



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**FACULTAD DE MEDICINA**

---

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**  
**DELEGACIÓN No. 3 DEL DISTRITO FEDERAL**  
**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD**  
**“DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ”**  
**CMN SIGLO XXI**

**ANGIOGRAFIA POR RESONANCIA MAGNETICA Y ANGIOGRAFIA POR**  
**SUSTRACCION DIGITAL DIAGNÓSTICA: COMPARACION DE SUS**  
**COSTOS.**

**T E S I S**  
**QUE PRESENTA**  
**DR. JUAN MANUEL PÉREZ GUTIÉRREZ**  
**PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD EN**  
**RADIOLOGIA E IMAGEN**

**ASESORES:**

**DR. VICENTE M. MARTINEZ GALINDO MBRX UMAE CMN SXXI**  
**DR. JENARO DIAZ ANGELES MBRX UMAE CMN SXXI.**



**MÉXICO D.F.**

**JUNIO DE 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## HOJA RECOLECTORA DE FIRMAS

DRA. DIANA G. MENEZ DÍAZ  
DIRECTOR DE LA DIVISION DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD "DR. BERNARDO SEPULVEDA"  
CMN SIGLO XXI

DR. FRANCISCO JOSE AVELAR GARNICA  
JEFE DEL SERVICIO DE RADIOLOGIA E IMAGEN  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD "DR. BERNARDO SEPULVEDA"  
CMN SIGLO XXI

DR. VICENTE M. MARTINEZ GALINDO  
DIRECTOR DE HEMODINAMIA  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD "DR. BERNARDO SEPULVEDA"  
CMN SIGLO XXI

DR. JENARO DIAZ ANGELES  
DIRECTOR DE RESONANCIA MAGNETICA  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD "DR. BERNARDO SEPULVEDA"  
CMN SIGLO XXI

<b>1. DATOS DEL ALUMNO</b>	<b>1. DATOS DEL ALUMNO</b>
Apellido Paterno	PÉREZ
Apellido Materno	GUTIÉRREZ
Nombre	JUAN MANUEL
Teléfono	477 266 23 75
Universidad	Universidad Nacional Autónoma de México
Carrera	Especialista en Radiología e Imagen
Número de cuenta	504035063
<b>2.- DATOS DEL ASESOR</b>	<b>2. DATOS DEL ASESOR</b>
Apellido Paterno	Martínez
Apellido Materno	Galindo
Nombre	Vicente M.
<b>3.DATOS DE LA TESIS</b>	<b>3.DATOS DE LA TESIS</b>
Título	Angiografía por Resonancia Magnética y Angiografía por sustracción digital diagnóstica: Comparación de sus costos.
Número de páginas	26
Año	2010

## INDICE

ANTECEDENTES	.....	1
JUSTIFICACIÓN	.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	7
HIPOTESIS	.....	8
OBJETIVO	.....	9
MATERIAL, PACIENTES Y METODOS	.....	10
RESULTADOS	.....	18
DISCUSION	.....	22
CONCLUSION	.....	23
ANEXOS	.....	24

### CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

BIBLIOGRAFIA	.....	25
--------------	-------	----

**ANGIOGRAFIA POR RESONANCIA MAGNETICA Y ANGIOGRAFIA POR  
SISTRACCION DIGITAL DIAGNÓSTICA: COMPARACION DE SUS  
COSTOS.**

AUTORES:

ASESORES DE TESIS: DR. VICENTE M. MARTINEZ GALINDO; DR. JENARO  
DÍAZ ANGELES.

DR. JUAN MANUEL PÉREZ GUTIÉRREZ.

SERVICIO:

RADIOLOGÍA E IMAGEN DE LA UMAE HE "DR. BERNARDO SEPULVEDA"  
CMN SIGLO XXI.

## **ANTECEDENTES**

La tarea principal del médico es tomar decisiones razonadas acerca del cuidado del paciente a pesar de una información clínica imperfecta y la poca certeza en los resultados clínicos. Si bien los datos que se obtienen del interrogatorio y de la exploración física con frecuencia son suficientes para establecer el diagnóstico y dirigir el tratamiento, en ocasiones se requiere de mayor información. En estas situaciones los médicos se apoyan en las pruebas diagnósticas para obtener ayuda. Cuando el médico indica pruebas diagnósticas debe valorar los beneficios potenciales contra el costo y las desventajas potenciales (1).

La radiología ha evolucionado de forma espectacular en todas sus áreas desde sus comienzos hace más de un siglo. Lo que comenzó como un método de visualización de estructuras anatómicas, gracias a los rayos X fue evolucionando hasta conseguir una gran precisión en el diagnóstico de enfermedades no sólo mediante radiaciones ionizantes, sino valiéndose de otros métodos como el ultrasonido y la resonancia magnética, lo que ha hecho de ésta ciencia médica una especialidad fundamental en el estudio de cualquier enfermedad (2).

En el pasado, la mielografía y los venogramas se consideraban procedimientos especiales. Pero en los últimos años se ha vivido un rápido desarrollo en el área de las técnicas de imagen vasculares y la intervención terapéutica a través de los vasos sanguíneos. En consecuencia los

procedimientos especiales han evolucionado para dar paso a centros con salas y equipos complejos específicamente diseñados para el campo de la radiología intervencionista, en un auge evidente (3).

La angiografía intravenosa usando un sistema de sustracción digital es uno de los más importantes métodos radiológicos (4). Los procedimientos angiointervencionistas nacieron en la década de 1930 con la arteriografía. La angiografía por sustracción digital es una técnica invasiva que requiere cateterización de la arteria femoral y una inyección intraarterial del medio de contraste iodado. Ésta además requiere observación post-procedimiento y algunas veces hospitalización del paciente (5).

La angiografía es la disciplina médica que abarca todas las técnicas consistentes en obtener imágenes de los vasos sanguíneos inyectados con medio de contraste (3).

En 1953, Sven Ivar Seldinger describió un método de acceso arterial que consiste en la punción percutánea de la arteria con una aguja de Seldinger (un tubo hueco provisto de un punzón). Después de insertar la aguja de Seldinger y que se produzca retorno de pulso sanguíneo arterial, se retira el punzón y se inserta en la arteria un hilo guía. Con el hilo guía en el vaso, se retira también la aguja de Seldinger y se enhebra el catéter angiográfico en el hilo. Vigilado por



métodos fluoroscópicos, el catéter avanza hasta llegar al vaso que se quiere explorar (6).

La identificación de enfermedades vasculares antes de un daño irreparable es fundamental para el desarrollo y la aplicación del tratamiento (7).

La angiografía por sustracción digital es considerada el estándar para el diagnóstico y cateterización de patologías vasculares intracraneales, de la aorta y sus ramas y para el tratamiento y seguimiento morfológico del paciente con enfermedad vascular oclusiva periférica (8-9). Sin embargo es un método invasivo que acarrea riesgos de complicaciones resultado de la punción arterial, de una potencial alergia al medio de contraste iodado, falla renal como resultado de efectos nefrotóxicos del material de contraste y la radiación repetitiva (9).

La angiografía por sustracción digital sigue realizándose en algunos centros hospitalarios con la necesidad de al menos 2 días de permanencia en el hospital y está asociada con una tasa de complicación y un costo mayor comparada con técnicas de imagen no invasiva (10). Debido a esto, hay una gran necesidad de una técnica de imagen no invasiva que ofrezca una delimitación precisa de la severidad y un planteamiento terapéutico, y muchos investigadores han estudiado el desarrollo de una técnica de imagen ideal alternativa a la angiografía por sustracción digital (9).

Las señales de resonancia magnética se producen por ciertos núcleos atómicos cuando se excitan mediante radiofrecuencia en presencia de un campo magnético. Después de ser excitados los núcleos vuelven a su estado de equilibrio en un periodo de tiempo definido como T1 y T2 denominados tiempo de relajación. El contraste de las imágenes obtenidas por RM depende de distintas propiedades del tejido que se va a estudiar incluyendo la densidad del agua en movimiento y los tiempos de relajación nuclear T1 y T2. El uso de contraste paramagnético como el gadolinio por inyección endovenosa ha permitido mejorar las imágenes vasculares e implantar la técnica denominada angi resonancia magnética para el estudio de las patologías vasculares.

La angiografía por resonancia magnética se ha vuelto una opción de imagen diagnóstica no invasiva y ha ganado la aceptación clínica de técnica de imagen para evaluar la aorta y sus ramas principales, las arterias carótidas y la pelvis (11).

Tenemos una fuerte necesidad de un mejor entendimiento de los efectos económicos de lo que estamos haciendo en nuestra práctica clínica diaria. Los gastos en el cuidado de la salud se han ido incrementando. El uso de recursos de imagen han crecido constantemente, de 36 procedimientos de imagen por cada 100 personas en la década de los sesentas a 130 en los noventas (12).

Los negocios tradicionales evalúan los ingresos y los gastos y calculan las ganancias finales y los beneficios operativos. En cambio los departamentos de radiología de los hospitales se enfocan de una manera importante en los

costos porque los hospitales tienen dificultades en la determinación exacta de las verdaderas ganancias de los departamentos de radiología (13).

Sin embargo el análisis de costos puede ser utilizado para optimizar los protocolos de estudio, siempre y cuando las alternativas brinden información diagnóstica de la misma calidad.

## **JUSTIFICACION**

Se desconoce el costo real de los estudios de angiografía por resonancia magnética y angiografía por sustracción digital en la UMAE HE “ Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del CMN Siglo XXI y dicho costo será un determinante importante a la hora de diseñar protocolos de estudio de los pacientes con patología vascular.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El costo de las pruebas diagnósticas determina en gran medida el uso de dichas pruebas. Para el diagnóstico de la patología vascular se pueden usar la angiografía por sustracción digital diagnóstica o la angiografía por resonancia magnética cuando ambas están disponibles. En el país no se ha publicado un análisis de los costos de ambos métodos diagnósticos, y consideramos que es relevante hacer dicho análisis para hacer un uso más eficiente de los recursos con los que cuenta el instituto.

## **HIPOTESIS**

La angiografía por sustracción digital diagnóstica es más cara porque utiliza tiempo de fluoroscopia y recuperación, mayor personal, y el rendimiento de estudios por unidad de tiempo es menor que el de la angiografía por resonancia magnética.

## **OBJETIVO**

Determinar los costos de la angiografía por sustracción digital diagnóstica y la angiografía por resonancia magnética en la UMAE HE “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del CMN Siglo XXI.

## **MATERIAL, PACIENTES Y METODOS**

### TIPO DE ESTUDIO:

Se realizó un análisis de costos retrospectivo.

### POBLACION Y MUESTRA

La población de estudio está conformada por todos los pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos atendidos en la UMAE HE "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" del CMN Siglo XXI realizados antes de Agosto del 2006, a quienes se les practicó angiografía por resonancia magnética y/o angiografía por sustracción digital diagnóstica. La muestra estará constituida por un número de 200 estudios.

### CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión:

1. Pacientes mayores de 18 años
2. Ambos sexos
3. Pacientes a quienes se les realizó angiografía por resonancia magnética y/o angiografía por sustracción digital diagnóstica.



Criterios de no inclusión:

1. Ninguno.

Criterios de exclusión:

1. Pacientes menores de 18 años.
2. Pacientes que no cuenten con estudio de angiografía por resonancia magnética y/o angiografía por sustracción digital.

#### VARIABLES:

Variables Independientes: Costos de las entradas.

Variables Dependientes: Costo total del estudio.

## CATEGORIZACION DE VARIABLES:

### PERSONAL

Médicos

Radiólogo Intervencionista.

Radiólogo de Resonancia Magnética.

Médico Residente de Radiología.

Anestesiólogo.

Enfermeras.

Técnicos.

Técnico Radiólogo.

Cuartooscurista.

### MEDICAMENTOS

Medio de contraste iodado.

Medio de contraste no iónico.

Gadolinio.

Lidocaína.

Heparina.

Solución fisiológica.

Fentanil.

Midazolam.

Atropina.

Propofol.

## MATERIAL DE ANGIOGRAFIA

Introduccion ( 4, 5 y 6 fr ).

Catéter head hunter.

Catéter cola de cochino.

Catéter cobra.

Catéter Simmons.

Guía corta.

Guía larga.

Aguja Seldinger.

## MATERIAL DIVERSO

Placas (Digital y analógico).

Jeringa para inyector.

Jeringa (20 y 10 ml).

Aguja (13x29 y 25x32).

Punzocat.

Gasas.

Llaves de tres vías.

Guantes estériles.

Bata para paciente.

Uniforme quirúrgico.

Hojas de bisturí.

Torundas de algodón.

Venda elástica.

Alcohol.

Rastrillo.

Cubre bocas.

Puntas nasales.

## PROCEDIMIENTOS

Se calculó el costo de los siguientes estudios: angiografía de troncos supraaórticos, angiografía por resonancia magnética de troncos supraaórticos, aortograma con visualización de lechos distales, aortoangiorresonancia con visualización de lechos distales, angiografía cerebral, angiorresonancia cerebral; angiografía renal, angiorresonancia renal.

Se calcularon los costos en base a los estudios realizados antes del mes de Agosto del 2006, escogiendo los últimos de 25 estudios de cada categoría.

Para los estudios de angiografía el material utilizado se cuantificó de las notas post-procedimiento. Para los estudios de angiografía por resonancia magnética la cantidad de contraste se cuantificó de la libreta de estudios realizados y de entrevistas con el personal de resonancia magnética ya que estos estudios están bien estandarizados.

El tiempo de cada estudio se determinó de acuerdo al tiempo de los protocolos de resonancia magnética, mientras que el tiempo de las angiografías por sustracción digital se determinó de las hojas de anestesia del expediente clínico.

Se obtuvieron los costos de cada entrada mediante entrevistas con personal relevante del instituto y mediante cotizaciones con empresas de cada ramo.

Se calcularon los promedios de costo unitario de cada entrada. El costo promedio de cada estudio se obtuvo multiplicando dichos costos unitarios por el promedio de unidades utilizadas en la realización del estudio.

Se hizo una comparación entre los costos de los estudios de resonancia magnética y de angiografía por sustracción digital mediante análisis estadístico.

## RECURSOS PARA EL ESTUDIO

### RECURSOS HUMANOS:

Médico residente en radiología e Imagen de la UMAE "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez" CMN Siglo XXI IMSS.

Registros de los costos de los insumos.

Libreta de apuntes.

Computadora.

Impresora, cartucho de impresión y papel para impresora.

## RESULTADOS

Se calcularon los costos de 200 estudios realizados antes del mes de Agosto del 2006. Para fines del estudio se escogieron 25 angiografías de troncos supraaórticos, 25 angiografías por resonancia magnética de troncos supraaórticos, 25 aortogramas con visualización de lechos distales, 25 aortoangioresonancias con visualización de lechos distales, 25 arteriografías cerebrales, 25 angioresonancias cerebrales, 25 angiografías renales y 25 angioresonancias renales, del total 101 estudios fueron del género femenino (50.5%) y 99 del masculino (49.5%).

El estudio que resultó mas caro fué la aortografía con visualización de lechos distales con un costo de \$ 3,142.57 pesos M.N., mientras que la aortoangiorresonancia magnetica con visualización de lechos distales tuvo un costo de \$1483.57 pesos M.N.

**TABLA No.1**

AORTOGRAFÍA CON VISUALIZACION DE LECHOS DISTALES		ANGIORESONANCIA MAGNETICA DE AORTA Y LECHOS DISTALES	
PERSONAL	\$ 710.07	PERSONAL	\$ 197.91
MEDICAMENTOS	\$ 607.75	MEDICAMENTOS	\$ 1,091.53
MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$1,362.80	MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$ 0
MATERIAL DIVERSO	\$ 461.95	MATERIAL DIVERSO	\$194.13
TOTAL	\$ 3,142.57	TOTAL	\$ 1,483.57



La panangiografía cerebral tuvo un costo de 2,812.82 pesos M.N. mientras que la angioresonancia magnetica de cerebro fué de 466.12 pesos M.N.

**TABLA No. 2**

PANANGIOGRAFIA CEREBRAL		ANGIORESONANCIA CEREBRAL	
PERSONAL	\$ 703.28	PERSONAL	\$ 197.91
MEDICAMENTOS	\$ 553.99	MEDICAMENTOS	\$ 163.30
MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$1,149.60	MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$ 0
MATERIAL DIVERSO	\$ 405.95	MATERIAL DIVERSO	\$104.91
TOTAL	\$ 2,812.82	TOTAL	\$ 466.12

En lo que respecta a la angiografía de troncos supraaórticos se le calculó un costo aproximado de 3,048.36 pesos M.N. en comparación con la angioresonancia de troncos supraaórticos con un total de 1,058.99 pesos M.N.

**TABLA No.3**

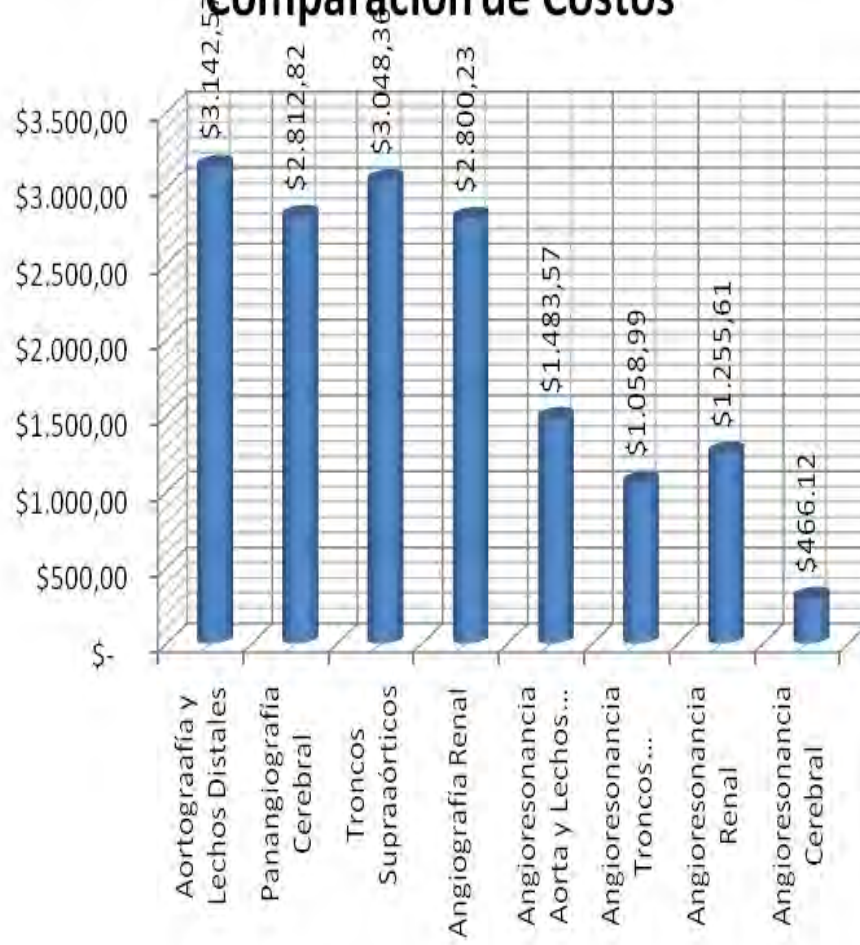
ANGIOGRAFÍA DE TRONCOS SUPRAAORTICOS		ANGIORRESONANCIA DE TRONCOS SUPRAAÓRTICOS	
PERSONAL	\$ 713.61	PERSONAL	\$ 197.91
MEDICAMENTOS	\$ 530.55	MEDICAMENTOS	\$ 666.95
MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$1,293.60	MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$ 0
MATERIAL DIVERSO	\$ 510.59	MATERIAL DIVERSO	\$194.13
TOTAL	\$ 3,048.36	TOTAL	\$ 1,058.99

De acuerdo con los resultados obtenidos se le calculó un costo de 2,800.23 pesos M.N. a la arteriografía renal y 1,255.61 pesos M.N. a la angioresonancia renal.

**TABLA No. 4**

ANGIOGRAFÍA RENAL		ANGIORESONANCIA RENAL	
PERSONAL	\$ 698.83	PERSONAL	\$ 197.91
MEDICAMENTOS	\$ 421.62	MEDICAMENTOS	\$ 895.57
MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$1,284.40	MATERIAL DE ANGIOGRAFIA	\$ 0
MATERIAL DIVERSO	\$ 395.39	MATERIAL DIVERSO	\$162.13
TOTAL	\$ 2,800.23	TOTAL	\$ 1,255.61

## Comparación de Costos



## DISCUSION

La ciencia de la Imagenología ha evolucionado de forma muy importante en los últimos tiempos con respecto a la realización de estudios diagnósticos para la patología vascular, pasando desde los métodos de visualización de estructuras anatómicas por medio de rayos X y material de contraste iodado, hasta la llegada de estudios angiográficos por medio de la resonancia magnética nuclear.

En el presente estudio se calcularon y compararon los costos de estudios de angiografía por sustracción digital y angiografía por resonancia magnética efectuados en el HE “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del CMN Siglo XXI IMSS y se encontró que los estudios mas costosos fueron los realizados con la técnica de sustracción digital.

Los resultados obtenidos fueron los esperados debido a que las angiografías por sustracción digital requieren mayor número de personal para efectuarlos, el tiempo de realización es más largo, requieren de mayores insumos y el paciente debe de permanecer en sala de recuperación por varias horas.

En relación con las limitaciones del estudio cabe señalar que dentro de las variantes no se incluyeron los costos de los equipos para la realización de los estudios, los servicios básicos como agua, luz y costo del suelo.

## **CONCLUSION**

En los resultados de éste estudio se pone de manifiesto una diferencia considerable entre los costos de la realización de las angiografías por resonancia magnética y las arteriografías por sustracción digital diagnósticas en un hospital de alta especialidad en el cual se cuenta con los recursos necesarios para realizar ambas técnicas.

Observamos que la diferencia radica principalmente en los costos que tienen el material de angiografía, tales como catéteres y guías, además de los gastos que implican el servicio de mayor número de personal médico, de enfermería y técnicos para llevar a cabo de manera profesional y satisfactoria los procedimientos efectuados en una sala de hemodinamia.

El análisis de los costos totales de la realización de angiografías por resonancia magnética y angiografías por sustracción digital pueden ser utilizado para optimizar los protocolos de estudio, así como un uso más eficiente de los recursos con los que cuenta el instituto, siempre y cuando las alternativas brinden información diagnóstica de la misma calidad.

## **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

AGOSTO-SEPTIEMBRE 2006

Corrección de metodología.

Inscripción del proyecto.

SEPTIEMBRE 2006

Corrección de metodología.

Aplicación de metodología.

Presentación de resultados preliminares.

JUNIO 2010

Presentación de resultados.

Análisis de los resultados.

Presentación de Tesis.

## BIBLIOGRAFIA:

1. – Lawrence M. Tierney, Jr., Stephen J. McPhee, Maxine A. Papadakis. Diagnóstico clínico y tratamiento. 2002; 37a. edición; editorial Manual Moderno 1623-1624.
2. – César S. Pedrosa, Rafael Casanova; Diagnostico por imagen. 2002; 2ª edición; editorial McGraw-Hill: 157.
3. – Stewart C. Bushong. Manual de radiología para tecnicos. 1998; 6a. edición; editorial Harcour; 334-335.
4. – Digital subtraction angiography of the intracranial vascular system: comparative study in 55 patient. Modic ET AL; AJR; 138, February 1982
5. – Marc C. J., M. Kock, et al. DSA versus multi-detector Row ct angiography in peripheral arterial disease: randomized conntoled trial. Radiology 1992; 182:343-354.
6. – Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous angiography: New technique. Acta Radiol. Diagn. 1953.
7. – Thomas F. Meaney, M.D. Invasive radiology. Radiographic. November 1989, vol. 9, No. 6.
8. – Richard B. Schwartz et. Al. Evaluation of cerebral aneurysms with helical ct: correlation with conventional angiography and MR angiography. Radiology. 1994; 192:717-722.
9. – Loewe et. Al. Peripheral vascular occlusive disease. Evaluation with contrast-enhanced moving-bed MR angiography versus digital subtraction angiography in 106 patients. AJR: 179, October 2002.

- 10.– Hessel SJ, Adams DF, Abrams HL. Complication of angiography.  
Radiology 1981; 138: 272-281.
- 11.– Robert R. Edelman. MR angiography: present and future. AJR 1993;  
161: 1-11.
- 12.– Cascade PN, Webster EW, Kazerooni EA. Ineffective use of radiology:  
the hidden cost. AJR Am J Roentgenology 1998; 170: 561-564.
13. – Mervyn D. Cohen, MBChB. Determining costs of imaging services.  
Radiology 2001; 220: 563-565.