

ESTUDIO DE LA FUNCION DE LAS VIAS AEREAS FINAS EN DEPORTISTAS DE WATER POLO

Alirio Piña*, Enrique Rincón, Ana de Jakymec**
y Cecilia de Villalobos*****

** Escuela de Enfermería, ** Escuela de Medicina, *** Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Apartado 1575. Maracaibo. Venezuela.*

RESUMEN

Se determinó el volumen de cierre en 8 deportistas de Water Polo y 16 sujetos sedentarios, no fumadores, de sexo masculino, en edades comprendidas entre 15 y 16 años, usando Helio como gas indicador. Se observó una disminución del volumen de cierre en deportistas de Water Polo en relación con los sujetos sedentarios, estadísticamente significativa ($P < 0.001$).

Estos resultados son indicativos de una disminución en la resistencia al paso del aire, que ofrecen las vías aéreas finas, en deportistas de Water Polo.

INTRODUCCION

En la última década, la determinación del volumen de cierre ha adquirido importancia por ser un método sencillo y fácil de realizar, relacionado con la función de las vías aéreas finas, es decir, aquellas que tienen un diámetro interno de 2 mm. ó menor (1, 2, 10, 13). Estas vías aéreas finas

contribuyen en menos del 30% de la resistencia total del árbol tráqueo-bronquial y constituyen lo que se conoce como "zona silenciosa" del pulmón (11).

La función de las vías aéreas finas se puede determinar a través del volumen de cierre (V.C.), que es el aire que puede ser exhalado hasta llegar al volumen residual, después del inicio del cierre de las vías aéreas pequeñas (4). La medición del volumen de cierre es un método simple y más sensible que la espirometría convencional para detectar obstrucción de las vías aéreas en estados potencialmente reversibles (1).

Actualmente existe escasa información sobre la determinación del volumen de cierre en deportistas y en sujetos menores de 19 años no fumadores y sin antecedentes de enfermedades cardio-respiratorias (8, 9, 12). El objeto del presente trabajo es estudiar el volumen de cierre en deportistas de Water Polo con la finalidad de determinar la influencia que este deporte tiene sobre la función de las vías aéreas.

MATERIAL Y METODOS

Se midió el volumen de cierre en 8 deportistas de Water Polo y en 16 sujetos sedentarios, de sexo masculino, no fumadores, en edades comprendidas entre 15 y 16 años en ambos grupos. Previa la realización de la prueba, cada sujeto fué interrogado sobre antecedentes y síntomas respiratorios. Se les practicó examen físico y espirometría que incluyó: Capacidad Vital (C.V.), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (F.E.V₁), y Capacidad Máxima Voluntaria (M.B.C.). Se excluyeron del estudio aquellos sujetos con enfermedades bronco-pulmonares presentes o pasadas y los que presentaron disminución de la Capacidad Vital en más de un 20% del valor de la predicción usando la ecuación de Weng (17).

Para medir el volumen de cierre se usó helio como gas indicador mediante el sistema Hebotest Godart (Fig. 1), constituido por una combinación de un analizador de helio (Katoferómetro) y un pneumotacógrafo. Tanto el analizador como el pneumatacógrafo están conectados a un sistema de registro de doble canal, obteniéndose en uno de estos la Capacidad Vital y en el otro la concentración de helio en el aire espirado.

El sujeto es conectado al aparato mediante una boquilla y su nariz es ocluida por una pinza. Después que el sujeto realiza una espiración máxima y alcanza su volumen residual, efectúa a continuación una inspiración también máxima, recibiendo sus pulmones, al inicio de la inspiración, 300 c.c. de Helio. Luego el sujeto realiza una espiración máxima a un flujo espiratorio constante (0,5 l/seg.), obteniéndose una curva de concentración de helio espirado y del volumen de aire espirado. Estas dos curvas

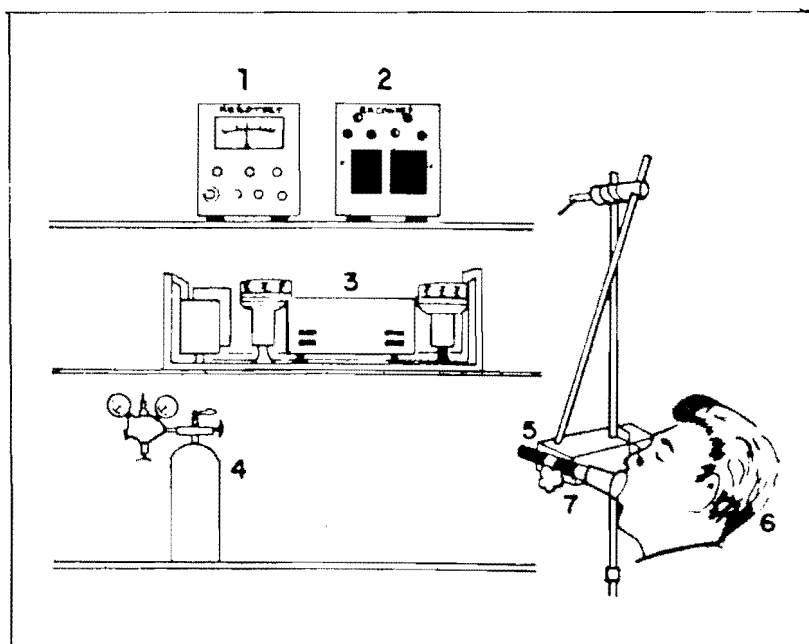


Fig. 1.— Diagrama del sistema Hebotest-Godart. 1: Hebotest. 2: Sistema de registro de doble canal. 3: Bomba. 4: Tanque de Helio. 5: Pneumotacógrafo. 6: Paciente. 7: Boquilla.

(Fig. 2), permiten medir el volumen de cierre que se expresa como porcentaje de la Capacidad Vital del sujeto, obtenida de la curva del volumen de aire espirado (14).

En la curva de la concentración del gas espirado se distinguen cuatro fases: Fase I, representa el aire proveniente del espacio muerto anatómico. Fase II, aire proveniente del espacio muerto anatómico y de los alvéolos. Fase III ó Plateau alveolar, aire proveniente de los alvéolos. Fase IV, aire proveniente de las porciones superiores del pulmón. El inicio de esta fase, llamado punto de cierre, se cree representa el momento en que se cierran un número importante de vías aéreas pequeñas basales (10).

El volumen de la Fase IV se llama Volumen de Cierre (V.C.), que se expresa como porcentaje de la Capacidad Vital (C.V.) del sujeto, la cual es obtenida de la curva del volumen del aire espirado (2, 3, 6).

A cada sujeto se le practicaron tres mediciones y de éstas se tomó aquella donde la Capacidad Vital fué mayor. El resultado obtenido en los

deportistas de Water Polo se comparó con el resultado de los sujetos sedentarios.

Los resultados fueron expresados como promedio $\pm$ Desviación Standard. La significancia estadística de las diferencias fué analizada aplicando el test de Student.

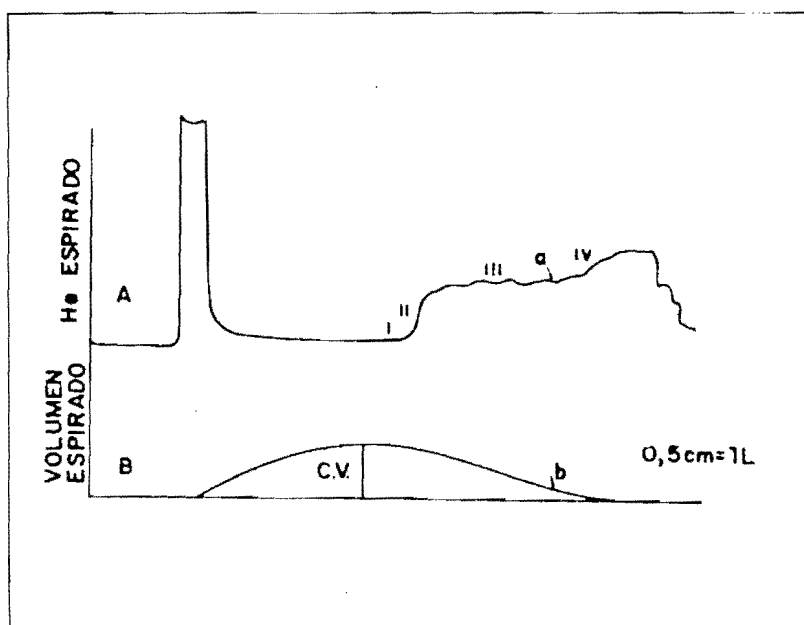


Fig. 2.— A: Curva de concentración de He en aire espirado. Obsérvense 4 fases. Fase I: Representa el aire proveniente del espacio muerto anatómico. Fase II: Aire proveniente del espacio muerto anatómico y de los alvéolos. Fase III ó Plateau alveolar: Aire proveniente de los alvéolos. Fase IV: Aire proveniente de porciones superiores del pulmón. Punto a: momento en que se cierran las vías aéreas pequeñas basales. B: Curva de volumen de aire espirado. C.V. = capacidad vital, b = volumen de cierre.

RESULTADOS

La Tabla I nos muestra la edad y características antropométricas de los grupos estudiados. Las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

En las Tablas II y III, se observa la Capacidad Vital (C.V.), en litros. Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (F.E.V₁) en litros, la

TABLA I

EDAD Y CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS
EN DEPORTISTAS DE WATER POLO Y SUJETOS SEDENTARIOS

Grupo Estudiado	Edad (Años)	Peso (Kilogramos)	Talla (Cms)	Superficie Corporal (Mts ²)
Deportistas de Water Polo	15.88 ± 0.35*	55.05 ± 5.87	168.63 ± 4.21	1.61 ± 0.09
Sedentarios	15.75 ± 0.45	59.55 ± 5.71	167.75 ± 3.66	1.64 ± 0.08

* $\bar{X} \pm D.S.$

TABLA II

PRUEBAS VENTILATORIAS EN DEPORTISTAS DE WATER POLO

Nombre	CV (L) BTPS	FEV ₁ (L) BTPS	FEV ₁ x 100 CV	MBC (L/min) BTPS
P.S.	4.0	3.8	95	143.7
V.W.	4.5	4.1	91	121.1
P.C.	3.7	3.5	94	129.0
P.G.	3.7	3.3	89	110.2
M.N.	4.1	3.1	75	117.2
G.J.	4.4	4.3	97	166.0
L.A.	4.3	3.8	88	127.6
G.O.	4.4	4.3	97	155.0
V.D.	4.3	4.1	95	170.8
$\bar{X} \pm D.S.$	4.16 ± 0.3	3.81 ± 0.43	91.22 ± 6.91	137.84 ± 21.97

relación porcentual entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la Capacidad Vital ($\frac{F.E.V_1}{C.V.} \times 100$) y por último la Capacidad

Máxima Voluntaria (M.B.C.) en litros por minuto, de los deportistas de Water Polo y un grupo de sujetos sedentarios. Todos los valores encontrados han sido expresados en condiciones B.T.P.S. y se encuentran dentro de los límites normales comparados con su valor de predicción (17). Las diferencias observadas entre ambos grupos no son estadísticamente significativas.

TABLA III

PRUEBAS VENTILATORIAS EN SEDENTARIOS

Nombre	CV (L) BTPS	FEV ₁ (L) BTPS	FEV ₁ x 100 CV	MBC (L/min) BTPS
R.S.	4.3	4.0	93	147.9
L.C.J.	4.1	3.7	90	118.8
L.C.	3.7	2.7	75	97.0
R.O.	3.3	3.0	90	96.8
P.N.	4.2	4.0	95	128.0
S.D.	3.8	3.7	97	145.0
F.J.	3.7	3.3	89	155.5
M.A.	4.2	3.8	90	126.0
G.E.	3.6	2.9	80	102.8
P.M.	4.2	4.1	97	165.0
P.L.	4.4	4.3	97	120.0
D.R.	3.9	2.5	64	130.0
D.F.J.	4.1	3.7	90	143.0
M.J.	3.6	3.3	91	139.0
A.D.	5.1	3.7	72	107.2
R.H.	4.5	3.4	75	130.0
$\bar{X} \pm D.S.$	4.04 $\pm$ 0.44	3.51 $\pm$ 0.52	86.56 $\pm$ 10.15	128.25 $\pm$ 20.52

Las Tablas IV, V y VI nos muestran la Capacidad Vital, Volumen de Cierre en condiciones A.T.P.S. y la relación porcentual entre el Volumen de Cierre y la Capacidad Vital, no encontrándose Volumen de Cierre en los deportistas de Water Polo, y la relación porcentual entre Volumen de Cierre y Capacidad Vital es cero; en el grupo de sedentarios se observa un Volumen de Cierre de 0.56 ± 0.29 ($\bar{X} \pm D.S.$) litros y una relación porcentual entre Volumen de Cierre y Capacidad Vital de 15.43 ± 8.29 ($\bar{X} \pm D.S.$). Esta diferencia entre ambos grupos es estadísticamente significativa con una $P < 0.001$.

DISCUSION

En el presente trabajo se encuentra una disminución significativa en el volumen de cierre en los deportistas de "Water Polo" al compararlos con un grupo de sujetos sedentarios no fumadores, de la misma edad y sexo.

Resultados similares se han obtenido en sujetos nadadores no fumadores en edades comprendidas entre 10 y 18 años⁽⁸⁾, cuyos resultados fueron comparados con el valor de predicción, calculado en sujetos no nadadores de la misma edad, usando la ecuación de Mansell⁽¹²⁾.

TABLA IV

**CAPACIDAD VITAL, VOLUMEN DE CIERRE Y PORCENTAJE
EN DEPORTISTAS DE WATER POLO**

Nombre	CV (Litros)	VC (L)	$\frac{VC}{CV} \times 100$
P.S.	3.1	0	0
V.W.	4.0	0	0
P.C.	3.1	0	0
P.G.	3.5	0	0
M.N.	3.3	0	0
G.J.	5.0	0	0
L.A.	3.1	0	0
G.O.	3.5	0	0
V.D.	4.2	0	0
$\bar{X} \pm D.S.$	3.64 ± 0.64	0	0

TABLA V

**CAPACIDAD VITAL, VOLUMEN DE CIERRE Y RELACION
PORCENTUAL EN SEDENTARIOS**

Nombre	CV (L)	VC (L)	$\frac{VC}{CV} \times 100$
R.J.	4.1	0.75	18.29
L.C.J.	3.8	0.75	19.73
L.C.	3.0	0.95	31.60
R.O.	3.3	0.50	15.15
P.N.	3.8	0.00	00.00
S.D.	3.4	0.55	16.17
F.J.	3.5	0.80	22.85
M.A.	2.9	0.50	17.24
G.E.	3.1	0.00	00.00
P.M.	4.2	0.58	13.80
P.L.	4.1	0.50	12.19
D.R.	4.0	0.50	12.50
D.F.J.	4.0	1.00	25.00
M.J.	3.4	0.60	17.64
A.D.	3.1	0.20	6.45
R.H.	4.1	0.75	18.29
$\bar{X} \pm D.S.$	3.61 ± 0.45	0.56 ± 0.29	15.43 ± 8.29

TABLA VI

RELACION PORCENTUAL ENTRE VOLUMEN DE CIERRE
Y CAPACIDAD VITAL EN DEPORTISTAS DE WATER POLO
Y SEDENTARIOS

Grupo Estudiado	CV ATPS	VC	$\frac{VC \times 100}{CV}$
Deportistas de Water Polo	$3.64 \pm 0.213^*$	0	0
Sedentarios	3.61 ± 0.45	0.56 ± 0.29	15.43 ± 8.29

* $\bar{X} \pm D.S.$

De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se deduce que en los sujetos que practican Water Polo se observa una disminución en el volumen de cierre que es indicativo de una disminución en la resistencia al paso del aire que ofrecen las vías aéreas finas. Esta disminución del Volumen de Cierre conllevaría a una mejor relación ventilación-perfusión y a un aumento de la transferencia de gases a nivel del alvéolo que puede ser demostrada por un aumento en la capacidad de difusión pulmonar encontrada por otros investigadores (5, 16). Por otra parte un aumento en el volumen de cierre con oclusión de las vías aéreas basales durante la respiración normal produce un efecto de corto circuito al perfundir alvéolos no aireados (15).

En el presente estudio no se puede determinar las posibles causas de la disminución de la resistencia a través de vías aéreas finas encontradas en los deportistas estudiados.

Sería interesante investigar el volumen de cierre en sujetos que practican deportes no acuáticos, para determinar si la disminución del volumen de cierre es característica de los sujetos que practican otro tipo de deporte.

ABSTRACT

Study of the fine air way functions in water polo sportsmen. Alirio Piña, Enrique Rincón, Ana de Jakymec y Cecilia de Villalobos. (Escuela de Enfermería, Escuela de Medicina, Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Apartado 1575. Maracaibo, Venezuela). *Invest Clín* 23(1): 3-12, 1982.— It was determined the closing

volume of 8 water polo sportsmen and 16 sedentary persons, of masculine sex and none smokers between 15 and 16 years old, using helium as indicator gas. It was observed a statistically significant reduction ($P < 0.001$) in closing volume in the water polo sportsmen group in relation to the sedentary persons. This results are indicative of a decrease on the resistance to the air pass, which offer the fine air way in water polo sportsmen.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1- BUIST AS: Early detection of airways obstruction by the closing volume technique. *Chest* 64: 495-499, 1973.
- 2- BUIST AS, ROSS BB: Predicted values for closing volumes using a modified single breath nitrogen test. *Amer Rev Resp Dis* 107: 744-752, 1973.
- 3- BURGER EJ, MACKLEM PT: Airway closure: demonstration by breathing 100% O_2 at low lung volume and by N_2 washout. *J Appl Physiol* 25: 139-148, 1968.
- 4- COLLINS JV: Closing volume. A test of small airway function? *Brit J Dis Chest* 67: 1-17, 1973.
- 5- EKBLOM B: Effect of physical training in adolescent boys. *J Appl Physiol* 27: 350-355, 1969.
- 6- ENGEL LA, GRASSINO A, ANTHONISEN NR: Demonstration of airway closure in man. *J Appl Physiol* 38: 1117-1125, 1975.
- 7- HYATT RE, RODARTE JR: Closing Volume, one man's noise other men's experiment. *Moder Med Physiol* 50: 17-27, 1975.
- 8- JAKYMEC BA: Medición del Volumen de Cierre en Nadadores. Trabajo presentado ante el Consejo de la Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. No publicado.
- 9- KNUDSON RJ, LEBOWITZ MD, BURTON AP, KNUDSON DE: The closing volume test: Evaluation of Nitrogen and Bolus Methods in a Random Population. *Amer Rev Resp Dis* 115: 423-434, 1977.
- 10- LINN WS, HACKNEY JD: Nitrogen and Helium "closing volume" simultaneous measurement and reproducibility. *J Appl Physiol* 34: 396-399, 1973.
- 11- MACKLEM PT, MEAD J: Resistance of central and peripheral airways measured by a retrograde catheter. *J Appl Physiol* 22: 395-401, 1967.

- 12- MANSELL A, BRYAN AC, LEVINSON H: Airway closure in children. *J Appl Physiol* 33(6): 711-714, 1972.
 - 13- MCCARTHY DS, SPENCER R, GREENE R, MILIC-EMILI J: Measurements of "closing volume" as a simple and sensitive test for early detection of small airway disease. *Am J Med* 52: 747-753, 1972.
 - 14- RINCON E, SALCEDO H, MEDINA C, FORD J: Medición del volumen de cierre en sujetos fumadores. *Invest Clín* 19(2): 67-74, 1978.
 - 15- SOLLIDAY NH and Col: The Lazy Respiratory Center-or How to Recognize a Tired Horse. *Chest* 66: 71-76, 1974.
 - 16- VACCARO P, ZAUNER CW, UPDIKE WF: Resting and exercise respiratory function in well trained child swimmers. *J Sport Med* 17: 297-306, 1977.
 - 17- WENG TR, LEVISON H: Standards of pulmonary function in children. *Amer Rev Dis* 99: 819-894, 1969.
-