

## Artículo Original

# Hallazgos clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos en jugadores de water polo de la selección Argentina

*Clinical, electrocardiographic and echocardiographic findings in water polo players from Argentina's national team*

Carlos R Vozzi, Claudio M Marigo, María C Robert, Fernando J Arregui

Instituto Dr. Carlos R. Vozzi, Centro Binacional (Argentina- Italia) de Investigaciones en Criobiología Clínica y Aplicada - CAIC. UNR, Centro de Actividades Acuáticas Sportmen Unidos. Rosario, Argentina.

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

## RESUMEN

Recibido el 27 de abril de 2016  
Aceptado después de revisión el  
3 de junio de 2016  
[www.revistafac.org.ar](http://www.revistafac.org.ar)

Los autores declaran no tener  
conflicto de intereses

**Palabras clave:**

Waterpolo  
Ecocardiografía  
Dilataciones cavitarias  
Electrocardiograma

**Keywords:**

Water polo  
Echocardiography  
Chambers dimensions enlargement  
Electrocardiogram

El Water Polo es uno de los deportes más exigentes y es practicado por deportistas de alto rendimiento. Esto genera una adaptación cardiovascular que implica cambios morfológicos y funcionales. Fue **objetivo** de este estudio valorar los datos ecocardiográficos en waterpolistas de Argentina y correlacionarlo con hallazgos electrocardiográficos.

**Material y Métodos:** Del 21/03/2014 al 14/05/2014 se efectuó un examen clínico, electrocardiográfico y ecocardiográfico en modo M, bidimensional, doppler color, pulsado, continuo y tisular en los 17 jugadores de la selección Argentina de Water Polo.

**Resultados:** Edad promedio  $25.7 \pm 4.0$  años; superficie corporal  $2.1 \pm 0.1$  m<sup>2</sup>; frecuencia cardíaca:  $65.2 \pm 14$  latidos por minuto; presión sistólica  $124.7 \pm 16.3$  mmHg; presión diastólica  $76.5 \pm 6.1$  mmHg. De 17 parámetros ecocardiográficos en modo M y bidimensional se destacan: diámetro anteroposterior de aurícula izquierda:  $42.9 \pm 3.4$  mm; área de aurícula izquierda  $23.0 \pm 2.6$  cm<sup>2</sup>; área de aurícula derecha  $20.9 \pm 3.1$  cm<sup>2</sup>; diámetro de la base del ventrículo derecho  $44.3 \pm 3.5$  mm. Los registros de doppler de flujo y tisular del ventrículo izquierdo fueron normales. Los electrocardiogramas no evidenciaron signos de dilatación auriculares ni de ventrículo derecho.

**Conclusiones:** En los waterpolistas de la selección nacional de Argentina se constataron ecocardiográficamente cambios morfológicos en las dimensiones de las cámaras derechas y la aurícula izquierda, sin afectarse los indicadores de la función sistólica y diastólica de ambos ventrículos. Estos cambios morfológicos no se evidenciaron en los registros electrocardiográficos.

## Clinical, electrocardiographic and echocardiographic findings in water polo players from Argentina's national team

## ABSTRACT

Clinical, electrocardiographic and echocardiographic findings in water polo players from Argentina's national team. Water polo is one of the most demanding team sports practiced by top level athletes. As a consequence, morphological and functional changes develop for cardiovascular adaptation. The **aim** of this study was to investigate echocardiographic data in Argentina's top level water polo players and compare them with electrocardiographic findings.

**Methods:** From March 21, 2014 to May 14, 2014 we performed history and physical examination, twelve-lead resting ECG and echocardiographic assessment including M-mode, two-dimensional and cardiac and tissue Doppler to the 17 water polo players from Argentina's national team.

**Results:** Mean age  $25.7 \pm 4.0$  years; body surface area  $2.1 \pm 0.1$  m<sup>2</sup>; heart rate  $65.2 \pm 14$  beats per minute; systolic pressure  $124.7 \pm 16.3$  mmHg; diastolic pressure  $76.5 \pm 6.1$  mmHg. From the 17 M-Mode and two dimensional echocardiographic data recorded in each athlete, we emphasized: left atrial anteroposterior diameter  $42.9 \pm 3.4$  mm; left atrial area  $23.0 \pm 2.6$  cm<sup>2</sup>; right atrial area  $20.9 \pm 3.1$  cm<sup>2</sup>; basal right ventricular inflow diameter  $44.3 \pm 3.5$  mm. All flow and left ventricular tissue Doppler data were normal. None of the 12-lead ECGs fulfilled the criteria for either left or right atrial enlargement or right ventricular dilatation.

**Conclusions:** In top level water polo players from Argentina we found echocardiographic morphological changes evidenced by enlarged dimensions of right chambers and left atria. Systolic and diastolic function of both ventricles was not affected. The echocardiographic modifications were not associated with the respective electrical adjustments.

De todos los deportes olímpicos el water polo es uno de los más exigentes. Su práctica consta de no menos de 60 gestos técnicos, entre los que se destacan el nadar crawl, pecho y espalda; pies de bicicleta, agarre y armado de balón; pases frontal, lateral, de revés y de palmeo; recepciones a la mano y al agua, arrancada, parada, salto, giro, equilibrio, protección de balón, lanzamiento frontal, con pique, de revés, horizontalizado, finta de lanzamiento, presión, agarre y control del adversario, desplazamientos, intercepciones y anticipaciones<sup>1</sup>.

Esto pone en evidencia la alta complejidad técnica individual que presenta este deporte acuático de equipo sumado a un demandante requerimiento físico y elevados niveles de entrenamiento necesarios para participar en un plantel de alto rendimiento, lo cual implica gran resistencia física para soportar el ritmo de juego, fuerza para vencer al oponente, destreza para dominar la pelota, gestos deportivos y velocidad para defender y contraatacar<sup>2</sup>.

Argentina participó en 4 ediciones de water polo olímpico: Amsterdam 1928, Londres 1948, Helsinki 1952 y Roma 1960. Más recientemente, en Medellín 2010 y Belén 2012 el equipo nacional logró el título de Campeón Sudamericano.

El plantel de water polo de la Republica Argentina está integrado por deportistas de alto rendimiento, que entrenan durante todo el año 8 sesiones semanales (con un promedio de 2 horas por sesión), distribuyendo la carga de lunes a sábados con entrenamiento en natación, gimnasio de musculación y específico de water polo.

El entrenamiento sistemático, tanto en el water polo como en otros deportes de alto rendimiento, impone fenómenos adaptativos cardiovasculares, estructurales y funcionales y que estos ocurren con el objetivo de aumentar el gasto cardíaco para satisfacer las demandas metabólicas durante el ejercicio. Las adaptaciones del ventrículo izquierdo (VI) al entrenamiento físico prolongado e intensivo se caracterizan por un aumento de los espesores parietales, de la masa y del diámetro de la cavidad. La magnitud de estos cambios fisiológicos está determinada por la edad, el género, las dimensiones corporales, la etnia y el tipo, duración e intensidad del deporte<sup>3</sup>. Sin embargo, la función sistólica y diastólica del VI permanece dentro de la normalidad.

La ecocardiografía es un método de imagen ampliamente validado y disponible para evaluar simultáneamente variables anatómicas (morfológicas) y fisiológicas (funcionales) en este contexto.

El objetivo de este estudio fue investigar los datos e información aportados por la técnica ecocardiográfica respecto de las dimensiones y los índices de función sistólica y diastólica de las cámaras cardíacas en los jugadores de la selección argentina de water polo, dada la necesidad de disponer de registros basales locales que permitan establecer

comparaciones con investigaciones realizadas en waterpolistas de países líderes mundiales en este deporte. A su vez, establecer una correlación entre los hallazgos ecocardiográficos y electrocardiográficos de los deportistas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Selección de sujetos

Se evaluaron a los 17 jugadores que componían el plantel masculino de la selección argentina de water polo al momento de realizar la investigación. Las evaluaciones fueron realizadas entre los meses de marzo y mayo del año 2014, hallándose el plantel en etapa regular de entrenamiento. Se solicitó consentimiento informado a los deportistas para su participación en el estudio.

### Examen clínico

Se efectuó una historia clínica a los participantes a través de la cual se constató que todos los deportistas estaban libres de enfermedad cardiovascular o sistémica, no presentaban historia familiar de enfermedad cardiovascular prematura y no se encontraban tomando ninguna medicación al momento de la evaluación. Luego se efectuó un examen físico que consistió en la obtención de signos vitales y parámetros antropométricos de los waterpolistas.

### Electrocardiografía

Los electrocardiogramas (ECG) de doce derivaciones fueron realizados con un electrocardiógrafo Fukuda Cardisunny modelo 501 B, a una velocidad de registro de 25mm/segundo, en posición supina. Los trazados fueron interpretados por un cardiólogo experto, ajeno a los resultados de los ecocardiogramas, analizados de acuerdo a las recomendaciones emitidas por la Sociedad Europea de Cardiología en 2010<sup>4</sup>. Se evaluó el ritmo cardíaco, la frecuencia cardíaca, el eje eléctrico, la duración y voltaje de la onda P, el intervalo PR, el complejo QRS (duración y voltajes), el intervalo QT (su duración corregida por fórmula de Bazett), el segmento ST y la onda T. Se definió como desviación del eje a la izquierda si éste era menor o igual a 30 grados; y desviación a la derecha si era mayor o igual a +120 grados. La sobrecarga auricular izquierda se definió como una duración de la onda P mayor de 120 milisegundos en derivación D II o una porción negativa de la misma mayor de 0.1 mV en V1. La sobrecarga auricular derecha se definió como una onda P de amplitud mayor de 0.25 mV en derivaciones D II, D III o V1. El criterio de Sokolow- Lyon fue usado para definir tanto hipertrofia ventricular izquierda como derecha. Una onda Q fue considerada patológica si excedía los 0.04 segundos en duración y la profundidad de la misma excedía el 25% de la altura de la onda R. Por último, se definió como repolarización precoz a la presencia de elevación del punto

J (unión del QRS con el ST) de al menos 0.1 mV, con elevación del segmento ST de concavidad superior, acompañado de ondas T positivas, habitualmente altas y picudas, localizadas en derivaciones precordiales.

### Ecocardiografía

Los ecocardiogramas doppler fueron efectuados por el mismo operador con un equipo General Electric Vingmed System Five, con un transductor de 3.5 MHz. Los pacientes fueron estudiados en reposo, en posición de decúbito lateral izquierdo. Las dimensiones y los espesores del VI fueron obtenidos por modo M derivado de las imágenes bidimensionales desde las vistas paraesternal eje largo y eje corto, según las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía vigentes al momento del estudio<sup>5</sup>. La masa ventricular izquierda se determinó a partir de la fórmula de Deveraux<sup>6</sup>. Los valores se compararon con los considerados normales ajustados para la superficie corporal (obtenida de acuerdo a la fórmula de Du Bois y Du Bois). Las áreas de fin de sístole de ambas aurículas fueron obtenidas de una vista apical de 4 cámaras. En la misma vista, pero focalizada en cámaras derechas, se realizaron las mediciones de las dimensiones del ventrículo derecho (VD); se obtuvieron los diámetros transversales a nivel de la base del mismo (tracto de entrada) y en el tercio medio a nivel de los músculos papilares, y el diámetro longitudinal (de base a ápex), todos en fin de diástole, de acuerdo a las normativas de las guías actuales de evaluación ecocardiográfica de las cámaras derechas<sup>7</sup>. La evaluación de la función sistólica del VI se realizó por el método de Simpson, desde las vistas apicales de 4 y 2 cámaras. El patrón de lleno ventricular izquierdo se analizó a partir de la evaluación del influjo mitral por doppler pulsado en la vista de 4 cámaras apical con el volumen de muestra posicionado en el tip de las valvas mitrales (velocidad de la onda E y onda A, la relación entre ambas y el tiempo de desaceleración de la onda E) y se lo relacionó con la onda e' del doppler tisular del anillo mitral a nivel septal y lateral basal (onda e' promedio), ambos en la vista apical de 4 cámaras. También se evaluó la onda a' y la relación onda e'/a'. La función sistólica del VD se evaluó por la excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE), y la función diastólica a través del análisis del influjo trans-tricuspídeo, ambos en vista apical de 4 cámaras.

### Análisis Estadístico

Los datos fueron expresados como media +/- desviación estándar. El análisis de los datos fue realizado a través del programa GraphPad Instat.

## RESULTADOS

### Datos basales de los atletas

La edad media de los deportistas fue de 25.7 años, oscilando entre los 20 y los 33 años. El promedio de tensión arterial sistodiastólica fue normal, 124.7/ 76.5 mmHg. La frecuencia cardíaca promedio fue de 65 latidos por minuto. Los datos basales están reflejados en la **Tabla 1**.

**TABLA 1.**

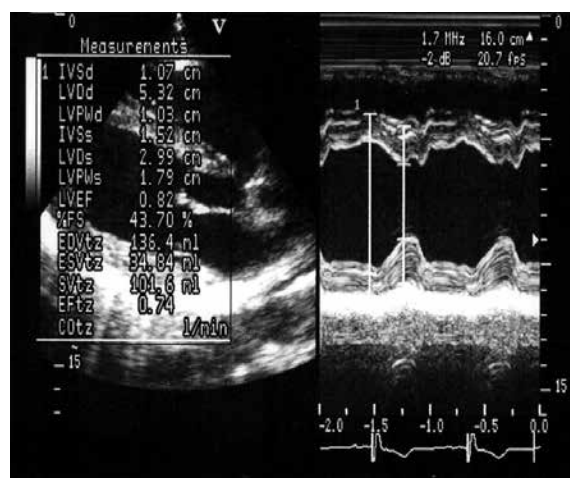
Datos basales de los atletas.

Parámetro	Media	D.S.
Edad (años)	25.7	4.0
Peso (Kg)	85.0	8.9
Altura (m)	1.8	0.1
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	2.1	0.1
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	26.1	2.2
Presión arterial sistólica (mmHg)	124.7	16.3
Presión arterial diastólica (mmHg)	76.5	6.1
Frecuencia cardíaca (lpm)	65.2	13.9

D.S. Desvío standard.

### Parámetros Cuantitativos del Ecocardiograma Bidimensional y Modo M

En la **Tabla 2** se describen los parámetros de la evaluación del VI. Los valores promedios de los diámetros, espesores, masa, fracción de acortamiento y eyección del mismo resultaron normales. La **Figura 1** es un ejemplo del registro obtenido en uno de los atletas participantes.



**FIGURA 1.**

Modo bidimensional y M. Vista paraesternal. Eje largo del ventrículo izquierdo. **IVSd**: Septum interventricular en diástole, **IVSs**: Septum interventricular en sístole, **LVDd**: Diámetro del ventrículo izquierdo en diástole, **LVDs**: Diámetro del ventrículo izquierdo en sístole, **LVEF**: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, **LVPWd**: Pared posterior del ventrículo izquierdo en diástole, **LVPWs**: Pared posterior del ventrículo izquierdo en sístole, **LVEF**: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo, **%FS**: Fracción de acortamiento.

El diámetro diastólico máximo del VI obtenido fue de 61 mm. Luego de indexarlo para la superficie corporal todos los jugadores presentaban diámetros del VI normales, menores de 32 mm/ m<sup>2</sup>. El máximo espesor septal hallado fue de 13 mm, y de 11 mm para la pared posterior. 4 jugadores (23%) presentaron hipertrofia ventricular izquierda, con índice de masa mayor de 115 gramos/m<sup>2</sup>, todos con variedad excéntrica, y de magnitud leve, siendo el valor máximo obtenido de 127 gramos/m<sup>2</sup>.

TABLA 2.

Parámetros ecocardiográficos Cuantitativos en modo M y bidimensional del ventrículo izquierdo.

Parámetro Ecocardiográfico	Media	D.S.
Diámetro diastólico del VI (mm)	56.5	2.8
Diámetro sistólico del VI (mm)	35.4	4.2
Espesor diastólico del septum interventricular (mm)	10.2	1.3
Espesor diastólico de la pared posterior (mm)	9.5	1.3
Masa del VI (gr)	214.8	34.7
Índice de masa del VI (gramos / m <sup>2</sup> )	103.5	15.1
Fracción de acortamiento del VI (%)	36.2	5.9
Fracción de eyección del VI (%)	74.1	6.8
Índice de excentricidad	0.3	0.1

D.S: Desvío standard; VI: ventrículo izquierdo

TABLA 3.

Otros Parámetros Ecocardiográficos Cuantitativos en Modo M y Bidimensional.

Parámetro Ecocardiográfico	Media	D.S.
Diámetro de la raíz de aorta (mm)	32.2	3.2
Diámetro anteroposterior de aurícula izquierda (mm)	42.9	3.4
Diámetro anteroposterior de aurícula izquierda / superficie corporal (mm/m <sup>2</sup> )	20.9	1.2
Área de aurícula izquierda (cm <sup>2</sup> )	<b>23.0</b>	2.6
Área de aurícula izquierda / superficie corporal (cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> )	<b>11.2</b>	1.3
Área de aurícula derecha (cm <sup>2</sup> )	<b>20.9</b>	3.1
Diámetro de la base del VD (4 cámaras) (mm)	<b>44.3</b>	3.5
Diámetro medioventricular del VD (mm)	32.1	3.5
Diámetro longitudinal del VD (mm)	81.1	7.9
TAPSE del VD (mm)	24.9	3.2

En **rojo**, los valores anormales. D.S: Desvío standard, VD: ventrículo derecho.

En la **Tabla 3** observamos los parámetros que resultaron de la evaluación bidimensional y en modo M del resto de las estructuras cardíacas. En la misma se observa que el valor absoluto promedio del diámetro anteroposterior de la aurícula izquierda (AI) es mayor de 40 mm (42.9 mm), a pesar de lo cual, cuando indexamos para la superficie corporal el valor promedio fue normal, de 20.9 mm/m<sup>2</sup> (normal menor de 23 mm/m<sup>2</sup> en hombres). Sin embargo el área de la AI se encontraba aumentada (promedio 23cm<sup>2</sup>, normal menor de 20 cm<sup>2</sup>); aún luego de ser indexada para la superficie corporal (11.2 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, normal menor de 10.4 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> en hombres). Destacamos que el 70% de los deportistas presentaban dilatación de AI de acuerdo a estos parámetros.

El valor promedio del área de la aurícula derecha (AD) también se encontraba por encima del valor normal, siendo de 20.9 cm<sup>2</sup> (normal menor de 18 cm<sup>2</sup>) (**Figura 3**); así como el diámetro de la base del VD en 4 cámaras que representa el tracto de entrada, siendo su valor promedio de 44.3mm (normal menor de 42mm). En ambas ocasiones, los valores de normalidad son los propuestos por la guía de evaluación ecocardiográfica de cámaras derechas<sup>4</sup>. De acuerdo a estos parámetros, el 88% de los waterpolistas presentaban dilata-

ción de AD y el 76% dilatación del VD. El diámetro a nivel de la mitad de la cámara así como su longitud y función sistólica por TAPSE resultaron normales.

Es de destacar que no hubo casos de dilatación aislada de una de las aurículas. En todos los casos las aurículas se presentaban de dimensiones normales, o bien, ambas dilatadas. Otro dato a destacar es que los parámetros que fueron anormales se hallaron levemente por encima de los valores de corte de normalidad, es decir, las dilataciones eran de leve magnitud.

Las **Figuras 2 y 3** muestran dilatación de la AI y la AD conforme la medición de sus áreas. La **Figura 4** refleja dilatación del tracto de entrada del VD.

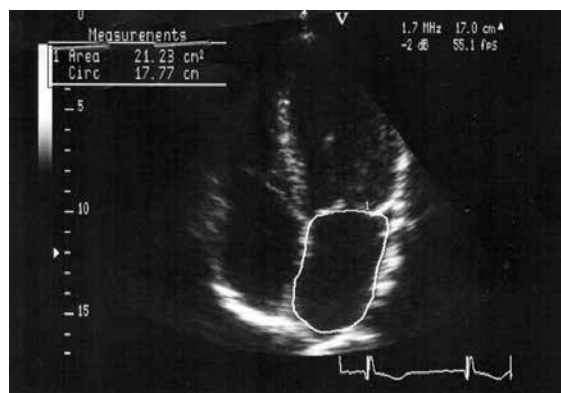


FIGURA 2.

Modo bidimensional. Vista apical de 4 cámaras. Área de aurícula izquierda (AI).

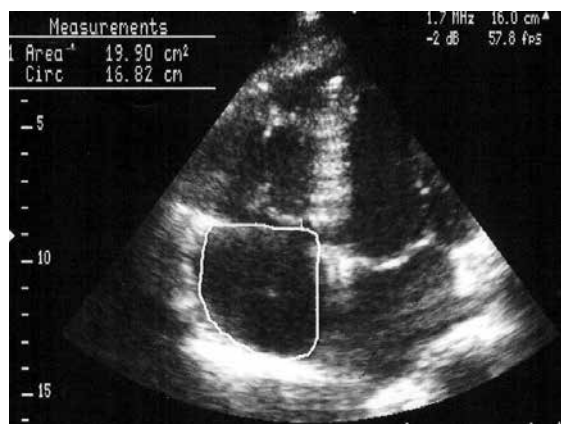


FIGURA 3.

Modo bidimensional. Vista apical de 4 cámaras. Área de aurícula derecha (AD).

#### Parámetros ecocardiográficos del Doppler de flujos y tisular

En la **Tabla 4** observamos los parámetros del doppler de flujos. Los valores promedio de las ondas E y A de los influjos mitral y tricuspídeo, así como su relación, son normales, reflejando función diastólica normal de ambos ventrículos. Los valores del doppler tisular del VI confirman que la función diastólica así como las presiones de llenado de esta cámara son normales (**Tabla 5**).

TABLA 4.

Parámetros del Doppler de Flujo.

Parámetro Ecocardiográfico	Media	D.S.
Velocidad onda E mitral (cm/s)	86.9	14.0
Velocidad onda A mitral (cm/s)	49.1	10.3
Relación ondas E/A mitral	1.8	0.3
Tiempo desaceleración onda E mitral (ms)	201.0	34.9
Velocidad onda E tricuspídea (cm/s)	64.8	12.2
Velocidad onda A tricuspídea (cm/s)	41.1	6.4
Relación ondas E/A tricuspídea	1.6	0.3
Velocidad máxima flujo aórtico (cm/s)	125.8	14.9
Velocidad máxima flujo pulmonar (cm/s)	101.9	14.3

D.S: Desvío standard.

TABLA 5.

Parámetros de Doppler Tisular del Ventrículo Izquierdo.

Parámetro Ecocardiográfico	Media	D.S.
Velocidad onda e' septal	13.6	2.5
Velocidad onda a' septal	7.7	1.5
Velocidad onda S septal	9.8	1.3
Velocidad onda e' lateral	17.0	4.1
Velocidad onda a' lateral	6.4	1.9
Velocidad onda S lateral	10.7	2.2
Velocidad promedio onda e'	15.3	3.0
Relación ondas E/ e' septal	6.6	1.5
Relación ondas E/ e' lateral	5.4	1.5
Relación ondas E/ e' promedio	5.9	1.4

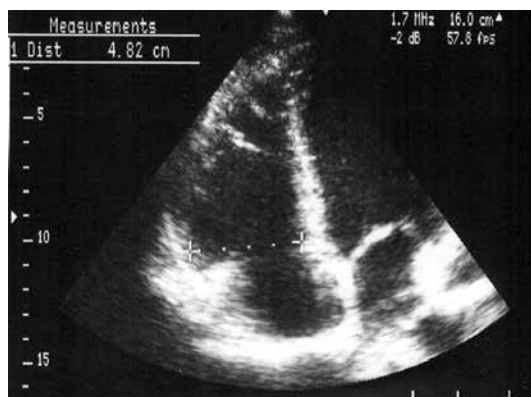


FIGURA 4.

Modo bidimensional. Vista apical de 4 cámaras. Diámetro del tracto de entrada del VD (TEVD).

### Análisis electrocardiográfico

En la *Tabla 6* observamos el análisis de los datos electrocardiográficos y su comparación con los datos de los ecocardiogramas. No se observaron signos de sobrecarga de cavidades, ni otras alteraciones que pudieran considerarse patológicas de acuerdo a las recomendaciones para la interpretación de los ECG en deportistas<sup>4</sup> (*Figura 5*). Siete waterpolistas presentaron patente de repolarización precoz en derivaciones precordiales medias; 2 presentaron ondas T negativas de ramas asimétricas en cara inferior con una profundidad menor de 0.1 mV y 1 presentó un bloqueo AV de primer grado (PR 0.24").

### DISCUSIÓN

Una de las manifestaciones cardiovasculares adaptativas al ejercicio más evaluadas ha sido el tipo de hipertrofia ventricular izquierda de acuerdo al índice de excentricidad. Los deportes dinámicos o de resistencia (ejemplo, atletismo) tienden a generar la variedad excéntrica, debido principalmente al aumento del tamaño de la cavidad sin aumento importante de los espesores; esto es debido al aumento del volumen minuto cardíaco (VMC) con reducción de la resistencia vascular periférica (RVP). Por el contrario, los deportes estáticos o de fuerza (ejemplo, levantamiento de pesas) generan la variedad concéntrica, es decir, aumento de los espesores sin aumento significativo del tamaño de la cámara, por escaso aumento del VMC e incremento de la RVP. Sin embargo, éste no debe ser considerado un concepto absoluto.

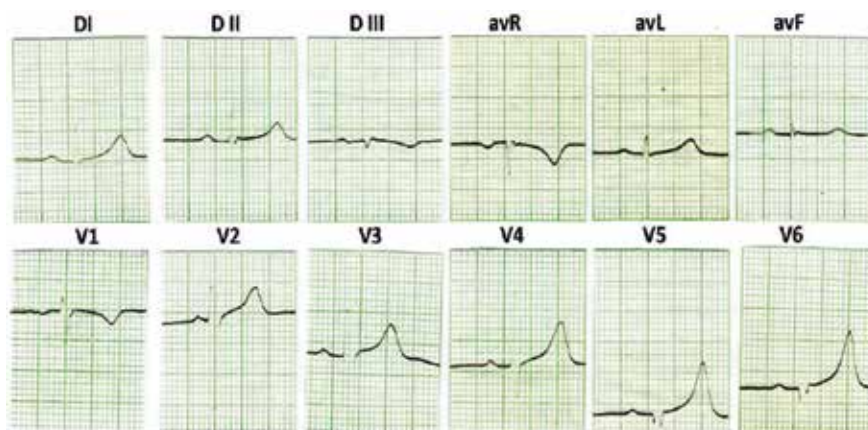
En el meta análisis de Plum et al<sup>8</sup>, los atletas de resistencia demostraron elevación de los espesores respecto de los controles, además del aumento del diámetro diastólico del VI que se da por el aumento del VMC, debido al aumento de la tensión arterial concomitante. Por los mismos motivos, los atletas de fuerza demostraron un aumento significativo del tamaño de la cámara, además del aumento de espesores. Los atletas que practican deportes combinados (canotaje, ciclismo), muestran aumento de ambos parámetros por una combinación de sobrecarga de volumen y presión.

En el caso específico del water polo, es difícil enmarcarlo como un deporte de resistencia o de fuerza. Si bien comparte con la natación ciertas características respecto de sus componentes estático y dinámico, éstos se modifican permanentemente durante el juego. Por otro lado, no ha sido suficientemente evaluado a tal punto de que no se halla incluido en la clasificación de deportes efectuada por consensos internacionales<sup>9</sup> y nacionales<sup>10</sup> en base a los parámetros antes mencionados, lo cual hace difícil inferir el patrón morfológico cardíaco adaptativo esperable en esta población.

Según un estudio realizado en atletas olímpicos italianos de diferentes disciplinas en 1991, entre los cuales se incluían waterpolistas, es infrecuente que los espesores parietales del VI superen los 13mm, y cuando lo hacen, se asocian a incremento de las dimensiones diastólicas de la cavidad ventricular, habitualmente por encima de los 55 mm<sup>11</sup>. En este trabajo se observó que los valores absolutos de espesores parietales se asociaban independientemente a la superficie corporal, la edad, el sexo masculino, y a ciertos deportes como el canotaje y el ciclismo. Sin embargo, es difícil hallar datos específicos de normalidad en esta población, por la falta de datos obtenidos de manera sistemática en grandes grupos de atletas.

Respecto de la función sistólica en deportistas, ésta es habitualmente normal, sin presentar diferencias significativas con los controles, tanto en reposo, como en esfuerzo. Existen reportes en ciclistas<sup>12</sup> y basquetbolistas de valores de fracción de eyección menores de lo normal, pero con onda sistólica (onda S) del doppler tisular y strain/ strain rate normales.

En cuanto a la función diastólica, los atletas entrenados



**FIGURA 5.**  
ECG de waterpolista sin alteraciones.

muestran aumento de la velocidad de onda E y elevación de las velocidades del anillo por doppler tisular, facilitando al ventrículo mejorar su capacidad de relajación aún a altas frecuencias cardíacas<sup>13</sup>, permitiendo incrementar el VMC sin elevación de las presiones de llenado del VI. Éste es un parámetro importante que ayuda a diferenciar las hipertrofias fisiológicas de las patológicas, dado que estas últimas nunca conservan la función diastólica normal.

Respecto de la AI, ésta se remodela como resultado de una adaptación fisiológica al deporte, en comparación con controles sanos. También está descrito el remodelado de la raíz de aorta, por el aumento del VMC<sup>13</sup>. Sin embargo no están bien definidas las dimensiones de ambas estructuras en la población deportista.

**TABLA 6.**

Análisis comparativo de datos electrocardiográficos y ecocardiográficos.

Deportista	Electrocardiograma	Ecocardiograma
1	Normal	Dilatación AI, AD, TEVD
2	RP V4 a V6	Dilatación AD, TEVD
3	RP V4 a V6	Dilatación AI, AD, TEVD
4	RP V4 a V6	Dilatación AI, AD
5	RP V4 a V6	Dilatación AI, AD, TEVD
6	BAV 1° grado (PR 0.24")	Dilatación AI, AD, TEVD
7	Normal	Dilatación AI, AD
8	Normal	Dilatación AI, AD, TEVD
9	Normal	Dilatación AI, AD, TEVD
10	Normal	Dilatación AD
11	Normal	Dilatación AI, AD, TEVD, HVI
12	RP V2 a V6. Ondas T negativas DIII- avF <1mV	Dilatación TEVD
13	Normal	Dilatación TEVD
14	Ondas T negativas DIII- avF <1mV	Dilatación AI, AD
15	Normal	Dilatación AD, TEVD
16	RP V4 a V6	Dilatación AI, AD, TEVD
17	RP V3 a V6	Dilatación AI, AD, HVI

**AD:** Aurícula derecha; **AI:** Aurícula izquierda; **HVI:** Hipertrofia ventricular izquierda; **RP:** Repolarización precoz; **TEVD:** Tracto de entrada del ventrículo derecho.

En relación a las cámaras derechas, existen datos limitados dado que por su morfología su análisis ecocardiográfico es complejo. Scharhag<sup>14</sup>, demostró mediante resonancia magnética cardíaca que los atletas de resistencia en relación a los controles tenían un volumen del VD 25 por ciento mayor y una masa del mismo un 37 por ciento mayor respecto del VI, con mantenimiento de la relación entre el volumen, la masa y la función de ambos ventrículos, lo cual implica un fenómeno de adaptación biventricular balanceada.

El estudio de Pagourelis et al<sup>15</sup>, que investigó el comportamiento de la función sistólica y diastólica de las cámaras derechas en atletas respecto de controles, demostró que estos parámetros permanecen inalterables. Por otra parte, D' Andrea et al.<sup>16</sup> observaron en su publicación que las dimensiones de la AD y el VD eran mayores en deportistas de resistencia, así como la función diastólica precoz, sin cambios en la función sistólica. De acuerdo a otro trabajo efectuado en atletas de resistencia<sup>17</sup>, el remodelado excéntrico fisiológico del VD con el ejercicio parece afectar principalmente al tracto de entrada del mismo, y en menor extensión al tracto de salida.

Entre las publicaciones orientadas a la exploración ecocardiográfica de los waterpolistas, se destaca el estudio del equipo húngaro campeón olímpico, el cual incluyó grupos comparativos, evidenciando que el índice de masa del VI era mayor en ellos en comparación con el de atletas de resistencia, atletas de fuerza (levantadores de pesas o yudocas) o personas sanas de hábito sedentario<sup>18</sup>. El diámetro del VI promedio, luego de ser ajustado para la superficie corporal, fue similar respecto al de los otros grupos. No se observó alteración de la función diastólica y si bien la misma no mostraba diferencias significativas con los otros grupos, los waterpolistas tenían la relación E/A un 20 por ciento mayor, lo cual se interpretó secundario a la bradicardia (la cual fue mayor que en los otros grupos), que prolongaba el tiempo de llenado pasivo del VI, así como a una mejoría de la relajación ventricular en ellos.

Nuestro grupo de deportistas presentó, respecto de los valores considerados normales para la población general, dilatación biauricular y del tracto de entrada del VD, con parámetros de función sistodiastólica biventricular normal,

por lo cual interpretamos, en relación a lo expuesto, que se trata de fenómenos adaptativos al deporte. Explicamos previamente que la dilatación de dichas cámaras se ha demostrado en otros grupos de deportistas, como parte del fenómeno de remodelado cardíaco secundario al entrenamiento. De series con mayor número de deportistas, en ésta y otras disciplinas, surgirá la necesidad de establecer distintos valores de normalidad en estas poblaciones.

Respecto del VI, los valores promedio de las dimensiones diastólicas y la masa resultaron normales en nuestros jugadores. Estos dos últimos datos se hallan en discordancia con los valores obtenidos en waterpolistas húngaros, en los cuales estos parámetros se hallaban elevados. Las causas de estas diferencias pueden ser múltiples, sin embargo encontramos en los deportistas europeos un promedio de frecuencia cardíaca menor que en nuestros atletas, como expresión tal vez de un mayor nivel de entrenamiento que condicione en los primeros, el desarrollo de hipertrofia. Por otro lado, en la población húngara no se evaluaron las cavidades derechas de manera que no podemos efectuar comparaciones al respecto de nuestros hallazgos.

Por último, en relación al análisis electrocardiográfico, no se observaron alteraciones patológicas. Encontramos repolarización precoz en derivaciones precordiales en poco menos de la mitad de los jugadores, inversión no significativa de la onda T en cara inferior en dos de ellos y un caso de bloqueo AV de primer grado, todos ellos, hallazgos sin significado patológico en deportistas, secundarios a la influencia del sistema nervioso autónomo cardíaco en relación al acondicionamiento físico<sup>4,19</sup>. Llama la atención la ausencia de bradicardia sinusal esperable para deportistas de alto rendimiento. Se destaca la ausencia de correlación con los parámetros ecocardiográficos de dilatación de aurículas y VD, ya que ningún waterpolista presentó signos de sobrecarga de dichas cavidades en el trazado. Esto podría explicarse por la baja sensibilidad del ECG para la detección de dilataciones leves de las cavidades. Otra posibilidad es que la dilatación de cámaras relacionada a procesos de remodelado fisiológico, como en el caso del entrenamiento, y no secundaria a cardiopatías, no generen las patentes clásicas de sobrecarga electrocardiográfica. Es decir, el tamaño auricular, en estos casos, no modificaría la morfología de la onda P del ECG.

### Limitaciones

Nuestro análisis prospectivo es observacional y no comparamos con poblaciones no deportistas, ni con deportistas de otras disciplinas con diferentes componentes dinámicos y /o estáticos al momento de su práctica. Nuestros resultados pueden no ser generalizables a los waterpolistas que no desarrollen la actividad en el alto nivel competitivo. Además, esta evaluación incluyó sólo hombres.

No cuantificamos volumen de las aurículas, dato que al correlacionarse con los parámetros de medición obtenidos, hubiera permitido afianzar los datos obtenidos. No medimos las dimensiones en el tracto de salida del VD, para con-

firmar si el remodelado del VD afecta especialmente ciertas porciones del mismo, lo cual sería recomendable en futuras evaluaciones.

### CONCLUSIONES

El water polo es un deporte que, especialmente cuando se lo practica en alto rendimiento, implica una carrera deportiva de largos años, con una gran carga de entrenamiento que combina elementos de resistencia y de fuerza, los cuales, más extensamente estudiados en otros deportes, son capaces de generar fenómenos adaptativos (estructurales y funcionales) en el aparato cardiovascular, algunos de los cuales pueden manifestarse ecocardiográficamente.

En los waterpolistas de alto rendimiento de la selección nacional de Argentina se constataron cambios morfológicos en las dimensiones de las cámaras derechas y de la aurícula izquierda, las que se hallan por encima de los valores de normalidad establecidos por las guías para la población general. Esto no afectó los indicadores medidos de la función sistólica y diastólica de ambos ventrículos, los cuales fueron normales, lo que sugiere el origen fisiológico de los cambios observados. Los registros electrocardiográficos no se correlacionaron con los parámetros ecocardiográficos.

La determinación del origen de los cambios encontrados en nuestra población y su implicancia requiere de exploraciones adicionales que complementen los datos aportados por la ecocardiografía. El contar con un registro basal de waterpolistas de Argentina, da soporte a futuras investigaciones en este campo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Mario Lloret Riera. Waterpolo: Técnica, Táctica, Estrategia. 1° edición. Editorial Gymnos. Madrid. **1998**. Caps 1, 2 y 3.
- Smith H K. Applied physiology of Water Polo. *Sports Med* **1998**; 26: 317-34.
- Rawlins J, Bhan A, Sharma S. Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur J Echocardiogr* **2009**; 10: 350-6.
- Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J* **2010**; 31: 243-59.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: A report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a Branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* **2005**; 18: 1440-63.
- Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* **1986**; 57: 450-8.
- Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report From The American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* **2010**; 23: 685-713.
- Pluim B, Zwinderman A, van der Laarse A, et al. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation* **1999**; 100: 336-44.
- Maron B, Zipes D. 36<sup>th</sup> Bethesda Conference: Eligibility Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities. *J Am Coll Cardiol* **2005**; 45: 1312-75.
- Consenso Corazón y Deporte. *Rev Argent Cardiol* **2007**; 75: sup 4: 1-24.
- Pelliccia A, Maron B, Spataro A, et al. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med* **1991**; 324: 295-301.