

11242

25
29.

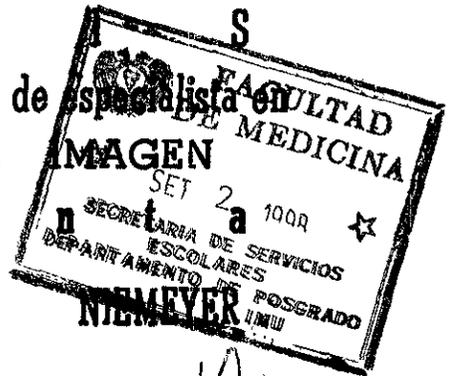


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

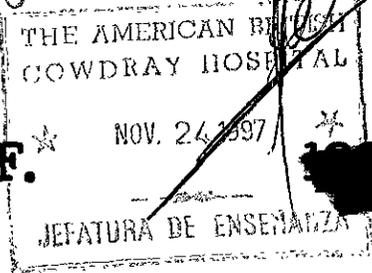
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL ABC
MEDICAL CENTER IAP

CLIPS METALICOS: SU COMPORTAMIENTO EN RESONANCIA MAGNETICA

T E S
Que para obtener el titulo de especialista en
RADIOLOGIA E IMAGEN
p r e s e n t a
ANDREA GOEBEL



México, D. F.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1998



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.

**Detrás de mí tan sólo memorias borradas.
Mis muertos no trascienden de sus tumbas
y por primera vez estoy sola mirando al mundo.
Soy hija de mí misma.
De mi sueño nací.
Mi sueño me sostiene.**

INDICE

	PAGINA
INTRODUCCION	1
OBJETIVO	3
MATERIAL Y METODOS	4
RESULTADOS	6
DISCUSION	11
CONCLUSION	17
BIBLIOGRAFIA	19

CLIPS METALICOS INTRACRANEALES: SU COMPORTAMIENTO EN RESONANCIA MAGNETICA

INTRODUCCION

En 1910 Harvey Cushing¹⁰ colaboró de manera muy importante en el tratamiento quirúrgico de tumores intracraneales, gracias a la introducción de un clip elaborado a base de plata para "la oclusión de vasos inaccesibles para la ligadura" iniciando así la era moderna de la cirugía neurológica.

Veintisiete años mas tarde Walter Dandy¹¹ fue el primero en ocluir el cuello de un aneurisma de la carótida interna utilizando un clip modificado por Mc Kenzie del diseño original de Cushing.

No es sino hasta 1966, cuando Scoville^{12,14} describe un clip elaborado a base de acero inoxidable y cinco años mas tarde Mayfield y Kees¹³ describen un clip permanente utilizado para el tratamiento de aneurismas intracraneales.

La cirugía moderna de aneurismas casi invariablemente conlleva a la oclusión total del cuello del aneurisma roto mediante la utilización de un clip metálico. En el periodo postoperatorio, frecuentemente se realizan estudios de control mediante Tomografía Computada, sin embargo, al realizar éste estudio en los pacientes nos topamos con dos importantes problemas:

a) La Tomografía Computada nos provee de poca información en relación a la sustancia blanca

b) El clip metálico ocasiona artificios en la señal, lo cual condiciona una pobre valoración del tejido circundante recientemente operado.

En la última década, con el advenimiento de la Resonancia Magnética y sus aplicaciones en el campo de la Radiología e Imagen, el neurodiagnóstico ha avanzado con pasos gigantescos, ampliándose así el campo del conocimiento en relación a múltiples patologías que afectan al sistema nervioso central.

Así ha podido cubrirse una parte del campo oscuro en los pacientes postoperados de un aneurisma cerebral.

Sin embargo, aún existe la incógnita, de si un paciente puede ser sometido a estudios de Resonancia Magnética una vez que le haya sido colocado un clip metálico para la oclusión de un aneurisma intracerebral.

Mucho se ha escrito en relación a la contraindicación de realizar Resonancia Magnética (RM) en pacientes con clips metálicos intracerebrales. Sin embargo, gran parte de las razones expuestas son especulaciones y conjeturas sin que exista una base científica fundada del porque los pacientes no pueden ser estudiados mediante ésta modalidad diagnóstica⁴.

A principios de los años ochenta, cuando la RM comenzó a ser utilizada con fines de diagnóstico, poco era sabido en relación al comportamiento del metal ante el campo magnético. Fue en los años noventa, cuando diversas compañías

empezaron a elaborar clips metálicos "aparentemente" con material no ferromagnético⁵.

La cuarta generación de clips metálicos está elaborada a base de aleaciones de Hierro, Níquel, Cobalto, Cromo, Platino, todos ellos materiales ferromagnéticos, que al ser combinados entre sí se tornan mas estables, por lo que pueden ser utilizados aún ante el campo magnético de la Resonancia.

En nuestro Departamento de Imagenología el 60% de los pacientes estudiados en RM son pacientes neurológicos. Es común que se soliciten estudios de control en pacientes después de ocluir los aneurismas intracerebrales con clips metálicos. Sin embargo, debido a que los estándares internacionales contraindican la realización de este estudio de RM y a que no se conoce el comportamiento certero del clip ante el campo magnético, decidimos estudiar el comportamiento de clips metálicos intracraneales en RM.

OBJETIVO

El objetivo de éste trabajo es investigar si los clips metálicos de cuarta generación, elaborados con aleaciones no ferromagnéticas, así como los clips elaborados a base de titanio presentan movimiento al ser expuestos al campo magnético de un equipo de Resonancia de 1.5 Tesla.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 20 clips metálicos Yasargil de la casa comercial Aesculap (4 clips temporales y 16 clips permanentes tamaño standard) de cuarta generación Yasargil FE y 15 clips metálicos de quinta generación elaborados a base de titanio (2 clips temporales tamaño standard, 3 clips permanentes tamaño miniatura y 10 clips permanentes tamaño standard), realizando secuencias de pulso T1, T2 y angiorresonancia convencional en un equipo superconductor de 1.5 Tesla.

(Signa, GE, Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin).

El estudio fue llevado a cabo en tres fases:
Inicialmente cada clip fue pesado de manera independiente en una báscula analítica al vacío (Sartorius).

En la segunda fase, los clips fueron colocados de manera independiente en un reservorio plástico con tapa (caja de Petri) y sometidos al campo de la Resonancia Magnética, a 40 cm del orificio de entrada al campo magnético. Se analizó si existía algún cambio en la posición, en relación a la posición original en que fueron colocados los clips. Este análisis fue realizado tanto en posición transversal, como longitudinal, con el propósito de valorar tanto el movimiento de translación, como el de rotación.

Los clips curvos fueron colocados de tal manera, que la superficie convexa quedara orientada hacia abajo, para así disminuir el coeficiente de fricción, facilitando así el movimiento de rotación.

La tercera fase consistió en analizar la fuerza de desplazamiento que presentasen los clips. Se elaboró un péndulo del cual fue colgado cada clip antes de ser sometido a las secuencias de pulso T1, T2 y angiorresonancia. La posición inicial de cada clip fue cero y se marcó el grado de desplazamiento de cada clip de manera individual.

Cada clip fue colocado a 15 cm de la mesa, debido que es a éste nivel, donde se encuentra el rayo laser localizador y fue introducido a 40 cm del orificio de entrada del campo magnético del equipo.

El propósito de colocar cada clip en el péndulo fue evaluar la fuerza activa que atrae el implante en dirección al campo magnético y la presencia de torsión al momento de que el clip presentase algún tipo de movimiento.

Todo clip que presentara movimiento en el péndulo fue estudiado por segunda ocasión, obteniéndose los mismos resultados.

Posteriormente se calculó la fuerza de desplazamiento de acuerdo a la siguiente fórmula³

$$F = mg \sin^*/\cos^*$$

en dónde:

F= Fuerza de movimiento

m= peso de clip expresado en gramos.

g= constante de gravitación 980 cm/seg²

*= el grado de desplazamiento desde cero.

RESULTADOS

Tras someter los clips al campo magnético en el contenedor plástico observamos que el 25% de los clips temporales de cuarta generación presentaron un cambio en relación a la posición inicial en que fueron expuestos al campo magnético .

El movimiento de rotación fue tanto en la posición longitudinal como en la transversal, siendo discretamente mas notorio en la posición transversal.

El 100% de los clips permanentes no presentaron cambio en la posición original en que fueron expuestos al campo magnético.

Al analizar el grado de desplazamiento de los clips en el péndulo observamos que el 93.75% de los clips permanentes de cuarta generación presentaron desplazamiento desde la línea de base (0°). El 100% de los clips temporales de cuarta generación presentaron un desplazamiento importante desde la línea de base. (Cuadro I).

Al analizar los clips elaborados a base de titanio, obtuvimos los siguientes resultados:

El 100% de los clips temporales y permanentes permanecieron sin cambio en la posición original en que fueron sometidos al campo magnético en el contenedor plástico.

El 100% de los clips temporales presentaron cierto grado de desplazamiento en el péndulo al ser expuestos al campo magnético de 1.5 Tesla.

El 60% de los clips permanentes tamaño standard presentaron movimiento al ser colocados ante un campo magnético estando suspendidos en el péndulo.

El 100% de los clips permanentes tamaño mini presentaron cierto grado de deflexión al ser expuestos al campo magnético. (Cuadro III)

De acuerdo a estos resultados se elaboró una clasificación en relación a la fuerza de desplazamiento que presentara cada clip. (Cuadros II y IV)

CUADRO I

CLIP	PESO en gramos	GRADO DE MOVIMIENTO	FUERZA DE DESPLAZAMIENTO cm/seg ²
1	0.410	0	0
2	0.151	4	10,357
3	0.331	4	22,682
4	0.096	2	3,292
5*	0.518	6.5	57,503
6	0.413	3	21,211
7	0.274	3	14,072
8	0.426	4	29,193
9*	0.119	4	8,154
10*	0.453	7	57,021
11	0.102	90	80,96
12	0.265	1	4,539
13	0.326	2	11,179
14	0.373	4	25,561
15*	0.271	10	46,823
16	0.363	3	18,643
17	0.390	5	33,323
18	0.291	3	19,941
19	0.373	4	25,561
20	0.382	3	19,619

CUADRO I Demostración del grado y fuerza de desplazamiento que presentaron los clips metálicos de cuarta generación al ser sometidos a un campo magnético de 1.5 Tesla.

* CLIPS TEMPORALES TAMAÑO STANDARD

CUADRO II

MOVIMIENTO	FUERZA DE DESPLAZAMIENTO cm/seg ²	NUMERO DE CLIPS
NULO	0	1
MINIMO	1- 19	9
MODERADO	20- 39	6
INTENSO	40-100	4

CUADRO II Clasificación de la fuerza de movimiento de los clips de cuarta generación dependiendo del grado de desplazamiento de cada uno de ellos.

CUADRO III

CLIP	PESO EN GRAMOS	GRADO DE DESPLAZAMIENTO	FUERZA DE DESPLAZAMIENTO
1*	0.200	0.5	1.71046
2*	0.189	2	6.46802
3	0.164	0	0
4	0.182	0	0
5	0.180	1	3.0790
6	0.184	1	0.0549
7	0.243	1	4.1567
8	0.170	0	0
9	0.239	0	0
10	0.218	0.5	18.6440
11	0.156	1	2.6685
12	0.165	1	2.8224
13**	0.067	1	1.1460
14**	0.090	0.5	7.6970
15**	0.054	1	0.9237

CUADRO III Demostración del grado y fuerza de desplazamiento que presentaron los clips metálicos de quinta generación al ser sometidos a un campo magnético de 1.5 Tesla.

* CLIPS TEMPORALES TAMAÑO STANDARD

** CLIPS TAMAÑO MINIATURA

CUADRO IV

MOVIMIENTO	FUERZA DE DESPLAZAMIENTO cm/seg ²	NUMERO DE CLIPS
NULO	0	4
MINIMO	1-19	11
MODERADO	20-39	
INTENSO	40-100	

CUADRO IV Clasificación de la fuerza de movimiento de los clips de quinta generación dependiendo de el grado de desplazamiento de cada uno de ellos.

DISCUSION

En ocasiones es tedioso, pero necesario enumerar todas las estructuras que se encuentran irrigadas en el cerebro, para que el lector tenga en cuenta la magnitud del problema en caso de que algún vaso llegara a romperse accidentalmente si sometemos a un paciente postoperado de clipaje de aneurisma a un estudio de Resonancia Magnética.

El cerebro se encuentra irrigado principalmente mediante dos sistemas sanguíneos entrelazados entre sí.

Ambos sistemas se encuentran unidos en etapas fetales principalmente mediante las arterias comunicantes posteriores, sin embargo éste patrón fetal tiende a desaparecer en etapas posteriores de la vida, dando lugar así a dos sistemas paralelos de circulación cerebral hasta en el 87% de los casos.

La arteria carótida interna y sus ramas principales (cerebral anterior y cerebral media) irrigan estructuras tan importantes como al cuerpo calloso, el cíngulo, los lóbulos frontal, parietal, la ínsula, la región parietotemporal, la cápsula interna, el putámen, trígono, la comisura blanca anterior, el septum lucidum, el globus pallidus, el tálamo, la cintilla óptica, los pedúnculos cerebrales, el cuerpo geniculado, el hipocampo, núcleo amigdalino.

El sistema vertebro-basilar da lugar a arterias que irrigan al cerebelo y a la arteria cerebral posterior, quién irriga los pedúnculos cerebrales, el uncus, la región hipocampal, la língula, la región temporooccipital, el lóbulo occipital, el lóbulo cuadrilátero, al III ventrículo, los ventrículos laterales, los tubérculos mamilares, el tálamo, globus pallidus, mesencéfalo, cuerpos geniculados, cápsula interna, al puente y al bulbo raquídeo.

Amos sistemas están formados a base de arterias, las cuales están expuestas a la formación de dilataciones aneurismáticas.

Dichos aneurismas tienden a formarse a nivel de las bifurcaciones arteriales y su trayecto sigue el curso del flujo sanguíneo normal de acuerdo a las leyes de Rothon para la formación de aneurismas.

De acuerdo a estudios realizados por Locksley, se ha podido observar, que la localización mas frecuente de los aneurismas intracraneales es la siguiente.¹⁵

LOCALIZACION	DISTRIBUCION DEL PORCENTAJE
ARTERIA CAROTIDA INTERNA	38.1
proximal a arteria comunicante posterior	4.3
arteria comunicante posterior	25
distal a arteria comunicante posterior	4.3
bifurcación carotídea	4.5
ARTERIA CEREBRAL ANTERIOR	36.1
proximal a arteria comunicante anterior	1.5
arteria comunicante anterior	30.3
arteria pericallosa	2.8
no especificado	1.5
ARTERIA CEREBRAL MEDIA	20.9
Proximal	3.9
bi o trifurcación	13.1
distal a bi o trifurcación	1.4
no especificado	2.5
ARTERIA CEREBRAL POSTERIOR	0.9
ARTERIA BASILAR	2.8
Bifurcación	2.0
tronco principal	0.8
ARTERIA VERTEBRAL	0.9
ARTERIA CEREBELAR ANTERIOR	0.8

Todos estos vasos irrigan de manera selectiva diversas estructuras cerebrales, y el neurocirujano debe tener esto en consideración al momento de colocar un clip metálico en el cuello de un aneurisma.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Mucho se ha escrito en relación al comportamiento de clips metálicos ante un campo magnético intenso como el de la Resonancia ¹. Sin embargo, son pocos los autores que hacen un análisis profundo al respecto, ^{1,3}, siendo que este campo de investigación debería ser el mas importante.

Hasta ahora el riesgo de un evento hemorrágico catastrófico ha sido meramente teórico en el ser humano, aunque existen trabajos experimentales que demuestran el riesgo potencial de que se genere una gran fuerza de torsión que de lugar al movimiento y desplazamiento de un clip.³

Al estudiar un clip es de suma importancia tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) Movimiento o desplazamiento del clip
- b) Aumento en la temperatura del clip y afección de tejidos adyacentes
- c) Inducción de corriente eléctrica
- d) Interpretación inadecuada de los resultados obtenidos, debido a la presencia de artefacto por el metal.

Aunque se han escrito múltiples artículos que refieren que es posible predecir el comportamiento de un clip, esto es parcialmente cierto, ya que existen casos reportados en la literatura, de pacientes con clips intracerebrales que fueron estudiados mediante secuencias de RM y a quienes no les sucedió nada²⁶ y otros casos, en los que un paciente a quien le fue ocluido un aneurisma mediante un clip no ferromagnético, fue estudiado mediante RM y quien presentó importante hemorragia, la cual le ocasionó la muerte ^{2,8}. El reporte de autopsia reveló la arteria cerebral media rasgada, debido al desplazamiento del clip de su posición original.

¿POR QUE PRESENTA MOVIMIENTO UN CLIP METALICO AL SER EXPUESTO A UN CAMPO DE RESONANCIA MAGNETICA?

En la actualidad no existe metal alguno que sea no ferromagnético.²⁷ Si bien es cierto, que ningún metal puede ser considerado totalmente austenítico, existen leyendas en la información médica que "contradicen" este hecho. Por ejemplo, " Podemos decir con confianza y con hechos que apoyen nuestra posición, que los clips para aneurisma modelo FE Yasargil son no ferromagnéticos en el momento de ser enviados al hospital" ⁷.

Materiales tales como el Hierro, Níquel y Cobalto también son ferromagnéticos, sin embargo, es la combinación de ellos, la que condiciona el mayor o menor grado de ferromagnetismo en estos metales.^{16,17,18}

La composición metálica de los clips más comúnmente utilizados para el cierre de aneurismas intracerebrales es la siguiente^{9,25}:

TIPO DE CLIP	TIPO DE ALUMINIO	Cr (%)	Ni (%)	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Mo (%)	Co (%)	Fe	Otro
Drake	301	16-18	6-8	0.15	2.0	1.0			Resto	
Mayfield	301	16-18	6-8	0.15	2.0	1.0			Resto	
Mc Fadden	301	16-18	6-8	0.15	2.0	1.0			Resto	
Lougheed-Kerr	304	18-20	8-12	0.08	2.0	1.0				
Yasargil	316	16-18	10-14	0.08	2.0	1.0	2-3		Resto	
Sundt-Kees Vari-Angle	17-7PH	17	7	0.01	1.0	1.0	1.0 A1			
Yasargil Phynox	Phynox	18.5-21.5	15-18	<0.15	1-2		6.5-7.5	39-42	Resto	
Surgita	Elgiloy	19-21	14-16	<0.15	1.5-2.5			39-41		
Heifetz	17-7PH	17	7	0.01	1.0	1.0	1.0 A1		Resto	1.0 Al
Mc Fadden-Vari-Angle	MP-35-N	20	35				10	35	< 1.0	1.0 Ti
Scoville-Lewis	En-58J	16-17	9-10	0.2		0.5	3		Resto	

Los clips de quinta generación están elaborados a base de aleaciones de titanio, ya que el titanio puro es un metal muy "blando", que únicamente puede ser utilizado para la elaboración de clips maleables.

La utilización del Níquel, Nitrógeno y Carbono en la elaboración de un clip para aneurismas es importante, ya que tienen la propiedad de estabilizar al Hierro no ferromagnético a temperatura ambiente y reduce la susceptibilidad magnética del acero en temperaturas bajas. El agregar la suficiente cantidad de Níquel transforma el Hierro alfa, que es sumamente magnético, a Hierro gama, el cual es menos magnético.

Cabe mencionar, que la naturaleza ferromagnética de un clip metálico puede variar incluso aunque provengan del mismo manufacturero y las razones son varias²⁴, incluyendo:

- 1.- Cambios en el proceso de manufacturación.
- 2.- Cambios en la composición del clip.
- 3.- Contaminación con otro tipo de metales al momento de la elaboración del clip.
- 4.- Cambios en el proceso de producción, post- producción o manejo de un clip una vez terminado.

Otro factor importante que contribuye de manera importante al movimiento de los clips al ser expuestos a un campo magnético es El Punto Curie.

Este concepto se refiere al punto de transición en la temperatura; por encima del mismo, un metal no ferromagnético se comportará como un metal paramagnético, sin embargo, si el metal es sometido a temperaturas por debajo del punto Curie, el mismo material presentará un comportamiento ferromagnético.³

Cuando un metal necesita ser cortado o doblado para poder elaborar un clip, el material debe ser sometido a temperaturas bajas, lo cual ocasionará el desarrollo de propiedades ferromagnéticas en un metal previamente no ferromagnético.

Las cuarta generación de clips está elaborada a base de aleaciones de materiales no ferromagnéticos^{4,5}, por lo que su utilización en RM teóricamente no causa reacción ante el campo magnético. Sin embargo en éste trabajo hemos podido observar claramente, que los clips de cuarta generación presentan movimiento al ser sometidos a secuencias de RM.

La quinta generación de clips actualmente elaborada por Aesculap ha creado clips a base de titanio. El titanio tiene propiedades diferentes y un comportamiento no ferromagnético, por lo que se ha utilizado para la elaboración de dicho material.

Sin embargo hemos podido apreciar en este estudio, que también los clips a base de titanio presentan movimiento al ser sometidos a un campo magnético, aunque éste no es tan marcado como el movimiento presentado por los clips de cuarta generación.

Al someter un clip a un estudio, es importante tomar en cuenta, que existen tres tipos de campos magnéticos que se utilizan en Resonancia: Campo magnético estático, campo magnético temporal variable y campo electromagnético de radiofrecuencia.

El campo magnético estático es aquel que se utiliza para alinear protones y establecer una magnetización no cero (noncero bulk magnetization).

Los objetos ferromagnéticos sometidos a éste campo estático uniforme pueden presentar un giro debido al campo. La magnitud del giro es directamente proporcional a la fuerza del campo magnético, a la longitud y a la angulación del objeto. En estudios experimentales se ha comprobado, que clips ferromagnéticos para aneurisma pueden ser desgarrados de una arteria al ser expuestos a un campo magnético estático.³

El campo magnético de tiempo variable se encuentra cuando un paciente es introducido o sacado del campo magnético principal o durante la adquisición de datos para la realización de secuencias.

El campo electromagnético de radiofrecuencia es generado por nosotros al momento de emitir los pulsos de radiofrecuencia para la realización del estudio.

Cuando un clip metálico presenta movimiento también es de suma importancia considerar diversos factores, que influyen de manera directa en el resultado, sobre todo en este caso, dónde los clips se encuentran situados en áreas potencialmente peligrosas.

Debido a esto es necesario analizar:

- a) La forma geométrica del clip
- b) El efecto misil debido a la velocidad que puede adquirir un clip en el campo magnético

- c) La orientación y la localización del clip
- d) Estructuras adyacentes
- e) Desde cuando fue colocado el clip en el paciente
- f) La fuerza de estática y el gradiente del campo magnético al que será expuesto
- g) El grado relativo de ferromagnetismo de cada clip.

Autores como Davis y colaboradores¹⁹ entre otros han realizado estudios tomando en cuenta el riesgo potencial del aumento de temperatura en material metálico y se ha comprobado, que aparentemente no existe riesgo suficiente en relación a los cambios de temperatura que presenta dicho material una vez colocados en el cuerpo humano.^{20,21}

Hasta el momento, no existe estudio alguno que reporte la formación de una corriente eléctrica en implantes metálicos o materiales sujetos al campo magnético de la Resonancia^{20,22,23}

La Resonancia Magnética tiene la gran ventaja de poder estudiar al cuerpo humano en diversas posiciones (sagital, coronal, axial), sin la necesidad de cambiar de posición al paciente.

En un estudio realizado por Romner y colaboradores²⁵, los autores observaron tras colocar los clips en un fantasma geométrico dentro de una solución acuosa con 0.2 mM M⁺⁺, que la presencia de artificios era discretamente mayor en proyecciones axiales y sagitales.

En éste mismo estudio, los autores reportaron tres tipos de efectos en la imagen de Resonancia Magnética al someter al fantasma a secuencias de pulso.

Los efectos apreciados fueron:

- a) Efecto de distorsión de la imagen.
- b) Obtención de información exagerada
- c) Pérdida total de la señal de la imagen

Todo esto puede ser observado de manera esquemática en el siguiente cuadro²⁵:

CLIP PARA ANEURISMA	TAMAÑO (mm)	PESO (mg)	REMANENCIA MAGNETICA	DISTORSION DE LA IMAGEN (mm)
DRAKE DR 12	25 X 4	467	100 ⁺⁺ 1	52/122
HEIFETZ(17-7PH)	12 X 3	163	44 ⁺⁺ 1	66/122
MAYFIELD	15 X 3	166	74 ⁺⁺ 5	51/94
OLIVERCRONA	7 X 4	180	0	1
SCOVILLE	16 X 4	206	64 ⁺⁺ 2	38/74
CLIP DE PLATA	7 X 2	138	0	1
SURGITA ELGILOY	20 X 5	366	0	12
SURGITA CON ASA ORO-PLATA	20 X 5	342	1 ⁺⁺ 0	13
MC FADDEN VARIANGLE	21 X 5	387	0	10
YASARGIL 316	20 X 6	313	0	14
YASARGIL PHYNEX	13 X 4	132	0	10
YASARGIL ANTIGUO	18 X 5	324	1⁺⁺0	16

CONCLUSIONES

Actualmente no existe forma alguna de que estemos ciertos del comportamiento de un clip en Resonancia Magnética, por lo que consideramos que ningún paciente deberá ser estudiado por Resonancia Magnética a menos de que el beneficio médico sea mayor al riesgo potencial. Cabe recalcar, que no es la magnitud del movimiento, sino el hecho de que exista movimiento lo que pone en riesgo la vida del paciente.

Con esto en mente, es necesario que se implementen Ciertas medidas reglamentarias para poder abordar al paciente con un clip metálico para aneurismas antes de que se tome la decisión de someter a un paciente a un estudio mediante Resonancia Magnética en un equipo de 1.5 Tesla.

Actualmente existen equipos sofisticados para valorar las propiedades magnéticas de los clips, las cuales han sido aceptadas y utilizadas por la U.S. Food and Drug Administration⁶. Desgraciadamente en nuestro país no existen de acuerdo a nuestro conocimiento, equipos tan sofisticados para valorar la fuerza de movimiento y las propiedades magnéticas de los clips para oclusión de aneurismas intracerebrales. Consideramos que una manera sencilla y eficaz de valorar la fuerza de desplazamiento "in vitro" de los clips es mediante la utilización de el péndulo elaborado y no a través de la exposición directa del clip en su estuche original al campo magnético, ya que como fue demostrado existe una gran diferencia en el comportamiento del clip al estar en un contenedor plástico en comparación con el comportamiento del clip al encontrarse "libre de toda resistencia" ante el campo magnético.

Es de suma importancia tomar en cuenta, que hacia los años ochenta, aun no se consideraba la posibilidad de compatibilidad entre un clip metálico y la Resonancia Magnética, por lo que todo clip de acero o aleaciones de acero, así como aquellos clips elaborados a mediados de los años 80's deberán ser "sospechosos" y estudiados "in vitro" antes de ser colocados en un paciente.⁷

Por lo tanto, consideramos, que:

- 1.-** Todo paciente debe conocer las características del clip metálico que le fue implantado.
- 2.-** El cirujano deberá comprobar "a priori" que el clip que utilizará en la cirugía para oclusión de aneurismas no presenta movimiento al ser expuesto en un péndulo al campo magnético y a las secuencias de pulso T1,T2 y angiorresonancia.
- 3.-** Una vez estudiado el clip, el médico cirujano deberá expedir un certificado con las características del clip implantado.
- 4.-** No es suficiente con realizar una placa simple de cráneo o una tomografía computada de cráneo para reconocer el tipo de clip que ha sido instalado y el médico no deberá bajo ninguna circunstancia valerse de éstos métodos para tomar la decisión de someter a un paciente a un estudio de Resonancia Magnética.
- 5.-** El médico radiólogo deberá conocer el riesgo implícito al someter a un paciente con clip intracerebral a un estudio de Resonancia Magnética.
- 6.-** El médico tratante deberá analizar de manera conjunta con el médico radiólogo y el paciente el riesgo/beneficio de estudiar a un paciente portador de clip intracraneal, en un equipo de Resonancia Magnética de 1.5 Tesla.
- 7.-** Cada centro hospitalario deberá analizar su acervo de clips metálicos en el campo de Resonancia Magnética, para conocer el comportamiento de cada clip antes de que éste sea utilizado.
- 8.-** Las compañías que elaboran clips para la oclusión de aneurismas expiden un certificado de "seguridad" en relación a la realización de un estudio de Resonancia Magnética en un paciente a quién se le ha colocado un clip metálico. Sin embargo, el comportamiento de los mismo se, como se ha podido comprobar es diferente a lo que refieren dichas leyendas, por lo que no deberá implantarse ningún clip si éste no es sometido a un estudio " in vitro" a priori.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kanal E, Shellock F. MR Imaging of patients with intracranial Aneurysm Clips. *Radiology* 1993;187:612-614.
- 2.-Mishkin M. Metallic Surgical Clips and Magnetic Resonance Imaging. *JAMA* 1994;32; 271-274.
- 3.- New P, | Bruce R, Thimas J.Brady, et.al., Potential Hazards and Artifacts of Ferromagnetic and Nonferromagnetic Surgical and Dental Materials and Devices in Nuclear Magnetic Resonance Imaging. *Radiology* 1983; 147: 139-148.
- 4.- Kanal E, Sheloc F. The value of Published Data on MR Compatibility of Metallic Implants and Devices. *Am J Neuroradiol.* 1994; 15: 1394-96.
- 5.- Camacho CR, Plewees DB, Henkelman RM. Nonsusceptibility Artifacts due to Metallic Objects in MR Imaging. *J Magn Reson Imaging* 1995; 5: 75-88.
- 6.- Dujovny M, N.Rao G, M. Serdar A, Mukesh M. Aneurysm Clip Testing for Ferromagnetic Properties. *Clip Variability Issues. Radiology* 1997; 202: 637-639.
- 7.- Johnson G. Need for caution during MRI of patients with Aneurysm Clips. *Radiology* 1993;188: 287-288.
- 8.- Klucznik RP, Carrrier DA, Pyka R, Haid RW. Placement of ferromagnetic intracerebral aneurysn clip in a magnetic field with a fatal outcome. *Radiology* 1993; 187: 855-856.
- 9.- Dujovny M, Kossovsky N, Kassowsky R, et.al.,Vascular clips: a historical and biomechanical perspective. In: Fein JN, Flamm E, eds. *Cerebral vascular surgery.* New York: Springer Verlag, **in press.**
- 10.- Cushing H. The control of bleeding in operations for brain tumors. With the descriptios of silver "clips" for the occlusion of vessels inaccessible to tha ligature. *Ann Surg.*1931: 4; 1-19.
- 11.- Dandy WE Intracranial aneurysm of internal carotid artery cured by operation. *Ann Surg* 1938; 107: 654-659.
- 12.- Mc Kenzie KG. Some minor modifications of Harvey Cushing's silver clip outfit. *Surg Gynecol Obstet* 1927; 45: 549-550.
- 13.- Mayfield FH, Kees G Jr: A brief history of the development of the Mayfiel clip, Technical note. *J Neurosurg* 1971; 35: 97-100.
- 14.- Scovelle WB. Miniature torsion bar spring aneurysm clip. *J Neurosurg* 1966: 25; 97-99.
- 15.- Peter Huber. Arterial aneurysms in: Krayenbühl Yasargil. *Cerebral Angiography.* Edit Springerverlag Viena. 4 edición pag. 312-328.
- 16.- American Society for Metals Committee for Wrought Stainless Steels. *Wrought stainless steels.* In Lyman T, et.al. , eds. *Metals handbook.* 8th edit. Metals Park, Ohio: American Society Metals, 1961.

- 17.- Persson BRR, Stahlberg F. Other hazards in clinical NMR examinations. In: Health and safety of clinical NMR examinations. Boca Raton Fla. CRC, 1989; 93-94.
- 18.- Dujovny M, KossovskyN, Kossovsky R, et.al., Aneurysm clip motion during magnetic resonance imaging: in vivo experimental study with metallurgical factor analysis. Neurosurgery 1985; 17: 543-548.
- 19.- Davis PL, Crooks L, ArakawaM, Mc Ree R, Kaufman L, Margulis AR. Potential hazards in NMR imaging: heating effects of changing magnetic fields and RF fields on small metallic implants. AJR 1981; 137: 857-860.
- 20.- Mark AS, Hricak H. Intrauterine contraceptive devices: MR imaging. Radiology 1987; 162: 311-314.
- 21.- Shellock FG, Crues JV. High-field-strength MR imaging and metallic bioimplants: an in vitro evaluation of deflection forces and temperature changes induced in large prostheses (abstr). Radiology 1987; 165 (P):150.
- 22.- Hassler M, Le Bas JF, et.al., Effects of magnetic fields used in MRI on 15 prosthetic heart valves. J. Radiol 1986; 67: 661-666.
- 23.- Mattucci KF, et.al., The effect of magnetic resonance imaging on metallic middle ear prostheses. Otolaryngol Head Nech Surg 1986; 94:441-443.
- 24.- Kanal E, Shellock FG, Lewin J. Aneurysm clip testing for ferromagnetic properties: clip variability issues. Radiology, 1996;200: 576-578.
- 25.- Romner B, et.al., Magnetic resonance imaging and aneurysm clips. J Neurosurg 1989; 70: 426-431.
- 26.- Becker RL, Norfray JF, Teitelbaum GP, et.al., MR imaging in patients with intracranial aneurysm clips. AJR 1988;9:885-889.
- 27.- Dujovny M, et.al., Aneurysm clip testing for ferromagnetic properties: Clip variability issues. Radiology 1997; 202:637-639.
- 28.- Lockhart RD, Hamilton GF, Fyle FW. Anatomía humana. Edit. Interamericana-Mc Graw Hill, 1ª edición 1965: 606-609.

**GRACIAS a ti por lo que ahora soy
GRACIAS por enseñarme a soñar
GRACIAS por enseñarme a volar .**