

MAGISTER DE ULTRASONIDO EN CARDIOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE POST GRADO.
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

TESINA.

**“ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN VENTRICULAR
IZQUIERDA EN PACIENTES CRÓNICAMENTE EXPUESTOS A GRAN
ALTITUD, SIN PATOLOGÍA CARDIOVASCULAR CONCOMITANTE”**

**GERMÁN MIGUEL GARCÍA DÍAZ.
Médico.
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA.**

INTRODUCCIÓN.

Son bien conocidos los efectos de la hipoxia inducida por la altura sobre las presiones pulmonares y sobre la geometría y función ventricular derecha en residentes de zonas situadas a gran altura. Los mismos se traducen en aumento de las presiones pulmonares, hipertrofia ventricular derecha, y alteraciones de la motilidad parietal y deterioro de la función sistólica del ventrículo derecho. (1-3).

Estos efectos de la altura fueron estudiados en personas residentes al nivel del mar que fueron sometidas a gran altitud en forma aguda o luego de un período de adaptación variable de 4 a 6 semanas (4,-8). En algunos de los ensayos realizados, la población estudiada estuvo integrada por montañistas que fueron llevados a estas condiciones.

Dos estudios realizados en India y Tibet, evaluaron a personas residentes a gran altitud. El primero, estudió parámetros de función ventricular derecha e izquierda y el segundo solamente evaluó las presiones pulmonares, en una población inmigrante con una exposición a la altura mayor de 15 años. (2,3)

Existen también estudios a cerca del efecto beneficioso de drogas como el óxido nítrico y la nifedipina en la prevención del edema pulmonar agudo de la altura, pero estos fármacos fueron analizados en deportistas expuestos a gran altitud. (9,10)

En dos trabajos se realizaron estudios ecocardiográficos sobre la función y geometría ventricular izquierda en montañistas que ascendieron a más de 4500 msnm, antes y después de un periodo de aclimatación de 14 días. (11,12)

Uno de ellos que estudió 11 montañistas llevados a gran altura, objetivó la presencia de hipoquinesia del séptum interventricular en el estudio de la motilidad parietal segmentaria del ventrículo izquierdo, con una hiperquinesia compensatoria de la pared posterior del mismo. Se observó en dicho estudio que estas alteraciones persistían luego del periodo de aclimatación de 14 días a gran altitud. (11) Asimismo también se evenció un aumento significativo del gasto cardíaco en la altura persistiendo en menor medida posteriormente a los 14 días de aclimatación.

Por otro lado, no se encontraron investigaciones recientes que utilizaran la ecocardiografía Doppler color para estudiar la estructura y función sistólica y diastólica ventriculares izquierdas en poblaciones expuestas crónicamente a grandes alturas (altura mayor de 3000 metros sobre el nivel del mar) durante un período de tiempo mayor a 15 años; ni ensayos clínicos recientes que estudiaran el efecto farmacológico beneficioso de drogas en pacientes nativos de regiones con gran altitud con hipertensión pulmonar.

La presencia de cambios estructurales y en la función ventricular izquierda en pacientes sometidos a gran altitud, podría representar un hallazgo concomitante con las alteraciones en el ventrículo derecho y/o hipertensión pulmonar en individuos crónicamente expuestos a la misma; y de ser un grado avanzado en la evolución de la enfermedad, esta anomalía podría prevenirse mediante el tratamiento adecuado en fases más tempranas de la exposición. De esta manera, el problema podría tener repercusión a nivel sanitario en las localidades con poblaciones expuestas crónicamente a la altura.

En la Provincia de Jujuy existen actualmente poblaciones que viven a grandes alturas superando a veces los 4000 m SNM. Los residentes de estas localidades son, en general, personas dedicadas al trabajo agrícola-ganadero y/o minero de la región, con

escasos recursos económicos y nivel sociocultural, que en la gran mayoría de los casos no tienen acceso a medicina asistencial ni siquiera de atención primaria.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se condujo en el mes de Noviembre de 2001, en la puna Jujeña a 3800 m SNM, un estudio de epidemiología descriptiva, con diseño transversal, con el fin de determinar las características estructurales y hemodinámicas ventriculares izquierdas en personas nativas de estas latitudes sin patología cardiovascular previa, crónicamente expuestos a gran altitud.

La utilización de la ecocardiografía Doppler color permitió evaluar tanto la anatomía de las cámaras cardíacas como la función ventricular, y realizar una estimación de las presiones pulmonares de la población estudiada.

Hipótesis del estudio: La exposición crónica a gran altitud podría producir cambios en la morfología y función ventricular izquierda como consecuencia de la presencia de sobrecarga del ventrículo derecho.

Los objetivos del presente estudio son:

- 1- Evaluar mediante la utilización de la ecocardiografía la presencia de alteraciones anatómicas y funcionales a nivel del ventrículo izquierdo ocasionadas por la altitud.
- 2- Realizar mediciones de las cámaras cardíacas así como de la performance ventricular izquierda .
- 3- Estudiar los parámetros de función sistólica y diastólica ventricular izquierda .
- 4- Estimar las presiones pulmonares de los pacientes estudiados.
- 5- Descartar la presencia de patología cardiovascular asociada en la población estudiada.

Cabe destacar que en el área de la puna Jujeña donde se realizó el estudio no existen ecocardiógrafos para llevar a cabo este tipo de análisis. Tampoco hay datos ecocardiográficos concretos a cerca de la evaluación de pacientes residentes a gran altitud en la Provincia de Jujuy por medio de la ecocardiografía Doppler color.

Asimismo los estudios anteriormente citados utilizaron solamente ecocardiografía en modo M y bidimensional para estudiar poblaciones a gran altitud, no habiendo realizados estudios Doppler color.

La utilización de la ecocardiografía Doppler permite realizar una evaluación de la morfología y función de las cámaras cardíacas así como la medición de presiones pulmonares e índices de función ventricular sistólica y diastólica.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se estudió una muestra de 63 personas mayores de 14 años de edad, habitantes de la Puna Jujeña, en la ciudad de Abra Pampa situada a 3800m SNM en la Provincia de Jujuy, Argentina. Los pacientes estudiados no refirieron antecedentes de patología cardiovascular previa.

Se realizó un interrogatorio a cerca de sus antecedentes patológicos y epidemiológicos, un examen físico, un electrocardiograma y un ecocardiograma Doppler color a cada persona.

Como criterios de inclusión se consideraron a pacientes sin antecedentes cardiovasculares previos, con exámen físico, electrocardiograma y ecocardiograma Doppler color dentro de límites normales.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

1-Fueron definidos como signos clínicos de insuficiencia cardíaca rales pulmonares crepitantes, ingurgitación yugular, hepatomegalia , edema de miembros inferiores, tercero o cuarto ruido y soplos cardíacos patológicos audibles en cualquiera de los cuatro focos clásicos de auscultación.

2- Electrocardiográficamente los índices definidos fueron los siguientes:

-Ritmo sinusal: presencia de onda p en el electrocardiograma.

-Fibrilación auricular: ausencia de onda p, presencia de ondas f, ritmo cardíacos irregular.

-Sobrecarga ventricular derecha: Eje eléctrico mayor a $+45^\circ$, onda R prominente en AVR y onda S prominente en V5-6

-Bloqueo completo de rama derecha: eje eléctrico superior a $+45^\circ$, duración del qRs mayor a 120ms, onda RSR' o rsR' en V1-2, onda R tardía empastada en AVR y onda S ancha en derivaciones V5-6, onda T negativa en precordiales derechas.

-Bloqueo completo de rama izquierda: Ausencia de onda q en V5-6; Onda R ancha mellada en V5-6, complejos tipo rsR' o rSR'; duración del qRs mayor a 120 mseg; onda T negativa, ST bajo en V5-6, DI y AVL similar a V5-6.

-Hemibloqueo posterior izquierdo: eje eléctrico a más de $+120^\circ$

-Hemibloqueo anterior izquierdo: eje eléctrico mayor a -45° .

La sobrecarga auricular izquierda se estimó como una onda p con una duración mayor a 0.12".

3- Pacientes que presentaron inadecuada ventana acústica para la realización del ecocardiograma Doppler color y aquellos pacientes a los cuales se les realizó el estudio pero posteriormente no pudo ser analizado satisfactoriamente offline.

Al total de 63 pacientes se les realizó asimismo un ecocardiograma bidimensional, modo M y Doppler color.

Para este fin se utilizó un ecocardiógrafo portátil marca Sonosite 180, con transductor de 2.5-3.5 Mhz. Todos los estudios fueron realizados con segunda armónica tisular, y se utilizó Doppler pulsado y color.

Los estudios se grabaron en VHS para su posterior análisis y se obtuvieron fotos de los estudios en video printer blanco y negro.

Se realizó la medición de las cámaras cardíacas y un exámen Doppler color. La función sistólica ventricular izquierda se estimó mediante la fracción de acortamiento y mediante análisis subjetivo por parte del operador. El método de Simpson's para el cálculo de la fracción de eyección ventricular izquierda no pudo ser utilizado debido a que el equipo con que se realizaron los estudios no permitía realizar ese cálculo. La masa ventricular izquierda se calculó según la fórmula propuesta por la ASE. (13)

El análisis de la motilidad parietal segmentaria se realizó utilizando el modelo de 16 segmentos propuesto por la ASE. (14)

Tabla |1. Edad en años y sexo grupo control.

	Fem alt	Fem N	Masc alt	Masc N
Frecuencia	30	30	10	10
Media	32,5667	29,2667	32,3	33,8
Varianza	163,909	9,60579	142,456	130,844
Desv Típica	12,8027	9,60579	11,9355	11,4387
Mínimo	17	14	14	16
Máximo	59	45	50	53

El diámetro ventricular derecho fue medido en el eje corto paraesternal y en el eje largo subxifoideo, y el espesor de la pared libre del mismo fue medida, en todos los casos, en el eje largo subxifoideo. Así mismo en esta vista se evaluó el calibre y colapso inspiratorio de la vena cava inferior.

La función sistólica ventricular derecha se estimó en todos los casos mediante la medición de la excursión sistólica del anillo tricuspídeo (TAPSE). Se consideró como normal a un valor mayor a 1,7cm. (15)

Fueron excluidos del estudio 14 pacientes debido a a incapacidad técnica para realizar un exámen ecocardiográfico Doppler color completo con mediciones y datos satisfactorios en este grupo.

De los 49 pacientes estudiados el 61% fueron de sexo femenino y el 39% de sexo masculino.

La estructura de la población estudiada, no seleccionada previamente para la asistencia al consultorio médico resultó como muestra el Gráfico 1.

Los datos demográficos del grupo control se encuentran en la tabla N°1.

Se compararon los resultados obtenidos a partir del estudio del grupo de pacientes de altura con un grupo control según sexo y edad que vive a menor altitud.

El grupo control estuvo conformado por pacientes sin antecedentes cardiovasculares previos, con exámen físico y electrocardiograma dentro de límites normales concurrentes al laboratorio de ecocardiografía en la Ciudad de San Salvador de Jujuy situada a 1259 Msnm, para evaluación cardiológica.

El estudio de los pacientes controles se realizó utilizando equipamiento ACUSON 128XP10 Nattice Tissue Harmonic Imaging utilizando los mismos métodos utilizados en los pacientes estudiados a gran altitud; de este modo todos los flujos transvalvulares fueron registrados con Doppler pulsado para evitar la presencia de sesgo en el análisis estadístico.



Gráfico N°1. Distribución de pacientes según sexo.

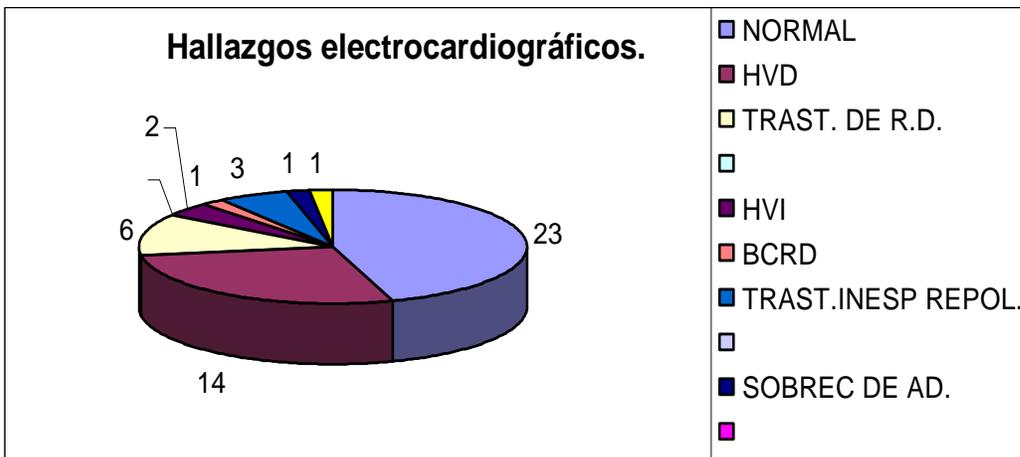


Gráfico N° 2. Hallazgos electrocardiográficos.

ESTADISTICA:

Se realizó utilizando software Statgraphics 5.1, mediante test de student para la comparación de datos apareados.

RESULTADOS.

DATOS CLINICOS Y ELECTROCARDIOGRAFICOS DE LA POBLACION ESTUDIADA.

En el interrogatorio el 63.68% de los pacientes refirió presentar disnea a moderados esfuerzos.

La frecuencia cardíaca promedio fue de 63.7 ± 9.6 latidos por minuto, la tensión arterial sistólica de 104.59 ± 13.10 mmhg y la tensión arterial diastólica de 69.5 ± 9.6 mmhg. La auscultación cardíaca fue normal en 47 pacientes. Solo en 2 pacientes se objetivó la presencia de soplo cardíaco sistólico que se interpretó como de índole funcional, lo cual fue posteriormente confirmado en el estudio ecocardiográfico.

El electrocardiograma de los 49 pacientes pudo ser adecuadamente estudiado. El 100% de los paciente estudiados presentaron ritmo sinusal. El trazado fue normal en 23 pacientes (46.9%). Se objetivaron signos de sobrecarga ventricular derecha en 14 pacientes (28.57%), trastorno de conducción de rama derecha en 6 pacientes (12.24%), sobrecarga ventricular izquierda en 2 pacientes (4.08%), trastornos inespecíficos de la repolarización ventricular en 3 pacientes (6.12%), sobrecarga auricular derecha en 1 caso (2.04%) y hemibloqueo posterior izquierdo en 1 paciente (2.04%).

DATOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN FINAL ESTUDIADA MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA DOPPLER COLOR.

Luego de la revisión offline de los estudios, el análisis ecocardiográfico final pudo realizarse óptimamente en solo 40 pacientes de los 49 anteriormente descritos. Treinta de sexo femenino y diez de sexo masculino, habiendo sido excluidos de la muestra nueve pacientes debido a presentar imposibilidad de lograr un adecuado registro y análisis Doppler de la velocidad del flujo pulmonar.

Cabe destacar que los pacientes que presentaron signos electrocardiográficos de sobrecarga ventricular derecha y trastorno de conducción de rama derecha aislado con QRS menor a $0,12''$ no fueron excluidos del estudio, por considerarse estos hallazgos como característicos de personas residentes a gran altitud.

En la comparación de los valores promedio de la muestra total, el diámetro diastólico del ventrículo izquierdo fue de $4.079\text{cm} \pm 0.40$ para los pacientes estudiados a gran altitud y de 4.307 ± 0.44 para el grupo control presentando una diferencia estadísticamente significativa con un valor de $p=0.0223$.

Los valores promedio del diámetro sistólico del ventrículo izquierdo fueron de $2.6725\text{cm} \pm 0.4276$ y $2.6776\text{cm} \pm 0.38$ para el grupo estudiado a gran altitud y el grupo control respectivamente, con una $p=0.25$.

Los valores promedio del espesor del séptum interventricular fueron de $0.92\text{cm} \pm 0.129$ pacientes residentes a gran altitud y de $0.878\text{cm} \pm 0.112$ para el grupo control con una $p=0.070$, mientras que los valores para el espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo fueron de $0.905\text{cm} \pm 0.137$ para los pacientes estudiados a gran altitud y de $0.859\text{cm} \pm 0.166$ para los pacientes controles, con un valor de $p=0.184$.

En la comparación de la fracción de acortamiento entre los dos grupos no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas con valores promedio de $34.07\% \pm 7.98$ para los pacientes residentes a gran altitud y de $35.52\% \pm 4.966$ para los controles con una $p=0.328$.

Los valores promedio en la muestra total para el diámetro de la raíz de aorta fueron de $2.794\text{cm} \pm 0.354$ y de $2.876\text{cm} \pm 0.348$ para los casos y controles con un valor de $p=0.304$, y los valores correspondientes al diámetro de la aurícula izquierda fueron de $3\text{cm} \pm 0.47$ para los pacientes residentes a gran altitud y de 3.05 ± 0.413 para los controles con un valor de $p=0.665$.

En la comparación del diámetro del ventrículo derecho pudieron ser adecuadamente evaluados 26 pacientes de la muestra total, y los valores promedio fueron de $3.294\text{cm} \pm 0.388$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $3.001\text{cm} \pm 0.318$ para el grupo control encontrándose una diferencia estadísticamente significativa con un valor de $p=0.0045$.

Cuando se compararon los grupos haciendo una división entre pacientes de sexo masculino y femenino, se objetivó que el diámetro diastólico del ventrículo izquierdo promedio hallado en pacientes de sexo masculino residentes a gran altitud fue de $4.2\text{cm} \pm 0.82$ y el de los pacientes controles de $4.723\text{cm} \pm 1.4$ persistiendo una diferencia estadísticamente significativa en este grupo de pacientes con un valor de $p=0.014$.

Por otro lado la comparación del diámetro diastólico del ventrículo izquierdo entre los grupos de pacientes de sexo femenino no mostraron diferencias estadísticamente significativas siendo los valores de $4.08\text{cm} \pm 0.42$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $4.16\text{cm} \pm 0.35$ para el grupo control con un valor de $p=0.1364$.

El diámetro sistólico de los pacientes de sexo masculino estudiados a gran altitud fue de $2.821\text{cm} \pm 1.75$ y el de los pacientes controles $3.023\text{cm} \pm 1.75$ no encontrándose diferencias estadísticamente significativas; mientras que los valores para el grupo de sexo femenino fueron de $2.62\text{cm} \pm 0.38$ para las pacientes residentes a gran altitud y de $2.70\text{cm} \pm 0.36$ para el grupo control con un valor de $p=0.4154$.

Los espesores del séptum interventricular y de la pared posterior fueron de $1.009\text{cm} \pm 0.51$ y $0.975\text{cm} \pm 0.5$ cm para los pacientes masculinos residentes a gran altitud y de $0.9\text{cm} \pm 0.31$ y $0.897\text{cm} \pm 0.31$ para el grupo control, no presentando diferencias estadísticamente significativas en ambos casos.

Los valores para el espesor del séptum interventricular en el grupo de sexo femenino estudiado a gran altitud fueron de $0.90\text{cm} \pm 0.11$ y de $0.87\text{cm} \pm 0.11$ no existiendo diferencias estadísticamente significativas en la comparación de los dos grupos. Los valores promedio para el espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo en el grupo de sexo femenino fueron de $0.88\text{cm} \pm 0.13$ para los casos y de $0.84\text{cm} \pm 0.18$ para el grupo control con un valor de $p=0.333$.

La fracción de acortamiento promedio fue de $33.7\% \pm 11.7$ para el grupo de pacientes de sexo masculino estudiados a gran altitud y de $36.3\% \pm 4.76$ para el grupo control con una $p=0.52$; mientras que la misma fue de $34.2\% \pm 6.39$ para las pacientes de sexo femenino estudiadas a gran altitud y de $35.2\% \pm 5.12$ para el grupo control con un valor de $p=0.50$.

Los diámetros del ventrículo derecho medidos a nivel del eje corto paraesternal fueron de 3.13 ± 0.49 para los pacientes de sexo masculino estudiados a gran altitud, y de 3.162 ± 0.239 para el grupo control con un valor de $p=0.4020$. Para las pacientes de sexo femenino los valores del diámetro del ventrículo derecho fueron estudiados en 16 pacientes del total con valores promedio de $3.283\text{cm} \pm 0.321$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $2.90\text{cm} \pm 0.3265$ para el grupo control, persistiendo una diferencia estadísticamente significativa con un valor de $p=0.0023$.

Los diámetros de la raíz de aorta fueron de $2,998\text{cm} \pm 0.94$ para los pacientes residentes a gran altitud de sexo masculino y de $3.039\text{cm} \pm 0.94$ para los controles con una $p=0.792$, mientras que los valores para el grupo de sexo femenino fueron de $2.72\text{cm} \pm 0.35$ para las pacientes estudiadas a gran altitud y de $2.82\text{cm} \pm 0.32$ para las pacientes controles con un valor de $p=0.281$.

Para los pacientes de sexo masculino estudiados a gran altitud el diámetro auricular izquierdo promedio fue de $3.286\text{cm} \pm 1.46$ y para los controles de 3.272 ± 0.62 ; mientras que para las pacientes de sexo femenino los valores fueron de $2.91\text{cm} \pm 0.44$ para los casos y de $2.93\text{cm} \pm 0.36$ para los controles no encontrándose diferencias estadísticamente significativas.

En la comparación de los valores promedio derivados del estudio Doppler en la muestra total se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en la comparación de la velocidad de la onda E del flujo mitral, con valores de $0.816\text{m/s} \pm 0.149$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $0.934\text{m/s} \pm 0.1730$ para el grupo control con un valor de $p=0.0017$.

La velocidad de la onda E del flujo tricuspídeo fue estudiada en 36 pacientes del total, y mostró una diferencia estadística altamente significativa con valores de $0.3938\text{m/s} \pm 0.119$ para el grupo residente a gran altitud y de $0.6388\text{m/s} \pm 0.1276$ para el grupo control con un valor de $p=0.0000$.

Asimismo la velocidad de flujo transvalvular aórtico fue estudiada en 38 pacientes del total de la muestra, y los valores fueron de $0.895\text{m/s} \pm 0.183$ para el grupo residente a gran altitud y de $1.072\text{m/s} \pm 0.110$ para el grupo control, presentando una diferencia estadística altamente significativa con un valor de $p=0.0000$.

La velocidad de flujo pulmonar fue estudiada en 37 pacientes de la muestra total, y no se encontraron diferencias estadísticas significativas en la comparación de los grupos. Los valores promedio fueron de $0.915\text{m/s} \pm 0.139$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $0.944\text{m/s} \pm 0.128$ para el grupo control con un valor de $p=0.362$.

Haciendo una comparación entre los grupos de sexo masculino y femenino, se evidenció que la velocidad promedio de la onda E mitral en los pacientes de sexo masculino fue de $0.849\text{ m/s} \pm 0.65\text{ m/s}$ en los residentes a gran altitud y de $0,913 \pm 0.52\text{ m/s}$ en los pacientes controles no presentando diferencias estadísticamente significativas. Por otro lado los valores de la velocidad de la onda E del flujo mitral para las pacientes de sexo femenino fueron de $0.942\text{m/s} \pm 0.186$ para las pacientes estudiadas a gran altitud y de $0.804\text{m/s} \pm 0.13$ para las pacientes controles persistiendo una diferencia estadística altamente significativa con un valor de $p=0.0019$.

En la comparación de las velocidades de la onda E del flujo tricuspídeo los valores fueron de $0.351\text{m/s} \pm 0.34$ para los pacientes de sexo masculino residentes a gran altitud y de $0.686\text{m/s} \pm 0.25$ para el grupo control presentando una diferencia altamente significativa con un valor de $p=0.000002$. En el grupo de sexo femenino este índice fue estudiado en 26 pacientes del grupo total, y los valores para la velocidad de la onda E del flujo tricuspídeo fueron de $0.620\text{m/s} \pm 0.124$ para el grupo estudiado a gran altitud y de $0.406\text{m/s} \pm 0.11$ para el grupo control, persistiendo también una diferencia estadística altamente significativa con un valor de $p=0.0000$.

Las velocidades promedio de flujo aórtico fueron de $0.9\text{m/s} \pm 0.068$ para los varones estudiados a gran altitud, y de $1.097\text{m/s} \pm 0.14$ para el grupo control presentando una diferencia estadística altamente significativa con un valor de $p=0.0019$; mientras que los valores promedio de las velocidades de flujo aórtico para las pacientes de sexo femenino

estudiados en 28 pacientes del total del grupo, fueron de 0.922m/s+-0.124 para el grupo de casos estudiados a gran altitud y de 1.06m/s+-0.092 para el grupo control, persistiendo una diferencia estadística altamente significativa con un valor de p= 0.00000.

En el estudio de la velocidad de flujo pulmonar, los valores promedio fueron de 0.871m/s+- 0.077 para los pacientes de sexo masculino estudiados a gran altitud y de 1.011m/s+-0.126 para el grupo control con un valor de p=0.0081, presentando una diferencia estadística altamente significativa. En el grupo de sexo femenino, no se encontró diferencia estadísticamente significativa en la comparación de la velocidad de flujo pulmonar estudiada en 27 pacientes del total, presentando valores de 0.919m/s+-0.122 para el grupo estudiado a gran altitud y de 0.93m/s+-0.15 para el grupo control con un valor de p=0.7631.

	Promedio masc altitud	Promedio masc normales	Valor p
DDVI cm	4.293 +- 0.82	4.723 +- 1.4	0.01
DSVI cm	2.821+-1.75	3.023+-1.75	0.33
SIV cm	1.009+-0.51	0.9+-0.31	0.07
PP cm	0.975+-0.5	0.897+-0.31	0.14
F.A.%	33.7	36.3	
AO cm	2.998+-0.94	3.039+-0.94	0.79
AI cm	3.286+-1.46	3.272+-0.62	0.93
DVD cm	3,13+-0.49	3.162+-0.23	0.40
VEL E MI m/seg	0.849+-0.65	0.913+-0.52	0.38
VEL E TRIC m/seg	0.351+-0.34	0.686+-0.25	0.000002
VEL AO m/seg	0,9 +- 0,068	1,097+- 0,14	0,001
VEL PULM m/seg	0.871+-0.077	1.011+-0.126	0.008

Tabla N° 2. Datos ecocardiográficos y Doppler de casos y controles de sexo masculino.

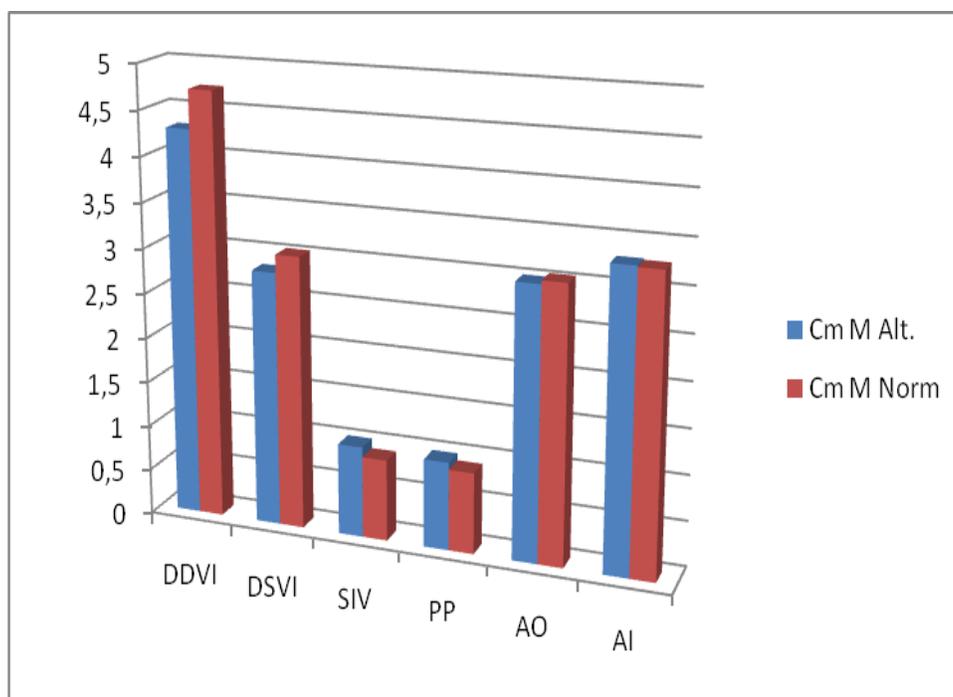


Gráfico N° 3. Datos ecocardiográficos de casos y controles de sexo masculino.

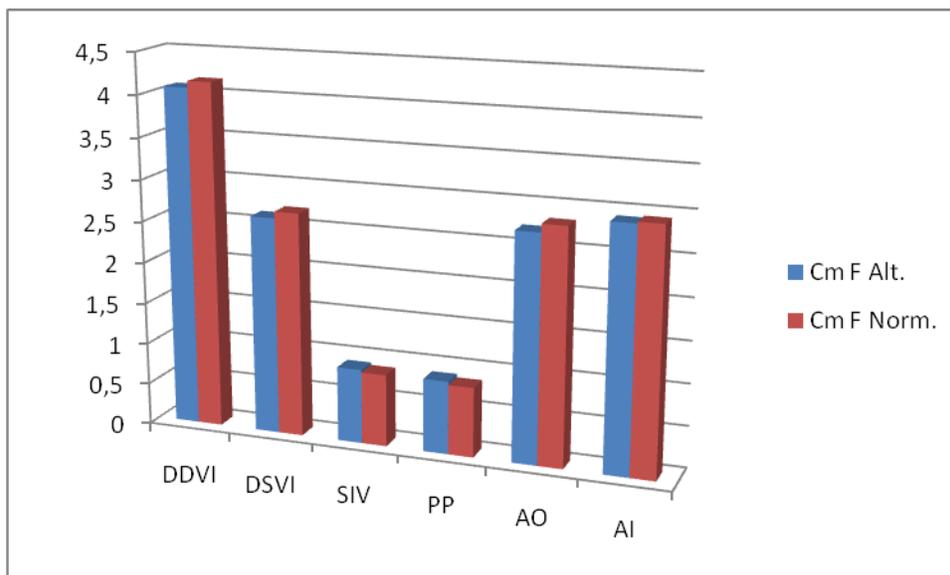
El análisis de la motilidad parietal segmentaria ventricular izquierda fue normal en el 100% de los pacientes estudiados.

En ninguno de los pacientes estudiados se evidenció la presencia de insuficiencia pulmonar o tricuspídea que permitiera medir las presiones pulmonares.

Tabla 3. Datos ecocardiográficos comparativos entre casos y controles de sexo femenino

	Promedio fem altitud	Promedio fem normales	Valor p
DDVI cm	4,08 +-0,42	4,16 +- 0,35	0,1364
DSVI cm	2,62 +- 0,38	2,70 +- 0,36	0,4154
SIV cm	0,90 +- 0,11	0,87 +- 0,11	0,3093
PP cm	0,88 +- 0,13	0,84 +- 0,18	0,3334
F.A. %	34,2+- 6,39	35,2 +- 5,02	0,5066
AO cm	2,72 +- 0,35	2,82 +- 0,32	0,2819
AI cm	2,91+- 0,44	2,93 +- 0,36	0,8861
DVD cm	3,283+-0,321	2,90+-0,32	0,0023 N16
VEL E MI m/seg	0,942+- 0,186	0,804+- 0,13	0,0019
VEL E TRIC m/seg	0,620+- 0,137	0,406+- 0,11	0,0000 N 26
VEL AO m/s	0,922+- 0,124	1,06+- 0,092	0,00000 N 28
VEL PULM m/seg	0,919+- 0,122	0,93+- 0,15	0,7631 N 27

Gráfico N° 4. Datos ecocardiográficos de casos y controles de sexo femenino.



DISCUSIÓN.

Las consecuencias de la presencia de hipoxia aguda debido a la exposición repentina a gran altitud son bien conocidas y se manifiestan con un incremento en la frecuencia cardíaca (ambas en reposo y ejercicio), y un aumento en la contractilidad miocárdica y en el gasto cardíaco en los primeros días. Luego de una aclimatación a la exposición a gran altitud, el gasto cardíaco disminuye en reposo y en ejercicio en asociación con un descenso en el trabajo del ventrículo izquierdo, pero con un incremento en el trabajo ventricular derecho. (11).

También en personas normales sometidas agudamente a gran altitud se evidenció ecocardiográficamente la presencia de una modificación en el patrón de llenado ventricular izquierdo con una disminución en la velocidad inicial del mismo (onda E mitral) y un aumento en la contribución auricular (onda A del flujograma mitral) . (5)

No fueron muchos los estudios diseñados para estudiar a estas poblaciones residentes permanentes a gran altitud, pero los realizados, coinciden en que existen diferencias en la adaptación a la altitud entre los sexos, entre las distintas poblaciones que se estudiaron, y se propone también una posible diferencia genética en la adaptación crónica a esta condición relacionada a una diferencia fisiológica entre individuos en el transporte de oxígeno. (3,16,17)

Un ejemplo de la diferente adaptación crónica a la altitud lo constituye la “Enfermedad crónica de las montañas”. Este trastorno se caracteriza por síntomas como cefalea, disnea, tos, irritabilidad y somnolencia y en el examen físico se observa cianosis marcada, aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, edema facial, hepatomegalia y rales pulmonares. (3,17) Los pacientes presentan dilatación ventricular derecha e

hipertensión pulmonar. Afecta a cerca del 5 a 10% de las personas que residen a gran altitud, y su prevalencia es mayor en niños y en mujeres, y presenta una prevalencia menor en los nativos Tibetanos con respecto a otras poblaciones estudiadas como los residentes chinos de esas regiones. (3,16,17)

Los resultados del presente estudio que comparó los índices ecocardiográficos y Doppler de individuos normales crónicamente expuestos a gran altitud habitantes nativos de la Puna Jujeña a 3800Msnm, con pacientes controles normales residentes en la ciudad de San Salvador de Jujuy situada a 1259Msnm, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas en índices de función diastólica ventricular izquierda y derecha con diferencias entre los sexos, hecho éste que podría representar lo anteriormente comentado en este apartado: **una diferente adaptación cardiopulmonar a la altitud y a la hipoxia crónica en aquellos pacientes residentes permanentes de estas regiones.**

No se evidenciaron signos de hipertensión pulmonar en la población estudiada.

Se encontraron diferencias altamente significativas en los pacientes de ambos sexos en la comparación de la velocidad pico de la onda E del flujo tricuspídeo, lo que puede traducirse en una alteración en la relajación del ventrículo derecho.

Asimismo entre los grupos de sexo masculino se evidenciaron diferencias altamente significativas en la comparación de la velocidad pico transpulmonar lo que se interpreta como compatible con cierto grado de disfunción sistólica del ventrículo derecho en los pacientes residentes a gran altitud.

En la velocidad de la onda E del flujo mitral se encontraron diferencias altamente significativas entre las pacientes de sexo femenino. Este hecho es compatible con la presencia de una alteración en la relajación ventricular izquierda en las pacientes de sexo femenino residentes a gran altitud.

En los grupos de ambos sexos la función sistólica evaluada a través de la fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo no presentó diferencias significativas, al igual que el análisis de la motilidad parietal ventricular izquierda. No obstante, en estos grupos se encontraron diferencias altamente significativas en la comparación de la velocidad del flujo transvalvular aórtico, lo cual no permite descartar cierto grado de disfunción sistólica ventricular izquierda en los pacientes crónicamente expuestos a gran altitud.

Las diferencias encontradas entre los individuos estudiados de sexo masculino en el diámetro de fin de diástole del ventrículo izquierdo, en ausencia de hipertensión pulmonar en el grupo estudiado a gran altitud, podrían deberse a diferencias étnicas entre los nativos de la puna y los pacientes del grupo control residentes en San Salvador de Jujuy.

Futuros estudios epidemiológicos y ecocardiográficos con Doppler tisular y técnicas que combinen índices de función sistólica y diastólica, serán necesarios para reafirmar los resultados de este estudio.

LIMITACIONES

En el estudio del grupo de pacientes residentes a gran altitud, hubo que hacer una selección minuciosa de pacientes al momento de analizar los datos ecocardiográficos, aparte de la selección ya realizada en base a la encuesta, examen físico y hallazgos electrocardiográficos. El motivo de este hecho fue principalmente la presencia de

inadecuada ventana ecográfica sobre todo en pacientes de sexo femenino.

El equipamiento portátil utilizado a gran altitud no contaba con Doppler continuo. En este caso pudo evitarse un sesgo en la comparación entre los pacientes estudiando al grupo control también con Doppler pulsado.

Algunos de los pacientes comparados presentaban diferencia étnicas, ya que el grupo control fue conformado con pacientes elegidos al azar concurrentes al laboratorio de ecocardiografía en San Salvador de Jujuy a 1259 Msnm, mientras que los pacientes estudiados a gran altitud estuvo integrado por un grupo de habitantes de la Puna Jujeña residentes a 3800 Msnm.

CONCLUSIÓN:

El grupo de pacientes de sexo femenino residente en gran altitud mostró diferencias estadísticamente significativas en la velocidad de la onda E del flujograma mitral, lo que puede interpretarse como un trastorno de la relajación del ventrículo izquierdo.

No se hallaron diferencias significativas que permitan concluir en la presencia de disfunción sistólica ventricular izquierda en la población residente a gran altitud aunque se observaron mayores diámetros y espesores septales de ésta cámara en el subgrupo de sexo masculino; también se objetivó una menor velocidad en el flujo aórtico en toda la población.

Se evidenció una significativa diferencia en la velocidad de la onda E de llenado del ventrículo derecho en las mujeres con un comportamiento inverso en los varones de la población de altura, lo que permite concluir que la función diastólica del ventrículo derecho está alterada en el sexo femenino y no en el masculino sugiriendo esto último una distinta adaptación cardiovascular a la altitud y a la hipoxia crónica.

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Carcioscience 1991 Mar; 2(1):63-9.
Echocardiography shows persistent thickness of the wall of the right ventricle in infants at high altitude. Aparicio Otero O., Romero Gutierrez F., Harris P., Anand I. Instituto Boliviano de Biología de la Altura, La Paz, Bolivia.
- 2- Indian Heart J 1990 Sep-Oct;42(5):375-9
Clinical, biochemical, electrocardiographic and noninvasive hemodynamic assessment of cardiovascular status in natives at high to extreme altitudes (3000 - 5500m) of the Himalayan region. Sharma S. Indira Gandhi Medical College, Shimla.
- 3- Q J Med 1989 Jun; 71(266):555-74.
Chronic mountain sickness in Tibet. Pei SX, Chen XJ, Si Ren BZ, Liu YH, Cheng XS, Harris EM, Anand IS, Harris PC. Workers "Hospital of the Tibet Autonomous Region of the Peoples Republic of China, Lhasa, Tibet.
- 4- Am J Physiol Heart Circ Physiol 2000 Oct;279(4):H2013-6.
Echocardiographic and invasive measurements of pulmonary artery pressure correlate closely at high altitude. Allemann Y, Sartori C, Lepori M, Pierre S, Melot C, Naeije R, Scherrer U, Maggiorini M. Swiss Cardiovascular Center Bern, University of Bern, 3010 Bern, Switzerland.
- 5- Am J Respir Crit Care Med 2000 Jan;161(1):264-70.

- Operation Everrest III (comex ,97): modifications of cardiac function secondary to altitude-induced hypoxia. An echocardiographic and Doppler study. Boussuges A, Molenat F, Burnet H, Cauchy E, Gatdette B, Sainty JM, Jammes Y, Richalet JP. Service de Reanimation Medicale et Hyperbarie, CHU Salvator, Marseille, France.
- 6- *Pneumonol Alergol Pol* 1998;66(11-12):545-50.
Three week stay at height of 3700-45200m causes mild pulmonary hypertension in healthy men. Palasiewicz G, Usupbaeva DA, Le Roux H, Sarybayev AS, Plywaczewski R, Mirrakhimov MM, Zielinski J, Kliniki Chorob Pluz, Instytutu Gruzlicy I Chorob Pluz, Warszawa.
- 7- *J Am Coll Cardiol* 1997 Aug;30(2):468-73.
Transient right but not left ventricular dysfunction after strenuous exercise at high altitude.
Davila-Román VG, Guest TM, Tuteur PG, Rowe WJ, Lederson JH, Jaffe AS. Cardiovascular, Laboratory Medicine, Washington University School of Medicine, Saint Louis, Missouri 63110, USA.
- 8- *Circulation* 1995 Jan 15;91(2):359-64.
Endothelin-1 in pulmonary hypertension associated with high-altitude exposure. Goerre S, Wenk M, Bartsch P, Luscher TF, Niroomand F, Hohenhaus E, Oelz O, Reinhart WH.
Kantonsspital, Chur Switzerland.
- 9- *N Engl J Med* 1991 Oct 31;325(18):1284-9.
Prevention of high-altitude pulmonary edema by nifedipine. Bartsch P, Maggiorini M, Ritter M, Noti C, Vock P, Oelz O. Research Institute, Swiss School of Sports, Magglingen.
- 10- *N Engl J Med* 1996 Mar 7;334(10):624-9.
Inhaled nitric oxide for high-altitude pulmonary edema.
Scherer U, Vollenweider L, Delabays A, Savcic m, Eichenberger U, Kleger GR, Fikrle A, Ballmer PE, Nicod P, Barsch P. Department of Internal Medicine, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne, Switzerland.
- 11- *Am J C 1991 Cardiol* Dec 15;68(17):1962-7.
Echocardiographic assessment of left ventricular function and wall motion at high altitude in normal subjects. Hirata K, Ban T, Jinnouchi Y, Kubo S. Department of Cardiovascular Surgery, Kyoto University Faculty of Medicine, Japan.
- 12- *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991;62(2):73-6.
Changes in structure and function of the human left ventricle after acclimatization to high altitude. Scognamiglio R, Ponchia a, Fasoli G, miraglia G. Department of Cardiology, University of Padua, Italy.
- 13- Two-dimensional echocardiographic calculation of left ventricular mass as recommended by the American Society of Echocardiography: Correlation with autopsy and M mode echocardiography.
Seong H. Park, MD; Clarence Shub, MD; Thomas P. Nobrega, MD; Kent Bailey, PhD; James B. Seward, MD.
Volume 9, Issue 2, Pages 119-128 (March 1996)
- 14- Schiller NB, Shah PM, Crawford M et al. Recommendations for quantification of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantification of Two-Dimensional Echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr.* 1989;2:358-67.

- 15- Assessment of right ventricular function using two-dimensional echocardiography.
Kaul S, Tei C, Hopkins JM, Shah PM.
Am Heart J. 1984 Mar;107(3):526-31.
- 16-High Alt Med Biol.2001 Summer;2(2):257-79.
Human genetic adaptation to high altitude.
Moore LG.
Department of Anthropology, University of Colorado at Denver, Denver. CO
80217, USA.
- 17-Wilderness Environ Med. 2001 Fall;12(3):190-4.
Current concept of chronic mountain sickness: pulmonary hypertension-related
high-altitude heart disease.
Ge RL, Helun G.
Qinghai High Altitud Medical Science Institute, China.