

Localización del catéter de la arteria pulmonar de acuerdo con las zonas de West en radiografía portátil del tórax

Location of the pulmonary artery catheter according to West's zones in portable chest X-Ray

ABRAHAM R. ALÍ-MUNIVE, CLAUDIA JARAMILLO, NOHORA A. ACOSTA, JUAN MANUEL PÉREZ • BOGOTÁ, D.C.

Resumen

Objetivo: valorar la concordancia entre los observadores y entre las proyecciones anteroposterior y lateral de la ubicación del catéter.

Metodología: en pacientes adultos con catéter de la arteria pulmonar les fueron tomadas radiografías de tórax portátil en proyecciones anteroposterior (AP) y translateral (LAT). Los estudios fueron interpretados en doble ciego por dos radiólogos independientes.

Resultados: fueron incluidos 32 pacientes. Al evaluar la radiografía AP, 25% de los catéteres estaban ubicados en la zona 3 de West y 75% no lo estaban. En la radiografía translateral sólo 12 catéteres estaban en la zona 3. La concordancia interobservador en la placa AP fue 88%, en la lateral 73% y al evaluar la concordancia AP y LAT ésta fue de 57%.

Conclusiones: la concordancia entre las proyecciones anteroposterior y translateral para definir la ubicación de la punta del catéter de la arteria pulmonar en zona 3 de West es baja y muy mala para la concordancia interobservador en la translateral. Evaluar el catéter de Swan-Ganz con una placa AP no es suficiente para otorgar credibilidad a los datos obtenidos de su medición (*Acta Med Colomb 2004; 29:11-16*).

Palabras clave: cateterización, Swan-Ganz, radiografía, arteria pulmonar.

Abstract

Aim: to measure the interobserver concordance and the concordance between the antero-posterior and lateral projections relative to the location of the catheter tip in West's zone 3.

Patients: adults admitted to Medical and Surgical Intensive Care Units who required hemodynamic monitoring with a pulmonary artery catheter.

Methodology: following the placement of the pulmonary artery catheter two portable chest X-rays were taken in antero-posterior (AP) and translateral (LAT) projections. The x-rays were randomized and then read by two radiologists who were blind to each other and to the patient. The parameters for the readings were standardized before starting the study.

Results: 32 patients were included. On reading the AP x-ray 8 (25%) of the catheters were located in West's zone 3 and 24 (75%) were not. On the lateral x-ray 12 (38%) of catheters were in zone 3, 15 (46%) were not, and 5 cases were not definable. Interobserver concordance on AP x-rays was 88%, on lateral x-rays 73% and on the evaluation of AP and LAT concordance we found 57%.

Conclusions: the concordance between the antero-posterior and translateral projections in order to determine the location of the catheter tip in the pulmonary artery in West's zone 3 is low and very poor for the interobserver concordance on the translateral x-ray. It is not sufficient, as is customary, to evaluate a Swan-Ganz catheter with an AP x-ray in order to believe the data obtained by its measurements. (*Acta Med Colomb 2004; 29:11-16*).

Key words: catheterization, Swan-Ganz, X-ray, pulmonary artery

Dr. Abraham R. Ali-Munive: Internista-Neumólogo, FCCC. Director Unidad de Cuidados Intensivos Médico de la Fundación Neumológica Colombiana; Dra. Claudia Jaramillo: Internista-Cardióloga, Epidemióloga Clínica, Fundación Neumológica Colombiana; Dra. Nohora A. Acosta: Internista, Fundación Cardio-Infantil-Instituto de Cardiología; Dr. Juan Manuel Pérez: Radiólogo, Fundación Cardio Infantil-Instituto de Cardiología. Fundación Neumológica Colombiana. Fundación Cardio Infantil-Instituto de Cardiología.

Realización del trabajo: Unidad de Cuidados Intensivos Médicos de la Fundación Neumológica Colombiana y Fundación Cardio Infantil-Instituto de Cardiología.

Fondos: No hubo recursos externos de financiación del estudio; se asumió dentro de la rutina global de un paciente crítico.

Correspondencia: Dr. Abraham Ali-Munive, Calle 163 A No. 28-60. Código postal: 102793.

e-mail: aali@neumologica.org

Recibido:30/10/03. Aceptado: 27/02/04.

Introducción

Swan y Ganz en 1970 revolucionaron la medicina de cuidado crítico con la introducción en la práctica clínica del catéter de arteria pulmonar. Actualmente, en las unidades de cuidado intensivo sigue siendo indispensable para el monitoreo hemodinámico de pacientes críticamente enfermos (1,2). Con la información obtenida por la cateterización de la arteria pulmonar el plan de la terapia se modifica en un 45 a 58% de los casos (3).

A pesar de todas las controversias que existen sobre su uso, es razonable asumir que el conocimiento más preciso de los parámetros cardiovasculares permite al clínico un mejor enfoque diagnóstico y una guía terapéutica (4). Se ha mostrado que cuando existen problemas técnicos asociados al paso del catéter de la arteria pulmonar, la probabilidad de error en la lectura de la presión de cuña se aproxima al 33% (5).

La presión que nos permite tomar decisiones diagnósticas y terapéuticas en el paciente crítico con monitoreo hemodinámico invasivo es la presión de la aurícula izquierda estimada a través de la presión de oclusión de la arteria pulmonar. La literatura ha descrito que la ubicación de la punta del catéter de arteria pulmonar es fundamental para obtener una lectura fidedigna (1), ya que existen diferencias significativas en las medidas tomadas según la influencia de las presiones alveolar y vascular asociadas a la distribución del flujo sanguíneo pulmonar, cuyo principio fisiológico fue descrito por West y cols en 1964 (6). La fidelidad del resultado depende de una ubicación adecuada de la punta del catéter en la zona 3 de West, donde no influyen las presiones alveolares (1, 7, 8) (Figura 1).

Las zonas de West son zonas que han sido definidas fisiológicamente, sin que exista una división anatómica fija de las mismas; son influenciadas por cambios en la presión intravascular dependientes de la gravedad, permitiendo que existan diferencias regionales en la presión capilar transmural (9, 10). Esto lleva a que la distribución regional sea diferente en el pulmón según se encuentre en posición vertical u horizontal, lo cual ha sido demostrado en diferentes estudios experimentales realizados por West en 1964 (6), Tooker en 1978 (11), Rajacich 1989 (12), siendo también descrito por Cruz (1) (Figura 2). Múltiples han sido las técnicas utilizadas para evaluar la ubicación de la punta del catéter, pero ninguna ha tenido resultados consistentes (13, 14).

La radiografía de tórax ha sido recomendada por el Colegio Americano de Radiología para uso de rutina en pacientes con catéter de la arteria pulmonar posterior a su colocación (15, 16, 17). En el paciente en posición supino, las zonas de West varían; algunos autores sugieren que la radiografía de tórax lateral podría ayudar a confirmar la ubicación de la punta del catéter en la zona 3 de West *33.3: 40*

Hasta el momento no existen estudios que valoren la radiografía de tórax portátil anteroposterior (AP) para de-

terminar que está bien ubicada la punta del catéter teniendo en cuenta las zonas de West; tampoco existen estudios de imágenes diagnósticas asociadas a la proyección lateral (LAT) donde se evalúen la ubicación del catéter según las zonas de West y la concordancia con la proyección anteroposterior.

El objetivo de este estudio es evaluar la concordancia entre la lectura de la placa de tórax en proyección anteroposterior y lateral en la ubicación de la punta del catéter de la arteria pulmonar en la zona 3 de West. Se busca determinar si existe un valor agregado en tomar en forma rutinaria la radiografía de tórax translateral adicional a la proyección anteroposterior al momento de ser colocado el catéter, para obtener una ubicación más fidedigna de la punta, y así obtener igualmente una hemodinamia más confiable en el monitoreo del paciente críticamente enfermo.

Material y métodos

Se realizó un estudio de pruebas diagnósticas para evaluar concordancia, en una población de pacientes hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos. Como sujetos del estudio fueron tomados pacientes en estado crítico que ingresaron a la unidad de cuidado intensivo médica y quirúrgica, siendo el criterio de inclusión aquellos pacientes que por su enfermedad de base requirieran monitoreo hemodinámico invasivo con el catéter de arteria pulmonar. El criterio de exclusión fue toda comorbilidad asociada que impidiera una adecuada técnica en la toma de la placa lateral o que tuviese contraindicación para la movilidad del paciente (lesiones osteomusculares con limitación funcional o inmovilización, obesidad extrema, paciente con balón de contrapulsación aórtica, hemofiltración o tubo de tórax bilateral).

Se calculó un tamaño de muestra de 26 pacientes, para un error tipo I de 0.05, un poder de 0.8, una probabilidad de clasificación correcta de 0.7, un kappa de la hipótesis nula de 0.65 y un kappa para la hipótesis alterna de 0.48, bilateral a dos colas. Se efectuó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos de los pacientes que ingresaron de febrero a mayo del año 2002.

A los pacientes incluidos en el estudio, posterior al paso del catéter de la arteria pulmonar, le fueron realizadas radiografías portátiles de tórax en proyección anteroposterior y en decúbito supino con rayo horizontal, utilizando un equipo Siemens con mAS y Kv que fue determinado según las características corporales del paciente. Se empleó para todos los estudios chasis 14 x 17 pulgadas con película radiográfica convencional. Estos portátiles fueron realizados por los técnicos de radiología de la institución con la posición que aparece en la Figura 3. Se llevó un registro de la hemodinamia que en ese momento presentaba el paciente.

Los parámetros para la lectura de las diferentes proyecciones fueron estandarizadas, los radiólogos participantes fueron informados de las características del estudio, y

recibieron entrenamiento en cuanto a la lectura de las radiografías.

Las proyecciones fueron recolectadas al completar el tamaño de la muestra, aleatorizadas y posteriormente leídas

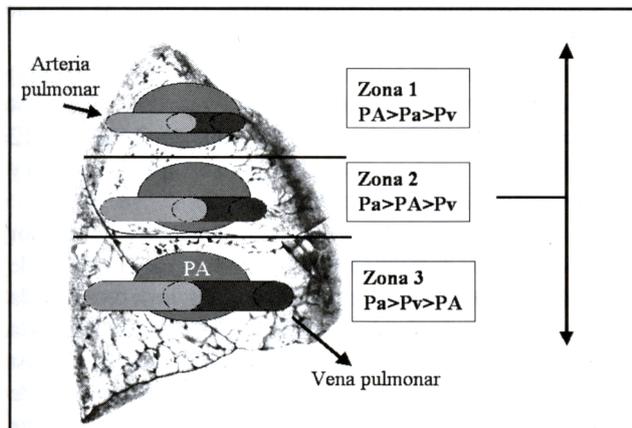


Figura 1. Relación entre las presiones arterial, venosa y alveolar pulmonar en un paciente en bipedestación. PA, presión alveolar; Pa, presión arterial; Pv, presión venosa.

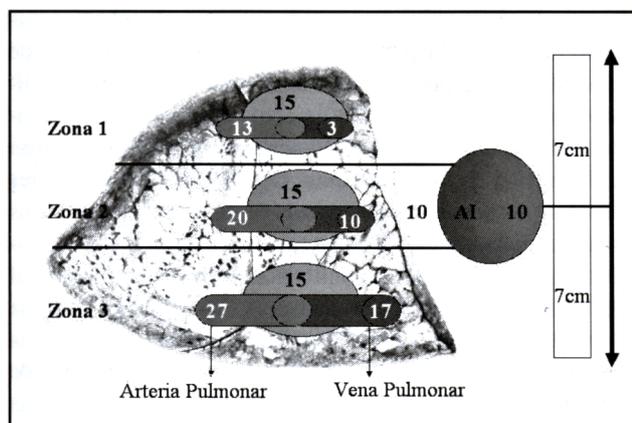


Figura 2. Relación entre las presiones arterial, venosa y alveolar pulmonar en un paciente en decúbito supino. AI (aurícula izquierda).

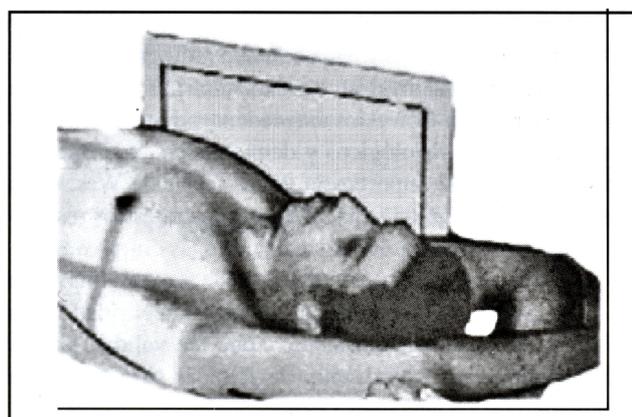


Figura 3. Colocación del paciente y el chasis para la radiografía de tórax translateral.

por dos radiólogos de la institución, ciegos entre sí y al paciente. Cuando no hubo acuerdo sobre la ubicación del catéter para propósitos de evaluar la concordancia entre la ubicación del catéter en la radiografía anteroposterior y lateral se realizó una lectura adicional por parte de un tercer observador.

Los radiólogos valoraron las proyecciones en forma aleatorizada y respondían a una pregunta dicotómica: la punta del catéter se encuentra en la zona 3 de West, sí o no, de acuerdo con los siguientes criterios: en la proyección AP se consideró como zona 3 de West los 2/3 inferiores de los lóbulos inferiores, tomando como punto de referencia la carina y el borde diafragmático.

En la proyección en decúbito supino con rayo horizontal se evaluó la punta del catéter tomando como referencia las zonas de West, tal como lo describe Orta y cols: Zona 1: punta del catéter ubicada por encima de la aurícula izquierda; incluía los segmentos del lóbulo medio, la lingula y los segmentos anteriores de ambos lóbulos superiores. Zona 2: punta del catéter ubicada al nivel de la aurícula izquierda; incluyó los segmentos apicales de los lóbulos superiores y los segmentos anterior y medial de los lóbulos inferiores. Zona 3: punta del catéter ubicada por debajo de la aurícula izquierda. Incluyó los segmentos posteriores de los lóbulos superiores, los laterales y posteriores de los lóbulos inferiores.

Para el análisis estadístico se calcularon medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar, valor mínimo y máximo) de las variables de naturaleza cuantitativa y las proporciones de las variables cualitativas. Para establecer la concordancia entre los observadores y entre las proyecciones anteroposterior y lateral se empleó el coeficiente kappa de Cohen. Se utilizó el programa estadístico Stata versión 6.0.

Resultados

La población estudiada fueron 32 pacientes, 8 (25%) hombres, 24 (75%) mujeres, con edad promedio de 62 años (DE 19.6 años). Las características demográficas de la población son descritas en la Tabla 1.

La causa principal de ingreso y uso del catéter de arteria pulmonar fue sepsis o falla multiorgánica en un 28% de los casos, edema pulmonar el 25%, seguido de monitoreo en posoperatorio de cirugía cardiovascular 15.6% y choque cardiogénico 12.5%. El promedio de peso de los pacientes fue 62 kg con un rango entre 45 y 80 kg.

La vía de acceso utilizada para el paso del catéter de la arteria pulmonar más frecuente fue yugular interna derecha en 16 (50%) pacientes. La longitud del catéter introducido en promedio fue de 48.6 cm (DE 4.91 cm).

De las radiografías de tórax portátil tomadas, las proyecciones anteroposterior pudieron ser interpretadas en su totalidad por los tres observadores; en la proyección lateral 5 estudios (15%) no pudieron ser leídos por dificultad en la interpretación, por mala técnica (Tabla 2).

El grado de concordancia interobservador en la lectura de la radiografía de tórax anteroposterior fue de 88.5% con un valor de kappa de 0.74 y un valor de $\rho = 0.0001$.

La concordancia interobservador en la lectura de la radiografía de tórax en proyección lateral fue de 73.1%, con un valor de kappa de 0.46 y un valor de $\rho = 0.0053$.

La concordancia entre las proyecciones anteroposterior y lateral fue de 57.7% con un valor de kappa de 0.12 y un valor de $\rho = 0.2475$ (Tabla 3).

Tabla 1. Características clínicas y epidemiológicas de los pacientes evaluados con radiografía de tórax posteroanterior y translateral.

Características	
Edad, años	62 ± 20
Género	
Masculino, n (%)	8 (25%)
Femenino, n (%)	24(75%)
Peso, kg.	62 ± 9.5
Temperatura, °C.	36.2 ± 0.7
Vía de acceso del catéter, n (%)	
Yugular interno derecho	16 (50%)
Subclavio derecho	12 (37.5%)
Femoral derecho	1 (3.5%)
Subclavio izquierdo	3 (9.4%)
PEEP, cmH ₂ O.	4.6 ± 4.4
Frecuencia respiratoria, c/min.	20 ± 6.9
Frecuencia cardíaca, l/min.	98 ± 23
Tensión arterial media, mmHg.	77 ± 13

Tabla 2. Descripción de la ubicación de la punta del catéter de la arteria pulmonar en la zona 3 de West en las proyecciones radiográficas escogidas.

Zona 3 de West	Sí	No	No evaluado
Translateral	12 (38%)	15 (46%)	5 (16%)
Anteroposterior	8 (25%)	24 (75%)	0

Tabla 3. Análisis estadístico de las concordancias encontradas en las proyecciones posteroanterior y translateral entre sí y entre los observadores.

Variable	Concordancia	Kappa	P
Interobservador anteroposterior	88.5 %	0.73	0.0001
Interobservador lateral	73.1 %	0.46	0.0053
Proyección anteroposterior/lateral	57.7 %	0.12	0.2475

Discusión

Este es el primer estudio, según tenemos conocimiento, que se realiza para evaluar la concordancia en la ubicación de la punta del catéter de la arteria pulmonar por imágenes diagnósticas según zonas de West en la radiografía de tórax en proyección anteroposterior y lateral, además de evaluar la concordancia interobservador.

En nuestro estudio al evaluar la radiografía AP, 8 (25%) de los catéteres estaban ubicados en la zona 3 de West y 24 (75%) no lo estaban. Al evaluar la radiografía lateral, 12 (38%) catéteres estaban en la zona 3, no estaban 15 (46%) y 5 casos no pudieron ser determinados.

Encontramos una buena concordancia interobservador en la lectura de la proyección anteroposterior, siendo de 88.5%, con una menor concordancia en la lectura de la proyección lateral, siendo ésta de 73.1%. La concordancia en la ubicación de la punta del catéter en la zona 3 de West entre las proyecciones anteroposterior y lateral fue baja, de 57.8% (kappa 0.12 y $\rho = 0.2475$), siendo estadísticamente significativo. Tan bajo grado de concordancia implica que la proyección anteroposterior no es suficiente para determinar que el catéter se encuentra bien ubicado.

Estos resultados los consideramos de gran importancia en el contexto de los estudios que han sido realizados previamente respecto a la validez de la medida de la presión de cuña pulmonar asociado a las zonas de West, como el realizado por Tooker y cols (11) quienes estudiaron la distribución de las zonas de West en posición supino, y demostraron que la presión de cuña pulmonar registrada por los catéteres ubicados por debajo de la aurícula tanto en pulmones sanos como edematosos son indicadores reales de la presión auricular izquierda durante la ventilación con presión positiva al final de la espiración (PEEP) entre 0 y 30 cm de H₂O, ya que se encuentran ubicados en la zona 3 de West y reflejan la presión intravascular auricular izquierda. Las presiones de cuña obtenidas del catéter ubicado por encima de la aurícula fueron mucho mayores que la presión auricular izquierda en todos los niveles de PEEP (5). De manera similar, lo demostró el estudio realizado por Shasby y cols (18), quienes encontraron además un 43% de los catéteres anteriores a la aurícula izquierda y consideraron que la posición de la punta del catéter debe ser confirmada con una radiografía de tórax lateral y reposicionada si no se encuentra por debajo de la aurícula izquierda. Con estos antecedentes de estudios basados en principios fisiológicos y demostrados experimentalmente acerca de la importancia de las zonas de West en la lectura de la presión de cuña, el hecho que nuestros resultados muestren tan baja concordancia entre las dos proyecciones nos deben hacer pensar si realmente la toma de una placa anteroposterior es suficiente para tener la seguridad de la ubicación de la punta del catéter y qué tan válidas son las hemodinamias que están siendo registradas sin verificar la posición en forma adecuada (19).

Benumof, Lawrence y cols (20) en 1977 realizaron un estudio retrospectivo determinando la distribución

intratorácica de los catéteres de arteria pulmonar tomando como puntos de referencia la medida de la distancia cefalocaudal de la carina y la distancia lateral de la línea media. Encontraron 6.9% de cateterización periférica, lo cual genera riesgo de infarto pulmonar, justificando el uso de la placa de tórax de control.

Kronberg y cols (21) valoraron la localización anatómica de la punta del catéter de la arteria pulmonar en pacientes en supino y encontraron que el 73% están localizados en el cuadrante inferior derecho y en la placa lateral se encontraban por debajo de la vena cava superior ($p < 0.005$); sin embargo, no valoraron la concordancia entre las dos proyecciones ni especificaron las zonas de West.

Orta y cols (22) por angiografía pulmonar selectiva valoraron la posición de la punta del catéter en relación con las zonas fisiológicas en posición supino, las zonas fueron definidas según las proyecciones de los segmentos anatómicos en relación con las zonas de West; encontraron un 50% de los catéteres ubicados en la zona II y un 30% en la zona I, concluyendo que no es infrecuente que la punta del catéter esté situado en la zona I anterior a la aurícula izquierda.

Estos estudios demuestran que un porcentaje significativo de los catéteres quedan mal posicionados, sin que hayamos encontrado estudios que asocien directamente las zonas de West en las dos proyecciones de tórax anteroposterior y lateral. Nuestro estudio demuestra que no es suficiente la proyección anteroposterior ya que el grado de concordancia es bajo respecto a la proyección lateral para definir que el catéter está ubicado en la zona 3 de West.

Recientemente fue publicado un artículo que manifiesta ausencia de relación entre la presión de la arteria pulmonar y la presión en la aurícula izquierda, cuando la presión alveolar excede la presión venosa pulmonar, es decir, que la presión en cuña pudiera medirse en forma adecuada en condiciones de zona 1 de West. Es necesario validar estos resultados cuando existen altos valores de PEEP y en patologías específicas (23).

Existen otros métodos diferentes a la presión en cuña para medir la volemia de los pacientes en cuidado intensivo como el ecocardiograma, que evalúa la colapsabilidad de la vena cava superior con los movimientos respiratorios la ventriculografía por radionúclidos y la resonancia magnética.

La menor concordancia interobservador en la lectura de la proyección lateral y la anteroposterior puede estar aso-

ciada a que en la práctica clínica no se realizan proyecciones de radiografía de tórax portátil translateral en forma rutinaria en la unidad de cuidados intensivos y aunque los radiólogos participantes tuvieron entrenamiento previo para su evaluación no es igual la experiencia en la lectura de las dos proyecciones, existiendo mayor dificultad para la ubicación de los parámetros anatómicos que delimitan las zonas de West en la proyección lateral.

Al instaurar esta técnica radiológica, es necesario establecer un consenso en el grupo de radiólogos de cada institución en cuanto a la forma de evaluar placas translaterales.

Consideramos que la radiografía de tórax portátil en proyección anteroposterior, que es tomada en forma convencional en la unidad de cuidado intensivo posterior al paso del catéter de arteria pulmonar en pacientes críticamente enfermos que requieren monitoreo hemodinámico, no es suficiente para determinar que la punta del catéter de la arteria pulmonar se encuentra en la zona 3 de West y planteamos la necesidad de utilizar en forma rutinaria posterior al paso del catéter una proyección adicional translateral.

Dejamos abierta la hipótesis de replantear la importancia de tomar la proyección translateral más que la anteroposterior para ubicar la punta del catéter según las zonas de West, teniendo en cuenta la variación de las zonas en el paciente que se encuentra en posición supino.

Este estudio no tuvo como objetivo evaluar la variación de los resultados hemodinámicos al cambiar la posición del catéter, ni determinar una relación entre el sitio de entrada del catéter y la inadecuada ubicación del mismo.

Conclusiones

La placa translateral debería ser de elección en cuidado intensivo para determinar la ubicación de la punta del catéter de arteria pulmonar. No hubo una concordancia adecuada en la lectura de la placa anteroposterior y translateral entre los radiólogos participantes en el estudio, lo cual permite concluir que la placa anteroposterior no es capaz de predecir la correcta ubicación del catéter en un paciente en supino.

La mala concordancia interobservador sugiere que se requiere un entrenamiento especial para la lectura de este tipo de radiografías.

Referencias

1. Cruz K, Cory F. The pulmonary artery catheter: Uses and controversies. *Critical Care Clinics* 2001; **17**: 271-91.
2. Sharkey SW. Beyond the Wedge: Clinical Physiology and the Swan-Ganz Catheter. *The American Journal of Medicine* 1987; **83**:111-21.
3. Garderd R, Varón A. Invasive Pressure Monitoring. Arterial, Central venous, and pulmonary artery catheters. In Civetta. *Critical Care*. Third edition. 1997: 839-67.
4. Fraser RS, Colman N, Muller N. Diagnosis of Diseases of the Chest. Fourth edition; W.B. Saunders Company: 1999; 104-6.
5. Alan HM, Chapman R, Gardner R. Frequency of wedge pressure errors in the UCI. *Critical Care Medicine* 1985; **13**: 705-8.
6. West JB, Dorelly CT, Naimark A. Distribution of blood flow in isolated lung; Relation to vascular and alveolar pressures. *J Appl Physiology* 1964; **19**: 713-24.
7. O'Quinn R, Marini J. Pulmonary Artery Occlusion Pressure: Clinical Physiology, measurement and interpretation. *Am Rev Respir Dis* 1983; **128**: 319-26.
8. Wiedemann M, Matthay M, Matthay R. Cardiovascular-Pulmonary Monitoring in the Intensive Care unit (Part 1). *Chest* 1984; **84**: 537-49.
9. Lozman J, Powers S, Older T, Dutton R, Roy R. Correlation of Pulmonary Wedge and Left Atrial Pressures. *Arch Surg* 1974; **109**: 270-7.
10. Stoelting RK. Pharmacology and Physiology in Anesthetic practice. Pulmonary Circulation. *JB Lippincott Company* 1987; **46**: 671-7.

11. **Tooker J, Huseby J, Butler J.** The effect of Swan-Ganz Catheter Height on the Wedge Pressure-Left Atrial Pressure Relationship in Edema During positive-Pressure Ventilation. *Am Rev Respir Dis* 1978; **117**: 721-5.
12. **Rajacich N, Burchard K, Hasan F, Singh A.** Central venous pressure and pulmonary capillary wedge pressure as estimates of left atrial pressure: Effects of positive end expiratory pressure and catheter tip malposition. *Critical Care Medicine* 1989; **17**: 7-11.
13. **Santora T, Ganz W, Gold J, Wittman M, Beverley L, Swan JC, Shabot M.** New method for monitoring pulmonary artery catheter location. *Critical Care Medicine* 1991; **19**: 422-5.
14. **Timothy B, Gray R, Czer L, Levy R, Stewart M, DeRobertis M et al.** Regional Distribution of pulmonary Blood volume: An index of pulmonary capillary wedge pressure determined from blood pool scintigraphy. *The American Journal of Cardiology* 1983; **51**: 1404-8.
15. **Henschke C, Yankelevitz D, Wand A, Davis S, Shiau M.** Accuracy and efficacy of Chest Radiography in the Intensive Care Unit. *Radiologic Clinics of North America* 1996; **34**: 21-31.
16. **Yuman F, Giles W, Hariri R, Barie P.** Utility of routine Chest Radiographs in the Surgical Intensive Care Unit. *Arch Surg* 1995; **130**: 764-8.
17. **Henschke CI, Yankelevitz DF, Wand A, Davis SD, Shiau M.** Accuracy and efficacy of chest radiography in the intensive care unit. *Radiol Clin North Amer* 1996; **34**: 21-31.
18. **Shasby M, Dauber I, Pfister S, Anderson J, Carson S, Manart F, Hyers T.** Swan-Ganz Catheter Location and Left Atrial Pressure Determine the Accuracy of the Wedge Pressure When Positive End-expiratory Pressure is Used. *Chest* 1981; **80**: 666-70.
19. **Moser K, Spragg R.** Use of Balloon-Tipped Pulmonary Artery Catheter in Pulmonary Disease. *Annals of Internal Medicine* 1983; **98**: 53-8.
20. **Benumof J, Saidman L, Arkin D, Diamant M.** Where Pulmonary Arterial Catheters Go: Intrathoracic Distribution. *Anesthesiology* 1977; **46**: 336-8.
21. **Kronberg G, Quan S, Schlobohm R, Lindauer J, Goodman P.** Anatomic Locations of the Tips of Pulmonary-artery Catheters in Supine Patients. *Anesthesiology* 1979; **51**: 467-9.
22. **Orta D, Eisen S, Yergin B, Olsen G.** Segmental pulmonary Angiography in the Critically-III Patient Using a Flow-Directed Catheter. *Chest* 1979; **76**: 269-73.
23. **Albert R, Lamm W.** Left Atrial Pressure Can Be Accurately Transmitted to the Pulmonary Artery despite Zone 1 Conditions. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; **167**: 1016-20.