20,2 (DE 5,4) puntos en ansiedad cognitiva y 26,2 (DE 4,43) puntos en autoconfianza. Los resultados expresados en porcentaje se describen en la figura 4.

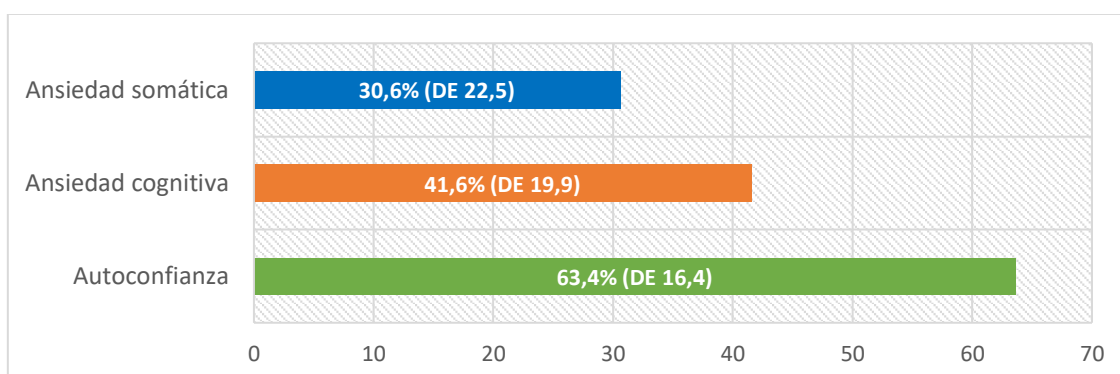


Figura 4: Dimensiones del Test CSAI-2. Puntos porcentuales medios de cada una de las tres dimensiones del test obtenidos en el total de participantes en el estudio.

Dentro del grupo de EG superior a 6 meses, se objetivaron diferencias significativas en la dimensión de ansiedad cognitiva del Test CSAI-2, de modo que las deportistas que no presentaban oligo/amenorrea tenían mayores niveles de ansiedad cognitiva [45,1% (DE 16,6) vs 27,1% (DE 13,6) ($p=0,039$)]. No se encontraron diferencias en ansiedad somática ni en autoconfianza (figura 5).

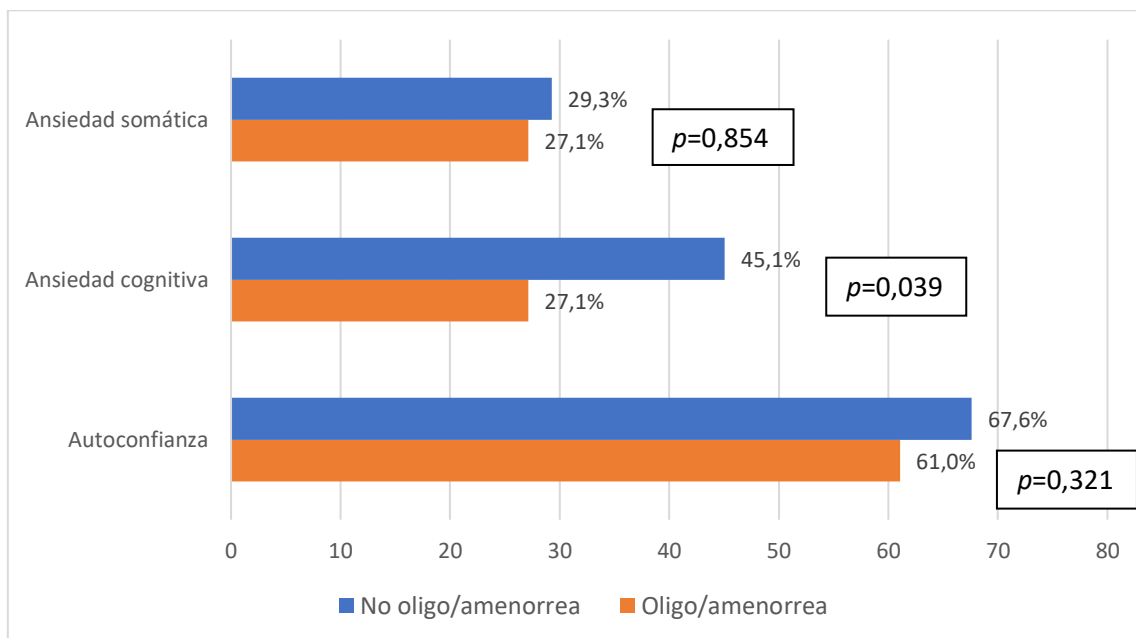


Figura 5: Dimensiones del Test CSAI-2 en el subgrupo con EG superior a 6 meses. Se representan los datos enfrentando a la población con oligo/amenorrea frente a aquella que no presenta dichas alteraciones.

6.4.2.- Kilocalorías consumidas y distribución de macronutrientes en la dieta, IMC y horas de entrenamiento a la semana

Tras analizar la calibración de las encuestas nutricionales de 72 horas, las nadadoras del estudio ingerían una mediana de 2,21 [RIQ 1,80-2,58] gramos de proteínas/kg de peso/día, una media de 5,55 (DE 2,50) gramos de hidratos de carbono/kg de peso/día y una media de 2,40 (DE 0,92) gramos de lípidos//kg de peso/día, consumiendo en total una media de 53,53 (DE 19,73) kcal//kg de peso/día. La distribución de macronutrientes en la dieta se muestra en la figura 6.

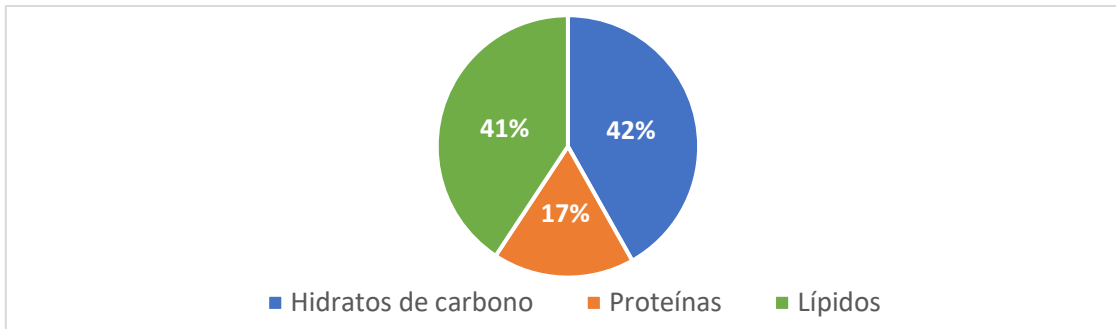


Figura 6: Distribución porcentual de los macronutrientes de la dieta en el grupo

En la tabla 2 se describe la comparación de factores de riesgo descritos de disfunción ovárica (kcal/kg de peso ingeridas, IMC, horas de entrenamiento a la semana), en función de la presencia o no de oligo/amenorrea. El IMC era menor en el grupo con oligo/amenorrea, aunque con una ingesta calórica mayor, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas.

	Presencia de oligomenorrea/amenorrea		
	SI (n=6)	NO (n=12)	p valor
IMC (kg/m ²)	19,4 (DE 1,9)	20,4 (DE 2,4)	0,372
Horas de entrenamiento a la semana	19,0 [RIQ 17,0-20,6]	19,5 [RIQ 18,1-20,0]	0,892
Kilocalorías consumidas /kg de peso/día	55,5 (DE 19,1)	42,8 (DE 12,7)	0,130

Tabla 2: IMC, horas de entrenamiento a la semana y kilocalorías consumidas en función de la presencia de oligo/amenorrea en nadadoras con EG superior a 6 meses.

6.4.3.- Disponibilidad de energía

Se realizó un estudio de la disponibilidad de energía (DE) en nuestra población de deportistas de las que teníamos todos los datos necesarios, hallándose una media de 39,4 (DE 23,4) kcal/kg masa libre de grasa (mlg). Un 33,3% de ellas tenía una DE considerada baja (<30 kcal/kg mlg) y un 44,4% óptima (>45 kcal/kg mlg) (figura 7).

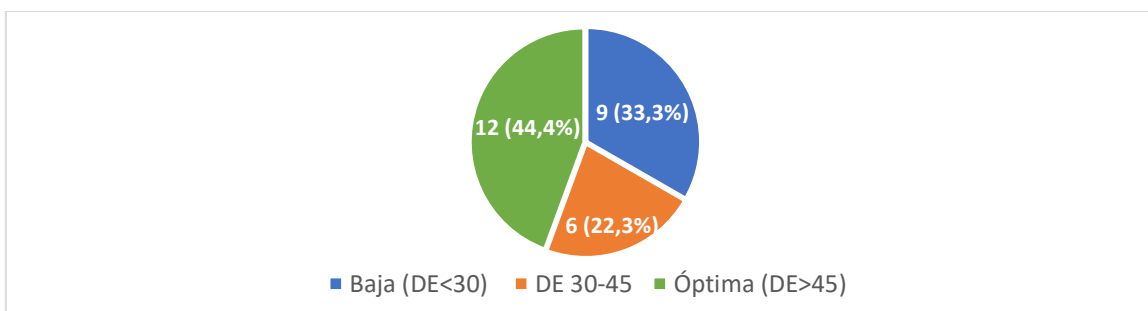


Figura 7: Disponibilidad de energía calculada (kcal/kg mlg) en las deportistas nadadoras.

No se obtuvieron diferencias significativas al comparar la media del grupo con más de 6 meses de EG con oligo/amenorrea frente a aquellas con más de 6 meses de EG sin oligo/amenorrea (figura 8), siendo mayor en el grupo con alteraciones menstruales.

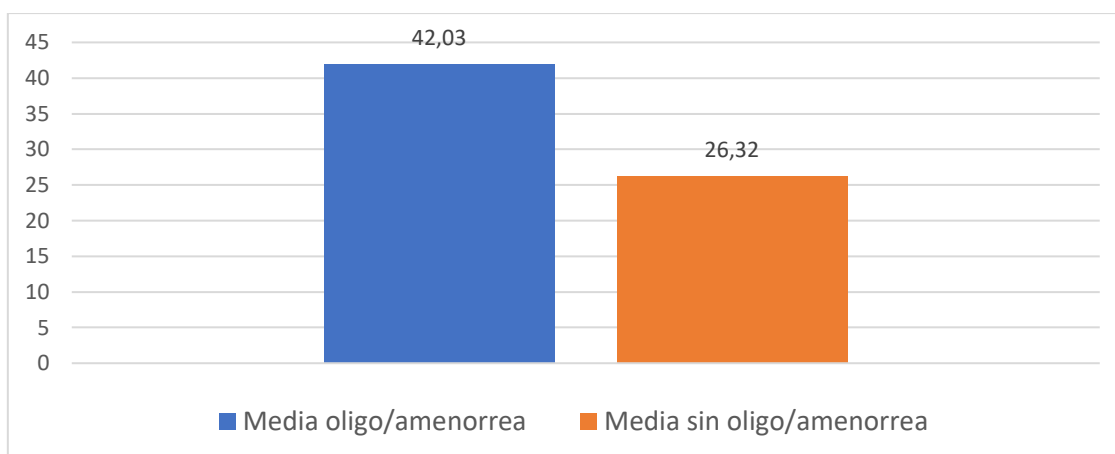


Figura 8: Disponibilidad de energía en el subgrupo con EG superior a 6 meses, en función de la presencia de oligo/amenorrea.

7.- DISCUSIÓN

Durante los últimos años se ha incrementado la participación de las mujeres en el deporte de alto nivel, y esta circunstancia resulta de especial interés en las mujeres adolescentes debido a la adquisición de la capacidad reproductiva en este periodo de la vida. Realizar una actividad física superior a la deseada en esta etapa puede tener graves consecuencias[1,2].

Las características de las pacientes de nuestro estudio fueron similares, en cuanto a la edad y horas de entrenamiento semanales se refiere, a otros estudios publicados sobre adolescentes que practican deporte de élite[12,13], siendo una de las diferencias más importantes la EG de las participantes del presente trabajo, algo menor que en el estudio de Coste et al. [13], donde incluyeron únicamente adolescentes con al menos 18 meses de EG. En este estudio, aunque hubo deportistas que todavía no habían alcanzado la menarquia, los resultados en relación a la disfunción ovárica se centran en aquellas con una EG de al menos 6 meses.

Las mujeres del estudio que habían alcanzado la menarquia lo hicieron a una edad muy similar a la obtenida por Marco Hernández et al. [15] y Maïmoun et al. [12]. Además, este último estudio comparó la edad de adquisición de la menarquia entre diferentes disciplinas deportivas, detectando una menor afectación en nadadoras.

Nuestro estudio reflejó una prevalencia de ciclos irregulares del 61,1% en las deportistas con EG superior a 6 meses, lo cual se aproxima bastante a los resultados

obtenidos por Constantini y Warren [16], hallando que aproximadamente el 60% presentaba ciclos irregulares más allá de los 6 meses en el grupo de nadadoras. Estos datos contrastan con el porcentaje inferior al 20% que obtuvo en su grupo control.

Se han realizado mediciones en diferentes ejes hormonales, hallándose diferencias con otros estudios en los niveles de testosterona. En el grupo de 18 nadadoras de Coste et al. [13] se obtuvieron unos valores medios de testosterona total de 56 ng/dl y testosterona libre de 1,8 pg/ml, lo que contrasta con los 25,38 ng/dl y 1,38 pg/ml de nuestro grupo, inferiores incluso al grupo control de Coste et al. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta la diferencia de edad de aproximadamente dos años entre nuestro grupo de nadadoras y el de Coste et al., puesto que los niveles de testosterona varían según la edad y el grado de maduración sexual.

Varios estudios han demostrado niveles más elevados de cortisol en los deportistas de élite respecto a la población general, siendo mayor la diferencia en atletas amenorreicas [2,3]. En cambio, nuestro trabajo arrojó valores más cercanos a los obtenidos para jóvenes de la población general por Eyal et al. [17], 12,8 µg/dl vs 11,5 µg/dl, lo cual se puede explicar por la baja prevalencia de disfunción ovárica de nuestras deportistas.

En nuestro estudio un 22,2% de las deportistas que habían presentado la menarquia no habían alcanzado todavía la talla diana, sin embargo, estas deportistas tenían una mediana de EG de cuatro meses y medio. Marco Hernández et al. [15] afirmaron que no es hasta los dos años posteriores a la menarquia cuando se alcanza una talla próxima a la de la edad adulta, esperándose un crecimiento en esos dos años entre 7,1 cm y 4,8 cm según los patrones de maduración. Nuestros datos concuerdan con McManus y Armstrong [1], que refieren que en el periodo de crecimiento las nadadoras no solo no son de menor estatura, sino que tienen percentiles de altura mayores, aunque en su caso se encontraban próximos al p75.

La existencia de una mayor prevalencia de TCA en el deporte de élite ha sido descrita por múltiples autores, sin embargo, no todos los deportes se afectan por igual. Schaal et al. observaron una mayor prevalencia en deportes de carreras y aquellos que requieren grandes habilidades motoras finas [18].

Nuestros resultados del test EAT-26 contrastan con los obtenidos por Da Costa et al. en su muestra de nadadoras, con un Test EAT-26 patológico en el 7,8%, pero empleando un punto de corte de 20 puntos [19], el cual no es alcanzado por ninguna participante de nuestro estudio. Por otro lado, Maor et al. objetivaron que hasta un 20%

de las mujeres adolescentes de la población general presentaba una puntuación patológica[20]. De este modo, resulta controvertido concluir que existen mayores tasas de TCA en nadadoras.

En cuanto al test de ansiedad deportiva (CSAI-2), los resultados obtenidos son comparables a los arrojados por Lundqvist y Hassmén[21], con unos menores niveles de ansiedad somática, pero mayores niveles de ansiedad cognitiva y autoconfianza. Según los puntos de corte empleados por Sánchez et al. [22], nuestro grupo presentaría ansiedad somática en niveles muy bajos, ansiedad cognitiva media baja y autoconfianza media alta. Al comparar el grupo de EG superior a 6 meses con oligo/amenorrea frente al grupo sin oligo/amenorrea se observaron diferencias significativas en la dimensión de la ansiedad cognitiva, siendo curiosamente mayores en el grupo que no presentaba estos trastornos, lo cual no consideramos que tenga relación causal.

Respecto a la ingesta calórica, nuestras deportistas cumplían en general con las recomendaciones de aporte de al menos 45-50 kcal/kg de peso/día[23]. Los requerimientos proteicos también están aumentados en esta población por un incremento de necesidades. Además, las proteínas permiten mantener una adecuada ingesta calórica a la vez que se aumenta la masa libre de grasa y disminuye la grasa corporal [23]. En deportistas se recomienda un consumo de proteínas entre 1,2 – 2,0 g/kg de peso/día, no encontrándose beneficios si se excede de 2,5 g/kg de peso/día, lo cual también realizaban nuestras nadadoras. El único punto divergente respecto a lo que aconsejan los principales consensos fue la ingesta de kilocalorías no proteicas, en las que se sigue priorizando la ingesta de hidratos de carbono[23], mientras que en el actual trabajo obtuvimos un porcentaje similar de hidratos de carbono y lípidos.

Por último, nuestro estudio refleja resultados interesantes al valorar la disponibilidad de energía del grupo. La media de nuestras deportistas fue de 39,42 kcal/kg mlg, fijando numerosos estudios en 45 kcal/kg mlg el punto de corte a partir del cual se puede considerar un valor saludable, siendo 30 kcal/kg mlg el valor a partir del que los efectos negativos de una baja disponibilidad de energía se exacerban [7,24]. Este resultado sugiere que nuestras deportistas se encuentran en valores considerados de riesgo, pero esta situación es aún más acusada si consideramos únicamente aquellas deportistas con EG superior a 6 meses, con una media de 32,21 kcal/kg mlg. Este resultado podría explicar, al menos parcialmente, la prevalencia de hasta el 61,1% de ciclos irregulares en este subgrupo. Sin embargo, al comparar aquellas con criterios de oligo/amenorrea frente a aquellas sin estos trastornos se observó que la disponibilidad de energía en nuestra muestra era mayor en el grupo que presentaba las

alteraciones menstruales. Este hallazgo se puede explicar desde el pequeño número de deportistas de nuestro estudio y el hecho de incluir en el subgrupo sin oligo/amenorrea a aquellas deportistas con ciclos irregulares que no llegaban a cumplir criterios de oligo/amenorrea. Por otro lado, podemos afirmar que existe un importante porcentaje en riesgo de desarrollar alteraciones hormonales en un futuro y que esta no es la única manifestación de una baja disponibilidad de energía, cabiendo la posibilidad de desarrollar alteraciones de la densidad ósea y otras alteraciones subclínicas[2,7,12].

La principal limitación de nuestro estudio es el pequeño tamaño muestral y la baja edad gestacional de nuestras nadadoras que dificulta la valoración de la oligo/amenorrea, teniendo en cuenta además que, como se ha desarrollado, en la natación la prevalencia de disfunción ovárica y de algunos trastornos hormonales es más baja que en otras disciplinas.

8.- CONCLUSIONES

1. La prevalencia de irregularidades del ciclo menstrual en nuestras adolescentes deportistas de élite en natación, con edad ginecológica superior a 6 meses, es elevada. Un porcentaje menos relevante cumple criterios de oligomenorrea o amenorrea.
2. En nuestra población no encontramos otras alteraciones hormonales significativas descritas en deportistas (elevación de cortisol, elevación de testosterona, descenso de T3L).
3. El riesgo de desarrollo de trastorno de la conducta alimentaria según el test EAT-26 en nuestras adolescentes nadadoras es similar a la población general.
4. La mayoría de nuestras nadadoras cumplían con las recomendaciones de aporte energético y proteico en deportistas.
5. En las deportistas del presente estudio, no encontramos diferencias significativas en la disponibilidad de energía en el grupo de mujeres con criterios de oligomenorrea o amenorrea.
6. A pesar de una ingesta calórica considerada adecuada, la prevalencia de disponibilidad de energía sub-óptima en el grupo es muy elevada, lo cual puede acarrear consecuencias a largo plazo en la salud de nuestras deportistas.

9.- BIBLIOGRAFÍA

1. McManus AM, Armstrong N. Physiology of elite young female athletes. *Med Sport Sci.* 2011;56:23-46.

2. Maïmoun L, Georgopoulos NA, Sultan C. Endocrine disorders in adolescent and young female athletes: impact on growth, menstrual cycles, and bone mass acquisition. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014;99:4037-50.
3. Valentino R, Savastano S, Tommaselli AP, D'Amore G, Dorato M, Lombardi G. The influence of intense ballet training on trabecular bone mass, hormone status, and gonadotropin structure in young women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86:4674-8.
4. Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A, Paraskevopoulou P, Varaki L, Kazantzi Z, et al. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999;84:4525-30.
5. Georgopoulos NA, Markou KB, Theodoropoulou A, Benardot D, Leglise M, Vagenakis AG. Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87:3169-73.
6. The Female Athlete Triad. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2007;39:1867-82.
7. Joy E, De Souza MJ, Nattiv A, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad. *Current Sports Medicine Reports.* 2014;13:219-32.
8. Loucks AB, Verdun M, Heath EM. Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. *J Appl Physiol.* (1985) 1998;84:37-46.
9. Williams NI, Helmreich DL, Parfitt DB, Caston-Balderrama A, Cameron JL. Evidence for a causal role of low energy availability in the induction of menstrual cycle disturbances during strenuous exercise training. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86:5184-93.
10. Loucks AB, Thuma JR. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003;88:297-311.
11. Loucks AB, Redman LM. The effect of stress on menstrual function. *Trends Endocrinol Metab.* 2004;15:466-71.
12. Maïmoun L, Coste O, Mura T, Philibert P, Galtier F, Mariano-Goulart D, et al. Specific bone mass acquisition in elite female athletes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98:2844-53.
13. Coste O, Paris F, Galtier F, Letois F, Maïmoun L, Sultan C. Polycystic ovary-like syndrome in adolescent competitive swimmers. *Fertil Steril.* 2011;96:1037-42.
14. Waters DL, Qualls CR, Dorin R, Veldhuis JD, Baumgartner RN. Increased pulsatility, process irregularity, and nocturnal trough concentrations of growth

- hormone in amenorrheic compared to eumenorrheic athletes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86:1013-9.
15. Marco Hernández M, Benítez R, Medranda I, Pizarro C, Méndez MJ. [Normal physiological variations of pubertal development: starting age of puberty, menarcheal age and size]. *An Pediatr. (Barc)* 2008;69:147-53.
 16. Constantini NW, Warren MP. Menstrual dysfunction in swimmers: a distinct entity. *J Clin Endocrinol Metab.* 1995;80:2740-4.
 17. Eyal O, Limor R, Oren A, Schachter-Davidov A, Stern N, Weintrob N. Establishing Normal Ranges of Basal and ACTH-Stimulated Serum Free Cortisol in Children. *Horm Res Paediatr.* 2016;86:94-9.
 18. Schaal K, Tafflet M, Nassif H, Thibault V, Pichard C, Alcotte M, et al. Psychological balance in high level athletes: gender-based differences and sport-specific patterns. *PLoS One.* 2011;6:e19007.
 19. Da Costa NF, Schtscherbyna A, Soares EA, Ribeiro BG. Disordered eating among adolescent female swimmers: dietary, biochemical, and body composition factors. *Nutrition.* 2013;29:172-7.
 20. Maor NR, Sayag S, Dahan R, Hermoni D. Eating attitudes among adolescents. *Isr Med Assoc J.* 2006;8:627-9.
 21. Lundqvist C, Hassmén P. Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2): evaluating the Swedish version by confirmatory factor analyses. *J Sports Sci.* 2005;23:727-36.
 22. Sánchez JCJ, Gómez RP, Dueñas KGN, Gómez-Millán MRB. Ansiedad y autoconfianza precompetitiva en triatletas. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte.* 2012;7:113-24.
 23. Aragon AA, Schoenfeld BJ, Wildman R, Kleiner S, VanDusseldorp T, Taylor L, et al. International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:16.
 24. Loucks AB. Low energy availability in the marathon and other endurance sports. *Sports Med.* 2007;37:348-52.

ANEXO I

ENCUESTA NUTRICIONAL (72 horas)

RELLENAR DOS DIAS DE DIARIO Y UNO DE FIN DE SEMANA

1.- Anote todos los alimentos consumidos durante el día. Indique:

- a) Plato (por ejemplo: pollo en salsa).
- b) Ingredientes (por ejemplo: pechuga de pollo, tomate natural, cebolla, ajo, vino, sal y aceite de oliva).
- c) Cantidad expresada según peso o porción aproximada (por ejemplo: 200 gramos ó ½ pechuga; un cazo sopero de lentejas o nº de gramos de estas pesadas en crudo).
- d) Forma de preparación (por ejemplo: empanado y frito).

2.- No olvide indicar las salsas, condimentos, guarniciones, que acompañan al plato principal. Anote el peso o una estimación de la cantidad consumida (por ejemplo: 5 rodajas de tomate, 3 patatas medianas, 4 cucharadas soperas de salta de tomate). También el pan.

3.- Indique siempre el aceite o tipo de grasa utilizada en la preparación del plato (por ejemplo: aceite de oliva, girasol, mantequilla, ...).

4.- Incluya la cantidad y tipo de bebidas alcohólicas y refrescantes consumidas (por ejemplo: 2 cervezas de lata, 1 cerveza de botellín, 1 vaso de vino, ...).

5.- Dé información detallada (nombre del producto y etiqueta si es posible) de los alimentos precocinados (por ejemplo: croquetas, pizzas congeladas), o productos elaborados industrialmente (por ejemplo: mahonesas, productos de bollería, ...).

Desayuno	a) Platos	b) Ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación
8,30 horas	Café con leche	Café líquido	100 ml	expreso
		leche entera	100 ml	
		Azúcar	10 gr	
	Tostadas	Pan de molde	50 gr	tostado
		Margarina sin sal	20 gr	
		Mermelada con azúcar	30 gr	

Comida	a) Platos	b) ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación
14 horas	Lentejas	Lentejas	60 gr	Cocido
		Arroz	15 gr	
		Aceite	7 ml	
		cebolla, ajo, ...		
	Pechuga	Pollo	100 gr	plancha
		Aceite	5 ml	
	Ensalada mixta	Lechuga	100 gr	crudo
		Tomate	100 gr	
		Aceite	10 ml	
	Fruta	Naranja	1 pieza	cruda
	Pan	fresco integral	30 gr	
Vino	Tinto	1 vaso		

FORMA DE PREPARACIÓN:

- Cocidos
- Fritos
- Asados
- Al horno
- A la plancha
- Empanados
- Crudos (verduras, hortalizas, etc.)
- Guisados (en agua y aceite)

FORMA DE EXPRESAR ALGUNAS CANTIDADES:

ALIMENTOS LÍQUIDOS

- Vaso:
 - pequeño (vino)
 - mediano (agua)
 - grande (especificar tipo)
- Taza:
 - pequeña (de moka)
 - mediana (de té)
 - grande o tazón

ALIMENTOS SÓLIDOS

- Cucharón, cuchara o espumadera de servir.
- Cuchara:
 - sopera
 - mediana
 - pequeña
- Plato llano o sopero:
 - colmado
 - raso
- Pan:
 - pan de molde
 - pan tostado
 - pan blanco
 - pan integral
- Fruta, por piezas.
- Aperitivos, por unidades (adjuntar siempre el envoltorio).

Nombre _____
 ___/___/___

Día de la semana _____ fecha

Desayuno	a) Platos	b) Ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

Media mañana	a) Platos	b) Ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

Comida	a) Platos	b) ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

Nombre _____
____/____/____

Día de la semana _____ fecha

Merienda	a) Platos	b) Ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

Cena	a) Platos	b) Ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

Antes de dormir	a) Platos	b) ingredientes	c) Cantidad	d) Forma preparación

ANEXO II

TABLA 2
Eating attitudes test (EAT-26)

	Siempre	Muy a menudo	A menudo	Algunas veces	Raramente	Nunca
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

***Las respuestas de las columnas “nunca”, “raramente” y “algunas veces” se valoran con 0 puntos. Las respuestas de las columnas “a menudo”, “muy a menudo” y “siempre” se valoran respectivamente como 1, 2 y 3 puntos. Como excepción, el ítem 25 se valora a la inversa, con 0 puntos para las columnas “siempre”, “muy a menudo” y “a menudo”, 1 punto para “algunas veces”, 2 puntos para “raramente” y 3 puntos para “nunca”.

ANEXO III

CSAI-2 **(Competitive State Anxiety Inventory-2)**

Instrucciones: A continuación se presentan una serie de frases que los deportistas han usado para describir sus sensaciones antes de competir. Por favor, lee cada una de estas frases y señala con un círculo el número que corresponda a cómo te sientes **justo en este momento**. No hay respuestas correctas o incorrectas. No dediques demasiado tiempo a responder, pero, por favor, elige la respuesta que mejor indique cómo te encuentras **en este preciso momento**.

ITEMS	NADA	UN POCO	MODERADAMENTE	MUCHO
1. Estoy preocupado por esta competición.	1	2	3	4
2. Me siento nervioso.	1	2	3	4
3. Me siento inquieto.	1	2	3	4
4. Tengo dudas.	1	2	3	4
5. Estoy "muerto de miedo".	1	2	3	4
6. Me encuentro bien.	1	2	3	4
7. Me preocupa no hacerlo en esta competición tan bien como podría.	1	2	3	4
8. Mi cuerpo se encuentra tenso.	1	2	3	4
9. Tengo confianza.	1	2	3	4
10. Me preocupa perder.	1	2	3	4
11. Me encuentro con el estómago tenso.	1	2	3	4
12. Me siento seguro.	1	2	3	4
13. Me preocupa atascarme o agarrotarme por culpa de la presión.	1	2	3	4
14. Mi cuerpo se encuentra relajado.	1	2	3	4
15. Confío en responder bien ante este reto.	1	2	3	4
16. Me preocupa rendir mal.	1	2	3	4
17. Mi corazón está acelerado.	1	2	3	4
18. Confío rendir bien.	1	2	3	4
19. Me preocupa conseguir mi objetivo en esta competición.	1	2	3	4
20. Siento mi estómago agarrotado.	1	2	3	4
21. Me encuentro mentalmente relajado.	1	2	3	4
22. Me preocupa que otras personas se sientan defraudadas con mi rendimiento.	1	2	3	4
23. Mis manos están pegajosas.	1	2	3	4
24. Estoy confiado porque imagino mentalmente cómo consigo mi objetivo.	1	2	3	4
25. Me preocupa no ser capaz de concentrarme.	1	2	3	4
26. Mi cuerpo está tenso.	1	2	3	4
27. Confío en rendir bien a pesar de la presión.	1	2	3	4

*** La ansiedad cognitiva se valora con los ítems 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 y 25. La ansiedad somática con los ítems 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, y 26. La autoconfianza se valora con los ítems 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 y 27. Todos se puntúan como aparece en la tabla a excepción del ítem 14, cuyo resultado se resta a la suma del resto de ítems pertenecientes a ansiedad somática.

ANEXO V

Variables socio-demográficas

- Fecha de inclusión
- Fecha de nacimiento
- Edad (años): calculada a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de inclusión
- Sexo (hombre/mujer)
- Deporte de élite practicado (natación / natación sincronizada)
- Días de entrenamiento a la semana
- Horas de entrenamiento a la semana
- Horas semanales de entrenamiento: más de 15 horas (si/no)

Variables antropométricas

- Peso (kg)
- Talla (cm)
- Percentil de talla: calculado a partir de la fecha de nacimiento, la fecha de inclusión y la talla; según Estudios Españoles de Crecimiento de 2010
- IMC (kg/m²): calculado a partir de peso/ (talla en m)²
- Gasto energético basal (GEB) (kcal): calculado según la fórmula de Harris-Benedict
$$\text{GEB} = 665,1 + (9,6 \times \text{peso en kg}) + (1,85 \times \text{talla en cm}) - (4,68 \times \text{edad})$$
- Porcentaje de masa grasa: calculado a partir de medidas antropométricas

Variables antropométricas familiares:

- Talla madre (cm)
- Talla padre (cm)
- Talla diana (cm): calculada según la fórmula $[(\text{talla padre} + \text{talla madre}) / 2] - 6,5$

Variables relacionadas con la menarquia y los ciclos menstruales:

- Fecha menarquia
- Edad ginecológica (meses): calculada a partir de la fecha de la menarquia y la fecha de inclusión
- Ciclos menstruales regulares (si/no)
- Alteraciones del ciclo menstrual previas
 - Oligomenorrea (si/no): definida como 6 periodos intermenstruales mayores de 35 días en un año
 - Amenorrea (si/no): definida como ausencia de 3 ciclos menstruales sin alteraciones previas o ausencia de 6 ciclos menstruales con irregularidad previa
- Alteraciones del ciclo menstrual actuales

- Oligomenorrea (si/no): definida como 6 periodos intermenstruales mayores de 35 días en un año
- Amenorrea (si/no): definida como ausencia de 3 ciclos menstruales sin alteraciones previas o ausencia de 6 ciclos menstruales con irregularidad previa

Variables relacionadas con la encuesta nutricional de 72h (Anexo I): tras su calibración se obtendrán:

- Media de Kcal consumidas al día
- Media de kcal procedentes de proteínas, hidratos de carbono y lípidos consumidos al día
- Media de kcal/kg/día: calculada a partir de la media de kcal consumidas al día dividido por el peso

Variables analíticas hormonales:

- Hormona estimulante de la tiroides (TSH) (μ UI/mL)
- Tiroxina libre (T4L) (ng/dl)
- Triyodotironina libre (T3L) (pg/ml)
- Testosterona total (ng/dl)
- Androstendiona (ng/dl)
- Dehidroepiandrosterona-sulfato (DHEAs) (μ g/dl)
- 17-hidroxiprogesterona (ng/ml)
- Cortisol (μ g/dl)
- Cortisol libre urinario en 24 horas (μ g/24h)
- Hormona de crecimiento (GH) (ng/ml)
- Factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF1) (ng/ml)
- Proteína 3 de unión al factor de crecimiento insulínico (IGFBP3) (μ g/ml)

Variables relacionadas con el riesgo de trastornos de la conducta alimentaria (Anexo II)

- Puntuación Test EAT-26: en puntos totales y estratificado según alto riesgo (>10 puntos)

Variables relacionadas con estrés psicológico vinculado al ejercicio y la competición (Anexo III)

- Puntuación Test CSAI-2 en ansiedad somática: en puntos y en porcentaje
- Puntuación Test CASI-2 en ansiedad cognitiva: en puntos y en porcentaje
- Puntuación Test CSAI-2 en autoconfianza: en puntos y en porcentaje

Variables relacionadas con la disponibilidad de energía

La disponibilidad de energía se estima por medio de la siguiente fórmula [1] :

$$DE = \frac{\text{Ingesta calórica (IE)} - \text{Gasto energético por ejercicio (GEE)}}{\text{Masa libre de grasa (MLG)}}$$

Donde:

- Ingesta calórica equivale a las kilocalorías ingeridas al día según la encuesta nutricional
- GEE se calcula con la siguiente fórmula:

$$GEE = \text{Gasto energético total por el ejercicio (GETIE)} \\ - \text{Gasto energético no debido al ejercicio (GEDE)}$$

- Calculándose GETIE como el producto del nº de METs del deporte en cuestión (9,8 para sincronizada y 9 para natación contra el crono según Butte et al.[2]) por el peso (kg) por el número de horas de entrenamiento diario (NHD).
- Calculándose GEDE con la siguiente fórmula:

$$GEDE = \left(\frac{\text{Gasto energético basal (GEB)}}{24 \text{ horas}} + \frac{\text{Gasto energético de vigilia (GEV)}}{16 \text{ horas}} \right) \times NHD$$

- GEB se calcula con la ecuación de Harris-Benedict y GEV se calcula dividiendo entre tres el GEB
- Masa libre de grasa se obtiene a partir del porcentaje de grasa corporal calculado mediante la ecuación de Faulkner.

*** Bibliografía empleada para el cálculo de la disponibilidad de energía

1. Loucks AB. *La tríada de la atleta: un fenómeno metabólico. Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud* 2014;12:1.
2. Butte NF, Watson KB, Ridley K, Zakeri IF, McMurray RG, Pfeiffer KA, et al. *A Youth Compendium of Physical Activities: Activity Codes and Metabolic Intensities. Med Sci Sports Exerc* 2018;50:246-56.

ALTERACIONES HORMONALES EN ADOLESCENTES NADADORAS DEPORTISTAS DE ÉLITE

INTRODUCCIÓN

La realización de entrenamientos de alto rendimiento puede conllevar alteraciones metabólicas y hormonales, pudiendo ser críticas si se producen durante el periodo puberal, cuando se adquiere la capacidad reproductiva y aumenta la masa ósea.

OBJETIVOS

Objetivo principal: Conocer la prevalencia de disfunción ovárica en adolescentes nadadoras deportistas de élite de Castilla y León.

Objetivos secundarios: Conocer la prevalencia de otros trastornos hormonales e identificar factores de riesgo relacionados con los trastornos endocrinológicos

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo, no intervencional, unicéntrico:

- Se recogieron los datos de 31 mujeres adolescentes, deportistas de élite en natación, en seguimiento por el Centro Regional de Medicina Deportiva (CEREMEDE) entre el 1 de noviembre de 2019 y el 31 de enero de 2020.
- Se registraron variables socio-demográficas, antropométricas y relacionadas con la menarquía y los ciclos menstruales.
- Se realizó un test de estrés deportivo (CSAI-2) y un test de trastornos de la conducta alimentaria (EAT-26).
- Se realizó una encuesta nutricional de 72 horas y se calcularon variables como la disponibilidad de energía a través de ella.
- Los datos se almacenaron en una base de datos del paquete estadístico SPSS 26.0 (SPSS inc. II, USA)

RESULTADOS

- El grupo presentó una **edad media de 13,3 años (DE 1,3)**, con un IMC de **19,2 kg/m² (DE 2,2)**. Realizaban 18,0 horas [15,0-20,0] de entrenamiento a la semana, practicando el 58% natación sincronizada y el resto, natación contra el crono.
- El **77,4%** había alcanzado la **menarquía**, con una **media de 12,2 años (DE 1,2)**, presentando el 75% una edad ginecológica (EG) superior a 6 meses. En el grupo de EG superior a 6 meses no se encontraron diferencias significativas al comparar aquellas deportistas con vs sin oligo/amenorrea en IMC, horas de entrenamiento, kilocalorías consumidas, test EAT-26 y disponibilidad de energía (DE). Sin embargo, se detectaron **niveles significativamente menores de ansiedad cognitiva con el test CSAI-2 en aquellas que presentaban oligo/amenorrea (p=0,039)**.
- En el test EAT-26, solo se observó una puntuación de riesgo en un 10% del total de las nadadoras
- El cálculo de la **disponibilidad de energía** arrojó una media de **39,4 kcal/kg masa libre de grasa (DE 23,4)**, hallándose niveles óptimos (>45 kcal/kg) únicamente en el 44,4% de las deportistas.



Figura 1: Prevalencia de disfunción ovárica en el subgrupo de deportista con edad ginecológica (EG) superior a 6 meses.

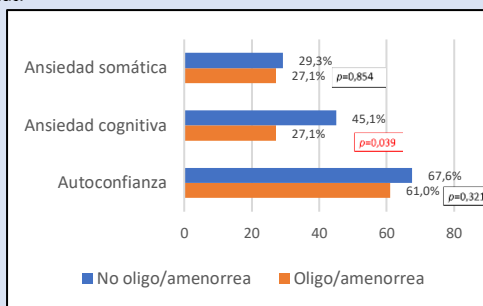


Figura 2: Dimensiones del Test CSAI-2 en el subgrupo con EG superior a 6 meses. Se representan los datos enfrentando a la población con oligo/amenorrea frente a aquella que no presenta dichas alteraciones.

Determinación hormonal	Resultado	Alteración (%)
Cortisol (µg/dl)	12,8 (DE 5,0)	17,2% elevada
Cortisol libre urinario (ug/24h)	32,7 (DE 17,9)	NO
TSH (µU/mL)	1,9 (DE 0,8)	NO
T4L (ng/dl)	1,2 (DE 0,1)	NO
T3L (pg/ml)	3,9 (DE 0,5)	11,1% elevada
Testosterona total (ng/dl)	25,4 (DE 15,1)	6,9% elevada
Testosterona libre (pg/ml)	1,4 (DE 0,6)	NO
Androstendiona (ng/ml)	2,0 (DE 1,2)	13,8% elevada
Dehidroepiandrosterona-sulfato (µg/dl)	193,3 (DE 105,6)	10,3% elevada
17-hidroxiprogesterona (ng/ml)	1,3 (DE 2,6)	6,7% elevada

Tabla 1: Resultados de las determinaciones hormonales estudiadas.

Figura 3: Distribución porcentual de los macronutrientes de la dieta en el grupo con el valor medio de kilocalorías ingeridas por kilogramo de peso al día

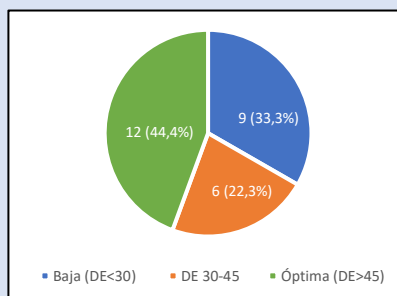
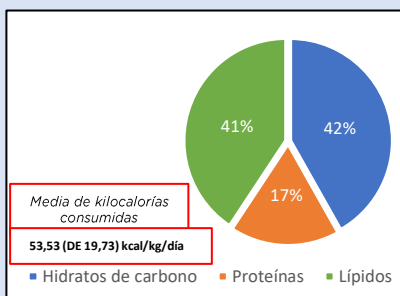


Figura 4: Disponibilidad de energía calculada (kcal/kg masa libre de grasa) en las deportistas nadadoras

CONCLUSIONES

- La **prevalencia de irregularidades del ciclo menstrual** en nuestro grupo de adolescentes deportistas de élite en natación con EG superior a 6 meses es **elevada**, aunque solo la mitad cumplía criterios de oligo/amenorrea.
- En nuestra población **no se encontraron otras alteraciones hormonales ni un riesgo aumentado de trastorno de la conducta alimentaria** respecto a la población normal
- A pesar de no encontrarse diferencias significativas en la disponibilidad de energía en el grupo de mujeres con criterios de oligo/amenorrea, **la prevalencia de disponibilidad de energía sub-óptima es elevada**

BIBLIOGRAFÍA MÁS RELEVANTE

- Maimoun L, Georgopoulos NA, Sultan C. Endocrine disorders in adolescent and young female athletes: impact on growth, menstrual cycles, and bone mass acquisition. J Clin Endocrinol Metab. 2014;99:4037-50
- Joy E, De Souza M.J, Nattiv A, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, et al. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad. Current Sports Medicine Reports. 2014;13:219-32



Autor: Álvaro Curiel García
Tutora: Ana Ortolá Buigues