

Mecanismo de Síncope en Nadadoras de Elite

Antonio G. HERMOSILLO¹ Maite VALLEJO² Manuel CÁRDENAS² Fernando COVARRUBIAS²
Ariel RODRIGUEZ² Andrei KOSTINE² Elizabeth SALAS² Manlio F. MARQUEZ²

Relampa 78024-466

Hermosillo AG, Vallejo M, Cárdenas M, Covarrubias F, Rodriguez A, Kostine A, Salas E, Marquez MF.
Mecanismo de síncope en nadadoras de elite. Relampa 2009;22(1):27-34.

RESUMEN: Los atletas pueden tener baja tolerancia al ortostatismo. El mecanismo involucrado no es aún bien conocido. Nuestra hipótesis está basada en que las mujeres nadadoras de alta performance se desmayan fácilmente durante el test de la tabla vasculante, tilt test (TT), probablemente debido a un pobre control baroreflejo. La frecuencia cardíaca y las variabilidades de la presión arterial diastólica, la sensibilidad barorefleja, la hemodinamia cardíaca y la velocidad del flujo cerebral fueron analizadas durante el TT en un grupo de 8 mujeres record mundial de larga distancia en aguas abiertas (cruce del Canal de la Mancha). Cinco individuos (63%) tenían una respuesta positiva al TT y tres, negativa. La prueba demostró al comienzo una frecuencia cardíaca más alta, componentes de baja frecuencia en el análisis de la variabilidad, una relación baja frecuencia/alta frecuencia ($p < 0.05$) y baja frecuencia de la presión arterial diastólica ($p < 0.05$), con mayor reducción de la sensibilidad barorefleja ($p < 0.05$), un descenso en la velocidad del flujo cerebral en diástole y un índice de pulsatilidad aumentado en forma precoz con respecto a la reacción vasovagal. Las nadadoras de larga distancia con prueba positiva al TT, es decir con síncope, tienen diferente respuesta al TT con un tono simpático cardíaco aumentado, menor actividad simpática periférica y respuesta baroreceptora. Las diferencias genéticas pueden explicar la respuesta variable. El nado de alta resistencia puede aumentar el riesgo de desmayo. La alta prevalencia del TT positivo en estas nadadoras debe ser considerada para futuros estudios.

DESCRITORES: intolerancia ortostática, entrenamiento físico de alta performance, variabilidad de la frecuencia cardíaca, variabilidad de la presión arterial, sensibilidad barorefleja.

INTRODUCCIÓN

El sistema nervioso autónomo juega un rol crítico en la regulación de la presión arterial. La posición de pie impone un estrés mayor sobre el sistema cardiovascular. Más allá de este desafío los humanos pueden permanecer comúnmente de pie tanto como los reflejos cardiovasculares mantengan la presión arterial y la acumulación de líquido en los miembros inferiores por aumento del tono vasomotor.

El entrenamiento moderado en el ejercicio aeróbico, particularmente la natación, tiene un rol en el manejo de pacientes con síncope mediado neuralmente y baja tolerancia al ejercicio¹⁻¹¹.

Mejora los síntomas y aumenta la tolerancia al ortostatismo, y esto está asociado con aumento en el volumen plasmático y en la sensibilidad barorefleja^{30,31}. Esta observación contrasta con la propensión de los individuos con alto grado de entrenamiento hacia una menor tolerancia al estrés ortostático que aquellos

(1) Médico Jefe del Servicio de Cardiología del Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

(2) Médico del Departamento de Electrocardiología Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez.

Dirección para correspondencia: ScD. J Antonio González-Hermosillo G Juan Badiano No.1. Col. Sección XVI. Tlalpan. Mexico D.F. 14080.

Telephone: 5255-55133740. Fax: 5255-56552863. e-mail: aghermo@yahoo.com

Trabalho recebido em 02/2009 y publicado em 03/2009.

no entrenados. "Los hombres entrenados pueden correr pero no pueden permanecer parados"¹³.

En los individuos sanos, los reflejos mediados neuralmente, principalmente los baroreflejos arteriales, corrigen los descensos en la presión arterial que se producen en el ortostatismo.

A pesar de las extensas investigaciones en humanos y en animales de experimentación, la influencia de los habituales ejercicios aeróbicos de resistencia sobre la función barorefleja permanece controvertida. Los esfuerzos se han focalizado o sobre ciertas características de la función refleja o sobre las mediciones de la sensibilidad de los baroreflejos. Los resultados de estos estudios son equívocos. En algunos casos la función barorefleja, comparando individuos sanos entrenados y no entrenados, se mostró aumentada², sin diferencias³, o reducida^{18,27}.

También se ha señalado que las mujeres tienen menor tolerancia que los hombres⁸. Las mujeres premenopáusicas tienen menor actividad tónica simpato-adrenal relacionada al sistema nervioso autónomo para mantener la presión arterial y buffer baroreflejo menos efectivo para mantener la presión arterial que los hombres de edad similar³.

El propósito de este estudio era determinar las respuestas cardiovasculares, cerebrovasculares y autonómicas al estrés ortostático en mujeres nadadoras al final de su entrenamiento para cruzar el Canal de la Mancha y evaluar la hipótesis que la alta performance en estas atletas demostraría menor control reflejo baroreceptor y menor tolerancia ortostática.

MÉTODOS

Población

El grupo en estudio estuvo integrado por el grupo Mejicano de nadadoras de aguas abiertas "Altamar66K" (n=8; edad media 36.5±8.8 años). Todas eran eumenorreicas, normotensas que nunca habían padecido síncope. Competían durante 3 años y habían sido evaluadas para enfermedades cardiovasculares, neurológicas o metabólicas. El entrenamiento de rutina consistía en sesiones diarias de natación de 3 horas, 7 días por semana, durante 6 meses.

Fueron interrogadas para que no tomaran ningún tipo de drogas, bebidas cafeinadas y alcohol al menos durante las 24 horas previas al TT. Estaban en la fase folicular de su ciclo menstrual para minimizar cualquier variabilidad en los mecanismos de control autonómicos. El Comité de Ética del Instituto aprobó el estudio.

Protocolo del Tilt-Test

Todos los individuos realizaron un TT pasivo, entre las 9:00 y 10:00 AM. En un ámbito tranquilo y

en penumbra, con una temperatura de la habitación de 24°C, luego de una noche de ayuno.

Luego de permanecer descansando en posición supina durante 10 minutos a fin de alcanzar un estado de equilibrio, los individuos fueron llevados pasivamente a la posición de pie a 70° durante 45 minutos o hasta que comenzaran los síntomas.

El test se consideraba positivo si había síncope (pérdida de conciencia) o síntomas presincoales (palidez, náuseas, mareos, debilidad) asociada con hipotensión (descenso en la presión arterial sistólica >60% de los valores basales, o un valor absoluto <80 mm Hg) sólo o en combinación con bradicardia (descenso de la frecuencia cardíaca >30% de los valores basales, un valor absoluto <40 latidos/minuto, o asistolia). Con estos datos, los individuos se categorizaron como negativos, es decir, no padecieron síncope: TT negativo o positivos. Ej.: síncope o TT positivo. Las respuestas positivas al test se clasificaron como cardioinhibitoria, vasodepresora o mixta en concordancia con el estudio Vasis²⁸.

Los cambios autonómicos, cardiovasculares y cerebrales eran determinados por la promediación latido a latido evaluados durante un período de 5 minutos cuando se encontraban en reposo en posición supina (basal), durante los 5 minutos iniciales (test temprano) y en los últimos 5 minutos del test (test tardío), justo antes de la reacción vasovagal.

Parámetros Cardiovasculares y Autonómicos

Se colocó un pretismógrafo digital [Task Force Monitor (CNSystems Medizintechnik, Graz, Austria)]¹², para tener una medición no invasiva continua de la presión arterial empleando la técnica de descarga vascular.

El ECG, la cardiografía de impedancia y la presión arterial latido a latido eran muestreadas con una sensibilidad de 1000 Hz cada una.

Se obtuvieron mediciones reproducibles del volumen minuto empleando la cardiografía de impedancia, que era realizada con métodos standardizados^{18,19}. Las mediciones de presión arterial continua eran corregidas a valores absolutos con las mediciones oscilométricas de la presión arterial en el brazo derecho.

Para calcular el índice sistólico y la resistencia periférica total se emplearon fórmulas estándares. Los registros se editaban para la corrección manual de errores originados en artefactos y latidos ectópicos. Los parámetros autonómicos se obtenían del análisis espectral de la frecuencia cardíaca (VFC) y la variabilidad de la presión arterial diastólica (dVPA) en el dominio de la frecuencia con el modelo adaptativo autoregresivo.

La potencia total y sus componentes se calculaban por los intervalos RR y la presión arterial diastólica¹⁶. Muy baja frecuencia (VLF) 0-0.05 Hz, baja frecuencia

(LF) 0.05 a 0.15 Hz, alta frecuencia (HF) 0.15-0.4 Hz; y la relación entre las bandas de baja y alta frecuencia de la frecuencia cardíaca y la presión arterial.

Los componentes de baja frecuencia del intervalo RR (LFRR) y la variabilidad de la presión arterial diastólica (LFdBP) eran considerados ser la expresión de la regulación simpática eferente cardíaca y vascular, respectivamente, mientras los componentes de alta frecuencia de la variabilidad de los intervalos RR son considerados ser expresión de la modulación vagal¹⁷. Los parámetros de HRV y dBPV por componentes oscilatorios de baja y alta frecuencia eran expresados en unidades normalizadas (un)²⁰.

La sensibilidad refleja del baroreceptor (BRS) era medida empleando el método secuencial⁶. La activación refleja baroreceptora es reconocida por las subidas/bajadas de 1 mm Hg o más durante al menos 4 latidos cardíacos consecutivos simultáneamente con los decrementos/incrementos de los intervalos RR. Regresiones lineales de los incrementos/decrementos de la presión sistólica e incrementos/decrementos en los intervalos RR eran computarizados. Para cada secuencia, el retraso entre los valores de RR y presión arterial sistólica eran llevados a 0 latidos. Sólo se seleccionaban los episodios con un coeficiente de correlación $r > 0.95$, y desde todas las regresiones, una curva media de sensibilidad baroreceptora (ms/mm/Hg) se calculaba para cada período de estado de equilibrio.

Parámetros Cerebrovasculares

La velocidad del flujo sanguíneo cerebral (CBF) fue medida en la arteria cerebral media con ultrasonografía Doppler transcranial (TCD) empleando un transductor de 2-MHz (MultiDop T, DWL Elektronische System, Sipplingen, Germany). Flujo cerebral sistólico (sCBF), diastólico (dCBF) y velocidades medias de flujo cerebral (mCBF). Se midieron continuamente, con la resistencia cerebrovascular (CVR) derivada de la fórmula $CVR = MAP/mCBFV$, donde MAP es la presión arterial media. También se calculó el índice de pulsatilidad ($PI = sCBF - dCBF / mCBF$).

Análisis estadístico

Se organizó una base de datos con la información de cada nadadora en formato Excel y el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa Stata 8.0 for Windows (Stata Corporation, 4905 Lakeway Drive, College Station Texas 77845 USA). El análisis estadístico fue llevado a cabo con el Exploratory mostrados como una patente de distribución normal (Shapiro Wilk's test $p < 0.05$); por lo tanto el resumen y la dispersión estimada se muestran como medianas (cuartiles 25 y 75). Las variaciones de los cambios eran estimadas para cada parámetro autonómico y cardiovascular entre la posición supina y el tilt temprano.

Los cambios en el flujo sanguíneo cerebral eran también estimados entre el tilt precoz y tardío. La comparación entre los grupos se llevó a cabo con el test de Mann Whitney U y dentro de los grupos con el de Wilcoxon para test apareados. La significación estadística se colocaba en el nivel alfa < 0.05 .

RESULTADOS

Las características clínicas de las nadadoras estudiadas se muestran en la tabla 1. Cinco nadadoras (63%) tenían una respuesta positiva al TT, dos con síncope y 3 con presíncope (cuatro entre 5 y 9 minutos y una al minuto 28). Las respuestas hemodinámicas fueron clasificadas como cardiointermitentes en 4 y mixta en una ocasión. Las 3 nadadoras restantes completaron 45 minutos del test. Las edades y BMI eran similares entre ambos grupos de nadadoras. En el grupo con TT positivo, cuatro pacientes tenían un importante aumento de la frecuencia cardíaca en la fase temprana del test y sincoparon tempranamente (< 9 minutos) mientras una sincopó a los 28 minutos y no tuvo un incremento significativo en la frecuencia cardíaca durante el TT. Una nadadora sin historia de hipertensión tenía estrés relacionado a presión arterial elevada.

Los parámetros basales (cardiovasculares, cerebrovasculares y autonómicos) no fueron diferentes entre los sujetos con TT positivo y negativo.

La tabla 2 resume las variables cardiovasculares y autonómicas de la fase temprana del TT. Mientras los individuos con TT positivo mostraron un análisis espectral más bajo en LF dBP y valores más altos en la variabilidad de alta frecuencia dBP, aquellos con TT negativo tenían respuesta opuesta. Estas diferencias estadísticas eran significativas ($p < 0.05$). La frecuencia cardíaca y CI eran mayores en las nadadoras con TT positivo que el grupo negativo ($p < 0.05$). No se encontraron diferencias en los parámetros SI, TPR y CBF (por considerarlos de poca utilidad no se muestran).

En la tabla 3 se muestran los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la sensibilidad baroreflexa basales y en la fase temprana del TT. En las nadadoras con TT positivo y negativo se observó una respuesta opuesta en relación a la actividad cardíaca simpática. La relación LFRR y LF/HF aumentó en los sujetos con TT positivo mientras la HFRR descendió. Inversamente la potencia LFRR y la relación LF/HF descendió en los sujetos sin respuesta vasovagal ($p < 0.05$). Los cambios de BRS inducidos por el TT (Delta BRS) también mostraron diferencias significativas entre los grupos estudiados: aquellos con TT positivo tenían una mayor reducción ($p < 0.05$).

La velocidad de flujo cerebral es comparada entre las fases temprana y tardía del TT en la tabla 4. En el grupo positivo, la dCBF descendió significati-

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

ID	TT	Tiempo de pie [min]	Edad [años]	IMC [kg/m ²]	FC [latidos/min]			PA [mmHg]		
					Supino	TT temprano	TT tardío	Basal	TT temprano	TT tardío
1	+	28	43	22.1	72	76	34	124/77	142/90	73/47
2	+	8	37	20.2	50	69	38	95/59	117/78	67/25
3	+	5	38	24.3	64	88	43	161/110	157/119	77/52
4	+	8	43	26.1	63	77	39	131/86	133/93	77/49
5	+	9	37	23.1	66	90	37	118/78	128/91	76/49
6	-	45	16	26.9	59	65	72	123/73	136/87	139/90
7	-	45	35	27.6	45	58	55	109/59	117/74	124/79
8	-	45	43	22.9	65	71	74	121/79	131/87	136/89

INC = Índice de masa corporal; PA = presión arterial; TT = Tilt Test; FC = frecuencia cardíaca; ID = identificación.

TABLA 2
VARIABILIDAD DE LA PRESIÓN ARTERIAL Y HEMODINAMIA CARDIOVASCULAR DURANTE LA FASE TEMPRANA DEL TT

	TT positivo			TT negativo			P=
	Percentil 25	Media	Percentil 75	Percentil 25	Media	Percentil 75	
LFdPA [nu]	6.3	7.1	7.4	7.5	9.9	13.5	0.02
HFdPA [nu]	7.9	9.6	14.6	4.6	5.3	7.5	0.05
FC [bpm]	76	77	87	58	64	71	0.05
IS [ml/m ²]	38.4	39.3	43.6	33.6	44.6	46.6	NS
IC [l/min*m ²]	3.01	3.02	3.22	2.4	2.6	3	0.05
RPT [dyne*s/cm ⁵]	1442.1	1498.6	1529.7	1426.2	1522	2089.1	NS

IC = índice cardíaco; HFDBP = Potencia spectral de alta frecuencia de la presión arterial diastólica; FC = frecuencia cardíaca; LFDBP = Potencia spectral de baja frecuencia de la presión arterial diastólica; NS = no significativo; IS = índice sistólico; RPT = resistencia periférica total.

TABLA 3
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA Y SENSIBILIDAD BAROREFLEJA:
CAMBIOS- DELTA (Δ) IN TT POSITIVO Y NEGATIVO EN NADADORAS

	TT Positivo			TT negativo			P=
	Percentil 25	Media	Percentil 75	Percentil 25	Media	Percentil 75	
Basal vs. TT temprano							
LFRR [nu]	1.8	5.6	7	-18.8	- 3.8	- 2.1	0.02
HFRR [nu]	- 7	- 5.5	- 1.8	2.05	3.8	18.8	0.02
LF/HFRR	0.20	0.21	0.39	- 1.11	- 0.21	- 0.17	0.02
SBR [ms/mmHg]	- 15.7	- 13.4	- 9.2	- 6	- 1.66	- 0.77	0.05

LFRR = Poder spectral de baja frecuencia del intervalo RR; HFRR = Poder spectral de alta frecuencia del intervalo RR; LF/HFRR = Relación baja/alta frecuencia del intervalo RR; SBR = sensibilidad barorefleja.

TABLA 4
COMPARACIÓN DE LA VELOCIDAD DE FLUJO SANGUÍNEO CEREBRAL ENTRE LA FASE TEMPRANA Y TARDÍA
DEL TT POSITIVO Y NEGATIVO EN NADADORAS

	TT Temprano			TT Tardío			P=
	Percentil 25	Media	Percentil 75	Percentil 25	Media	Percentil 75	
TT (+)							
sVFC [cm/s]	95	96	103	90	106	114	NS
dVFC [cm/s]	40	46	47	14	16	17	0.043
IPC	0.70	0.80	0.86	1.5	1.7	2.6	0.043
RVC [mmHg*s/cm]	1.5	1.6	1.7	1.56	1.64	1.66	NS
TT (-)							
sVFC [cm/s]	85	93	99	68	80	95	NS
dVFC [cm/s]	33	44	53	28	42	50	NS
CPI	0.56	0.85	0.95	0.50	0.88	0.92	NS
CVR [mmHg*s/cm]	1.33	1.5	1.9	1.6	1.8	2.3	NS

IPC = Índice de pulsatilidad cerebral pulsatility index; RVC = Resistencia vascular cerebral; dVFC = velocidad de flujo sanguíneo cerebral diastólico; sVFC = velocidad de flujo sanguíneo cerebral sistólico. NS = no significativo

vamente. Por el contrario, el CPI aumentó significativamente. No se encontraron diferencias en la sCBF y CVR. En el grupo de nadadoras con resultado negativo, los parámetros CBF no fueron significativamente diferentes a lo largo de toda la prueba.

En la figura 1 se muestran parámetros representativos en sujetos con TT positivo y negativo.

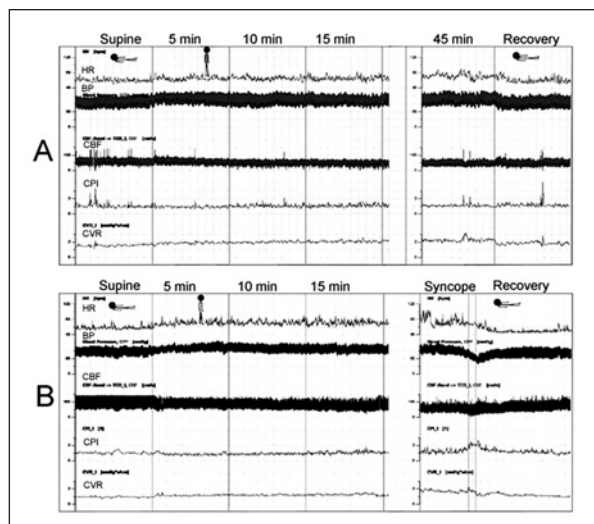


Figura 1 - Registros representativos desde el monitor durante el Tilt Test en posición supina en reposo y en posición de pie. frecuencia cardíaca, presión arterial, velocidad del flujo sanguíneo cerebral, índice de pulsatilidad cerebral y resistencia vascular cerebral en un sujeto sin síntomas (A) y el comienzo del síncope (a 70°) en B.

DISCUSIÓN

El presente estudio encontró diferencias significativas en las frecuencias de potencia espectral y la sensibilidad en el reflejo baroreceptor durante la parte inicial de los cambios ortostáticos (TT temprano) positivo y TT negativo en este grupo de nadadoras sometidas a un fuerte entrenamiento. Hubo una aparente disminución de las respuestas baroreceptoras en el primer grupo que pueden explicar su pobre tolerancia al ortostatismo.

Se ha sugerido que un incremento en la sensibilidad de la resistencia carotídea baroreceptora/vascular puede ser importante para mantener la presión sanguínea durante el estrés ortostático. La evidencia de varios estudios sugiere que una atenuación del control baroreflejo de la vasculatura es un factor contribuyente para una predisposición aumentada a la hipotensión ortostática en individuos con un importante entrenamiento²⁵.

Algunos investigadores sugirieron que la tolerancia ortostática puede reducirse por el entrenamiento atlético en individuos con alto VO_{2max} ⁴. Aunque el VO_{2max} no se medía en este estudio, el régimen de entrena-

miento era similar en ambos grupos. En base a que este grupo de atletas ha roto actualmente el record mundial en el cruce del Canal de la Mancha, nosotros asumimos que estaban adecuadamente entrenadas.

Estudios previos de la influencia del entrenamiento físico sobre la tolerancia al ortostatismo arrojaron resultados controvertidos⁵, éstos pueden relacionarse a diferentes criterios de inclusión, regímenes de entrenamiento, métodos empleados para objetivar los cambios, diferentes disciplinas deportivas y diferentes mecanismos patofisiológicos.

Los estudios empleando el TT revelan que el test sólo raramente provoca síncope en individuos normales⁷. En nuestro estudio, 5 de 8 nadadoras sanas sincoparon durante la fase pasiva del tilt (62.5%).

Los mecanismos patogénicos de la reacción vasovagal no están aún completamente comprendidos.

La posibilidad que la respuesta cardíaca simpática inicial ante la actividad pueda provocar reacciones vasovagales es avalada por la observación clínica de un aumento transitorio de la frecuencia cardíaca antes del síncope. Los estudios basados en el análisis de potencia espectral de la variabilidad del RR han indicado aumento⁹, reducción^{21,22} o no cambios²³ en los valores de los marcadores de la modulación cardíaca simpática antes del evento vasovagal. También se comunicó la heterogeneidad de los cambios en la acción simpática hacia los vasos antes del síncope. Los eventos vasovagales provocados por el TT estuvieron precedidos por un lento aumento (en los individuos con síncope habituales) o un acrecentamiento marcado (en aquellos individuos con síncope ocasionales) de la descarga muscular neural simpática²⁴.

Nuestros resultados muestran que los individuos asintomáticos durante el TT y aquellos que desarrollaron síncope/presíncope tuvieron una hemodinamia similar e índices espectrales de modulación autonómica cardíaca y vascular en condiciones de reposo. Durante la fase temprana del TT, cuando todos los individuos del estudio estaban aún asintomáticos, aquellos que desarrollarían síncope/presíncope tuvieron presión arterial y resistencias periféricas totales similares pero en cambio una frecuencia cardíaca e índice cardíaco más altos comparados con los asintomáticos. En un sujeto no hubo cambios significativos en el aumento de la frecuencia cardíaca en la fase temprana TT, y ella sincopó mucho más tardíamente que las otras. Este hallazgo está en concordancia con un estudio reciente¹⁰, indicando que un marcado incremento en la frecuencia cardíaca puede predecir la ocurrencia de eventos vasovagales.

La realización de los análisis espectrales latido a latido permitió seguir el curso de los marcadores espectrales de la modulación cardíaca y vascular periférica

durante la fase inicial del TT y antes de la producción de síncope/presíncope (TT tardío). En el grupo de nadadoras que padecieron síncope, los índices de modulación de la actividad cardíaca simpática aumentaron desde el comienzo justo hasta antes del final del test. Por el contrario, una inhibición de la regulación vascular simpática eferente estaba presente durante el TT tempranamente con una reducción final en el momento del síncope/presíncope en las nadadoras con TT positivo. En pacientes con síncope ocasional y recurrente se comunicó una falla para aumentar el tono simpático de la vasculatura o para mantenerlo durante la posición de pie³⁰, TT muy prolongados²⁴, o maniobras de presión negativa en la parte baja del cuerpo¹⁵ empleando técnicas de microneurografía.

Comparado con las nadadoras asintomáticas, en todos los sujetos con síncope/presíncope, la progresión del TT estaba caracterizada por una predominancia persistente de la actividad simpática sobre el corazón antes del evento vagal. Esta conducta está en concordancia con hallazgos previos obtenidos en atletas entrenados⁹ y en sujetos con síncope súbito ocasional¹⁰.

Generalmente se cree que en los pacientes cardíacos, y en individuos jóvenes sanos, el entrenamiento físico provoca un descenso en la actividad simpática y un aumento en la parasimpática y la sensibilidad barorefleja¹⁷. Sin embargo, hay alguna evidencia que sugiere que en atletas con alto grado de entrenamiento, como en estos casos estudiados por nosotros, el entrenamiento muy intensivo cambia la modulación autonómica cardiovascular desde una predominancia parasimpática a la simpática¹⁷.

No es conocido si el tipo de entrenamiento afecta la tolerancia ortostática en individuos que realizan ejercicio crónicamente. Durante la presión negativa pasiva en la parte baja del cuerpo, una gran incidencia de intolerancia al ortostatismo se observó en los atletas que realizan su ejercicio en posición de pie (corredores) versus aquellos que lo hacen en posición supina como las nadadoras. Esto se relacionó con un control baroreflejo atenuado de la resistencia vascular periférica²⁶.

En el presente estudio, las nadadoras sintomáticas tuvieron una reducción selectiva de la velocidad del flujo diastólico y un aumento en el índice de pulsatilidad a pesar de mantener la presión arterial aún antes de la eminencia del síncope. Esta conducta no se observó en aquellas que fueron capaces de terminar el test.

Durante el estrés ortostático, la Resistencia cerebral vascular aumentó sugiriendo vasoconstricción que se detectó antes de la pérdida de conciencia. Se ha sugerido que un aumento en la actividad simpática e hipocapnia pueden jugar un rol en este mecanismo^{27,29}.

En individuos con síncope vasovagal, se demostró, empleando ultrasonografía Doppler transcanial, un descenso selectivo en la velocidad diastólica, sin cambios en la velocidad sistólica y un aumento en el índice de pulsatilidad¹⁴.

Estos datos sugieren que las respuestas baroreceptoras anormales y el aumento en la actividad nerviosa simpática disparados durante el estrés ortostático pueden resultar en un desorden de la autorregulación cerebral.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones. Se estudiaron sólo un pequeño número de mujeres jóvenes, sanas, nadadoras de clase mundial y no tenemos grupo control. No es posible la extrapolación de estos resultados a otros grupos con diferente modo, grado de entrenamiento y género. No se determinó la capacidad de trabajo físico para mostrar un efecto estadístico significativo del entrenamiento al ejercicio sobre la intolerancia ortostática.

En conclusión, este estudio confirma los hallazgos previos que en atletas mujeres con alto grado de entrenamiento hay un descenso en la tolerancia ortostática que está asociado al compromiso de la función barorefleja con aumento del tono simpático cardíaco y descenso del control simpático vasomotor.

Como el control autonómico de la circulación está controlado por factores genéticos, es posible que la intolerancia ortostática pueda ser al menos genéticamente determinada, y que esta respuesta variable al estrés ortostático observado en estos dos grupos de nadadoras pueda ser explicada por esta diferencia. Son necesarios más estudios para dilucidar el rol potencial de las variables genéticas en la génesis de las diferencias observadas en el control autonómico cardiovascular entre nadadoras sintomáticas y asintomáticas.

Agradecimientos: Los autores les agradecen a los individuos que participaron voluntariamente en este estudio. También para Alma Delia Ferreira y Diana Victoria por su asistencia técnica y Betty Lou Chinn RN, Bs y al Dr. Ricardo Pesce por sus traducciones al y del inglés.

Relampa 78024-466

Hermosillo AG, Vallejo M, Cárdenas M, Covarrubias F, Rodriguez A, Kostine A, Salas E, Marquez MF. Mechanisms of syncope in female elite swimmers. *Relampa* 2009;22(1):27-34.

ABSTRACT: Athletes may have lower orthostatic tolerance. The mechanisms involved remain not well understood. We tested the hypothesis that high-performance female swimmers faint easily during head-up Tting (HUT), probably because of poor baroreflex control. Heart rate and diastolic blood pressure variables (dBPV), baroreflex sensitivity (BRS), cardiac hemodynamics, and cerebral blood flow rate (CBF) were assessed during HUT in a team of eight female world record long distance free-water swimmers (English Channel crossing). Five subjects (63%) had a HUT (+) response and three a HUT (-). HUT (+) subjects during the early tilt had higher heart rate (HR), low-frequency power of HR, and LF/HF ratio ($p<0.05$), and lower LFdBPV ($p<0.05$); BRS showed a greater reduction ($p<0.05$) and CBF showed a decrease in diastolic rate, and an increased pulse rate index earlier than the vasovagal reaction. Long distance swimmers with HUT (+) induced syncope have a different response to tilt with an increased cardiac sympathetic tone, lower peripheral sympathetic activity, and baroreceptor responsiveness. Genetic differences may explain the variable response. Endurance swimming may increase the risk of fainting. The high prevalence of HUT (+) responses in endurance-trained swimmers should be considered for future trials.

DESCRIPTORS: orthostatic intolerance, high-performance physical training, heart rate variable, arterial blood pressure variable, Baroreflex sensitivity.

Relampa 78024-466

Hermosillo AG, Vallejo M, Cárdenas M, Covarrubias F, Rodriguez A, Kostine A, Salas E, Marquez MF. Mecanismo da síncope em nadadoras de elite. *Relampa* 2009;22(1):27-34.

RESUMO: Os atletas podem ter baixa tolerância ao ortostatismo. O mecanismo envolvido ainda não é bem conhecido. Nossa hipótese se baseia em que as mulheres nadadoras de alta performance desmaiam facilmente durante o teste de inclinação, tilt test (TT), provavelmente devido a um pobre controle barorreflexo. A frequência cardíaca e as variabilidades da pressão arterial diastólica, a sensibilidade barorreflexa, a hemodinâmica cardíaca e a velocidade do fluxo cerebral foram analisadas durante o TT em um grupo de 8 mulheres recorde mundial de longa distância em águas abertas (travessia do Canal da Mancha). Cinco indivíduos (63%) tinham uma resposta positiva ao TT e três, negativa. A prova demonstrou ao início uma frequência cardíaca mais alta, componentes de baixa frequência na análise da variabilidade, uma relação baixa frequência/alta frequência ($p<0.05$) e baixa frequência da pressão arterial diastólica ($p<0.05$), com maior redução da sensibilidade barorreflexa ($p<0.05$), um descenso na velocidade do fluxo cerebral em diástole e um índice de pulsatilidade aumentado de forma precoce com respeito à reação vasovagal. As nadadoras de longa distância com resultado positivo no TT, ou seja com síncope, têm diferente resposta ao TT com um tono simpático cardíaco aumentado, menor atividade simpática periférica e resposta barorreceptora. As diferenças genéticas podem explicar a resposta variável. O nado de alta resistência pode aumentar o risco de desmaio. A alta prevalência do TT positivo nestas nadadoras deve ser considerada para futuros estudos.

DESCRITORES: intolerância ortostática, treinamento físico de alta performance, variabilidade da frequência cardíaca, variabilidade da pressão arterial, sensibilidade barorreflexa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Brignole M, Alboni P, Benditt DG, Bergfeldt L, Blanc JJ, Bloch Thomsen PE, et al. Task Force on Syncope, European Society of Cardiology, Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope-Update 2004. *Europace* 2004;6:467-537.
- 2 - Brum PC, Da Silva GJ, Moreira ED, Ida F, Negrao CE, Krieger EM. Exercise training increases baroreceptor gain sensitivity in normal and hypertensive rats. *Hypertension* 2000;36:1018-1022.
- 3 - Christou DD, Parker Jones P, Jordan J, Diedrich A, Robertson D, Seals DR. Women have lower tonic autonomic support of arterial blood pressure and less effective baroreflex buffering than men. *Circulation* 2005;111:494-8.
- 4 - Convertino VA. Aerobic fitness, endurance training, and

- orthostatic intolerance. *Exerc.Sport Sci Rev* 1987;15:223-59.
- 5 - Convertino VA. Endurance exercise training: conditions of enhanced hemodynamic responses and tolerance to LBNP. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:705-12.
- 6 - Di Rienzo M, Parati G, Castiglioni P, Tordi R, Mancina G, Pedotti A. Baroreflex effectiveness index: an additional measure of baroreflex control of heart rate in daily life. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol* 2001;280:R744-R751.
- 7 - Fitzpatrick AP, Theodorakis G, Vardas P, Sutton R. Methodology of head up tilt table testing in patients with unexplained syncope. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17:125-30.
- 8 - Fu Q, Arbab-Zadeh A, Perhonen MA, Zhang R, Zuckerman JH, Levine BD. Hemodynamics of orthostatic intolerance: implications for gender differences. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2003;286:H449-H457.
- 9 - Furlan R, Piazza S, Barbic F, Dell'Orto S, Porta A, Bianchi AM, et al. Progressive increase in cardiac sympathetic activity precedes vasovagal episodes. *New Front Arrhythmias* 1993;9:211-4.
- 10 - Furlan R, Piazza S, Dell'Orto S, Barbic F, Bianchi A, Mainardi L, et al. Cardiac autonomic patterns preceding occasional vasovagal reactions in healthy humans. *Circulation* 1998;98:1756-61.
- 11 - Gardenghi G, Rondon MU, Braga AM, Scanavacca MI, Negrao CE, Sosa E, et al. The effects of exercise training on arterial baroreflex sensitivity in neurally mediated syncope patients. *Eur Heart J* 2007; 22:2749-55.
- 12 - Gratze G, Fortín J, Holler A, Grasenick K, Pfuerscheller G, Wach P, et al. A software package for non-invasive, real-time beat-to-beat monitoring of total peripheral resistance and for assessment of autonomic function. *Com Biol Med* 1998;28:121-42.
- 13 - Greenleaf JE, Sciaraffa D, Shvartz L, Keil C, Brock PJ. Exercise training hypotension: implications for plasma volume, renin and vasopressin. *J Appl Physiol* 1981;51:298-305.
- 14 - Grubb BP, Gerard G, Roush K, Temesy-Armos P, Montford P, Elliott L, et al. Cerebral vasoconstriction during head-upright tilt-induced vasovagal syncope. *Circulation* 1991;84:1157-64.
- 15 - Hayoz D, Noll G, Pasi6n C, Weber R, Wenzel R, Bernardi L. Progressive withdrawal of muscle nerve sympathetic activity preceding vaso-vagal syncope during lower-body negative pressure. *Clin Sci* 1996;91:50-1.
- 16 - Heart rate variability. Standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J* 1996;17:354-81.
- 17 - Lellamo F, Legramante JM, Pigozzi F, Spataro A, Norbiato G, Lucini D, et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. *Circulation* 2002;105:2719-24.
- 18 - Lellamo F, Legramante JM, Massaro M, et al. Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease: a randomized, controlled study. *Circulation* 2000;102:2588-92.
- 19 - Kubicek WG, Karnegis JN, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH. Development and evaluation of an impedance cardiac output system. *Aerospace Med* 1966;37:1208-12.
- 20 - Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation* 1991;84:482-92.
- 21 - Marquez MF, Hernández-Pacheco G, Hermosillo AG, G6mez JR, Cárdenas M, Vargas-Alarc6n G. The Arg389Gly β 1-adrenergic receptor gene polymorphism and susceptibility to faint during head-up TT. *Europace* 2007;9:585-8.
- 22 - Morillo CA, Klein GJ, Jones DL, Yee R. Time and frequency domain analysis of heart rate variability during orthostatic stress in patients with neurally mediated syncope. *Am J Cardiol* 1994;74:1258-62.
- 23 - Morillo CA, Eckberg DL, Ellenbogen KA, et al. Vagal and sympathetic mechanisms in patients with orthostatic vasovagal syncope. *Circulation* 1997;96:2509-13.
- 24 - Mosqueda-Garcia R, Furlan R, Fernandez-Violante R, Desai T, Snell M, Jarai Z, et al. Sympathetic and baroreceptor reflex function in neurally mediated syncope evoked by tilt. *J Clin Invest* 1997;99:2736-44.
- 25 - Ogoh S, Volianitis S, Nissen P, Walter Wray D, Secher NH, Raven PB. Carotid baroreflex responsiveness to head-up tilt-induced central hypovolemia: effect of aerobic fitness. *J Physiol* 2003;551:601-8.
- 26 - Savard GK, Stonehouse MA. Cardiovascular response to orthostatic stress: effects of exercise training modality. *Can J Appl Physiol* 1995;20:240-54.
- 27 - Serrador JM, Picot PA, Rutt BK, Shoemaker JK, Bondar RL. MRI measures of middle cerebral artery diameter in conscious humans during simulated orthostasis. *Stroke* 2000;31:1672-8.
- 28 - Smith SA, Query RG, Fadel PJ, Welch-O'Connor RM, Olivencia-Yurvati A, Shi X, et al. Differential baroreflex control of heart rate in sedentary and aerobically fit individuals. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1419-30.
- 29 - Sutton R, Petersen M, Brignole M, Raviele A, Menozzi C, Giani P. Proposed classification for tilt induced vasovagal syncope. *Eur J Cardiac Pacing Electrophysiol* 1992;2:180-3.
- 30 - Wallin BJ, Sundlof G. Sympathetic outflow to muscles during vasovagal syncope. *J Auton Nerv Syst* 1982;6:287-91.
- 31 - Winker R, Barth A, Bidmon D, Ponocny I, Weber M, Mayr O, et al. Endurance exercise training in orthostatic intolerance: A randomized, controlled trial. *Hypertension* 2005;45:391-8.