

112426



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGIA Y NEUROCIROLOGIA  
DR. MANUEL VELASCO SUAREZ

DEPARTAMENTO DE NEUROIMAGEN Y TERAPIA  
ENDOVASCULAR

EL USO DE LA ENDOSCOPIA VIRTUAL PARA LA  
VALORACION DEL STENT CAROTIDEO

**TESIS DE POSTGRADO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**SUBESPECIALISTA EN NEURORADIOLOGIA**

P R E S E N T A :

**DR. ALFONSO HERNAN GIL VALADEZ**

ASESOR DE TESIS: DR. MARCO A. ZENTENO



MEXICO, D.F.

FEBRERO 2001



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**

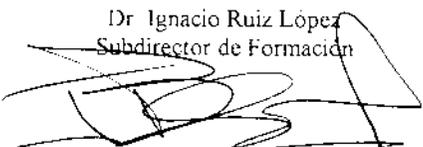
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

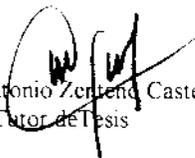
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Dr. Manuel Velasco Suárez  
Director Emérito

Dr. Julio Sotelo Morales  
Director General

  
Dra. Teresa Corona Vázquez  
Directora General de Enseñanza

Dr. Ignacio Ruiz López  
Subdirector de Formación  
  
Dr. Jesús Rodríguez Carbajal  
Profesor Titular del Curso de Neuroradiología

  
Dr. Marco Antonio Zertuche Castellanos  
Tutor de Tesis

Dr. Jorge Luis Balderrama Bañares  
Asesor de Tesis

Dr. Roger Carrillo Mezo  
Asesor de Tesis

  
SUBDIRECCION DE ESPECIALIZACION  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

  
INSTITUTO NACIONAL  
DE CIENCIAS QUÍMICAS  
Y FARMACÉUTICAS  
SECRETARÍA DE SALUD

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Que con su amor me dieron la vida  
con su sacrificio mis estudios  
y con su ejemplo me han enseñado a luchar contra la adversidad

A MIS HERMANAS

Mónica y Verónica

A LEYDA CAMPOS

Por toda su comprensión y paciencia

AL DR. FRANCISCO GARCIA QUINTANILLA

Por todo el apoyo y ayuda que me ha brindado

A MIS COMPAÑEROS DE RESIDENCIA

Jesús Higuera  
Gustavo Villarreal

## AGRADECIMIENTOS

### DR. MARCO A. ZENTENO

Por darme la posibilidad de superación profesional  
aunque diga que vengo de un "pueblo polvoriento"

### A LOS ADSCRITOS DE NEUROIMAGEN

Por todo su apoyo y su valiosa enseñanza

### AL PERSONAL TÉCNICO

Que son una extensión de nosotros mismos

### A EL PERSONAL DE ENFERMERIA

Por que sin ellas se detiene el tiempo

### AL PERSONAL ADMINISTRATIVO

Que nos brinda su ayuda en todo momento

### A TODOS LOS PACIENTES

Que con todo su dolor y sufrimiento  
de alguna u otra forma contribuyeron a mi formación

INDICE	
I. INTRODUCCION A LA TOMOGRAFIA	7
a - Historia de la tomografía axial computarizada	7
b.- Principios físicos de la tomografía axial computarizada	8
c.- Tomografía helicoidal	9
d - Angiotomografía con reconstrucción tridimensional	10
e - Endoscopia virtual	11
II. INTRODUCCION A LA ANGIOPLASTIA CAROTIDEA	16
a.- Que es la endarterectomía carotídea	17
b.- Por que realizar la endarterectomía	17
c - Que es un stroke.	21
d.- Como advertir que estamos frente a un stroke	21
e - factores de riesgo de stroke	22
f- Pruebas y exámenes para apoyarse en la búsqueda de estenosis carotídea	22
1).- Historia clínica y examen físico	23
2).- Ultrasonido Doppler	23
3) -Tomografía computada	23
4).-Angiografía con sustracción digital	23
5) -Angioresonancia	24
III. TRATAMIENTO DE LA ESTENOSIS CAROTIDEA	24
a) - Angioplastia transluminal percutánea	24
b).- Endarterectomía carotídea	24
c).- La angioplastia en la estenosis carotídea	26
d).- Riesgos de la utilización del stent carotídeo	26
1).- Riesgos inmediatos	27
2) - Riesgos a largo plazo	27
3) - Incidencia de reestenosis	27
IV. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	27
V. HIPÓTESIS	28
VI. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	28
VII. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	29
VIII. PLANEACION	30
1).- Aspectos éticos	30
2) - Información a los pacientes y consentimiento	30

IX. MATERIALES Y METODOS	30
X. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	31
XI. TRATAMIENTOS CONCOMITANTES	32
XII. RESULTADOS	32
XIII. DISCUSIÓN	34
XIV. CONCLUSIÓN	34
XV. CASOS REPRESENTATIVOS	49
XVI. BIBLIOGRAFIA	57

## **I.- Introducción**

### **A).- Historia de la Tomografía Axial Computarizada**

Un tecnólogo británico llamado Watson en 1939 fue el primero que tuvo la idea teórica de algún tipo de tomografía, pero no la llevo a la practica (01)

En Italia en 1947, Vallebona uso la tomografía clinicamente y en 1950 publico ilustraciones demostrando su uso clínico (02)

Sin embargo, a Korenbluyun, Teitelbaum y Tyutin, tres investigadores del instituto politécnico de Kiev en Ucrania se les acredita el primer intento real de describir un tomógrafo axial computarizado en 1958 (03)Ellos descubrieron un algoritmo, con un sistema computarizado análogo a la televisión, con el cual obtenian imágenes radiográficas de secciones topográficas delgadas

El 21 de agosto de 1959, David Kuhl ejecuta la primera emisión transversa de cortes en el hospital de la universidad de Pennsylvania. (04)

En 1961, Oldendorf, un neurólogo de los Angeles C.A. describió un método rudimentario de tomografía reconstructiva, pero las imágenes eran extremadamente borrosas (05)

Allan Macleod Cormack, un fisico sudafricano trabajando en la Universidad de Cape Town África del Sur, desarrolla un método de "peladura de cebolla" el cual aplica a la medida de fantasmas simples (instrumentos de calibración) y luego aplico la tomografía. Cormack describió sus resultados iniciales en 1963 y 1964.

Godfrey Newbold, un ingeniero computacional del Central Research Laboratory de la compañía Electric and Musical Industry (EMI) de Inglaterra, produce el primer TAC utilizado clinicamente en pacientes (06)

El 1 de octubre de 1971, EMI instalo un TAC craneal en el Atkinson Morley Hospital a 15 Km. Del laboratorio de Hounsfield, el hospital tenia pocos visitantes y el TAC no atraia a curiosos, de hecho, solo el Dr Ambrose quien era el neurólogo y superintendente del hospital, era el único que sabia donde estaba el aparato en el hospital

En 6 meses se hicieron 70 TAC craneales y se obtuvieron pruebas histológicas de lesión de cada caso. Housfield y Ambrose reportaron sus resultados en las tres mayores reuniones medicas de 1972, esto era en las ciudades de Londres, New York y Chicago También reportaron sus hallazgos en el British Journal of Radiology en 1973 (06)

Para 1979, Hounsfield habia recibido 37 honores entre los cuales estaba el premio Nóbel de fisiologia y medicina, conjuntamente con Cormack.

Housfield recibió el premio Nóbel por haber desarrollado el primer tomógrafo axial computarizado, Comark lo recibió por desarrollar el algoritmo para reconstruir imágenes desde muchas líneas integrales

### **B).- Principios Físicos de Tomografía Computada**

La radiología convencional se basa en imprimir en una película, o presentar en un monitor de fluoroscopia un patrón de densidades; que dan información diagnóstica del tamaño, forma y distribución de tejidos en el paciente. Sin embargo, hasta la aparición de la tomografía axial computarizada, muchas áreas del cuerpo eran inaccesibles a la radiología convencional. (07)

La tomografía involucra un tubo convencional radiográfico que emite rayos X alrededor del paciente; mientras rota axialmente en coordinación con un grupo de detectores al lado opuesto al cuerpo del paciente, y un sistema digital de computadoras conectados al detector y al tubo de rayos X.

Los detectores miden la intensidad de los rayos X transmitidos a través del paciente. La computadora sabe la energía de los rayos X generada inicialmente, calculando la atenuación causada por el cuerpo en los rayos X sustrayendo la medida registrada por los detectores

Esta información permite calcular retrospectivamente las densidades de tejido en el cuerpo del paciente, creando una imagen axial de la sección examinada en una matriz digital

A todo este proceso se le llama Computed Assisted Tomography Scanning CAT scanning lo cual se abrevia a CAT o a TAC por sus siglas en español.

La tomografía axial computarizada permite evaluar solo un pequeño y bien definido volumen de interés lo cual sirve para minimizar el efecto de superposición de estructuras. También la radiación dispersa al colimar el rayo, irradiando volúmenes relativamente pequeños de tejido.

Debido a la utilización de detectores con función computarizada, el TAC es capaz de mostrar diferencias sutiles entre las diferentes densidades de los tejidos humanos permitiendo ver estructuras de otra forma invisibles para la radiografía convencional.(07)

El TAC consiste en aislar un volumen planar específico del paciente. Este plano o corte tiene un grosor "z" definido por el grosor del haz de radiación. El rayo solo cruza este volumen.

La caracterización final de un tejido en un volumen estudiado se expresará en cada uno de los elementos de un área, definida por coordenadas "x" y "y" a esta área se le conoce como un pixel

El volumen formado en virtud del espesor del corte hecho, tiene un grosor "z" y se conoce como un voxel. En la práctica la atenuación registrada en el paciente se traduce arbitrariamente en una matriz de píxeles que definen las imágenes (07)

El equipo pionero EMI MARK I introducido en 1972, tenía una matriz de 80 x 80 en la cual cada píxel correspondía a un área de 3 mm x 3 mm, con un grosor de corte de 13 mm

El tamaño de la matriz de las unidades modernas es de 256 x 256, 512 x 512 e incluso de 1024 x 1024. El tamaño efectivo del píxel es de 1 mm x 1 mm o menor

En angio tomografía se utiliza una matriz de 512 x 512 o de 1024 x 1024, con un grosor de corte de 1 mm o 5 mm

El valor de cada píxel es caracterizado por la atenuación del tejido, la propiedad de cambiar la energía de los fotones del haz de rayos X emitido por el tubo de rayos X del TAC. Estos cambios de energía pueden ser dados por absorción (energía depositada cerca o en el sitio de la interacción del fotón) o por dispersión (energía que se aleja del sitio de interacción del fotón).

Diferentes tejidos tienen diferentes propiedades de atenuación, dependiendo de su número atómico y de su densidad física. Se puede describir la atenuación del tejido en términos de su "coeficiente de atenuación" dado en unidades / cm. Se escogió una escala arbitraria en la cual el hueso es + 1000 unidades, el aire es - 1000 y el agua es 0. Actualmente esta escala se mide en unidades Hounsfield (HU) en honor al inventor del TAC.

Como ejemplo podemos mencionar que la sangre de una hemorragia sub aracnoidea vista en una imagen de TAC tiene una densidad alta en comparación con el líquido cefalorraquídeo, la cual es proporcional a la concentración de globina (proteína) de la molécula de la hemoglobina. (08) esta alta densidad hace del TAC una herramienta muy útil para diagnosticar la presencia de sangre en los compartimientos intracraneales

### C).- tomografía Helicoidal

Probablemente uno de los precursores de la tomografía computada helicoidal (TAC Helicoidal) fue Kalender. (09) Inicialmente el TAC helicoidal fue aplicado en el abdomen, pero eventualmente se fue usando en otras áreas anatómicas incluyendo el cráneo.

El TAC helicoidal se basa en que un tubo de rayos X ejecuta un movimiento en espiral y de forma cilíndrica con un radio constante, que es igual a la distancia del foco al centro de la rotación.

Se calcula que para posición angular  $\gamma$  y Posición del sector de corte z, el valor de proyección de  $Pz(i, \gamma)$  para el sector i es calculado como sigue (09)

$$Pz(i, \gamma) = (I \cdot \mu) \cdot Pj(i, \gamma) \cdot Pj(i, \gamma)$$

Donde  $j$  es el número del último corte en el ángulo  $\theta_j$  antes de la posición de la sección  $z_j$ , y  $P_j(i, \theta_j)$  es obtenido en la posición  $z_j$ . El peso  $w_j$  es calculado como  $(z - z_j)/d$  donde  $d$  es la distancia de movimiento de la mesa cada corte de 360 grados.

Estos datos son suministrados a una computadora que aplica un proceso de reconstrucción estándar. La posición, el intervalo y número de planos pueden ser arbitrariamente escogidos dependiendo del rango de corte. Todos estos datos helicoidales originales son empleados para generar un dato interpolado. (09)

#### **D).- Angiotomografía con reconstrucción tridimensional**

Esta técnica que utiliza el TAC espiral con contraste para obtener imágenes de estructuras vasculares. Inicialmente se obtiene una serie de cortes axiales de un TAC espiral, y estos datos son reconstituidos en imágenes tridimensionales. (10)

Para el desarrollo de la Angiotomografía con reconstrucción tridimensional (AngioTC) se requirió de la introducción de un equipo tomográfico, en el cual los pacientes pudieran ser movidos sincrónicamente con una rotación continua del tubo de rayos x que permitiera adquirir datos. (10)

Una apropiada evaluación con angioTC requiere manipulación de algunas variables dependientes del operador.

Se requiere de un tiempo de inyección apropiado para obtener una opacificación adecuada de las estructuras vasculares.

Se necesita un protocolo que incluya duración del corte, velocidad de la mesa del TAC y colimación para aumentar la resolución espacial.

Finalmente una región de interés indicada es la seleccionada para crear una imagen 3D a partir de los cortes axiales.

La tomografía espiral permite adquirir imágenes continuamente, mientras que el paciente se mueve a través de un tubo rotatorio. Esta continua rotación describe un espiral paralelo al eje de translación.

Dos variables que controla el operador son importantes para determinar la adecuada geometría helicoidal ellas son:

Espesor del corte.- el cual se relaciona con el colimador

Velocidad de la mesa.- estas dos variables se denomina "pitch" (p). (10)

Se obtiene mejor resolución espacial al disminuir la colimación y bajar la velocidad de la mesa, sin embargo, la resolución espacial mejora a expensas del área anatómica abarcada.

Generalmente el estudio se realiza disminuyendo el tamaño de la región estudiada, para aumentar la resolución espacial.

Para estudiar la región de la carótida cervical se usa una velocidad de mesa de 3 mm/seg Y 2 mm de espesor (Pitch de 1.5) que da una cubierta total de 9 cm en 30 segundos aproximadamente

El objetivo de la administración del contraste endovenoso es aumentar la opacificación de la arteria estudiada y a la vez hay que minimizar la opacificación venosa

Para esto utilizamos la técnica del bolo endovenoso, el cual se administra en un tiempo dado por un inyector automático.

Las imágenes axiales generalmente se reconstruyen cada 1 a 2 mm alrededor de 45 - 90 imágenes son obtenidas para rastrear un área de hasta 10 cm.

Estas imágenes axiales pueden ser directamente evaluadas. En adición los datos topográficos pueden ser reconstruidos usando técnicas tridimensionales para permitir la visualización de la región en varias direcciones y restringir las imágenes a las estructuras vasculares de interés.

#### **E).- Endoscopia Virtual**

La endoscopia virtual es un nuevo método de diagnóstico que usa a la computadora procesando las imágenes y reconstruyéndolas, en 3-D además nos proporciona visualizaciones simuladas (11,12) de órganos específicos en pacientes, estas imágenes son similares o equivalentes a aquellas producidas por el endoscopio normal.(13)

Los procedimientos CT convencional y MRI realizan y examinan la sección axial (rebanadas) del cuerpo que se va a estudiar, posteriormente estas imágenes que se obtuvieron de manera secuencial pueden ser estudiadas por radiólogos que deben imaginar o extrapolar estas vistas o secuencias de una vista bi-planar a una anatomía tridimensional

Usando algoritmos sofisticados y computando estas secciones axiales a través de un procesador, podemos obtener de las imágenes axiales representaciones tridimensionales (3-D) de la anatomía humana.

Los datos anatómicos específicos se destinan para la realización de las simulaciones de la endoscopia virtual las cuales pueden ser obtenidos de los exámenes de imágenes digitales 3-D de RMN (14) o de datos 3D de CT espirales adquiridos (15).

Se realizan miles de procedimientos de endoscopia real cada año. Estos estudios son invasivos y a menudo incómodos para los pacientes. Estos a veces tienen complicaciones severas entre ellas esta la perforación, la infección y hemorragia. La utilización y visualización a través de la endoscopia virtual evita los riesgos asociados que conlleva el endoscopio tradicional (Fig 1)

Todas estas molestias y riesgos de complicaciones que se pueden presentar durante un procedimiento de endoscopia real pueden ser minimizadas y las dificultades del procedimiento pueden ser superadas siempre y cuando sean realizadas por un endoscopista entrenado

Sin embargo hay muchas regiones del cuerpo inaccesibles o compatibles con el endoscopio real, una posibilidad es que estas regiones pueda explorarse con el endoscopio virtual. En un futuro, cuando los endoscopios refinados virtuales puedan remplazar muchas formas de endoscopia real.

El término "endoscopia virtual" no es bastante sintácticamente correcto

La definición del diccionario Webster de "virtual" tiene dos componentes principales:

- 1) "... que posee ciertas virtudes físicas ..." y
- 2) "... siendo cosas en el efecto, aunque no formalmente reconocibles...."

La definición de "endoscopia" también tiene dos componentes:

- 1) "... visualizando el interior de un órgano..." (Webster), y
- 2) "... visualización e inspección de cualquier cavidad del cuerpo por medio de un endoscopio ..." (El diccionario Médico Dorland).

Así, el encadenamiento de los términos virtual y endoscopia no resulta en una frase sintácticamente incongruente

Esto lleva a una frase sintácticamente y semánticamente correcta para el término: "endoscopio virtual" lo cual significa "el poder de visualizar potencialmente el interior existente de un objeto...". Esto es lo que significa en realidad el término endoscopia virtual.

Esta técnica lleva el poder extendido y la capacidad de visualizar dentro de cualquiera objeto o cavidad exista esta o no. Además, la visualización resultante realmente son las imágenes computadas generadas por el tomógrafo, por lo que el término "endoscopia computada" es quizá más exacto y descriptivo todavía (esta comparación es similar a comparar la tomografía lineal con la tomografía axial computarizada)

Pero el término de endoscopia virtual se ha usado frecuentemente por que probablemente evite la modificación del término en la lengua vernácula común, por lo que para propósitos prácticos e históricos, el término de endoscopia virtual ser usado en este papel para llevar el mismo significado

Aunque ha habido especulación sobre la capacidad del endoscopio virtual desde los inicios de 1970, como fue dramatizado en la película de ciencia-ficción "Viaje Fantástico", la reciente disponibilidad de tecnología y avances científicos logra acoplar el desarrollo de

algoritmos de la computadora con precisión y rápidamente genera las imágenes alta resolución en 3-D y realiza el vuelo virtual en lugar de los instrumentos largos insertados (el endoscopio tradicional) en un paciente (Fig 3)

Los avances en la visualización de un sitio anatómico específico apoyado en modelos anatómicos y utilizando un endoscopio virtual permite el ensayo, y el diagnóstico puede llevarse a cabo mediante un sistema de despliegue de realidad virtual (16,17) Tales despliegues permiten al endoscopista que simultáneamente visualice la anatomía y manipule la orientación viendo el entorno de una manera realista (18,19)

De hecho, una de las características más importantes del endoscopio virtual es que proporciona el mando y permite opciones que no son posible con la endoscopia real o tradicional, tal como poder elegir la dirección y el ángulo de vista, capacidad de poder orientar la vista, permite la translocación de nuevas vistas, permite la realización de medidas. Regeneración visual que posiciona el sistemas de navegación al punto de partida, la utilización de guías que pueden orientar el paciente virtual en relación con el endoscopista y con relación a la anatomía real.

El procesador valora la imagen de la navegación con los datos originales y estos pueden asociarse con cualquier vista, y cuantitativamente y cualitativamente se evalúan. La lista de vistas simulada se compara con la lista de las imágenes reales seccionales y con las imágenes del endoscopio y posteriormente todos los datos del sistema operativo se evalúan de manera conjunta para validar su utilidad.

Hay muchas regiones del cuerpo no accesibles a la endoscopia real que puede ser explorado con el endoscopio virtual. Varios importantes sistemas del cuerpo humano son incompatibles con la invasividad de las sondas de la endoscopia real entre ellas podemos mencionar el corazón, el canal espinal, el oído interno (la coclea, los canales semicirculares, etc.), la vesícula biliar, los conductos pancreáticos y nuestro principal interés en este estudio los vasos sanguíneos. Estas últimas son para nosotros las estructuras anatómicas importantes ideales para su valoración con la endoscopia virtual

Actualmente hay número creciente de investigadores para desarrollar, probar, y comparar las imágenes de visualización 3-D que se procesan con los métodos ya comentados cuya finalidad es probar la efectividad de estos, principalmente la simulación endoscópica, y a su vez para determinar si existen aplicaciones para llegar a un acertado diagnóstico clínico y tratamiento.

Estos métodos incluyen los algoritmos para el registro, la segmentación, y la clasificación, planeando y dando todos los datos posibles que genere el sistema y estos a su vez puedan usarse en las varias formas de computado para generar la endoscopia virtual con imágenes 3-D, las representaciones virtuales de la anatomía y los datos de la fisiología se han puesto en aumento, son realistas y permiten una interactividad entre la computadora, el paciente y el médico, estos cambios han adelantado significativamente la ciencia y se han puesto a un

paso adelante del endoscopio real. Sin embargo, debemos de tener en cuenta la necesidad de criticar, refinar y validar estas simulaciones para el uso clínico rutinario.

Se han usado datos y estudios para desarrollar y evaluar los procedimientos del endoscopio virtual y se ha aplicado a una variedad de regiones del cuerpo, el vuelo virtual se ha realizado a través de los pliegues del estomago, el colon, la espina, esófago, vía aérea, corazón, aorta, senos paranasales, el árbol bronquial y el sistema reproductor femenino

Las visualizaciones virtuales de la traquea, esófago y colon se ha comparado con la norma del endoscopio real, además ha sido valorada por endoscopistas los cuales juzgan que la endoscopia virtual proporciona una imagen realista y útil. Especialmente útil para valorar la textura que se traza en la reconstrucción virtual de las superficies de la traquea, el esófago, y colon que se observan en el paciente a través de las muestras específicas de las imágenes obtenidas del endoscopio real de estas regiones

En la historia del endoscopio virtual cabe mencionar que es una nueva tecnología en el diagnóstico médico y por imagen. El endoscopio virtual deriva principalmente de la imagen médica procesada digitalmente y en particular de la visualización en 3D de estas imágenes. El concepto fundamental común a todos estos esfuerzos son la representaciones de objetos del mundo real (en el caso de medicina, los órganos de pacientes y tejidos) y transformarlos con la información espacial obtenida en información médica con imágenes digitales.

La forma de obtener estas imágenes es mediante el espectro físico y métodos de informática disponibles para adquirir, procesar, analizar, convertir, limpiar, reforzar, fundar, distribuir y transmitir la información de manera que permita el diagnóstico y amplíe las capacidades terapéuticas más allá de las habilidades físicas humanas actuales. Esta es la promesa de la Edad de la Información.

Varios investigadores han estado trabajando en este campo. Uno de los trabajos iniciales es publicado por Vining (20,21) en su trabajo titulado colonoscopia virtual, también Lorensen, (22) realizando vuelo 3-D de arterias carótidas y malformación, Robb, (16,23,24) quien empezó con el estudio en pacientes las visualizaciones del órgano en 3-D, Hara y Johnson (25) quien ha publicado las observaciones clínicas tempranas en el colon, Jolesz, y Kikinis (26,27) quien a desarrollado "refuerzo de la realidad" usando 3-D visualización e imagen de la función para la estereotaxia en la neurocirugía, y Rubin y Napel y colegas (12,28) quien ha aplicado el endoscopio simulado a una variedad de intra-visualizaciones del parenquima

Con la imagen médica 3-D y el poder de la computadora mejorado, estos pioneros tempranos apreciaron el poder y la promesa de las representaciones virtuales para la visualización realista y la manipulación para adelantar a la ciencia en el uso del endoscopio no invasivo diagnóstico.

El reciente trabajo continuando (29-30) caracterizado por el desarrollo rápidamente madurado y la importante evolución del endoscopio virtual en una variedad de aplicaciones

hace pensar que esta nueva tecnología es "una ganadora", y con el tiempo no existen dudas de se vuelva una herramienta clínica rutinaria. De hecho en el futuro cercano

Como un esquema general, la manera como se produce la endoscopia virtual se toman las imágenes bi-dimensionales que primero fueron adquiridas mediante un escáner (por ejemplo, CT espiral, o MRI ). Invariablemente, en este proceso preliminar estos datos se exigen para preparar apropiadamente el lugar donde se va a "volar". Después de este paso se lleva a cabo la interpolación de las imágenes para formar y transformar la base de datos en los elementos necesarios para realizar el registro de todas las imágenes y colocarlas en sincronía espacial y segmentación para reducir la base de datos inicial a una mas funcional y así obtener un detallado, específico y anatómico mapa de las estructuras deseadas

Muchas explicaciones se han dado para explicar propiamente la creación de las imágenes (31-32), pero generalmente solo son objetos anatómicos los cuales deben ser primero segmentados de las imágenes 3-D y de sus superficies extraídas. Una vez aislada la superficie esta es convertida en representación geométrica, un proceso llamado "azulejado", transformando la superficie en coordenadas a un "meshwork" o tabla de poligonos. La superficie poligonal de la representación puede tener entonces apariencia que se modifica al agregar información como el color, brillo, textura, etc., finalmente la base de datos ya procesada comprende al modelo que entonces puede darse para visualización (23,33,34). El usuario u operador ve el trabajo terminado y es aceptado como fiel, el usuario puede escoger alguna de las imágenes para repetir alguna fase del proceso (por ejemplo, segmentación y / o la definición de la superficie así como la de utilización de "ventanas") para obtener un el modelo aceptable por presentar. Esta interacción y "aceptación" es la decisión final y es generalmente hecho por un experto humano ( Fij , Radiólogo, cirujano, el endoscopista ).

La endoscopia virtual y sus sistemas despliegan el procedimiento el cual es simulado en una de las siguientes dos maneras:

1) En línea real - este es un despliegue en tiempo real usando un simulador interactivo, tal como un sistema de despliegue de realidad virtual (16,35) con capacidades rapidas de respuesta de la computadora que pueden producir los despliegues de las imágenes al tiempo que el usuario interacciona con ellas

2) lo que se conoce como "free fligth" o vuelo libre en el cual se usa un sistema de marcos secuenciales de vistas que dan una impresión de animación.

La endoscopia virtual o vuelo libre (free fligth) es una técnica relativamente nueva desarrollada en los inicios de 1995 gracias a un conjunto de profesionistas entre los que se encuentran médicos, físicos e ingenieros de diferentes ramas entre ellos encontramos a los siguientes protagonistas mas destacados.

David Vining, M.D., Es profesor auxiliar de radiología de diagnóstico que tiene una formación en ingeniería biomédica y matemática. Sus habilidades le permiten entender los principios de la ingeniería detrás de los gráficos de la computadora para hacer los

diagnósticos en un ambiente virtual. Desde el inicio de su carrera, él ha seguido una meta que es el de usar la tecnología de realidad virtual en la medicina.

Yaorong Ge, PH. D., es un científico de la computadora que también se unió a la ingeniería biomédica en la facultad en 1995. Los objetivos de la investigación de Dr. Ge involucran segmentación de la imagen, la fusión de la imagen, y visión de la computadora. Sus proyectos actuales incluyen el desarrollo de la segmentación de la imagen y uno de sus aporte más importantes es el de planear los algoritmos para el endoscopio virtual.

William CHIMIAK, PH. D., es un profesor auxiliar en la ingeniería biomédica su principal logro es el de conectar la computadora a un red de computadoras y sistemas de comunicación. Con lo cual logra el involucro de la telemedicina, específicamente la telepatología y la tele radiología. El Dr. Chimiak sirvió en el comité, que diseño del DICOM el cual es la normativa del sistema de imagen medica y sirve actualmente en varios ATM como asesor las tablas de encodificación.

Peter Santiago, Ph. D., es profesor asociado y el director de ingeniería biomédica. Su trabajo graduado incluye un Master en la informática y un Ph. D. en la ingeniería. La investigación actual de Dr. Santiago cubre la segmentación de la imagen, la clasificación, el volumen parcial, y otros temas de imagen medica. Él tiene la experiencia considerable diseñando y operando a la computadora conectada una red de sistemas.

David Ahn, B.S., un graduado de informática, ha diseñado los módulos del software para FreeFlight, incluyendo aquellos usados para los datos de DICOM y estos accedan y permitan almacenamiento, la segmentación de la imagen, y 3D de superficie. Sus proyectos actuales incluyen el fraccionamiento y reducción de la 3D en la vía aérea y Geometría para la exploración del colon.

Gordon Hunt, M.S., es un miembro del personal técnico de las Tecnologías de Lucent y un fundador de WebFresco, la compañía responsable para el estudio de Tejido. Su investigación se ha centrado en el descubrimiento de lesiones de colon. Él esta trabajando actualmente en el área de tejidos.

## **II. INTRODUCCION A LA ANGIOPLASTIA CAROTIDEA**

La estenosis de la arteria carótida, particularmente, involucrando el origen de la arteria carótida interna, es un frecuente problema clínico. Estas estenosis, casi invariablemente son de origen arteriosclerótico, habitualmente esta patología es descubierta durante un examen físico ya que es común que este padecimiento sea asintomático, sin embargo también es común que se manifieste clínicamente con uno o más ataques isquémicos transitorios, estos mas frecuentemente relacionados a embolización de un trombo que se origine de la lesión estenótica o al estado de hipoperfusión secundario al grado de estenosis.

Se ha puesto claro que la estenosis asintomático que estrecha el diámetro de la arteria carótida interna entre un 60% y 70% lleva consigo una significativa incidencia de ataques isquémicos transitorios si no se trata médicamente.

El riesgo de ataque isquémicos transitorio o stroke asociado con una estenosis del 60% - 70% en los pacientes sintomáticos tratada con la terapia antiplaquetaria se demostró que existía una morbilidad del 26%. (36)

#### **A) Que es la Endarterectomia carotidea**

Un endarterectomia carotidea es un procedimiento quirúrgico en el cual el doctor quita los depósitos grasos de una de las dos arterias principales en el cuello para permitir el libre tránsito de la sangre abastecedora al cerebro.

Los problemas de la arteria carótida son más común en las personas de edad.

El proceso de la enfermedad que causa el aumento de grasa y otros materiales en la pared de la arteria se llama arteriosclerosis, popularmente conocido como " endureciendo de las arterias."

El depósito graso se llama placa,

El estrechamiento de la arteria se llama estenosis.

El grado de estenosis normalmente se expresa como un porcentaje del diámetro anormal de la apertura o luz del vaso

#### **B).-Por que realizar la endarterectomia**

Se realiza el procedimiento de endarterectomia carotidea para prevenir el stroke.

Dos grande ensayos clínicos apoyados por el Instituto Nacional de Desordenes Neurológicos y Stroke (NINDS) ha identificado a individuos específicos para quien la cirugía es favorablemente beneficiosa cuando es realizada por cirujanos competentes y en instituciones que pueden acatar las normas para poder llevar a cabo los estudios y procedimientos.

La cirugía ha sido un tratamiento benéfico para personas que ya han tenido un stroke o experimentado síntomas de un stroke y / o presenten una estenosis severa del 70 por ciento a 99 por ciento. En este grupo, se estima que la cirugía reduce el riesgo de stroke al año aproximadamente en un 80%. (42)

En un segundo ensayo, se ha encontrado que el procedimiento también es muy beneficioso para personas que se encuentran libres de síntomas pero tienen que tienen una estenosis severa de 60 por ciento al 99 el por ciento. En este grupo, se estima que la cirugía reduce el riesgo del stroke al año de aproximadamente 1 posibilidad en 10 a menos de 1 posibilidad en 20 de tener un evento isquémico o stroke .

Con la endarterectomia de la carótida y tratamiento con antiagregante plaquetario (aspirina) este riesgo se demostró que baja hasta 9%, lo que estadísticamente tiene una diferencia significativa.

En los pacientes sintomáticos con < 30% estenosis, la terapia medica es superior a la terapia quirúrgica.

Estudios que intentan definir el beneficio de la terapia medica vs. La terapia quirurgica en los pacientes sintomaticos con  $\leq 60\%$  de estenosis actualmente estan en marcha  
El incremento de pacientes con datos de estenosis carotidea y tratados quirurgicamente muestran la eficacia clara del tratamiento

A diferencia de los pacientes asintomaticos con una estenosis  $60\%$  en los cuales existe duda de como se deben de manejar, pues existe la duda si estuviere justificado un tratamiento quirurgico y exponer al paciente al riesgo de una cirugia con una estenosis limitrofe

En general el papel de la cirugia para el tratamiento de la estenosis del paciente asintomatico permanece polemico, algunas recientes opiniones sugieren que no puede ser indicado ya que no justifica exponer al paciente a un riesgo quirurgico (37)

En un estudio de calidad en el cual se selecciono a cirujanos experimentados, habia una reduccion modesta en el riesgo absoluto en los pacientes tratados quirurgicamente con una estenosis sintomatica del  $60\%$ , pero la importancia de estos hallazgos se ha debatido.(38,39)

Aunque la mortalidad asociada con el tratamiento con anti agregantes plaquetarios ha sido minima,(40) la cirugia claramente tiene significancia en cuanto al desarrollo de la morbilidad y mortalidad. Este riesgo varia en funcion de la habilidad y experiencia del cirujano y el personal auxiliar.

En un gran estudio de pacientes sintomaticos, (36) las proporciones de la complicacion eran:

Quirurgicas.-  $0.6\%$  la mortalidad  
Eventos cerebro vasculares peri-operatorios.-  $5.5\%$   
Stroke mayor.-  $2.1\%$

En una reciente revision de la literatura publicada, el riesgo de stroke y / o muerte en el paciente que se le realizo endarterectomia carotidea se encontro que algunos de los pacientes continuaron con sintomatologia, hasta un  $5.6\%$  de ellos mostraron algun tipo de sintomatologia, Por lo tanto podemos deducir que aun con un tratamiento quirurgico de la estenosis de la arteria carotida puede existir un grupo de pacientes sintomaticos. aunque la incidencia es baja pero tiene un componente significativo con relacion a las complicaciones peri-procedimiento. (36)

Sin embargo, mas pretenciosamente, segun el analisis actual, que fue realizado por 2 años el riesgo de un stroke ipsilateral tratado medicamente y con endarterectomia se redujo a un  $9\%$  para los pacientes quirurgicos esto habla de una reduccion de aproximadamente un  $17\%$  en el riesgo absoluto de la cirugia.(36)

Subsecuentemente se desarrollo por Gruentzig (41) en los inicios de los 70s. el uso de la angioplastia con la utilizacion de un globo para el tratamiento de la arteriosclerosis y de la estenosis vascular esta tecnica ha ganado una gran aceptacion

Existen muchos estudios que involucran muchos sistemas del organismo, en el cual se esta utilizando la angioplastia transluminal percutanea (PTA) y que han demostrado ser eficaz

A pesar de todos estos estudios, sin embargo, hay todavia debata sobre su la eficacia relativa, se compararon con la cirugia, principalmente, porque a largo termino despues de que se realiza el procedimiento PTA existe la posibilidad de reestenosis, esto esta bien documentado ya que despues de la dilatacion en algunas arteria perifericas y renales se han llegado a detectar infarto renal y periferico. (42,43,44)

Los stents vasculares han ganado una gran popularidad en estos ultimos años. Hay muchos tipos de stents que poscen características diferentes.

Actualmente algunas compañías están buscando su aprobación por la FDA para hacer uso clínico de ellos, mientras que otras compañías est n comercializando activamente o estan investigando nuevas propiedades y características de los stents en Estados Unidos.

En casi todos estudios que comparan la PTA sin el uso de stents y el uso de stents directamente, se ha demostrado que con el uso de stents se ha tenido un resultado favorable y más alto comparado con el uso de la angioplastia exclusivamente.(45,46)

Durante los últimos 2 a 3 años ha habido mucho interés en el tratamiento de la estenosis carotidea extracraneal con angioplastia vs. Colocación de stents.

Varios informes se han publicado de angioplastia carotidea y uso de stent. Estas se han presentado en las recientes reuniones medicas y las sesiones científicas.(47,48,49)

La presente facilidad para realizar la angioplastia carotidea con el uso de stent. Ha atraído considerablemente la atención de la comunidad medica. Un estudio multicentrico y aleatorizado ensayo clinico patrocinado por el area medica y que se encarga de la investigación de los beneficios de esta técnica esta en marcha en el Reino Unido.(50) y por lo menos uno mas esta bajo consideración en los Estados Unidos

El potencial para la realización de esta relativamente fácil técnica es la de poderla realizar a un bajo costo, quizá en este momento sea ilusorio pensar en eso, sin embargo se esta apelando y se esta tratando de justificar el uso de la angioplastia percutanea con stent como una alternativa de tratamiento en lugar de la endarterectomia.

Sin embargo deben de considerarse varios puntos antes de proponerse el uso del stent carotideo .

PRIMERO.- El beneficio de la endarterectomia carotidea en los pacientes sintomaticos se ha demostrado convincentemente en estudios aleatorizados. Que la tasa de complicaciones se ha definido bien y, aunque aparece variado en la literatura, el riesgo es aceptablemente bajo en las manos de cirujanos experimentados

SEGUNDO.- Aunque la angioplastia carotidea y el uso de stent Son menos invasivos que la cirugía, los riesgos durante un procedimiento diagnóstico o tratamiento de la carótida al momento de realizar la angiografía están en relación directa con la manipulación del catéter. En algunos informes los riesgos se acercan a los de un procedimiento de endarterectomía carotidea. Antes del procedimiento PTA carotidea y colocación del stent Debe ser considerado informar la morbilidad y proporciones de mortalidad y deben ser claramente informado al realizar un estudio.

TERCERO .- Diferente a como ocurre en la oclusión de la angioplastia iliaca, la oclusión de la arteria carótida lleva el riesgo de producir un infarto cerebral, Además en el caso de que llegue a ocurrir reestenosis después de la colocación del stent., La terapia quirúrgica puede llegar a ser difícil si no es que imposible. Esto es no verdadero para las intervenciones de la técnica percutánea en los otros sistemas vasculares. Ninguna de estas preocupaciones se ha llevado fuera en estudios experimentales, pero más datos son claramente necesarios enfocar mejor estos problemas potenciales.

CUARTO.- la endarterectomía carotidea es relativamente un procedimiento seguro y barato con un periodo generalmente breve asociado a la hospitalización. Es un procedimiento que actualmente se realiza frecuentemente, el tipo de anestesia usado es regional o local, con excelentes resultados.

Sin embargo, todo esto no es verdad para otras patologías en las cuales la alternativa quirúrgica no es mejor que el uso del stent., Entre los ejemplos podemos mencionar la desviación coronaria, tortuosidad de las arterias carótidas, cirugía aorto-bifemoral o femoral el injerto de arteria poplitea, Ya que el éxito, las complicaciones y la estancia intra-hospitalaria prolongada es aceptable cuando es realizada por un cirujano con manos experimentadas.

A pesar de esto la Angioplastia percutánea con uso de stent carotideo es igual e incluso mejor que el procedimiento de endarterectomía carotidea. Y se logra poner en menos riesgo, complicaciones y tiempos de estancia intra hospitalaria más cortos. Incluso en los pacientes que se consideran de alto riesgo.

A estas alturas, el empleo de la técnica de angioplastia carotidea y stent de la carótida debe reunir ciertos requisitos pero justificables. Además se sugiere llevar un seguimiento de los estudios realizados con la finalidad llevar a cabo una vigilancia y poner en la balanza los beneficios de esta técnica comparados contra la endarterectomía carotidea a manera de ensayo o estudio.

Tomando en cuenta los siguientes puntos

Primero.- los síntomas y secuelas de enfermedad del cerebrovascular en los pacientes elegibles debe declinarse bien.

Segundo - los estudios realizados deben permitir el entrenamiento de los participantes para superar lo más posible una curva de aprendizaje y superar los problemas.

Tercero.- los pacientes incluidos deben de ser enrolados y darles un seguimiento por un periodo suficiente de por lo menos dos años, esto permitira las comparaciones adecuadas y estadísticas Para mostrar la equivalencia entre los dos tratamientos

Si bien es cierto existen dificultades, estas pueden ser aleatorias ya que la tecnología de los stents esta en evolución y actualmente ya estan disponibles en el mercado mejores y mayor numero de stents. Por lo tanto en caso de que se realice un estudio prospectivo debe permitir la inclusión de los adelantos tecnológicos.

### **C).- Que es un stroke**

Un stroke ocurre cuando el flujo sanguíneo del cerebro es insuficiente para mantener perfusión sanguínea de la neurona consecuentemente las funciones básicas de la célula no pueden ser llevadas a cabo y la neurona muere debido al flujo disminuido

En algunos casos, pedazos pequeños de placa aterosclerótica en la arteria carótida pueden desprenderse y ser transportada por el flujo sanguíneo a una arteria de menor calibre en el cerebro bloqueándola y causando un stroke.

La apertura estrecha de la carótida estenosada puede ser una fuente de trombos sanguíneos que viajan al cerebro estos pueden ser llevados por la circulación y producir un stroke.

### **D).- Como advertir que estamos frente a un stroke**

Las señales de advertencia y síntomas del stroke incluyen:

Debilidad súbita o entumecimiento de la cara, brazo o pierna

Perdida de la visión, particularmente en un ojo

Dificultad súbita en el habla

Incomprensión del lenguaje

Dolor de cabeza severo súbito sin causa conocida

Vértigo inexplorado

Caidas súbitas

La duración de los síntomas pueden variar en duración si se presenta solo por unos momentos y desaparece dentro de las primeras 24 horas esto puede ser llamado ataque isquémico transitorio (TIA). En caso de que el déficit neurológico persista mas de 24 horas podemos pensar que estamos frente a un caso de stroke.

### **E).- Factores de riesgo para un stroke**

Los factores de riesgo que pueden ser modificables para prevenir un stroke son

- \* La prevención del stroke es la mejor medicina
- \* Control de la presión arterial.
- \* Evitar el cigarro
- \* La prevención de enfermedad del corazón.
- \* El control adecuado de la diabetes disminuye las posibilidades de stroke
- \* El ataque isquémico transitorio se consideran episodios breves de stroke y nos están advirtiendo de un problema mayor, hay que tratarlos y buscar su origen

Un obstáculo del vaso sanguíneo llámese estenosis o placa es la causa más común de stroke y es responsable de aproximadamente el 75% de las muertes en los 150,000 casos de stroke en E U cada año.

El stroke es la tercera principal causa de muerte en EUA después de las muertes causadas por cardiopatías y cáncer.

Hay 500,000 a 600,000 nuevos casos stroke en Estados Unidos cada año. Aproximadamente han sobrevivido a un evento de stroke 3 millones de americanos pero más de 2 millones de han quedado con un grado de invalidez permanente.

En la mayoría de los casos, la enfermedad puede descubrirse durante un examen físico rutinario.

Algunas de las pruebas que el médico puede usar para apoyarse en la búsqueda de una estenosis carotídea incluyen:

#### **F).- Pruebas y exámenes para apoyarse en la búsqueda de estenosis carotídea.**

La historia y el examen físico

El ultrasonido Doppler

La tomografía computada

La Angiografía con sustracción digital (DSA),

Y la Angioresonancia (MRA).

1.- La historia y el examen físico.

Se preguntara por los síntomas de un stroke, si ha existido debilidad de una extremidad o entumecimiento de algún músculo, alteraciones en el lenguaje o dificultades con la visión. Usando un estetoscopio, se puede escuchar soplo carotídeo durante la auscultación del cuello, sin embargo, existen obstrucciones arteriales que pueden cursar sin datos de soplos.

O bien pueden existir pequeñas obstrucciones las cuales tienen un bajo riesgo que pueden llegar a producir soplos

## 2 - El ultrasonido Doppler

Esto es un método no invasivo , sin dolor, que consiste en la emisión de ondas de sonido sobre el rango del oído humano que se envían al cuello por medio de un transductor , los ecos de ese sonido rebotan con las estructuras de tejidos blandos del cuello regresan al transductor y una computadora los registra y forma una imagen en tiempo real de los tejidos del cuello y de los vasos sanguíneos logrando así visualizar las estructuras vasculares. El ultrasonido es un método rápido sin riesgos para el paciente relativamente barato y sin dolor Sin embargo, existe una pequeña posibilidad de error, ya que de vez en cuando una placa con un nivel de alto riesgo de vez en cuando es reportada como de bajo riesgo. e inversamente una de bajo riesgo en ocasiones es reportada como de alto riesgo.

Existen diferentes condiciones que se deben reunir para evitar reportes anormales como por ejemplo que el ultrasonido este bien calibrado, poder visualizar adecuadamente la anatomía de la región estudiada, con una buena evaluación del flujo sanguíneo ya que la sangre produce turbulencia y eso nos puede producir una inadecuada evaluación de la caracterización de la placa.

Por último, la realización de un ultrasonido carotideo requiere de personal entrenado ya que es un estudio que requiere de mucha habilidad que no siempre esta disponible.

## 3.- Tomografía computada (CT).

Esta prueba consiste en la emisión en rayos x de forma cruzada sobre el área anatómica a explorar, habitualmente no es un buen método para estudiar la carótida enferma pero puede pedirse para investigar otra posible causa de los síntomas

## 4.- Arteriografía y Angiografía con Substracción Digital (DSA)

Arteriografía es un rayo X de la arteria carótida tomado cuando un pequeño y flexible catéter se introduce en la arteria femoral y se manipula hasta hacerlo llegar hasta la arteria carótida común o carótida interna desde ahí se inyecta un líquido el cual es radio opaco y se logra visualizar las estructuras vasculares, los inconvenientes son que durante la inyección del material de contraste el paciente puede sentir una sensación calurosa.

La Angiografía por sustracción digital también es un estudio de rayos X de la arteria carótida. Es similar a la arteriografía convencional solo que usa menos cantidad de contraste. Estos procedimientos son sumamente invasivos. son mas caros y lleva su propio riesgo aunque pequeño pero latente de causar un stroke

## 5.- Angioresonancia (MRA)

Esta es una técnica de imagen que evita los riesgos todavía asociados con los rayos X y la inyección del material de contraste. Un MRA es un tipo de resonancia magnética que usa un software especial para crear una imagen de las arterias en el cerebro. Al igual que la RMN la

angiioresonancia se vale de poderosos campos magnéticos para crear una imagen detallada de los tejidos del cuerpo

El soporte principal para la prevención del stroke es la detección de factores de riesgo

Evitar el tabaquismo

Control de la presión arterial

Detección y control de enfermedades del corazón,

Control de la diabetes en caso de que los pacientes la padezcan

Adicionalmente, algunos médicos pueden prescribir la aspirina, warfarina, o ticlopidina

### **III.- TRATAMIENTO DE LA ESTENOSIS CAROTIDEA**

#### **A).- Angioplastia Transluminal Percutanea**

La angioplastia transluminal percutanea (ATP) ha sido incluida en el arsenal terapéutico del tratamiento de las estenosis vasculares desde hace ya bastantes años, tras la primera descripción y utilización de la técnica por Dotter y Judkins (51) en 1968, perfeccionada posteriormente por Gruntzig et al (52).

Sin embargo, el potencial riesgo de embolias distales durante y posteriormente al procedimiento, retrasó que se planteara su posible uso en los territorios carotideo y vertebrobasilar. Kerber et al. (53) y Hodgins et al. (54) fueron los primeros en realizar angioplastias carotideas. Desde entonces, diversos grupos empezaron a incorporar esta técnica tratando de aclarar su rentabilidad en el tratamiento de la estenosis carotidea sintomatica de diferentes etiologia (55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67).

Recientemente, se ha sugerido que la implantación de stent junto con la angioplastia, mejora sus resultados (68)

Los stent son cuerpos extraños (mallas) metálicos que se colocan en la arteria y permanecen indefinidamente en ella, manteniendo la dilatación que se produce con la angioplastia.

La demostración de una alta proporción de re-estenosis carotidea con angioplastia simple, ha sugerido, recientemente, que la implantación de stents puede ser el método adecuado en la terapéutica de las estenosis de carotida. A pesar de ello, se ha descrito que la implantación de stents puede producir diversos problemas

- \* Trombosis del stent.- Est influida por la pericia del neuroradiologo intervencionista. Asimismo, se ha comprobado que los fármacos antitromboticos reducen su frecuencia
- \* Migración del stent.- Es excepcional y depende de la pericia del neuroradiologo
- \* Embolismos.- Se han demostrado mediante Doppler transcraneal pero son asintomáticos
- \* Deformación del stent - Se producía con determinados productos. Los nuevos stents ya no lo provocan

Sin embargo, estas complicaciones parecen ser de baja frecuencia y muy dependientes de la experiencia de los grupos que realizan la técnica.

A pesar de ello, se ha sugerido algunas posibilidades para reducir el riesgo de algunas de estas complicaciones, que mejorarían los resultados. Así, Theron y cols. (99,70) han introducido la técnica de protección cerebral con balón distal (usando un catéter coaxial de tres vías) que se complementa con la colocación de endoprótesis, lo que para estos autores, se reduce la morbilidad como el número de re-estenosis (69,70,71,72,73).

### **B).- La endarterectomía en la estenosis carotídea**

La estenosis carotídea está asociada a un riesgo mayor de ictus en el territorio donde se halla (74,75,76,77,78). La comparación entre los resultados de la endarterectomía y el tratamiento médico motivaron una amplia controversia en la anterior década (79,80,81,82,83). Diferentes ensayos clínicos han aportado una importante información sobre la actitud que debe seguirse con estos pacientes (84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,97).

El European Carotid Surgery Trial (ECST). Es un estudio multicéntrico europeo que comparó la endarterectomía con el tratamiento médico. En una primera comunicación se informó que la cirugía no era eficaz en pacientes con estenosis inferiores al 30%.

En estenosis mayores del 70% se obtuvo que la probabilidad significativamente menor de presentar un ictus en los pacientes intervenidos que en los sujetos bajo tratamiento médico de forma exclusiva (10.3% frente a 16.8%, con un tiempo de seguimiento de 2.7 años) siendo la presencia de morbi-mortalidad operatoria del 7.5%. Posteriormente, no se pudo demostrar que la endarterectomía en estenosis moderadas fuera beneficiosa. Recientemente, se ha llamado la atención en la existencia de factores pronósticos para la aparición de complicaciones en la intervención y que la contraindicaran, especialmente en estenosis muy severas (100).

El North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) también mostró una reducción del riesgo en pacientes intervenidos frente a pacientes bajo terapéutica médica (26% frente al 9% con una morbi-mortalidad operatoria del 5.8%) con estenosis superiores al 70%.

El Veterans Administration Cooperative Study (VACS) se interrumpió tras los resultados anteriores, cuando también parecía demostrar que la endarterectomía era superior al tratamiento médico.

Los estudios sobre la indicación en pacientes con estenosis carotídeas asintomáticas también han sido motivo de discusión.

El Carotid surgery medical therapy in Asymptomatic carotid stenosis (CASANOVA) incluyó estenosis asintomáticas de más del 50% y no demostró diferencias significativas

Por el contrario el Veterans Administration trial on asymptomatic carotid stenosis mostró una reducción de la aparición de ictus.

El Asymptomatic Carotid Artery Stenosis Study (ACAS) también ha mostrado una reducción del riesgo en los pacientes quirúrgicos en estenosis mayores de 60%

En ACAS el seguimiento medio fue de 2.7 años, y la incidencia obtenida para ictus ipsilateral y muerte fue 5.1% para el grupo quirúrgico y 11% para el grupo médico. Sin embargo, en ACAS la morbi-mortalidad operatoria fue solo del 2, 3%

El Asymptomatic Carotid Surgery Trial es un estudio europeo tendente a confirmar los datos obtenidos por ACAS.

### **C).- La angioplastia en la estenosis carotidea.**

La mayor experiencia en Estados Unidos sobre la utilidad de la angioplastia carotidea es el North American Cerebral Percutaneous Transluminal angioplasty register (NACPTAR).

Sus datos iniciales han mostrado en 147 pacientes una incidencia a los 30 dias de muerte e ictus del 9% (101,102).

En España, Gil-Peralta y el grupo de Sevilla con una muestra muy grande presentó una incidencia muy baja de complicaciones (103) El estudio CAVATAS randomizó a 504 pacientes, con una media de estenosis del 86% y siendo sintomaticos un 90%. En este estudio se mostró un incremento de la reestenosis con relación a la cirugía, con la misma incidencia de complicaciones (104,105)

La mayor consecuencia de CAVATAS es la recomendación de implantar stent cuando se realiza una angioplastia a fin de reducir la aparición de re-estenosis.

### **D).- Riesgos de la utilización del stent en estenosis carotidea.**

#### **1 Riesgo Inmediato (a los 30 días)**

Se considera riesgo inmediato la aparición de ictus o muerte de cualquier origen en los treinta primeros días tras el procedimiento.

#### **2. Riesgo a largo plazo.**

El riesgo de la Angioplastia carotidea con implantación de stent en el seguimiento a largo plazo en la literatura, es más difícil de definir, dado que el tiempo de seguimiento de los estudios es muy bajo, aunque parece que la aparición de eventos es menor que el tratamiento medico. Sin embargo, la ausencia de ensayos clínicos controlados dificulta que de estos datos puedan desprenderse conclusiones con garantías.

### 3. Incidencia de Re-estenosis

Hay muy pocos estudios sobre la incidencia de re-estenosis. El estudio de Roubin (107), presentó 5 pacientes sobre 104 (4,8%), Whooley (111) 1 sobre 108 (0,9%), Bergueron 3% (119) y Yaliv 4 (110) sobre 81 (4,9%). Griewing y cols (128) han publicado el seguimiento por Doppler en estenosis de más del 70% (NASCET) tras angioplastia con stent. A los 18 meses dos pacientes presentaban estenosis del 50% y dos casos de hiperplasia en la zona del stent. Al contrario que en la angioplastia simple, parece que la re-estenosis es infrecuente.

## IV.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos de nuestro estudio fueron evaluar con imágenes generadas por la tomografía axial computarizada y navegación endovascular los stent colocados a los pacientes con el fin de determinar

- La estructura del stent
- La posición del stent
- La presencia de estenosis o re-estenosis
- La epitelización en el stent

El tratamiento y manejo de las estenosis carotídeas con el uso de stents carotídeos son un procedimiento relativamente nuevo en el área de la neuroradiología, mediante el cual se procede a colocar una malla expandible en la luz arterial del vaso que se encuentra estenosado, mediante un procedimiento de mínima invasión y cuya finalidad es restablecer el calibre del vaso afectado.

Con el presente estudio se pretende determinar que el uso de la tomografía 3D y navegación endoscópica intraarterial es un procedimiento con el cual podemos evaluar y dar seguimiento a los stents carotídeos.

Otro punto importante es la de realizar procedimientos en los cuales el paciente sea sometido a técnicas de mínima invasión, esto con la finalidad de minimizar los periodos de estancia intra hospitalaria, riesgo de infecciones nosocomiales, complicaciones y por consiguiente reducir los costos del tratamiento global del paciente.

Una de las grandes ventajas de la endoscopia virtual es que nos proporciona imágenes de alta resolución de la anatomía interna del paciente simulando una examinación endoscópica real, pero sin las molestias que esta produce, además de no necesitar anestesia, no existe tampoco el riesgo de perforación.

Y con el beneficio de obtener información adicional durante la exploración virtual como distancia, tamaño, contornos y densidad.

## V.- HIPOTESIS

Con la realización de este estudio se genera una hipótesis la cual es para nosotros el punto de partida de nuestro estudio

Nos preguntamos si la endoscopia virtual es un método eficaz y confiable para evaluar cambios como la posición, colapso, estenosis o re-estenosis y datos que nos informen si esta siendo bien recibido por el endotelio vascular

#### **VI.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN PARA LA COLOCACION DE STENTS CAROTIDEOS Y EVALUACION POR ENDOSCOPIA VIRTUAL**

Sexo indistinto

Edad entre 30 y 80 años

Y alguno de los siguientes eventos :

Accidente isquémico transitorio (AIT):

Déficit neurológico de menos de veinticuatro horas de causa isquémica, demostrada por la ausencia de hemorragia en la tomografía computarizada o resonancia magnética en un máximo de tres semanas tras el episodio o la demostración de un infarto cerebral en ambas técnicas correlacionable topográficamente con la clínica

Infarto cerebral establecido (IC).

Déficit neurológico de mas de veinticuatro horas de causa isquémica, demostrada por la ausencia de hemorragia en la tomografía computarizada o resonancia magnética en un máximo de tres semanas tras el episodio o la demostración de un infarto cerebral en ambas técnicas correlacionable topográficamente con la clínica.

Estenosis de carotida sintomatica (EC).

Estenosis de carotida Demostrable mediante Angiografía entre un 60% y 85% de reducción de la luz según los criterios de ECST, correlacionable con la clínica.

#### **VII.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN PARA LA COLOCACION DEL STENT CAROTIDEO Y REALIZACION DE TOPOGRAFÍA CON ENDOSCOPIA VIRTUAL**

- Ictus del territorio vertebrobasilar
- Alteraciones graves de la coagulación o de problemas hemorrágicos
- Causas emboligenas de origen cardiaco demostrables que pueden cuestionar el origen aterotrombotico del evento cerebrovascular

- Hemorragia cerebral
- Pacientes con demencia vascular con alteración cognitiva grave que dificulten entender los requerimientos del estudio
- Estenosis carotídea por radioterapia
- Estenosis arteriales del territorio vertebrobasilar
- Causas no arterioescleróticas de estenosis carotídea: vasculitis inflamatorias, síndromes de hiperviscosidad, traumáticas, infecciosas, etc.
- Pacientes que hayan sido sometidos previamente a endarterectomía o ya se les haya practicado una angioplastia en este u otro territorio vascular cerebral
- Pacientes con eventos cerebrovasculares que, por ausencia de la realización de una tomografía computerizada o resonancia magnética, no pueda asegurarse la naturaleza isquémica del mismo.
- Alergia al contraste yodado, que impida la Angiografía
- Imposibilidades técnicas (vía iliofemoral impracticable, bucles carotídeos,...) para realizar el método terapéutico.
- Embarazo
- Pacientes fuera del rango de edad

## **VIII.- PLANEACION**

### **1. Aspectos éticos**

El investigador tiene la responsabilidad de informar a los pacientes previamente al reclutamiento del carácter experimental del estudio.

### **2. Información a los sujetos y consentimiento.**

El investigador informará al sujeto o, cuando proceda, al representante legal autorizado del sujeto (por ejemplo, un progenitor, tutor, pariente más próximo, o cualquier otra persona o institución con jurisdicción) de todos los aspectos relacionados con la participación del sujeto en el estudio

## **IX.- MATERIAL Y METODOS**

La duración del estudio fue de aproximadamente 11 meses, la recolección de pacientes se inicio desde noviembre de 1999 y termino

En octubre del 2000 hasta esta fecha, se ha realizado la colocación de 11 stents en 11 pacientes y a todos se les ha realizado procedimiento de navegación endoscopica virtual

A cada paciente incluido en el protocolo se le realizaron los siguientes estudios de laboratorio y gabinete.

### **Historia clínica completa**

Estudio socioeconómico

### **Estudios paraclínicos**

BH, plaquetas, TP y TTP. ( perfil hematológico)

Química sanguínea

Perfil de lípidos

Pruebas cruzadas

### **Estudios de gabinete**

Electrocardiograma

Teleradiografía de tórax

Interconsulta con el departamento de anestesiología

Valoración neuropsicológica pre y post colocación de stent

Estudios de gabinete.

Doppler carotídeo reciente

Doppler transcraneal

Angio TC

RMN T2 axial 24 Hrs previas al estudio

RMN T2 axial 30 días después de la colocación del stent

Panangiografía

Tramitación del ingreso hospitalario

Realización del procedimiento endovascular

Angio TC con realización de endoscopia virtual

Inmediatamente posterior a la colocación del stent

A las 4 semanas de colocado el stent

Vigilancia neurológica post Angiografía

Se utilizaron 3 tipos de stents de diferentes compañías y materiales:

Easy wall stent de la compañía Boston Científico el material de fabricación de este stent es de acero.(fig. 3 y 3a)

Smart stent lo proporciono la compañía Cordis y el material de fabricación es de una aleación de níquel-titanio.

Memo Therm es de la compañía Bard y también es de una aleación de níquel-titanio (Fig 4 y 4 a)

Cabe mencionar que a los stents antes mencionados se les realizó un estudio de navegación virtual "in vitro" obteniendo imágenes de ellos y fotografiándolos en las diferentes modalidades posibles ( cortes axiales, reconstrucciones 3D, reconstrucciones de superficie,(Fig. 5) y navegación endoscópica Fig 6 a y 6 b)

La adquisición de las imágenes se realizaron con un equipo de tomografía helicoidal de última generación de la compañía General Electric ( Hi speed Advantage) Fig 7,8

El protocolo óptimo recomendado para la adquisición de las imágenes es que se utilizara una colimación de 3 mm y un "pitch" de 1.0., una vez obtenidas las imágenes se procesan en una estación de trabajo que posee los soft ware de navegación virtual y reconstrucción 3D. (Fig.9)

Las imágenes obtenidas son fotografiadas en una placa 14 x 17 y posteriormente son evaluadas y comparadas con los estudio previos y por un neuroradiólogo.

## **X.- PROCEDIMIENTO**

La aplicación de la terapéutica supone atravesar la estenosis con el stent y posterior despliegamiento del mismo adaptándose a la pared de la arteria. Posteriormente, se realiza una angioplastia con un balón de dilatación hasta obtener una luz arterial hemodinámicamente suficiente.(Fig 10)

La intervención ser realizada por un neuroradiólogo que cumpla los criterios de acreditación del estudio, junto a un equipo de anestesia

Una vez colocado el stent en la carótida del paciente se retira el material del procedimiento endovascular se realiza compresión del sitio de punción por aproximadamente 15 min. Y se traslada el paciente a la sala de tomografía donde se le realiza la angio tomografía con endoscopia virtual. Para después trasladar a su sala al paciente donde se le vigilara neurológicamente de una manera estrecha.

Además se citara al paciente a la 4 semana para la realización de el estudio subsecuente de angio TC. Y control con ultrasonido doppler (Fig 11 y 12)

## **XI.- TRATAMIENTOS CONCOMITANTES**

Todos los pacientes posterior a la colocación del stent carotideo recibieron tratamiento antitrombotico

Tratamiento antitrombotico

Tratamiento antitrombotico Copidogrel (Plavix ), como primera elección a dosis de 75 mg una vez al día. Los beneficios de este fármaco ha sido constatado en un amplio ensayo clínico, donde se ha demostrado superior a aspirina (82)

En caso de intolerancia, Aspirina a dosis de 300 mg al día en una sola dosis, que también se ha demostrado superior a placebo (83,84,85)

No podrá utilizarse copidogrel en las siguientes situaciones

Pacientes con hipersensibilidad a copidogrel o cualquier componente del fármaco  
Trombocitopenia con número de plaquetas inferior al 100 000 por ml de sangre total  
Neutropenia con número de leucocitos inferior a 1000 por ml de sangre total

## **XII.- EVALUACION DE LA RESPUESTA Y DESARROLLO DEL ENSAYO CLINICO (RESULTADOS)**

Se examinaron 11 pacientes con diagnostico clínico y por imagen de estenosis carotídea la cual era de mas del 60 % de estos pacientes. 5 eran de sexo masculino y 6 eran de sexo femenino.

La edad de los pacientes variaba entre los 48 y 81 años siendo el promedio de edad de 69,3% años

De estos pacientes 10 fueron tratados en el instituto nacional de neurologia y neurocirugia y fue tratado solamente 1 a través de hospital privado ( Hospital Angeles del Pedregal )

Los síntomas clínicos de la estenosis fueron variados entre los que podemos mencionar:

1. Cefaleas
2. Parestesias
3. Paresias
4. Alteraciones del lenguaje
  - Disartria
  - Dislalia
5. Prosopagnosia

Los pacientes incluidos en el protocolo de estudio deberán de tener una puntuación menor de 3 Según la escala de Rankin para incluirlos en el protocolo de estudio.

Escala de Rankin:

- 0- sin síntomas,
- 1- síntomas menores,
- 2- alguna limitación en el estilo de vida, pero independiente
- 3- limitación importante en el estilo de vida o necesidad de alguna ayuda
- 4- dependiente, pero no requiere atención constante

5- dependencia completa. necesita atención día y noche.

A estos pacientes se les realizó los estudios de inclusión en el protocolo en el que se encontraron datos de estenosis carotídea la cual era mayor del 60% en todos los casos esta detectada por ultrasonido carotídeo y confirmada por Angiografía y angio TC (Fig 13)

Se informó al los pacientes de las alternativas de tratamiento en la cuales se incluía la endarterectomía y la angioplastia con uso de stent carotídeo.

Posterior a la aceptación de tratamiento endovascular con uso de stent se procedió a la programación del estudio

Una vez realizado el procedimiento se procedió a la realización inmediata de la angio TC. La cual nos permitió evaluar el stent y la estructura del mismo en las primeras horas posterior a la colocación. No se presentaron complicaciones.(Fig 14,15)

Durante la colocación del stent.

Las imágenes obtenidas inmediatamente después del procedimiento mostraron la luz permeable del stent así como su superficie haciendo notar que las placas ateroscleróticas que estaban disminuyendo la luz ahora se encontraban desplazadas por fuera del stent.

Además se pueden observar los bordes de inicio y finalización donde se colocó el stent que en el primer estudio mostraron irregularidad y diferencia entre la carótida sana adyacente lo cual podríamos definir como "escalón" entre el stent y la carótida.(Fig. 16,17)

Con el uso de la angio TC se demostró la adecuada posición del stent tomando como referencia la Angiografía que se realizó durante el procedimiento de colocación de stent

Al mes de realizado el procedimiento de colocación de stent se realizó una vez más el estudio angio tomográfico donde corroboramos la posición del stent además de demostrar que la luz del vaso tratado estuviera permeable.

Se buscó cambios en el calibre del vaso donde estaba colocado el stent en búsqueda de datos que nos sugirieran colapso o reducción de la luz arterial no evidenciando los mismos.(Fig 18)

El "escalón" o borde apreciado en el estudio inicial era menos evidente lo cual nos habla de que el stent está siendo bien recibido por el endotelio vascular.

Otra de los puntos a evaluar fue determinar si en algún punto de la extensión de la superficie del stent se presentaba algún proceso focal de engrosamiento de la pared que pudiera condicionar estenosis de la arteria tratada conocido como hiperplasia del complejo intima-media, esto fue valorado con el estudio inicial y el estudio practicado al mes del tratamiento se compararon entre sí y se logró determinar que no había dicho proceso

### **XIII.- DISCUSION**

Nuestra población a pesar de ser pequeña nos produjo resultados de gran valor desgraciadamente no podemos ser comparativos con otra serie de estudios ya que al parecer esta es la primera serie de pacientes evaluados de esta manera

Se logro dar seguimiento a la posición y estructura del stent además de valorar su permeabilidad y su superficie interna

En ninguno de los casos se presentaron complicaciones ni durante el procedimiento ni posterior al procedimiento.

Se presento en una sola ocasión una reacción adversa al material de contraste la cual se presento como eritema generalizado inmediatamente después de la administración de material de contraste sin representar peligro para el paciente, y fue manejada en la sala de Angiografía con clorotrimeton intravenoso, cediendo los sintomas en el transcurso de una hora aproximadamente.

La navegación virtual endoscopica se realizo en la estación de trabajo anexa al tomógrafo se valoro con especial atención la angio arquitectura interna de los vasos realizándose el procedimiento de navegación virtual tanto antes como después del procedimiento de colocación del stent, se observaron con gran claridad y calidad las irregularidades de la superficie interna del vaso afectado por la placa aterosclerotica así como la disminución de calibre del vaso sanguíneo afectado.

Se determino la permeabilidad del stent posterior a la colocación del mismo y un mes después se re-valoro su permeabilidad y su posición la cual mediante el uso del tac y la navegación virtual fue posible valorarlo y constatar que no había habido variaciones en el mismo.

Una observación importante que debemos de tomar en cuenta es que la navegación endoscopica y angio TC en comparación con la angiografía es que disminuye el costo, invasividad, y tiempo de diagnostico.

También cabe mencionar que se necesita menos personal para la realización de una angio TC con navegación endoscopica por que para la realización de este estudio se necesita solamente un técnico radiólogo y una enfermera mientras que para la Angiografía se necesita un anestesiólogo, un técnico que opere el equipo de sustracción digital, una enfermera circulante, un neuroradiologo y un ayudante del neuroradiólogo para hacer el procedimiento.

Sin incluir en esto que el paciente se expone a un estudio sumamente invasivo y que pone en riesgo su vida.

Que necesita permanecer internado un mínimo de 8 hrs. Y que debe guardar reposo absoluto por lo menos otras 24 hrs. Posterior al estudio.

Una contribución importante de este estudio es que la endoscopia virtual es una herramienta útil de la nueva generación de aparatos y nos provee de un nuevo punto de vista para conocer la anatomía que hace unos cuantos años era imposible de imaginar

#### **XIV.- CONCLUSIONES**

Después de analizar los resultados de esta investigación podemos concluir lo siguiente

La navegación endoscópica así como la angio-TC fue un método que nos permitió evaluar de manera rápida, segura y con un mínimo de molestias e invasividad la endo-prótesis (stent) que le fue colocada al paciente

La navegación endoscópica nos proporcionó información de la anatomía interna de la arteria estudiada así como de la prótesis colocada la cual si no es imposible si es técnicamente difícil proporcionada por otras técnicas

La angiotomografía y la navegación endoscópica no puede reemplazar la Angiografía como técnica diagnóstica, pero sí puede ser una alternativa sumamente valiosa en casos donde no se pudiera ejecutar una Angiografía.

Fig. 1 Esquema que ejemplifica un procedimiento de endoscopia real

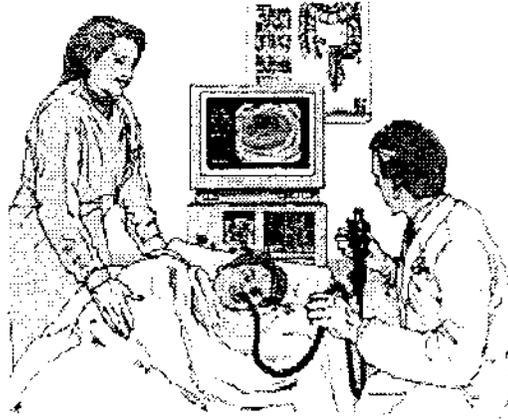


Fig. 2 Esquema que presenta un endoscopio real



Fig. 3 Fotografía de stent de la compañía Boston Cientific (Easy Wall Stent)

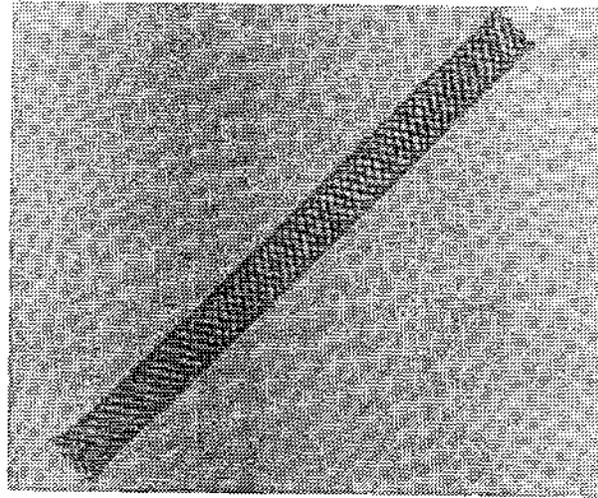


Fig. 3 a Fotografía de stent de la compañía Boston Cientific (Easy Wall Stent)

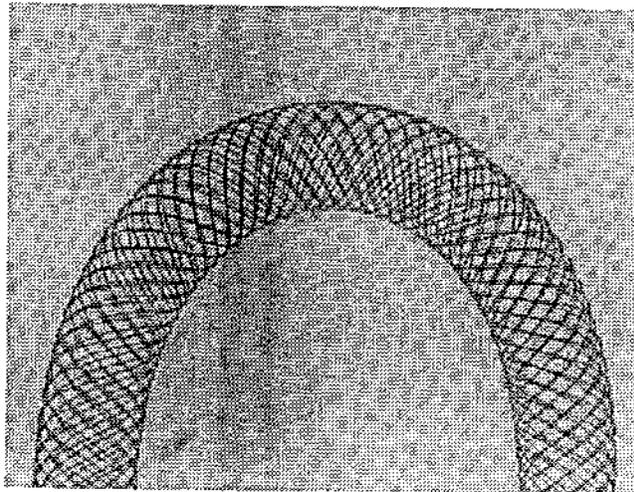


Fig. 4 Fotografia de stent de la compa nia Bard (Memo Therm)

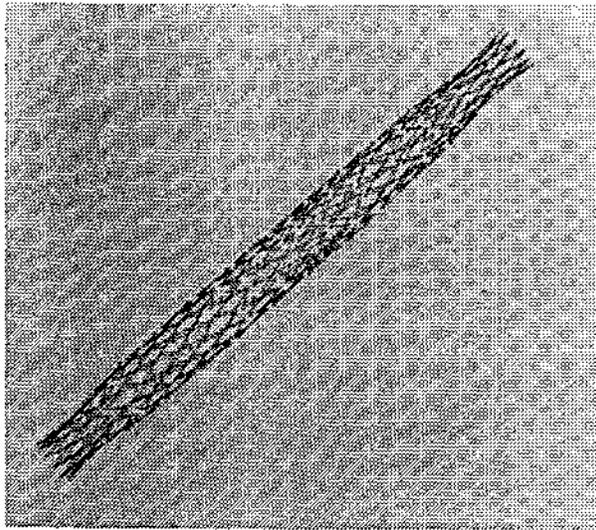


Fig. 4 a Fotografia de stent de la compa nia Bard (Memo Therm)

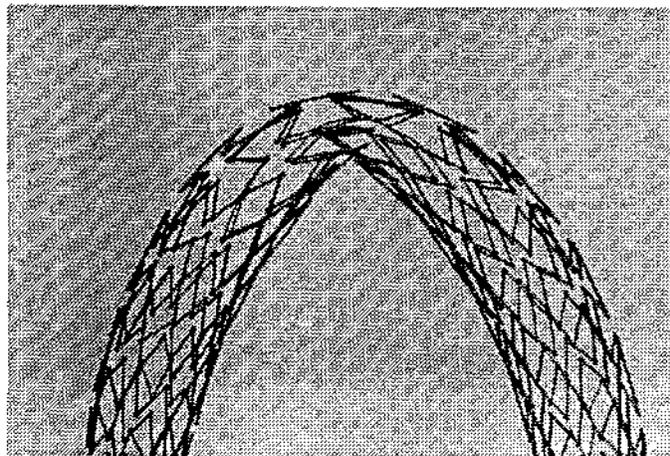


Fig. 5 Ejemplos de reconstrucciones 3D in vitro de stents para uso carotideo

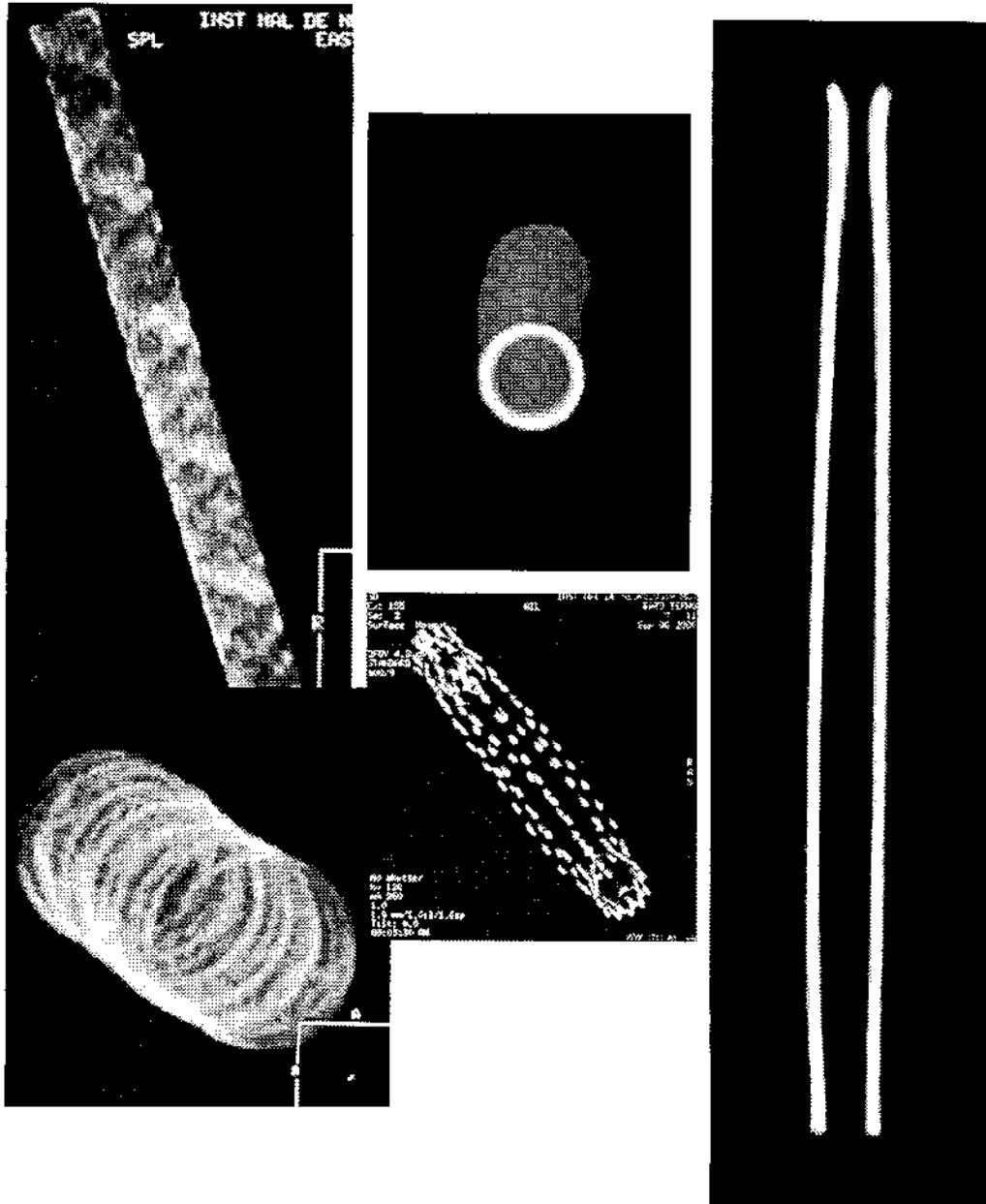


Fig. 6 a Imágenes de navegación virtual endoscópica In vitro de stent (Wall stent)

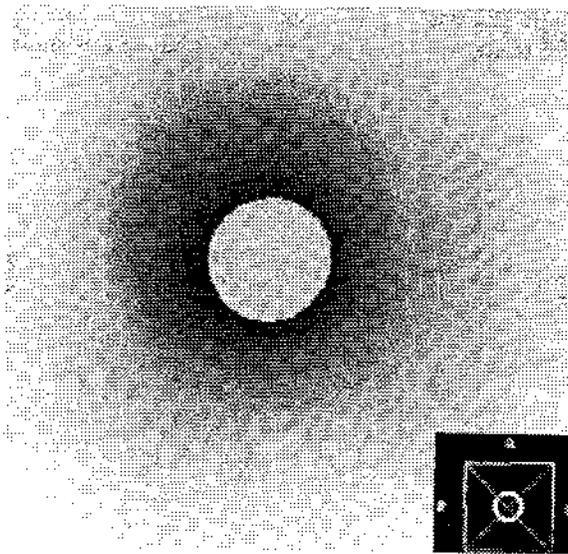
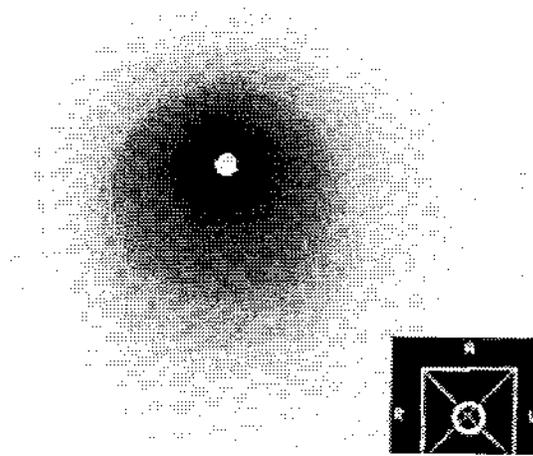




Fig. 7 Fotografía del equipo tomográfico utilizado para realizar la Angiotomografía

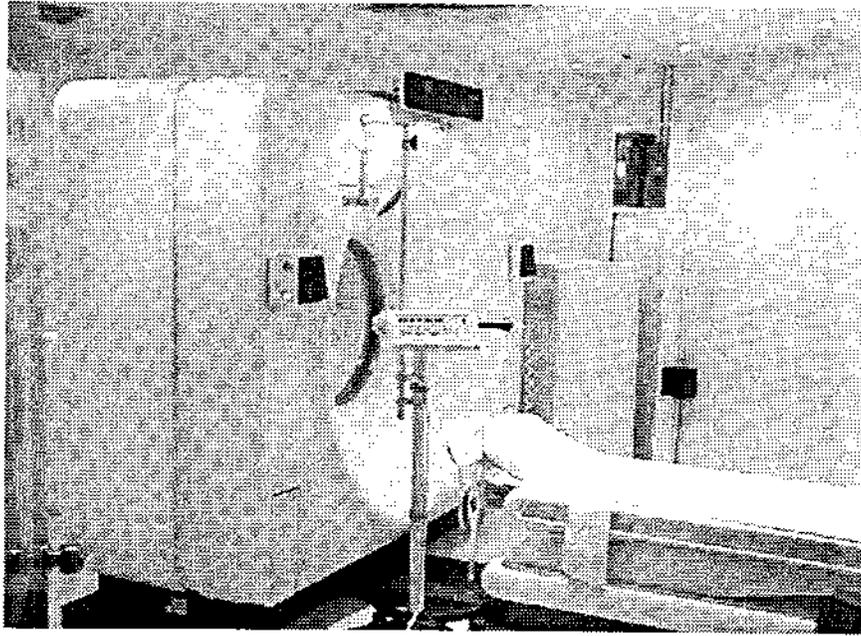


Fig. 8 Fotografía del equipo tomográfico utilizado para realizar la Angiotomografía

Fig. 9 Estacion de trabajo para la realización de navegación virtual.

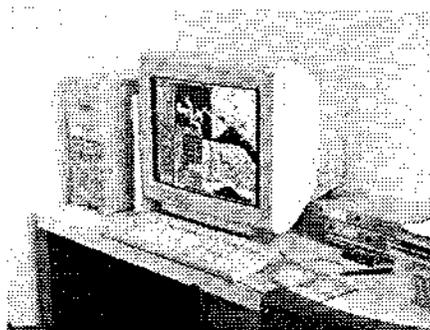
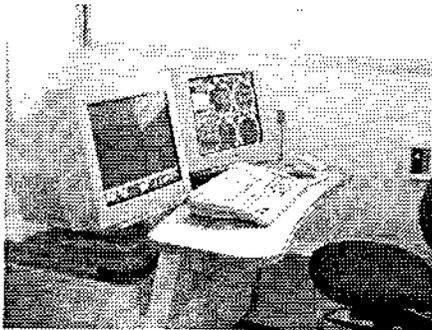


Fig. 10 Momento en el cual se ha liberado el stent carotídeo dentro de la carótida y se procederá a insuflar el balón para la posterior dilatación del vaso para obtener así una luz hemodinámicamente suficiente

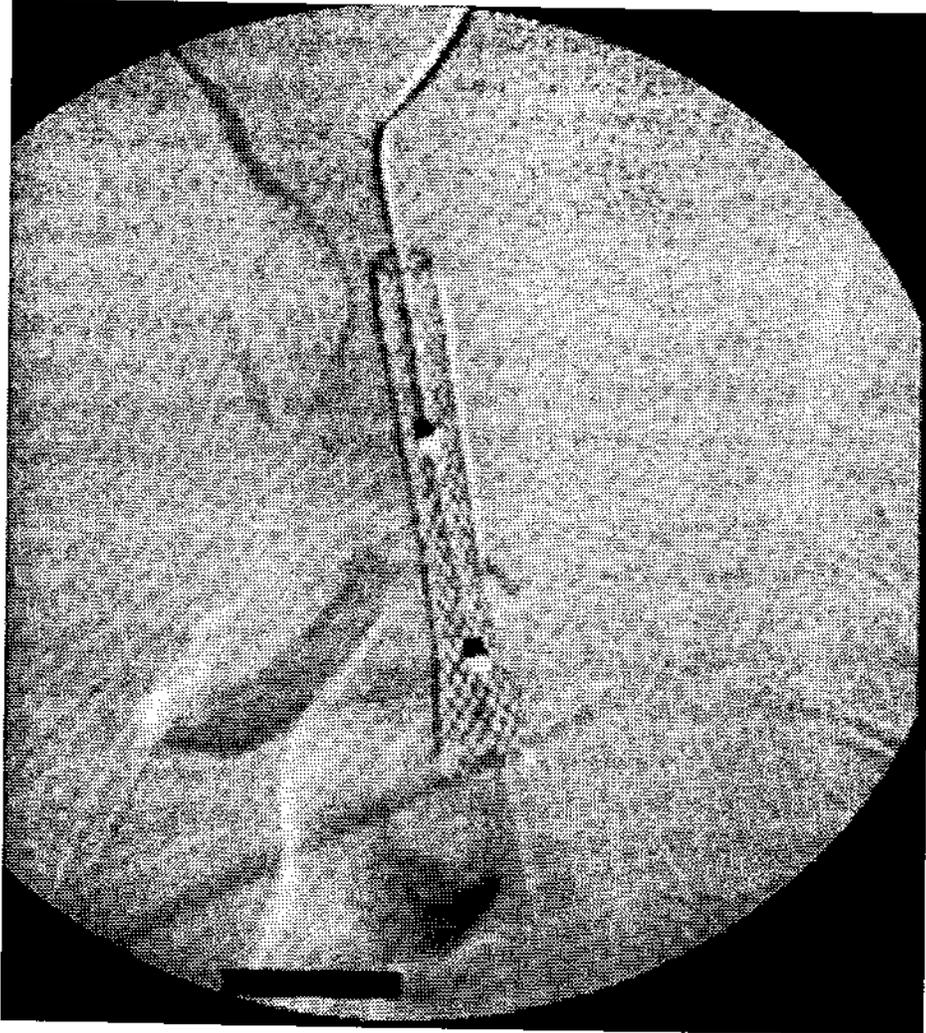


Fig. 11 Ultrasonido carotideo en corte sagual que muestra un stent en su posicion

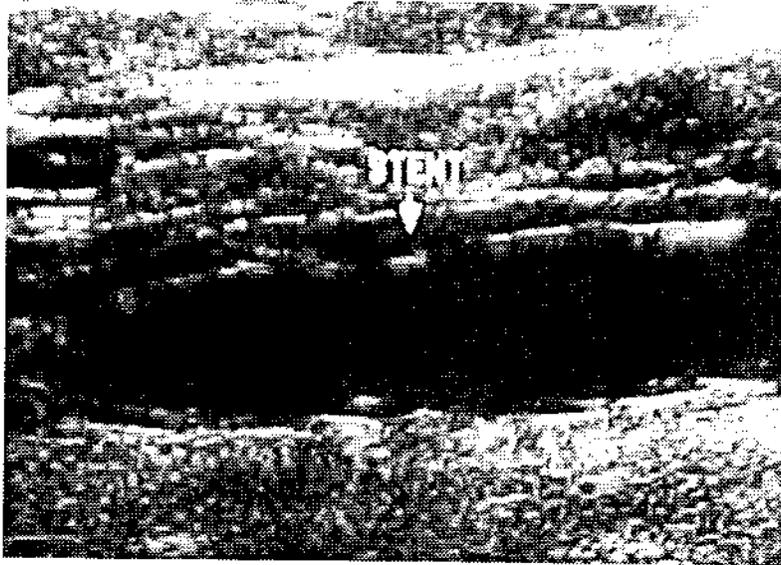
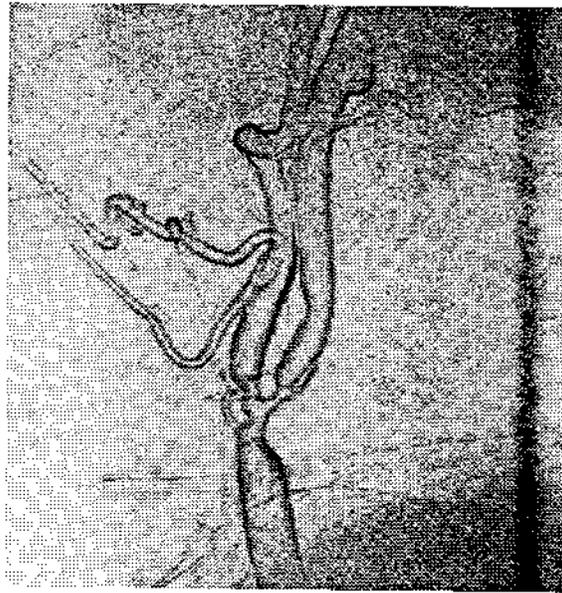
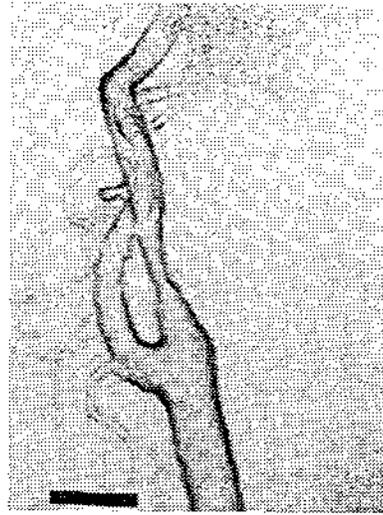
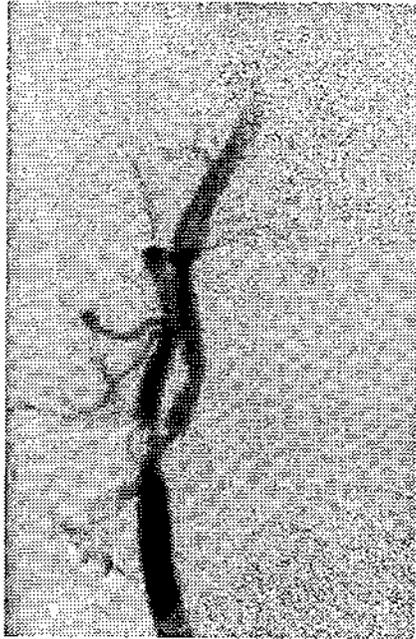


Fig. 12 Ultrasonido que muestra corte coronal de un stent colocado en la arteria carotida comun



Fig. 13. Algunos ejemplos de estenosis carotídeas que fueron incluidas en el protocolo



14 Imágenes post colocación de stent obtenida con el tomógrafo



Fig. 15 Imagen de Angiotomografía que muestra que stent adherido a la pared vascular y con una adecuada recanalización del vaso tratado (corte sagital)

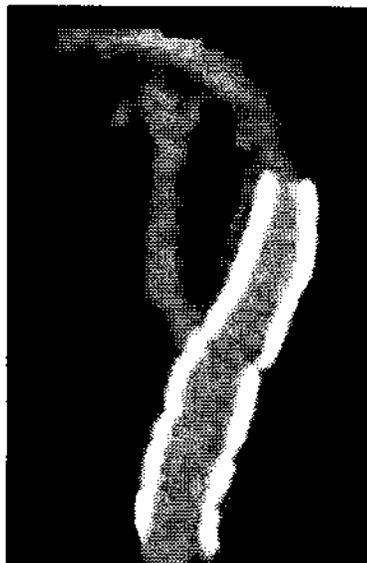


Fig. 16 Reconstrucción angiográfica lograda con el soft ware de reconstrucción de superficie en donde se muestra un stent colocado en la carótida común del lado derecho y que se extiende a la carótida interna de ese mismo lado

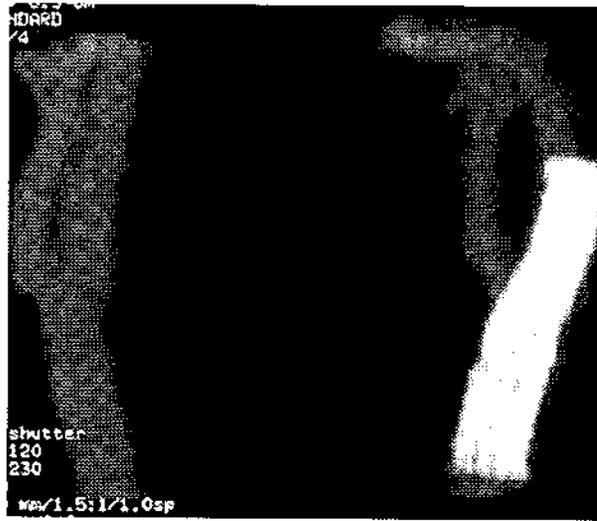


Fig. 17 Corte sagital del stent mostrado en la imagen anterior donde se demuestra la permeabilidad del mismo (notese el contraste que muestra una densidad aumentada a su paso por la luz vascular)

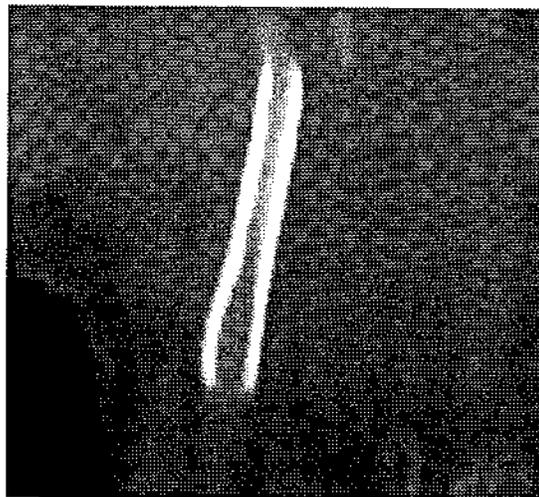
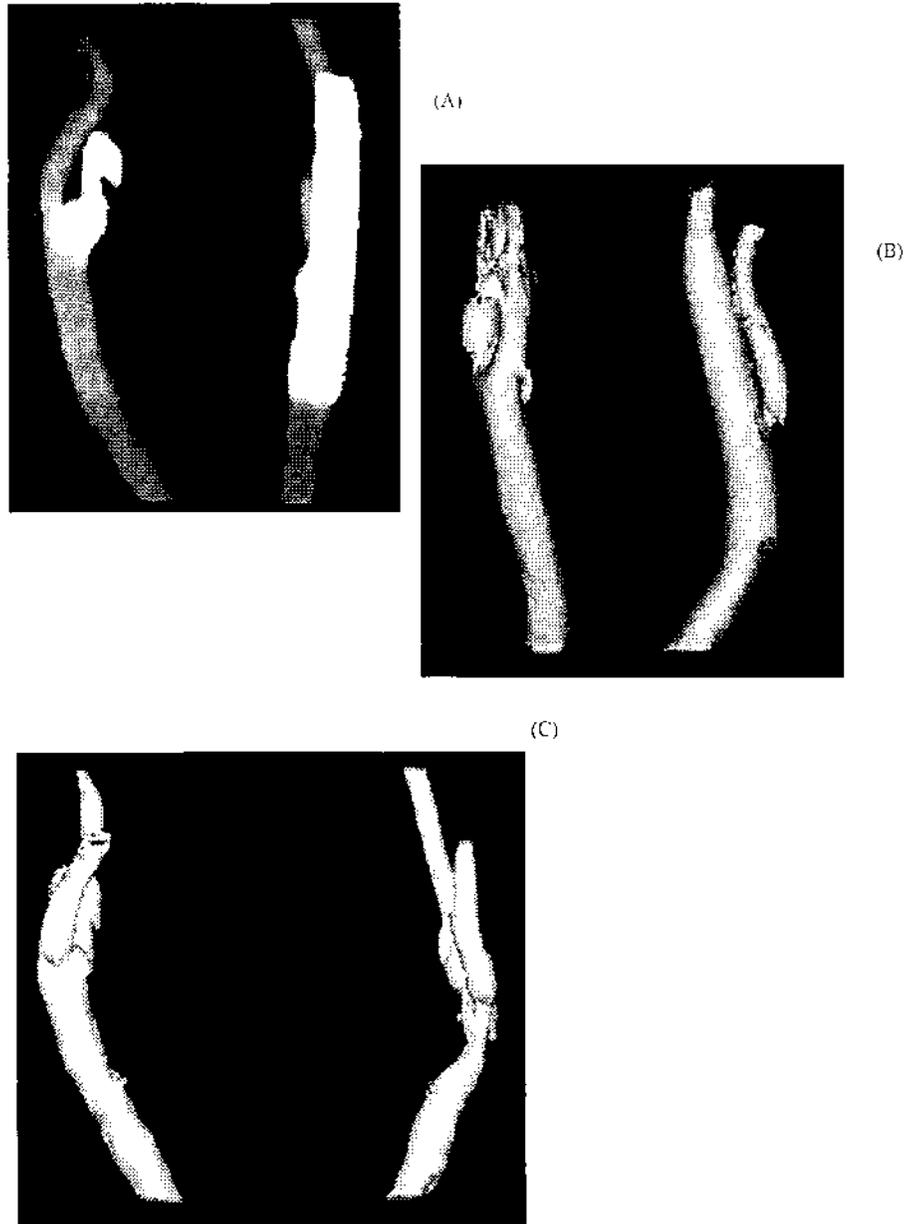


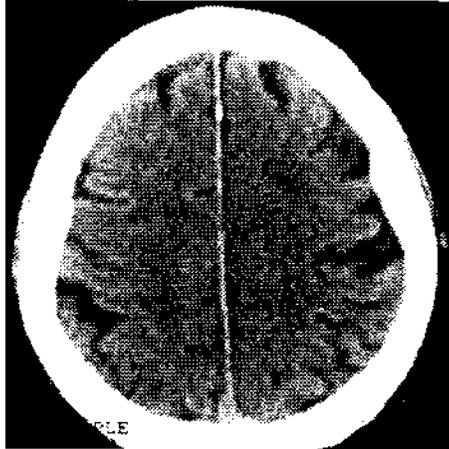
Fig. 18 A reconstrucción angiográfica de stent colocado en carótida derecha, B y C reconstrucciones 3D de carótida con stent en su interior. B stent carotideo derecho C stent carotideo izquierdo



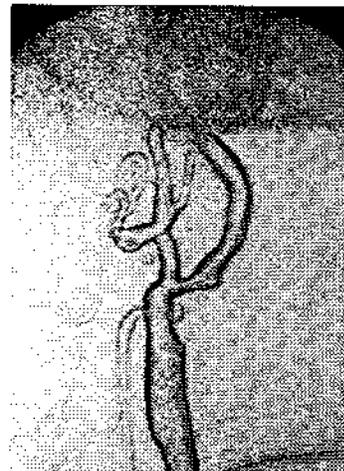
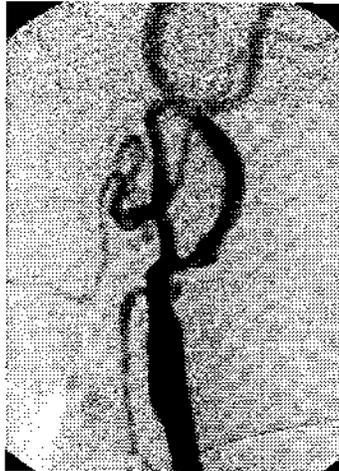
NV - CASOS REPRESENTATIVOS

Caso 1

Paciente masculino de 78 años de edad que acude por presentar hemiparesia derecha se realiza tomografía y resonancia magnetica observandose area de infarto en la region de la primera circunvolucion frontal derecha territorio de la arteria cerebral anterior derecha.



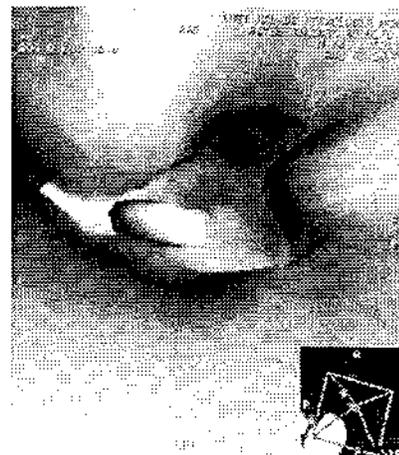
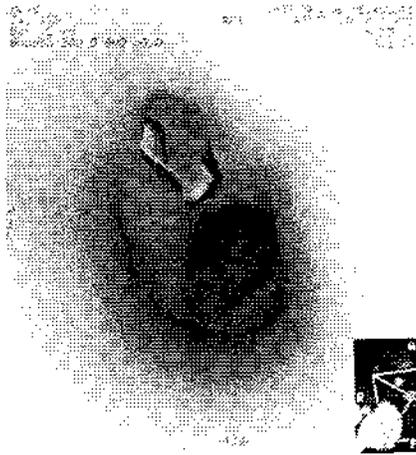
Se practica angiografía observándose reducción de la luz de la arteria carotida en la region del seno carotídeo y en el inicio de la carotida interna.



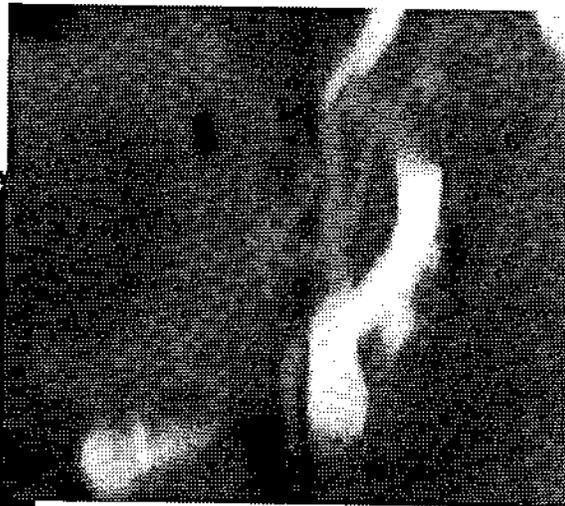
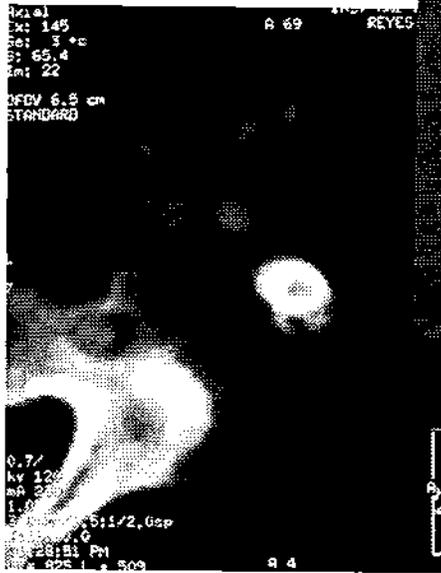
En la angiografía se observa en la reconstrucción angiográfica la presencia de calcificaciones en el área del seno carotídeo y porción proximal de la arteria carótida interna:



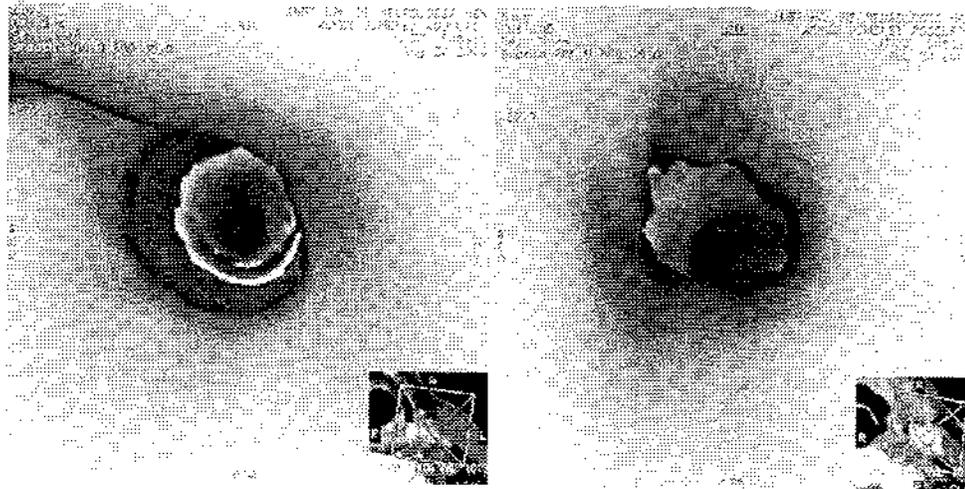
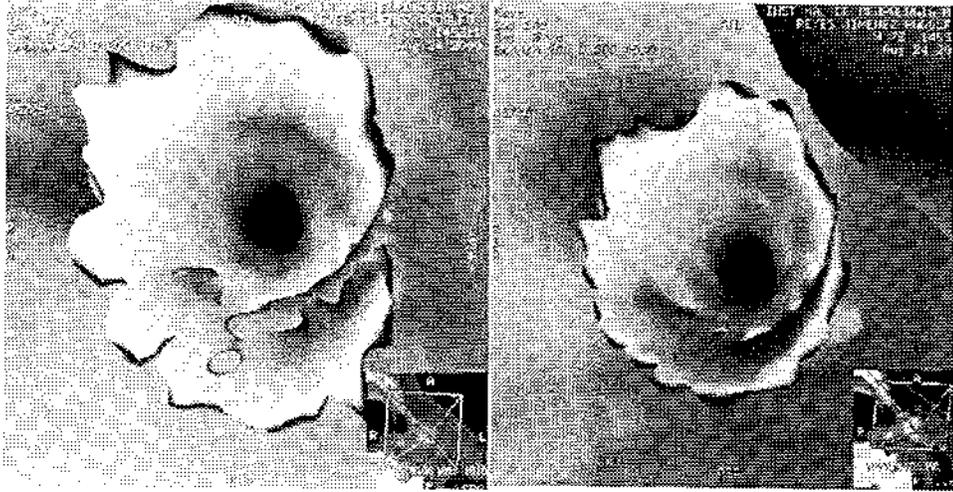
Con el procedimiento de navegación endoscópica se logró visualizar las calcificaciones dentro de la luz arterial tanto la localizada en la pared de la carótida interna como la localizada en la bifurcación de la carótida común



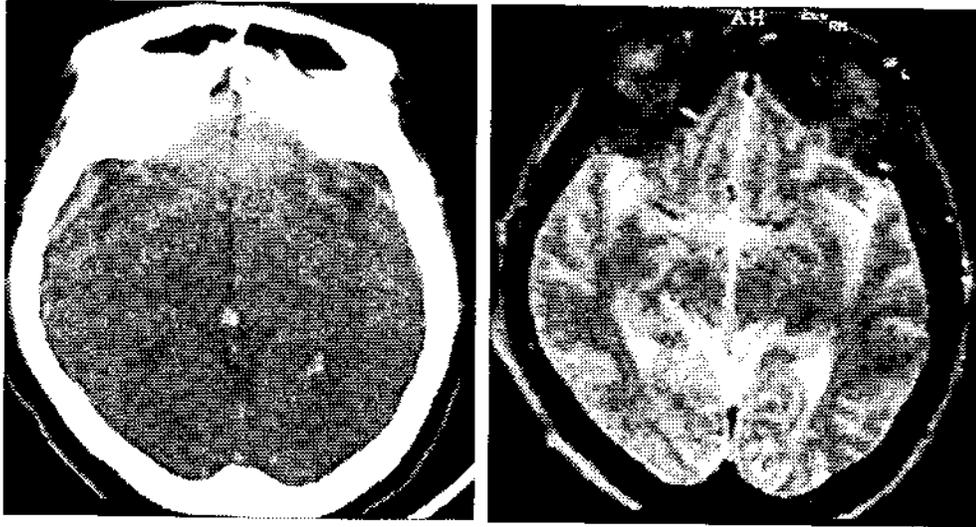
Posterior a la colocación del stent se logró observar que la placa de calcio que obstruía la luz arterial parcialmente quedó desplazada por el stent y se restableció la luz arterial lo cual queda plenamente demostrado con estas imágenes de Angiotomografía con reconstrucción angiográfica



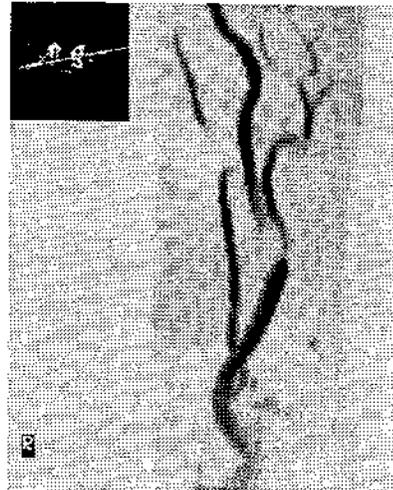
Con la navegación endoscópica o endoscopia virtual se apreció la permeabilidad de la luz arterial así como la regularidad de su superficie interna y los bordes tanto proximal como distal de el stent



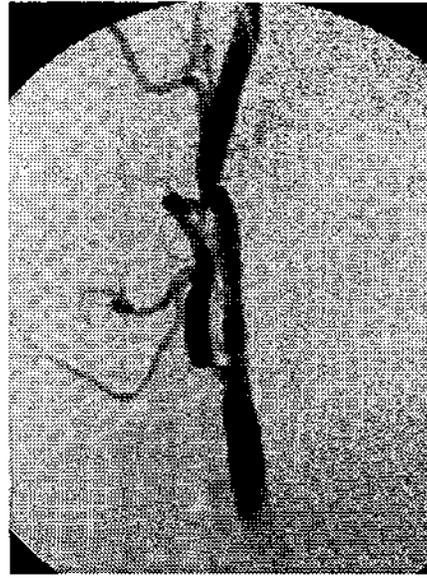
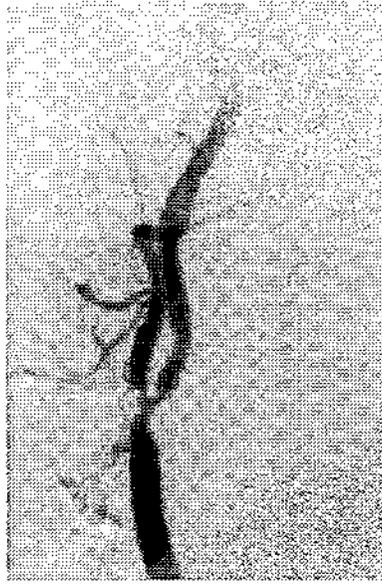
Case 2: paciente femenino que acude por presentar datos de ataques isquémicos transitorios se realiza una tomografía y una resonancia no evidenciándose alteracio



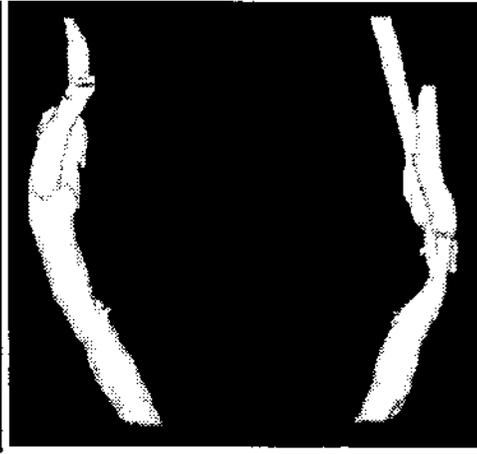
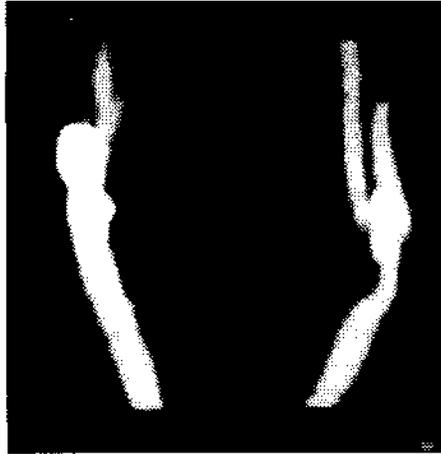
Se practica una angiorensonancia observándose en esta la presencia de estenosis carotíde de más del 90% de la arteria carotida común derecha por lo que se le indica una angiografía.



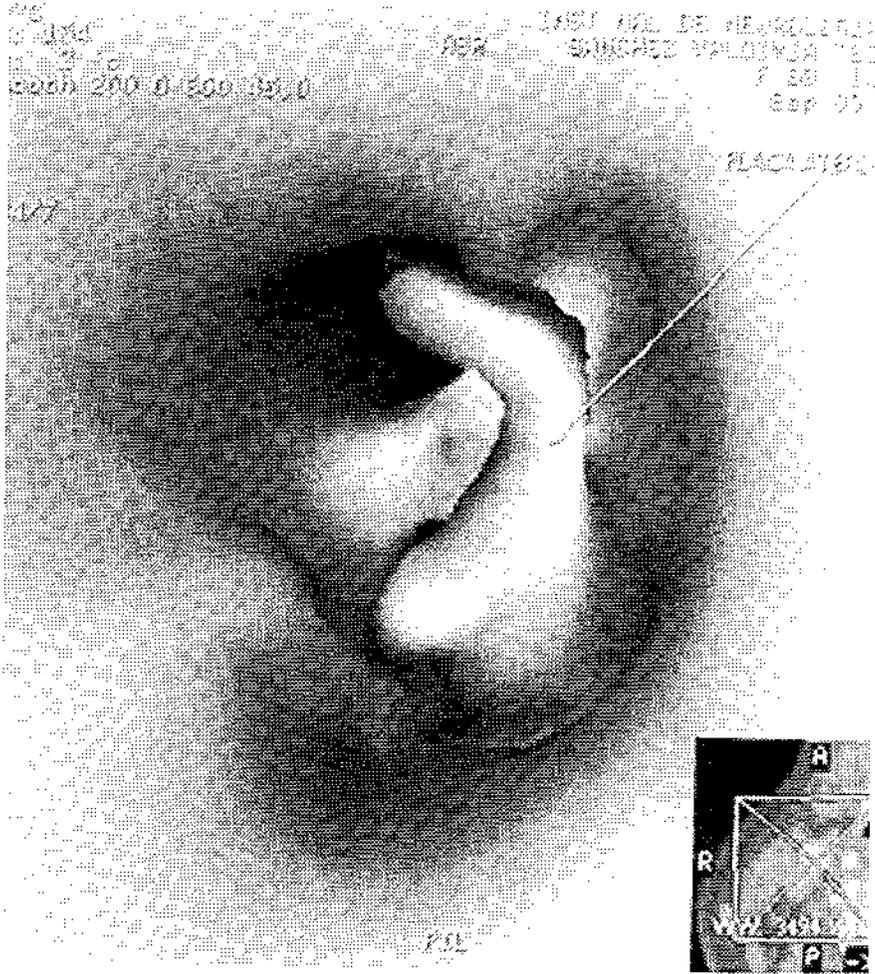
La angiografía coronaria la presencia de la estenosis de la porción proximal de la arteria carótida interna.



La Angiotomografía en su reconstrucción angiográfica así como en la reconstrucción 3D muestran claramente el sitio de la estenosis.



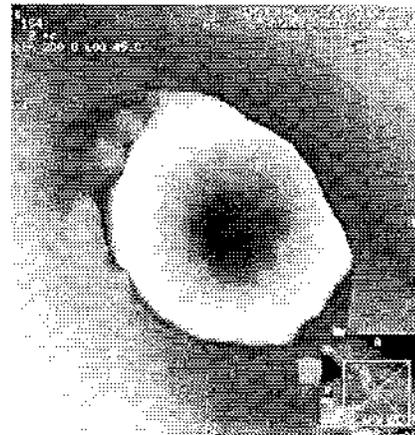
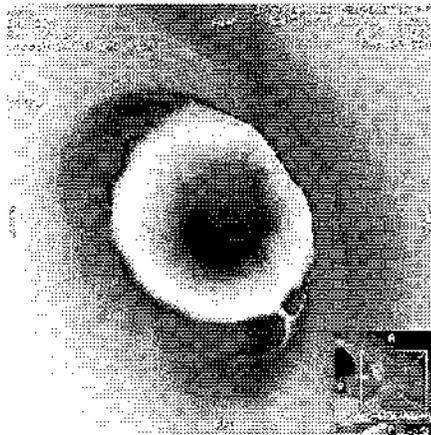
La navegación endoscópica revela la presencia de una placa adherente, localizada en el origen de la arteria coronaria interna.



Reconstrucción bi-dimensional que muestra un corte sagital del stent carotideo y se puede apreciar el restablecimiento de la luz vascular



Navegación endoscópica que muestra una luz permeable, regular y sin evidencia de disminución de calibre posterior a la colocación del stent



## XVII.- BIBLIOGRAFIA

1. Youmans JR, management of aneurisms. En *Neurological surgery*, eds WB Saunders Co 1996,3:1275.
2. Vallebona A. Axial transverse tomography. *Radiology* 1950;55:271-273.
3. Friedland GW, Thurber BD. The birth of CT. *AJR* 1996;167:1365-1370.
4. Kuhl DE, Edwards RQ. Cylindrical and section radioisotope scanning of the liver and the brain. *Radiology* 1964, 83: 926-936.
5. Oldendorf WH. Isolated flying spot detection of radiodensity discontinuity displaying the internal structural pattern of a complex object. *IRE trans Bio-med Electron* 1961: 8:68-72.
6. Housfield GN, Ambrose J. Computerized transverse axial scanning tomography.
7. Lee SH, Rao CVG. Cranial computed tomography. Mc-Graw-Hill 1983, pag.16-18
8. New PFJ, Aronow S. et al: Attenuation measurements of whole blood and blood fractions in CT. *Radiology* 1976;121:635-640.
9. Kalender W, Seissler W, et al: Spiral volumetric CT Whit single breath hold technique, continuous transport and continuous scanner rotation. *Radiology* 1990, 176:183-191
10. Marks M. Computed tomography angiography. *Neuroimaging Clinics of North America* 1998,6:899-903
11. Geiger, B., R. Kikinis: Simulation of endoscopy. AAAI Spring Symposium Series: Applications of Computer Vision in Medical Images Processing, Stanford University, pp.É138-140, 1994.
12. Rubin, G.D., C.F. Beaulieu, V. Argiro, H. Ringl, A.M. Norbash, J.F. Feller, M.D. Drake, R.B.ÉJeffrey, S. Napel: Perspective volume rendering of CT and MR images. Applications for endoscopic imaging. *Radiology*, 199:321-330, 1996.
13. Wickham, J.E.A.: Minimally invasive surgery: Future developments. *BMJ*, 308:193-196, 1994.
14. Rusinek, H., M.R. Mourino, H. Firooznia, J.C. Weinreb, N.E. Chase: Volumetric rendering of MR images. *Radiology*, 171:269-272, 1989.
15. Napel, S.A.: Basic principles of spiral CT. In *Principles and Techniques of 3D Spiral CT Angiography*, Eds: E.K. Fishman, R.B. Jeffrey, Raven, New York, New York, p. 167-182, 1995.
16. Robb, R.A., B. Cameron: Virtual reality assisted surgery program. In: *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare*, Chap. 48, IOS Press and Ohmsha, 1995.
17. Satava, R.M.: Computers in surgery: Telesurgery, virtual reality and the new world order of medicine. *Contemp Surg* 47:204-208, 1995
18. Fischer, H., B. Neisius, R. Trapp: Tactile feedback for endoscopic surgery. In: *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare*, Eds: K. Morgan, R.M. Satava, H.B. Sieburg, R. Mattheus, J.P. Christensen, IOS Press and Ohmsha, p. 114, 1995.
19. Fröhlich, B., W. Krüger, G. Grunst, G. Wesche: The responsive workbench. A virtual working environment for physicians. In: *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare*. Eds.: K. Morgan, R.M. Satava, H.B. Sieburg, R. Mattheus, J.P. Christensen, IOS Press and Ohmsha, p. 118, 1995.

- 20 Vining, D.J., D.W. Gelfand: Noninvasive colonoscopy using helical CT scanning, 3D reconstruction, and virtual reality (Abstr). SGR Scientific Program, 70, 1994
- 21 Vining, D.J., R.Y. Shifrin, E.K. Grishaw, et al. Virtual colonoscopy (abstr). *Radiology*, 193:446, 1994
- 22 Lorensen, W.E., F.A. Jolesz, R. Kikinis. The exploration of cross-sectional data with a virtual endoscope. In: *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare*, Eds. K. Morgan, R.M. Satava, H.B. Sieburg, R. Mattheus, J.P. Christensen, IOS Press and Ohmsha, p. 221-230, 1995
- 23 Robb, R.A., C. Barillot: Interactive display and analysis of 3-D medical images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 8(3):217-226, 1989.
- 24 Robb, R.A., D.P. Hanson: The ANALYZE software system for visualization and analysis in surgery simulation. In: *Computer Integrated Surgery*, Eds. Steve Lavalle, Russ Taylor, Greg Burdea and Ralph Mosges, MIT Press, 1993.
- 25 Hara, A.K., C.D. Johnson, J.E. Reed, et al.: Detection of colorectal polyps by computed tomographic colography: feasibility of a novel technique. *Gastroenterology*, 110:284-290, 1996.
- 26 Jolesz, F., F. Shtern: The operating room of the future. *Proc. Nat'l Cancer Inst Workshop*, 27:326-328, April 1992.
- 27 Kikinis, R., P. Langham Gleason, F.A. Jolesz: Surgical planning using computer-assisted three-dimensional reconstructions. In: *Computer Integrated Surgery*, Eds. Russell Taylor, Stephane Lavalle, Greg Burdea, Ralph Mosges. MIT Press, pp. 147-154, 1995.
- 28 Napel, S., G. Rubin, C. Beaulieu, R. Jeffrey Jr., V. Argiro: Perspective volume rendering of cross-sectional images for simulated endoscopy and intra-parenchymal viewing. *SPIE's Medical Imaging 1996*, Newport Beach, CA, 2707-07, p. 16, February 10-15, 1996
- 29 Shahidi, R., V. Argiro, S. Napel, I. Gray, H.P. McAdams, G.D. Rubin, C.F. Beaulieu, R.B. Jeffrey, A. Johnson: Assessment of several virtual endoscopy techniques using computed tomography and perspective volume rendering. *Proceedings of Visualization in Biomedical Computing '96*, Ed., G. Goos, J. Hartmanis and J. van Leeuwen, Springer, 1131:521-528, 1996.
- 30 Satava, R.M., R.A. Robb: Virtual endoscopy: Application of 3-D visualization to medical diagnosis. In press, *PRESENCE*, January 1997.
- 31 Cameron, B.M., A. Manduca, R.A. Robb: Patient specific anatomic models: Geometric surface generation from 3 dimensional medical images using a specified polygonal budget. In: *Health Care in the Information Age: Future Tools for Transforming Medicine*, Eds: S.J. Weghorst, H.B. Sieburg, K.S. Morgan. IOS Press and Ohmsha, pp. 447-460, 1996.
- 32 Lorensen, W.E., H.E. Cline: Marching cubes: A high resolution 3-D surface construction algorithm. *Computer Graphics*, 21(3) 163-169, 1987
- 33 Drebin, R., L. Carpenter, P. Harrahan: Volume Rendering. *SIGGRAPH '88*, pp. 665-674, 1988.
- 34 Levoy, M.: Display of surfaces from volume data. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 8(5):29-37, 1988.
- 35 Satava, R.M.: Virtual reality surgical simulator. *Surg. Endosc.*, 7:203-205, 1993.

36. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaboration. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade carotid stenosis. *N Engl J Med*. 1991;325:445-453.
37. Perry JR, Szalai JP, Norris JW, for the Canadian Stroke Consortium. Consensus against both endarterectomy and routine screening for asymptomatic carotid artery stenosis. *Arch Neurol*. 1997;54:25-28.
38. Brott T, Toole JF. Medical compared with surgical treatment of asymptomatic carotid artery stenosis. *Ann Intern Med*. 1995;123:720-722.
39. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA*. 1995;273:1421-1428.
40. Schaefer AI. Antiplatelet therapy. *Am J Med*. 1996;101:199-209.
41. Gruentzig A, Hopff M. Perkutane Rekanalization chromischer arterieller Verschluss mit einem neuen Dilatationskatheter: Modification der Dotter-Technik. *Deutsch Med Wochenschrift*. 1974;99:2502-2510.
42. Currier JW, Faxon DP. Restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty: have we been aiming at the wrong target? *J Am Coll Cardiol*. 1995;25:516-520.
43. Lange RA, Willard JE, Hillis LD. Restenosis: the Achilles heel of coronary angioplasty. *Am J Med Sci*. 1993;306:265-275.
44. Blum U, Krumme B, Fluegel P, Gabelmann A, Lehnert T, Buitrago-Tellez C, Schollmeyer P, Langer M. Treatment of ostial renal-artery stenoses with vascular endoprostheses after unsuccessful balloon angioplasty. *N Engl J Med*. 1997;336:459-465.
45. Serruys PW, de Jaegere P, Kiemeneij F, Macaya C, Rutsch W, Heyndrickx G, Emanuelsson H, Marco J, Legrand V, Materne P. A comparison of balloon expandable stent implantation with balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. *N Engl J Med*. 1994;331:489-495.
46. Fischman DL, Leon MS, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, Detre K, Veltri L, Ricci D, Nobuyoshi M. A randomized comparison of coronary stent placement and balloon angioplasty in treatment of coronary artery disease. *N Engl J Med*. 1994;331:496-501.
47. Theron JG, Payelle GG, Coshun O, Huet HF, Guimareaus L. Carotid artery stenosis: treatment with protected balloon angioplasty and stent placement. *Radiology*. 1996;201:627-636.
48. Iyer SS, Roubin GS, Yadav JS, Vitek J, King P, Jordan WD, Fisher WS. Elective stenting of the extracranial carotid arteries. *Circulation*. 1997;95:376-381.
49. Yadav JS, Roubin GS, King P, Iyer S, Vitek J. Angioplasty and stenting for restenosis after carotid endarterectomy: initial experience. *Stroke*. 1996;27:2075-2079.
50. Major ongoing stroke trials: carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS). *Stroke*. 1996;27:358.
51. Dotter CT, Judkins MP. Transluminal treatment of arteriosclerosis obstruction: description of a new technique and a preliminary report of its applications. *Circulation*. 1964;30:654-670.
52. Gruentzig A, Hopff H. Perkutane rekanalisation chromischer arterieller verschlusse mit einem neuen dilatationskatheter: modification des dotter technik. *Dtsch. Med Wochenschr*. 1974; 99: 2502-2505.

53. Kerber CW, Cromwell LD, Loodhenold J. Catheter dilatation of proximal stenosis during distal bifurcation endarterectomy. *A.J.N.R.* 1980; 1: 348-349
54. Hodgins CW, Dutton JW. Subclavian and carotid angioplasty for Takayasu's arteritis. *J. Can Assoc Radiol.* 1982; 33: 205-207.
55. Hasso AN, Bird CR, Zinke DE, Thompson JR. Fibromuscular dysplasia of the internal carotid artery: percutaneous transluminal angioplasty. *A.J. R.* 1981; 136: 955-988
56. Mojarreme A, Keifer JW, Zuska AJ. Percutaneous transluminal angioplasty of a brachiocephalic arteries. *A.J.R.* 1982; 138: 457-462.
57. Theron J, Courtheoux P, Henriot JP, et al. Angioplasty of supraaortic arteries. *J Neuroradiol.* 1984; 11: 187-200
58. Tsai F.J, Matovich V., Hieshima G. Percutaneous transluminal angioplasty of the carotid artery. *A.J.N.R.* 1986; 7: 349-356.
59. Crawley-F, Clifton-A, Markus-H, Brown-MM. Delayed improvement in carotid artery diameter after carotid angioplasty. *Stroke.* 1997; 28(3): 574-9
60. Strecker EP, Hagen B, Liermann D, Boos I, Kuhn FP, Reifart N, Theron J, Betz E, Gabelmann A, Haberstroh J, et al. Current status of the Strecker stent. *Cardiol Clin* 1994; 12: 673-687
61. Becquemin-JP, Qvarfordt-P, Castier-Y, Melliere-D. Carotid angioplasty: is it safe? *J-Endovasc-Surg.* 1996; 3: 35-41
62. Kachel-R. Results of balloon angioplasty in the carotid arteries. *J-Endovasc-Surg.* 1996; 3: 22-30
63. McGuinness-CL, Burnand-KG. Percutaneous transluminal angioplasty of the internal carotid artery. *Br-J-Surg.* 1996; 83: 1171
64. Sivaguru A, Venables GS, Beard JD, Gaines PA. European carotid angioplasty trial. *J Endovasc Surg.* 1996; 3: 16-20
65. Kachel-R; Basche-S. Qualitätskriterien beim Einsatz der Perkutanen Transluminalen Angioplastie (PTA) an supraaortalen Arterien. *Zentralbl-Chir.* 1996; 121: 1076-84
66. Sievert-H; Ensslen-R; Fach-A, Merle-H; Rubel-C; Spies-H; Sultan-N; Beykirch-KF; Theis-R; Schultze-HJ. Brachial artery approach for transluminal angioplasty of the internal carotid artery. *Cathet-Cardiovasc-Diagn.* 1996; 39: 421-3
67. Schoser-BG; Heesen-C; Eckert-B; Thie-A. Cerebral hyperperfusion injury after percutaneous transluminal angioplasty of extracranial arteries. *J.Neurol.* 1997; 244: 101-4
68. Morera-Guitart J, por el grupo de investigadores del Registre Alacant. Registre Alacant registro del tratamiento con angioplastía y colocación de stent de las estenosis de los troncos supraorticicos. *Rev Neurol* 1998; 27: 1055-1058
69. Theron J, Courtheoux P, Alachkar F, Bouvard G, Maiza D. New triple coaxial catheter system for carotid angioplasty with cerebral protection. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1990; 11: 869-74
70. Theron J. Cerebral protection during carotid angioplasty. *J Endovasc Surg* 1996; 3: 484-486
71. Theron J. Protected carotid angioplasty and carotid stents. *J Mal Vasc* 1996; 21 Suppl A: 113-122
72. Theron J, Raymond J, Casasco A, Courtheoux F. Percutaneous angioplasty of atherosclerotic and postsurgical stenosis of carotid arteries. *A.J.N.R.* 1987; 8: 495-500.

73. Soler-Singla L., Guimaraens L., Matali A., Balaguer I., Castellanos C., Miguel J. Angioplastia carotidea con proteccion cerebral y prótesis endovascular. *Rev Neurol* 1997; 25: 287-290.
74. Rothwell PM, Slattery J, Warlow CP. A systematic review of the risks of stroke and death due to carotid endarterectomy for symptomatic stenosis. *Stroke* 1996; 27: 260-65.
75. Hankey GJ, Slattery JM, Warlow CP. Transient ischaemic attacks: which patients are at high (and low) risks of serious vascular events? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 640-52.
76. Steifler JY, Elisaziw M, Benavente OR, et al. The risk of stroke in patients with first-ever retinal vs hemispheric transient attacks and high-grade carotid stenosis. *Arch Neurol* 1995; 52: 246-49.
77. Eliasziw M, Streifler JY, Fox AJ, et al. Significance of plaque ulceration in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *Stroke* 1994; 25: 304-08.
78. Rothwell PM, Slattery J, Warlow CP. A systematic review of clinical and angiographic predictors of stroke and death due to carotid endarterectomy. *BMJ* 1997; 315: 1571-77.
79. Barnett HJM., Plum F., Walston J.M. Carotid endarterectomy: an expression of concern. *Stroke* 1984; 15: 941-943.
80. Winslow CM., Solomon DH., Chassin MR. The appropriateness of carotid endarterectomy. *N.E.J. M.* 1988; 318: 721-727.
81. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. Clinical Advisory: carotid endarterectomy for patients with asymptomatic internal carotid artery stenosis. *Stroke* 1994; 25: 2523-2524.
82. Beebe HG., Claggett G.P., De Weese J.A. et al. Assessing risk associated with carotid endarterectomy. A statement for health professionals by an ad Hoc Committee on carotid surgery standards of the stroke council, American Heart Association. *Stroke* 1989; 20: 314-315.
83. Lozano-Vilardell P., Rimbau EM., Gomez F. Endarterectomia carotidea. *Rev Neurol* 1997; 25: 283-286.
84. Howard VJ., Grizzle J, Diener HC., et al. Comparison of multicentre study designs for investigation of carotid endarterectomy efficacy. *Stroke* 1992; 23: 583-93.
85. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N.Engl. J. Med.* 1991; 335: 445-453.
86. European Carotid Surgery Trialists\_s Collaborative Group. MCR European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70-90%) or with mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991; 337: 1235-1243.
87. European Carotid Surgery Trialists\_s Collaborative Group. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MCR European Carotid Surgery trial (ECST). *Lancet* 1998; 351: 1379-1387.
88. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trialists\_Collaborative Group. The final results of the NASCET trial. *New Engl. J. Med.* 1998; 339: 1415-1425.
89. Mayberg MR., Wilson SE., Yatsu F., et al. Carotid endarterectomy and prevention of cerebral ischemia in symptomatic carotid stenosis: Veterans Affairs Cooperative Study Program 309 trialist group. *JAMA* 1991; 266: 3289-3294.

90. Morgenstern LB, Fox AJ, Sharpe BL, Eliasziw M, Barnett HJM, Grotta JC, for the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCEET) Group. The risks and benefits of carotid endarterectomy in patients with near occlusion of the carotid artery. *Neurology* 1997; 48: 911-15.
91. The CASANOVA Study Group. Carotid surgery versus medical therapy in asymptomatic carotid stenosis. *Stroke* 1991; 22: 1229-1235.
92. Halliday AW., Thomas DJ., Mansfield A.O. The asymptomatic carotid surgery trial (ACST). *Int. Angiol.* 1995; 14: 18-20.
93. Hobson RW, Weiss DG., Fields WS., et al. Efficacy of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *NEJM* 1993; 328: 221-227.
94. Executive Committee for the asymptomatic carotid atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995; 273: 1421-1428.
95. Halliday AW., for the steering Committee of the ACST. The asymptomatic carotid surgery trial (ACST). Rationale and design. *Eur J. Vasc Surg.* 1994; 8: 703-710.
96. Mayo Clinic Asymptomatic Carotid Endarterectomy Study Group. Results of a randomized controlled trial of carotid endarterectomy for asymptomatic carotid stenosis. *Mayo Clin Proc.* 1992; 67: 513-518.
97. Estol C. Diagnostico y tratamiento de la enfermedad carotidea sintomatica y asintomatica. *Rev Neurol* 1999; 29: 1309-21.
98. Barnett HJM, Warlow CP. Carotid endarterectomy and the measurement of stenosis. *Stroke* 1993; 24: 1281-84.
99. Rothwell PM, Gibson RJ, Slattery J, Sellar RJ, Warlow CP. Equivalence of measurements of carotid stenosis. A comparison of three methods on 1001 angiograms. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. *Stroke*, 1994; 25: 2435-9.
100. Rothwell PM, Warlow CP. Prediction of benefit from carotid endarterectomy in individual patients: a risk modelling study. *Lancet* 1999; 353: 2105-2110.
101. NACPTAR investigators: Ferguson R., Schwarten D., Purdy P et al. Restenosis following cerebral percutaneous transluminal angioplasty. *Stroke* 1995; 26: 186.
102. The NACPTAR investigators. Update of the immediate angiographic results and in hospital central nervous system complications percutaneous transluminal angioplasty. *Circulation* 1995; 92 (suppl): 383.
103. Gil Peralta A., Mayol A., Marcos JR., et al. Percutaneous transluminal angioplasty of the symptomatic atherosclerotic carotid arteries. Results, complications, and follow up. *Stroke* 1996; 27: 271-273.
104. Brown MM for the CAVATAS investigators. Results of the Carotid and Vertebral artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS). *Cerebrovasc. Dis* 1998; 8 (Suppl): 21.
105. Brown MM., Pereira AC., McCabe DJH. Carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS) : 3 years outcome data. *Cerebrovasc. Dis* 1999; 9 (Suppl) 66.
106. Diethrich EB., Rodriguez-Lopez J., Lopez-Garcia L. Stents for vascular reconstruction in the carotid arteries. *Circulation* 1995; 92 (suppl) : 383.
107. Roubin GS., Iyer SS., Yadav S., et al. Carotid stent-supported angioplasty: neurovascular intervention to prevent stroke. *Am J. Cardiol* 1996; 78: 8-12.

108. Mathur A, Roubin GS, Piamsomboon C, et al. Predictors of stroke following carotid stenting: univariate and multivariate analysis. *Circulation* 1997; 96: 1710.
109. Criado FJ, Wellons E, Clark NS. Evolving indications for and early results of carotid artery stenting. *Am J Surg* 1997; 174: 111-4.
110. Yadav JS, Roubin GS, Iyer S, et al. Elective stenting of the extracranial carotid arteries. *Circulation* 1997; 95: 376-381.
111. Whooley MH, Whooley M.H., Jarmolowski CR et al. Endovascular stents for carotid artery occlusive disease. *J Endovasc. Surg* 1997; 4: 326-338.
112. Vozzi CR, Rodriguez AO, Paolantonio D, et al. Extracranial carotid angioplasty and stenting. Initial results and short-term follow-up. *Tex Heart Inst J*. 1997; 24: 167-172
113. Gomez CR, Roubin GS, Vitek JJ, et al. Safety of carotid artery stenting in NASCET-comparable patients. *Neurology* 1998; 50:76.
114. Naylor-AR, London-NJ, Bell-PR. Carotid endarterectomy versus carotid angioplasty. *Lancet*. 1997; 349: 203-4
115. Fisher WS, Jordan WD. Carotid angioplasty. *Surg Neurol* 1998; 50: 295-298.
116. Teitelbaum GP, Lefkowitz MA, Giannotta SL. Carotid angioplasty and stenting in high-risk patients. *Surg Neurol*. 1998; 50: 300-311
117. Sullivan TM, Gray BH, Bacharach JM, et al. Angioplasty and primary stenting of the subclavian, innominate, and common carotid arteries in 83 patients. *J. Vasc Surg* 1998; 28: 1059-1065.
118. Abrahamsen J, Roeder OC, Justensen P, Enevoldsen E. Percutaneous transluminal angioplasty in selected patients with severe carotid artery stenosis: the results of a consecutive series of 24 patients. *Eur J. Vasc. Endovasc. Surg*. 1998; 16: 438-42.
119. Bergeron P, Becquemin JP, Jausseran JM, Biasi G, Cardon JM, Castellani L, Martinez R, Fiorani P, Kniemeyer P. Percutaneous stenting of the internal carotid artery: the European CAST I Study. *Carotid Artery Stent Trial. J Endovasc Surg* 1999; 6: 155-9
120. Sievert H, Pfeil W, Bosenberg I, Spies H, Theis R, Beykirch KF. Primary stent implantation in the internal carotid artery. *Dtsch Med Wochenschr* 1999; 124: 1262-6
121. Leisch F, Kerschner K, Hofman R, Bibl D, Engleder C, Bergmann H. Carotid stenting: acute results and complications. *Z Kardiol* 1999; 88: 661-8
122. Henry M, Amor M, Masson I, et al. Angioplasty and stenting of the extracranial carotid arteries. *J. Endovasc Surg*. 1998; 5: 293-304.
123. Lanzino G, Mericle R.A., Lopes DK, et al. Percutaneous transluminal angioplasty and stent placement for recurrent carotid artery stenosis. *J. Neurosurg* 1999; 90: 688-694
124. Miracle RA, Kim SH, Lanzino G, et al. Carotid artery angioplasty and use of stents in high-risk patients with contralateral occlusions. *J Neurosurg* 1999; 90: 1031-1036.
125. Chastain HD 2nd, Gomez CR, Iyer S, Roubin GS, Vitek JJ, Terry JB, Levine RL. Influence of age upon complications of carotid artery stenting. UAB Neurovascular Angioplasty Team. *J Endovasc Surg* 1999; 6: 217-22
126. Qureshi AI, Luft AR, Janardhan V, Suri MF, Sharma M, Lanzino G, Wakhloo AK, Guterman LR, Hopkins LN. Identification of patients at risk for periprocedural neurological deficits associated with carotid angioplasty and stenting. *Stroke* 2000; 31: 376-82

127. Jordan-WD Jr, Schroeder-PT, Fisher-WS, McDowell-HA. A comparison of angioplasty with stenting versus endarterectomy for the treatment of carotid artery stenosis. *Ann-Vasc-Surg* 1997; 11: 2-8
128. Griewing B, Brassel F, von Smekal U, Al Ahmar MT, Kessler C. Carotid Artery Stenting in Patients at Surgical High Risk. *Clinical and Ultrasound Findings*. *Cerebrovasc Dis* 2000; 10:44-48