

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
SUBDIVISIÓN DE ESPECIALIDADES MÉDICAS
INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y
NEUROCIRUGÍA
MANUEL VELASCO SUÁREZ

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR CON ONYX DE FISTULAS ARTERIOVENOSAS
DEL SENO CAVERNOSO.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA ESPECIALIDAD EN
TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA

PRESENTA:

DRA. MARÍA DEL ROSARIO SOSA MARTÍNEZ.

TUTOR DE TESIS:

DR. MARCO ANTONIO ZENTENO CASTELLANOS
DR. JORGE BALDERRAMA BAÑARES
DEPARTAMENTO DE TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA
INNN MVS

CO-TUTOR:

DRA. THAMAR GOMEZ VILLEGAS

ENERO 2010



INSTITUTO NACIONAL DE NEUROLOGÍA Y NEUROCIRUGÍA
MANUEL VELASCO SUÁREZ
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Insurgentes Sur 3877
Col. La Fama, C.P. 14269
México, D.F., Tel. 55-28-80-36
www.innn.salud.gob.mx



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

No.: 128/08

TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA

TÍTULO DEL PROTOCOLO:

“TRATAMIENTO ENDOVASCULAR CON ONYX DE FISTULAS ARTERIOVENOSAS DEL SENO CAVERNOSO”.

INVESTIGADOR PRINCIPAL	SERVICIO	CARGO	FIRMA
Dra. María del Rosario Sosa	Terapia Endovascular Neurológica	Residente	
Martínez.		rosos24@yahoo.com	

CO-TUTOR:

Dra. Tamar Gómez Villegas	Depto. de Neuro-oftalmología	Investigador
---------------------------	------------------------------	--------------

TUTOR:

Dr. Marco Antonio Zenteno Castellanos
Jefe del Departamento de Terapia Endovascular Neurológica

Dr. Jorge Balderrama Bañares
Médico Adscrito al Departamento de Terapia Endovascular Neurológica

**DR. RICARDO COLÍN PIANA
DIRECTOR DE ENSEÑANZA
INN MVS**

**DR. MARCO ANTONIO ZENTENO CASTELLANOS
TUTOR DE TESIS**

**DR. JORGE BALDERRAMA BAÑARES
TUTOR DE TESIS**

**DRA. THAMAR GOMEZ VILLEGAS
CO-TUTOR DE TESIS**

**DRA. MARÍA DEL ROSARIO SOSA MARTÍNEZ
AUTOR DE TESIS**

ENERO 2010

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por haberme permitido la vida y salud para concluir otra etapa profesional más.

A mis padres: Ezequiel y Rosalinda con amor y respeto por su guía, apoyo y comprensión para concluir otra etapa en mi vida profesional.

Con amor a mis hermanos, cuñada y sobrinos: J. Ezequiel, Nohemí, Oscar, Jacobo, Mireya, Lupita, Ezequiel, Jessica y David por su apoyo incondicional.

A mis tíos y primos: Oscar †, Arcelia, Arcy y Benny por su apoyo y aprecio.

A los profesores del curso por su enseñanza durante estos 2 años.

A mis compañeros: Antonio y Fernando por su apoyo durante estos 2 años.

ÍNDICE

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN	1
INTRODUCCION	2
Definición.....	2
Anatomía del seno cavernoso.....	3
Clasificación.....	5
Epidemiología.....	6
Presentación clínica y fisiopatología.....	7
Diagnóstico por imagen.....	8
Tratamiento.....	9
Sistema líquido embólico Onyx®.....	14
HIPOTESIS	18
OBJETIVOS	18
MATERIAL Y METODOS	18
Abordaje terapéutico.....	19
RESULTADOS	21
DISCUSION	27
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFIA	31

RESUMEN DE LA INVESTIGACION.

“TRATAMIENTO ENDOVASCULAR CON ONYX DE FISTULAS ARTERIOVENOSAS DEL SENO CAVERNOSO”.

Introducción. La fistula carótido-cavernosa es una comunicación vascular anormal entre el sistema arterial y venoso del seno cavernoso. La fistula carótido-cavernosa directa son de alto flujo y las indirectas se consideran fistulas dúrales del seno cavernoso siendo de bajo flujo. Para su tratamiento Barrow⁶ determino una clasificación angioarquitectónica: Tipo A comunicación directa de la ACI con el seno cavernoso. Tipo B comunicación de ramas de la ACI con el seno cavernoso. Tipo C comunicación entre ramas de la arteria carótida externa con el seno cavernoso y Tipo D comunicación entre ramas de la ACI y ACE con el seno cavernoso.

La sintomatología más frecuente es: proptosis, ojo rojo, disminución de la agudeza visual, aumento de la presión intraocular, alteraciones campimétricas y soplo.

El tratamiento de las fistulas carótido-cavernosas se describe desde 1930 basándose en tratamiento quirúrgico, el cual ha ido evolucionando hasta la utilización de balones desprendibles desde 1978 hasta en el 2003 cuando suspende este tipo de dispositivo por fuga en la válvula del balón. La evolución de la terapia endovascular se ha dado por la innovación de nuevos dispositivos: *coils*, *stent*, material líquido embólico (n-BCA y Onyx). Se consideran la terapia endovascular el estándar de oro para el tratamiento de este tipo de lesiones vasculares con diferentes tipo de abordaje: transarterial y transvenoso con la utilización de los dispositivos antes mencionados. La utilización del sistema Onyx se inicio en el 2005 para el tratamiento de malformaciones arteriovenosas y posteriormente en aneurismas intracraneos considerándolo ser un material seguro, con buena penetración a pequeñas arterias, no ser adherible a los microcatéteres y a las paredes de los vasos sanguíneos.

Existen indicaciones de urgencia para el tratamiento de las FCC siendo las más importantes: epistaxis, pérdida aguda de la agudeza visual y deterioro neurológico.

Objetivo. Caracterización angioarquitectónica de las fistulas carótido cavernosas mediante angiografía con sustracción digital para determinar el tipo de abordaje endovascular para su tratamiento utilizando el sistema líquido embólico Onyx® con valoración neuro-oftalmológico pre y postembolización.

Material y Métodos. Estudio descriptivo y prospectivo de 8 pacientes con diagnóstico de fistula carótido-cavernosa directa e indirecta con indicación de tratamiento endovascular utilizando el sistema líquido embólico Onyx.

Resultados. Se incluyeron 8 pacientes con diagnóstico angiográfico de fistula carótido-cavernosa directa e indirecta, media de edad 32.38 años DE 16.19. Siendo la tipo traumático la causa más frecuente (n=6, 75%). La proptosis fue la presentación clínica mas frecuente (100%) seguido por alteraciones campimétricas la mitad de la muestra de pacientes (n=4, 50%) y la media de la presión intraocular en la valoración inicial fue de 18.63 mmHg (rango=12-28 mmHg).

El tipo de fistula más frecuente fue la directa (Barrow tipo A) y en el 50% de los pacientes presentaron drenaje venoso mixto.

Utilizando en 6 paciente abordaje transarterial, en uno transvenoso y en otro combinado, con heparina intravenosa se obtuvo en el 75% de los pacientes oclusión total inmediata y en el resto de los pacientes al mes.

2 pacientes presentaron bradicardia e hipotensión (reflejo trigémino-cardíaco) recuperándose inmediatamente con solo suspender momentáneamente la inyección del Onyx. En 2 pacientes se realizó angioplastia con *stent* exitosa del segmento cavernoso para resolución de la oclusión (trombo y herniación del Onyx al vaso portador) transprocedimiento de la arteria carótida interna.

La media de la mejoría neuro-oftalmológica fue de 2.23 meses (rango= 0-12 meses).

En los controles angiográficos (1,3 y 6 meses) la oclusión de la fistula carótido-cavernosa fue total.

Conclusión. El sistema Onyx es un material líquido embolizante que demostró en esta serie de casos ser eficaz y seguro para el tratamiento de las fistulas carótido-cavernosas.

INTRODUCCIÓN.

El tratamiento de las fístulas carótido-cavernosas directas data desde 1930 cuando se realizó atropamiento de esta lesión vascular ligando la arteria carótida interna a nivel cervical e intracraneal.

En 1974 Parkinson reportó el tratamiento quirúrgico de 9 de 11 pacientes con fístula carótido cavernosa realizando un empaquetamiento del seno cavernoso conservando la arteria carótida interna. En 1974 Serbinenko et al reportó la primera embolización de un fístula carótido cavernosa directa.

En 1978 Debrun et al reportó el tratamiento exitoso con balón desprendible de 12 de 17 fístulas carótido cavernosas directas.

En 1980 los balones desprendibles eran ampliamente aceptados para tratamiento de fístulas carótido-cavernosas directas en Estados Unidos, siendo estos importados. En 1981 la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) aprobó la utilización de balones para oclusión de un vaso periférico pero los balones no se desprendían o lo hacían erróneamente. En 1991 los quitaron del mercado de Estados Unidos. Posteriormente en 1998 la FDA aprobó los balones desprendibles para uso intracraneal (DSB; Boston Scientific-Target, Fremont, CA) y en el 2003 se suspendieron por fuga de la válvula del balón en Estados Unidos.¹

Definición.

Las fístulas carótido-cavernosas son comunicaciones anormales entre la arteria carótida interna y el seno cavernoso. Por angiografía se clasifican en directas e indirectas.

Las fístulas carótido-cavernosas indirectas son fístulas dúrales arteriovenosas donde los vasos sanguíneos emergen de la arteria carótida interna, externa o ambas.

Las fístulas carótido-cavernosas directas son conexiones en la porción cavernosa de la arteria carótida interna con el seno cavernoso.²

Anatomía.

Para entender las causas y el tratamiento de las fístulas carótido cavernosas es necesario conocer el seno cavernoso y la porción cavernosa de la arteria carótida interna (ACI), las ramas meníngeas de esta y de la arteria carótida externa (ACE).

Parkinson fue el primero en describir con detalle la anatomía del seno cavernoso. El seno cavernoso se comunica con regiones adyacentes por venas emisarias tales como: anterior por la fisura orbitaria superior con la órbita; anteroinferior por el *foramen rotundum* con la porción superior de la fosa pterigopalatina; lateralmente por el *foramen oval* y el *foramen de Vesalio* con la región pterigoidea y posteriormente con el seno petroso superior e inferior (seno transverso y sigmoideo) a la vena yugular.

Los nervios craneales de la pared lateral del seno cavernoso (de superior a inferior) son el oculomotor, tróclear, primera rama u oftálmica del nervio trigémino. El nervio abducens cursa medial al nervio oftálmico y lateral de la arteria carótida interna. Las fibras simpáticas se encuentran en la superficie de la arteria y cursan en el agujero *lacerum*; estas fibras se unen en el seno primero al nervio abducens antes de que se distribuyan en la primera división del nervio trigémino, el cual envía fibras simpáticas para inervar al músculo dilatador de la pupila por los nervios ciliares largos pasando por el ganglio ciliar. Algunas fibras simpáticas pasan directamente del plexo carotídeo al ganglio ciliar, otras fibras pueden pasar con la arteria oftálmica al globo ocular.

En la clasificación de Bouthillier la arteria carótida interna se clasifica en siete segmentos siendo importantes para estudiar la angio-arquitectura de esta arteria, los cuales son: 1º Cervical, 2º Petroso, 3º Lacerum, 4º Cavernoso, 5º Clinoideo, 6º Oftálmico y 7º Comunicante.^{3,4,5}

Debrun clasificó la porción cavernosa de la arteria carótida interna en cinco segmentos, los cuales a continuación se nombran a partir de la clinoides anterior al canal petroso: segmento ascendente anterior, la unión del segmento ascendente anterior y el segmento horizontal, segmento horizontal, la unión del segmento horizontal y el segmento ascendente posterior. El segmento clinoideo o ascendente anterior está rodeado lateralmente en la porción anterior por el *strut* óptico y el proceso clinoideo anterior y el surco medial de la carótida para formar un espacio estrecho entre la

arteria y el hueso. Este anillo de hueso fija el segmento intracavernoso de la arteria carótida interna.

Fig. 1

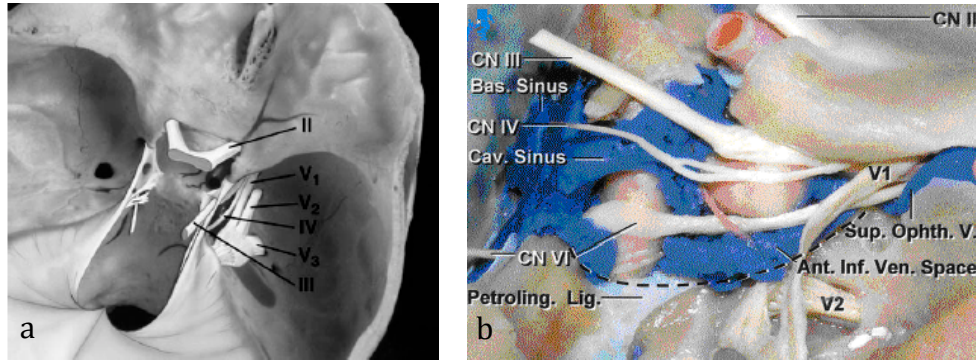


Fig. 1 Anatomía del seno cavernoso. (a) los nervios craneales alrededor del seno cavernoso observándose el II nervio óptico, III oculomotor, IV tróclear, y las 3 divisiones del nervio trigémico: V1 oftálmico, V2 maxilar y V3 mandibular. (Neurosurg Clin N Am 2005;16:279-295.) (b) Disección anatómica de cadáver del seno cavernoso en la que se observa los nervios en el orden mencionado en el inciso anterior y el VI nervio craneal así como la vena oftálmica superior y el segmento cavernoso de la arteria carótida interna. (Neurosurgery 2002;51,suppl1:375-410.)

Del segmento cavernoso de la arteria carótida interna emergen las siguientes arterias: tronco meningohipofisario, tronco inferolateral y la arteria capsular de McConnell y poco frecuente la arteria oftálmica. Fig. 2

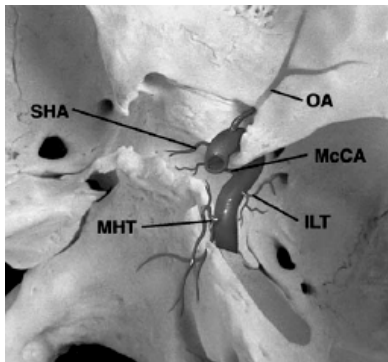


Fig.2 El tronco meningohipofisario sale antes del apex de la primera curva intracavernosa y sus 3 ramas son la rama tentorial de Bernasconi-Cassinari, arteria hipofisaria inferior y la arteria menígea dorsal. El tronco inferolateral proporciona las siguientes ramas: ramo tentorial, anteromedial, anterolateral y posterior. La arteria capsular de McConnell emerge del lado medial de la ACI distal al origen del tronco inferolateral. (Neurosurg Clin N Am 2005; 16:279-295.)

La arteria carótida externa (ACE) contribuye a la red vascular del seno cavernoso. La arteria meníngea accesoria puede ser una rama de la arteria meníngea media o de la arteria maxilar interna y llega al seno cavernoso a través del agujero oval o de Vesalio para anastomosarse con ramas del tronco inferolateral de la ACI. La arteria hipoglosa es rama de la arteria faríngea ascendente y se anastomosa con la arteria clival medial a nivel de la silla turca. Con este sistema anastomótico es posible observar el lóbulo posterior de la hipófisis durante la inyección de la arteria meníngea ascendente.

El seno cavernoso normalmente se comunica a través de la red venosa localizada en el clivus. El seno cavernoso normalmente recibe drenaje de la vena oftálmica superior e inferior, así como del seno esfenoparietal, venas silvianas y corticales. El seno cavernoso drena posteriormente a través del seno petroso superior e inferior (seno transverso y sigmoideo) al bulbo yugular. Inferiormente a través de las venas emisarias al plexo pterigoideo.^{3,5}

Clasificación.

Las fístulas carótido cavernosas se han clasificado de acuerdo a la causa que las condicionan (espontánea o traumática), de acuerdo a sus propiedades hemodinámicas (alto y bajo flujo) siendo esta última importante para explicar los síntomas y el plan de tratamiento.

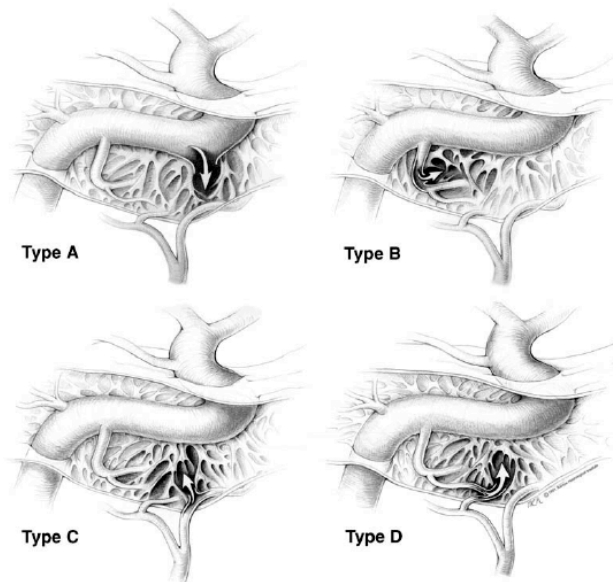
La clasificación de Barrow⁶ es una clasificación anatómica y angioarquitectónica donde se describen 4 tipos:

Tipo A: comunicación directa de la arteria carótida interna y el seno cavernoso.

Tipo B: comunicación de una rama de la arteria carótida interna y el seno cavernoso.

Tipo C: comunicación de una rama de la arteria carótida externa con el seno cavernoso.

Tipo D: la comunicación incluye ramos dúrales de la arteria carótida interna y externa con el seno cavernoso.



J. Neurosurg.1985;62:248-256.
Neurosurg Clin N Am 2005;16:279-295.

Epidemiología.

La mayoría de las fistulas carótido-cavernosas ocurren en adultos jóvenes, el 20% son espontáneas por debilidad de la pared de la arteria carótida interna. La tipo traumática es condicionada por movimiento brusco de la arteria y así ocasionando rasgadura de sus ramas a nivel de su sitio de fijación en el ligamento petroesfenoidal. La localización más frecuente de la lesión arterial es en el orden en que se menciona a continuación: segmento ascendente, horizontal y ascendente posterior.

Las fístulas carótido-cavernosas del tipo directo son de alto flujo por lo que existe ausencia de llenado de la arteria carótida interna supraclinoidea en el 5% de los pacientes. Y en el 1 al 2% de los casos la fístula es bilateral.

Las fístulas carótido-cavernosas directas espontáneas por lo general son condicionadas por debilidad de la pared de la arteria principalmente en las enfermedades con deficiencia de colágena: Síndrome de Ehlers Danlos, displasia fibromuscular y pseudoxantoma elástico.

Las fístulas carótido-cavernosas indirectas son de bajo flujo pueden ser espontáneas en mayores de 50 años, la causa de esta lesión aún no está muy clara pero se refiere que son de origen congénito.^{3,7}

Las fístulas dúrales congénitas se han reportado en infantes de 5 semanas de edad secundaria a trombosis del seno cavernoso con los siguientes factores predisponentes: enfermedad de la colágena, hipertensión arterial y enfermedad aterosclerosa en el embarazo.

Presentación clínica y fisiopatología.

El cuadro clínico se caracteriza por proptosis (90%), quemosis (90%), diplopía (50%), dolor (25%) disfunción del nervio trigémino, aumento de la presión intraocular, pérdida de la visión (>50%).⁸

El drenaje venoso retrogrado del seno cavernoso a las órbitas condiciona hipertensión venosa por incremento del volumen sanguíneo venoso orbitario por consiguiente extensión de los músculos extraoculares condicionando proptosis y quemosis. Dañándose la cornea por exposición y la diplopía se produce por falta de movilidad de los músculos extraoculares.

La hipertensión de la de las venas episclerales es producida por el reflujo venoso. La pérdida de la visión es producida por la disminución de la perfusión ocular o de la retina por éstasis venosa orbitaria.

El dolor es producido por el involucro de las paredes dúrales del seno cavernoso.^{3,9}

La sintomatología de las fístulas carótido-cavernosas indirectas es más insidiosa comparado con las fístulas directas caracterizándose por: ojo rojo (90%), proptosis (89%), aumento de la presión intraocular (83%), visión doble o paresia del nervio craneal (68%), dolor (40%), soplo (39%). La diplopía es frecuentemente en la mirada horizontal por paresia del nervio abducens en el 50% de los casos; la parálisis de algún nervio oculomotor es por congestión venosa, compresión e isquemia.

La resolución espontánea de la fístula puede ocurrir por la trombosis del seno cavernoso en el 10 al 60% y también puede suceder en el 43% posterior a la realización de una angiografía.

Diagnóstico por imagen.

La imagen de tomografía computada (TC) y de resonancia magnética (RM) se utiliza como estudio inicial para valorar una probable fístula carótido-cavernosa. En la tomografía computada los hallazgos son proptosis, ensanchamiento de los músculos extraoculares, vena oftálmica superior tortuosa y dilatada, ensanchamiento de seno cavernoso ipsilateral.

Los hallazgos por resonancia magnética son similares a los encontrados en la tomografía computada, más el edema infraorbitario y el flujo de vacío anormal en el seno cavernoso afectado. En las fístulas de alto flujo puede existir flujo venoso retrogrado cortical, por la que la RM y TC revela dilatación de las venas corticales y leptomeníngicas. Los pacientes que tienen congestión venosa cerebral, aumento de la presión intracraneal puede presentar edema y/o hemorragia cerebral.

La angiografía con sustracción digital (ASD) es esencial para confirmar el diagnóstico, clasificar la fístula y delimitar el drenaje venoso. La angiografía convencional sirve para caracterizar el tipo de flujo de la fístula y distinguir el tipo de fístula directa o indirecta (localización anatómica exacta de la ACI y el sitio de desgarro versus las arterias alimentadoras de la ACI y ACE). Además permite definir las vías de drenaje venoso (anterior vs posterior), reflujo cortical, estenosis venosa u oclusión, lo que puede limitar el acceso transvenoso del seno cavernoso.

Una angiografía con sustracción digital diagnóstica completa es recomendada para planear el tipo de tratamiento (endovascular o quirúrgico). La inyección selectiva de la ACI y ACE nos permite la clasificación exacta de la fístula. Además la inyección por la arteria vertebral ayuda a apreciar la circulación colateral intracraneal y del polígono de Willis en caso amerite sacrificarse la ACI.

Para la evaluación de las fístulas carótido cavernosas se requiere valorar los cuadros angiográficos (>5 cuadros/segundo) y una eyección rápida del medio de contraste (7 u 8 ml/segundo). Si la técnica falla para identificar la comunicación fístulosa se debe de utilizar maniobras para disminuir el flujo a través de la fístula. La maniobra de Mehringer-Hieshima consiste en inyección de la ACI ipsilateral y compresión de la arteria carótida común ipsilateral mientras la filmación ocurre lentamente. Otra maniobra es la Huber inyección a través de la arteria vertebral ipsilateral con compresión manual de la arteria carótida afectada. Con esta maniobra se opacifica la fístula a través de la arteria comunicante posterior.^{3,10}

TRATAMIENTO.

Tratamiento Médico.

La diferencia de las fístulas carótido cavernosas directas de alto flujo y las indirectas de bajo flujo o fístulas dúrales no están asociadas con el aumento de la mortalidad o el riesgo de hemorragia intracraneal. Inmutablemente el drenaje anterior de las fístulas que conducen a manifestaciones oculares, aproximadamente del 20 al 50% de las fístulas dúrales se curan espontáneamente desde días a meses después de la presentación clínica. Por eso en la práctica es aceptado tratar las manifestación oculares médicamente (oclusión del ojo mediante un parche, agentes hipotensores para la presión intraocular elevada, lubricantes para la proptosis y evitar la queratopatía y/o corticoides sistémicos cuando sean necesarios.

Además de la terapia de maniobra de compresión externa la cual se inicia como tratamiento no invasivo para las fístulas carótido-cavernosas indirectas. Este tipo de terapia es particularmente efectiva en pacientes que albergan la fístula en la parte anterior del seno cavernoso y aquellos que cuenta con presión intraocular baja, con un intervalo pequeño entre el inicio de la sintomatología con el tratamiento. Al paciente se le instruye que debe realizar la maniobra de compresión sentado en una silla o acostado en la cama, realizar compresión de la arteria carótida y vena yugular con la mano contralateral por un período de 10 segundos, de 4 a 6 veces en una hora. Con la compresión manual carótido-yugular el 30% de los pacientes se curan.

Las contraindicaciones de la compresión manual incluyen: síndrome del seno carotídeo hipertenso, estenosis aterosclerótica, ulceración en la arteria carótida y antecedente de isquemia cerebral, porque los paciente que tiene estas anomalías no toleran la oclusión transitoria de la arteria ACI ipsilateral. Esta terapia se debe discontinuar si la agudeza visual disminuye progresivamente, la presión intraocular es mayor de 25 mmHg o el paciente experimenta dolor orbitario insoportable.^{10,11}

Los signos de morbilidad ocular contraindican el tratamiento médico y se debe realizar un tratamiento quirúrgico o endovascular. A los pacientes que tienen disminución de la agudeza visual progresiva, diplopía, edema de papila refractario a manejo médico, retinopatía proliferativa, aumento de la presión intraocular, cefalea, hemorragia intraparenquimatosa, drenaje venoso retrogrado cortical o deformidad cosmética definitivamente se debe ofrecer tratamiento endovascular.¹⁰

Indicaciones para tratamiento de urgencia.

1. Pérdida progresiva de la agudeza visual.
2. Epistaxis: hemorragia nasal asociada a fístula carótido-cavernosa traumática, es el problema más urgente para resolver para conservar la vida del paciente. Se debe diferenciar de la epistaxis en fase aguda por un incidente traumático, el cual está más relacionado con el traumatismo maxilofacial, el cual se puede manejar conservadoramente.
3. Aneurisma en el seno esfenoidal. Durante la evaluación pre-tratamiento se observa una pequeña masa en el seno esfenoidal, el cual se comprueba por angiografía la presencia de un aneurisma o pseudoaneurisma de la arteria carótida interna. Se debe tratar inmediatamente por el riesgo de ruptura y condicionar una hemorragia fatal e incontrolable. Se recomienda la oclusión de la arteria paterna en la etapa aguda. En la etapa subaguda o crónica se puede tratar con embolización con coils y stent.
4. Paciente comatoso. En pacientes con disminución del nivel de conciencia y se han excluido otras lesiones intracraneales, debe recibir tratamiento. Esto también aplica a pacientes inconscientes y/o estuporosos por aumento de la presión intracraneal, aunque no se demuestre drenaje venoso cortical.
5. Durante la colocación de un balón en tal situación el drenaje venoso es bloqueado, o en el período de post-embolización inmediato el balón migra y bloquea el drenaje venoso posterior seguido de deshinchamiento del balón o vómito con agravamiento de los síntomas oculares. Si el balón migra hacia delante y se redirige el drenaje oftálmico al sistema venoso subaracnoideo, el riesgo de una complicación intradural puede ocurrir (hemorragia subaracnoidea, crisis convulsivas o déficit neurológico). Estas situaciones requieren de tratamiento urgente.¹²

Tratamiento Quirúrgico.

En 1930 el tratamiento quirúrgico de las fístulas carótido-cavernosas (FCC) consistía en ligar la arteria carótida interna intracraneal y cervical para aislar el cortocircuito. Otra alternativa era sacrificar la arteria utilizando material embolizante o exposición directa de la arteria.

En la actualidad el aislamiento de la FCC directas por ligadura de la arteria carótida interna se puede considerar un tratamiento efectivo, es limitado por riesgo de condicionar un infarto cerebral a pesar de una prueba de oclusión con balón favorable. En la actualidad el tratamiento endovascular puede ofrecer resultados similares con abordaje menos invasivo y evitar fresar la clinoides anterior para exponer este segmento de la arteria carótida interna.

Raramente se requiere realizar un cirugía descompresiva o de órbita, la cual se puede emplear cuando el tratamiento endovascular y quirúrgico fallan, o en aquellos casos donde la presión intraocular persiste elevada.

Tratamiento Endovascular.

Los avances en la tecnología endovascular a condicionado diferentes opciones de tratamiento para las FCC. El tipo de método utilizado para el tratamiento depende de la anatomía de la fístula, de la preferencia del operador e institución.

Método Transarterial.

La utilización de un balón desprendible esta indicado para la obliteración de las FCC directas. El balón tiene la propiedad de ser dirigido con el flujo al sitio de la fístula en el seno cavernoso. El balón se hincha a un volumen más grande del tamaño de la fístula para evitar el prolapso retrogrado a la arteria carótida interna y posteriormente se desprende. Este tipo de abordaje se considera poco costoso, simple y elegante tratamiento endovascular. (Fig. 3b)

Ocasionalmente existen problemas con esta técnica: falla para la navegación del balón con el flujo en la ACI y seno cavernoso, dificultad para ingresar el balón a la ACI. Además de la liberación temprana, deshinchamiento del balón por ruptura ocasionada por una espícula ósea.

Otro método de embolización es con *coils* o material embólico: n-butil cianoacrilato (n-BCA) y el copolímero de etinil vinil alcohol (Onyx).

La técnica estándar consiste en colocar un catéter guía en la ACI cervical, realizar cateterismo súper selectivo del segmento cavernoso de la ACI y pasar el sitio de ruptura o comunicación con el seno cavernoso para proceder a pasar el material embolizante. Los *coils* se pueden ajustar o incluso removerse si el sitio elegido no es el óptimo antes de su liberación. (Fig. 3C). Para la utilización de n-BCA y Onyx se debe utilizar un balón de oclusión temporal en el segmento cavernoso de la ACI en el sitio de ruptura para protección del vaso portador de la migración de material embólico a la circulación distal intracraneal.

Las FCC con rupturas pequeñas en la ACI se pueden tratar con balón desprendible o *coils* pero desafortunadamente puede existir la posibilidad de la herniación de esta material hacia la ACI y condicionar oclusión del vaso portador. Con la introducción de los *stents* para el tratamiento de aneurismas de cuello ancho aprobados por la FDA, se han utilizado en las FCC para la reconstrucción de la ACI. Cuando se colocan en el sitio de la rasgadura, condiciona una barrera entre el seno cavernoso y la ACI evitando la herniación retrograda de los *coils* al vaso portador. (Fig. 3c)

Cuando el daño de la ACI es imposible de reconstruir, la oclusión endovascular se debe considerar, apoyado con una prueba de oclusión con balón exitosa.

Otra alternativa de tratamiento es la colocación de un stent cubierto con polifluorotetraleno para evitar la opción de sacrificar la ACI. Estos pueden ser utilizados en las FCC directas y otro tipo de fístula para el cierre inmediato de sitio fistuloso y conservar el vaso portador para evitar el riesgo de un infarto cerebral a pesar de una prueba de oclusión favorable. Actualmente aun no están aprobados por la FDA en Estados Unidos por ser poco flexibles y difíciles para navegar. (Fig.3d).

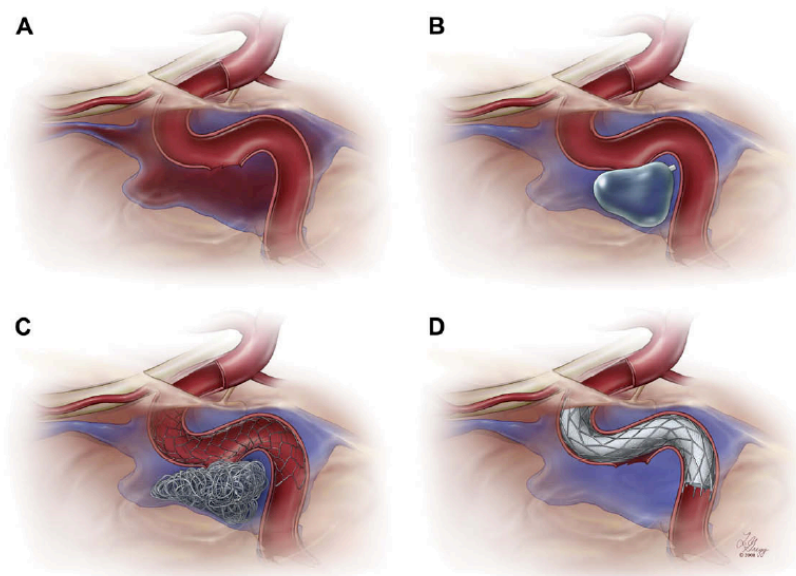


Fig. 3 Tipos de tratamiento endovascular de la FCC.

Neuroimag Clin N Am 2009;19:241-255.

La embolización transarterial de las fístulas dúrales al seno cavernoso son incómodas para embolizar por su tamaño, anatomía tortuosa y múltiples arterias alimentadoras. El abordaje transvenoso por lo general es más fácil y más exitoso. Aunque puede fallar en algunos casos, la vía arterial continúa siendo otra alternativa.

La técnica transarterial consiste en realizar cateterismo súper selectivo de las ramas meníngeas y posicionar la punta del microcatéter lo más cercano a la comunicación fistulosa e inyectar un agente líquido embólico con control fluoroscópico.

El agente líquido más utilizado es el pegamento n-BCA aprobado en Estados Unidos para la embolización prequirúrgica de malformaciones arteriovenosas.¹³ La viscosidad y polimerización para su control está dada por el lipiodol. Las ventajas del n-BCA es su naturaleza trombogénica y oclusión permanente de las arterias alimentadoras. El inconveniente de este agente es su rápida polimerización (segundos), adhesividad (riesgo de retención del microcatéter) y requiere una mayor curva de aprendizaje para su utilización.

El Onyx es otro material líquido embólico recientemente utilizado y aprobado por la FDA en el 2005. Se hace un apartado especial para su descripción más adelante.¹⁰

Método transvenoso.

Para las FCC indirectas es preferible la vía transvenosa. La cual se puede desarrollar por vía anterior y posterior. La vía posterior se hace a través de la vena femoral a la vena yugular interna y cateterización del seno petroso inferior e ingresar al seno cavernoso. Otra alternativa de abordaje es a través de la vena oftálmica superior directo o por medio de la vena facial. Los abordajes menos comunes son a través del plexo pterigoideo, venas corticales y vena oftálmica inferior. Una vez cateterizado el seno cavernoso la embolización se desarrolla similar a la vía transarterial. Se puede emplear en esta técnica los materiales antes mencionados *coils*, n-BCA y Onyx.

La ventaja de este método es que una sesión se cure la fistula, por ser una técnica más simple comparada con la transarterial. Tratar la FCC indirecta en la etapa aguda es muy riesgoso porque las paredes de las venas no han adquirido el grosor suficiente. La navegación por el sistema venoso y la perforación mecánica son retos técnicos en este tipo de procedimiento.¹⁵

Sistema Líquido Embólico Onyx® ev3

El Onyx es un agente embólico líquido poco adhesivo diseñado para uso endovascular. Su presentación es en viales. Cada vial contiene un copolímero de etilvinil alcohol, solvente orgánico dimetil sulfoxido (DMSO) y tantalio. El etilvinil alcohol está conformado por 48 mol/L de etilvinil y 52 mol/L de vinil alcohol y el DMSO se encuentra en 3 concentraciones diferentes: 6%, 6.5% y 8%. El tantalio contenido es para agregarle la radiopacidad al material. Los viales antes de su administración se mantienen en una mezcladora (Vortex-Genie, Scientific Industries, Bohemia, NY) durante 20 minutos mínimo para obtener una mezcla adecuada con el tantalio.

Las presentaciones son Onyx 18, Onyx 20 y Onyx 34 que van en relación a su viscosidad. Cuando el material se pone en contacto con una solución acuosa se precipita y forma un molde esponjoso.

En 1990 Taki et al, fue el primero en reportar el uso de un material similar (etilvinil alcohol [EVAL]) en el tratamiento de malformaciones vasculares cerebrales.^{16,17,18,19}

El DMSO se utiliza para llenar el espacio muerto del microcatéter de inicialmente con 0.25 a 0.27 ml hasta un volumen total de 0.02 a 2.05 ml estos valores pueden incrementar hasta obtener la dosis acumulada que va de 5- 197 mg/kg. Se ha experimentado en animales (perros) la dosis letal (3.8 a

8.9 gr/kg) manifestándose por tremor, disminución de la actividad motora, miastenia y estupor. Los estudios repetidos realizados en perros demuestran que la administración de DMSO oral (0.3 – 2.4 g/Kg.) /6 días/semana por 4 semanas causa anemia, hemoglobinemia y bilirrubinemia. Los estudios en humanos demuestran que se puede utilizar hasta 8 gr./Kg./día sin evidencia de hemólisis, coagulopatía o alteraciones electrolíticas. La hipercalcemia que se presenta puede ser corregida fácilmente.

En la embolización de aneurismas se puede utilizar hasta 0.2 gr/kg de peso de DMSO lo cual es mucho menor a las dosis mencionadas. Los pacientes pueden presentar desaturación de oxígeno, requiriendo oxígeno suplementario en las horas siguientes después de la intervención. Los metabolitos DMSO se eliminan por riñón, pero la eliminación temprana se hace a través de la piel y pulmón lo que produce un aliento a ajo.¹⁹

Este material embólico se utilizó inicialmente para malformaciones arteriovenosas como embolix E en 1998 por ser mecánicamente oclusivo sin adherirse a las paredes de la arteria ni del microcatéter. Se inyectó en la arteria faríngea ascendente e histológicamente no se encontraron anomalías macroscópicas. En los especímenes embolizados se observó oclusión de las arterias por este material sin evidencia de denudación endotelial, angionecrosis, inflamación celular aguda o hemorragia perivascular. Este material penetra arterias pequeñas de 250 a 400 micras de lumen.²⁰

El sistema Onyx fue aprobado por la FDA en julio del 2005 como material embólico. Utilizándose en Estados Unidos para embolización de malformaciones arteriovenosas y en Europa para aneurismas y malformaciones arteriovenosas.^{21,22}

Es un tratamiento aceptado para la embolización prequirúrgica de malformaciones arteriovenosas de alto grado.

El éxito de la cirugía y radiocirugía está dado por la embolización de las malformaciones arteriovenosas para reducir su volumen y ocluir arterias alimentadoras críticas.²² Antes del 2005 el agente utilizado para embolización era NBCA (n-butil cianoacrilato) su principal característica es inyectarlo rápido además de su impredecible polimerización, siendo esta una diferencia con el Onyx, el cual es menos adhesivo y se polimeriza más lentamente.²³

La inyección del onyx se realiza por medio de microcatéteres compatibles (Echelon, Marathon. Ultraflow, Rebar ev3) y con técnica de mapeo angiográfico, administrándose previamente 10 ml de solución fisiológica, se llena el espacio muerto del microcatéter con DMSO y posteriormente se administra el Onyx a 0.1 ml/seg. Llenando el compartimiento del nido malformativo primeramente anterogrado y posteriormente retrogrado formándose el molde del Onyx. La embolización puede ser detenida cada 1- 2 minutos para que las cantidades ya inyectadas se precipiten, la inyección se continúa hasta que se observe reflujo y se debe parar cuando haya una segunda penetración en el nido. El indicador para detener la embolización es cuando existe resistencia para la inyección del Onyx. Al terminar el procedimiento el microcatéter se retira aspirando con la jeringa del Onyx hasta que la punta del microcatéter se desprenda del molde de Onyx.^{22,23}

Las complicaciones que se pueden presentar son infartos cerebrales por oclusión inadvertida de una arteria normal , ya se ha reportado en otras series con otros agentes del 3-2%, perforación de un vaso y microcatéteres atrapados^{23,24,25} Otra ventaja de la utilización de Onyx es que durante la cirugía se manipula más fácilmente la malformación arteriovenosa , tal vez por las características del este material que es una masa suave y esponjosa; existiendo menor fragilidad capilar porque la respuesta inflamatoria es menor comparada con el NBCA.

Con el conocimiento angioarquitectónico de las malformaciones arteriovenosas, el cateterismo súper selectivo intra y perinidal para el posicionamiento del microcatéter la inyección controlada del Onyx permite proteger las venas de drenaje lo que lo hace ser un tratamiento seguro para las malformaciones arteriovenosas complejas y con localizaciones críticas.²⁴

Se ha utilizado este material para el tratamiento de los aneurismas colocando un balón en el cuello del aneurisma solidificándose el Onyx en un período de 10 minutos sin difusión del solvente DMSO. La aplicación de este material en los aneurismas intracraneales se desarrollo apartir de 2004.¹⁷

Esta indicado utilizarlo en diferente tamaño de aneurismas <10 mm hasta >25 mm, localización (oftálmico y cavernoso los más frecuentes). La técnica consiste en colocar un balón compatible (Equinox o Hyperglide) en el vaso portador a nivel del cuello del aneurisma con un microcatéter colocado previamente (Rebar) dentro del aneurisma y balón hinchado se inicia el paso del DMSO

en el espacio muerto dentro del microcatéter posteriormente se inyecta el Onyx a 0.1 ml/min. Después de cada inyección el balón se deshincha por 3 minutos para permitir la reperfusión cerebral por lo menos 2 minutos. Es importante señalar que el material debe cubrir hasta el margen del cuello del aneurisma, cuando el Onyx se pone en contacto con el balón la inyección se lentifica o se hace una pausa de 15-30 minutos para disminuir el riesgo de derramarlo. Es importante observar que el Onyx cubra el cuello del aneurisma para asegurar la oclusión y evitar recanalización principalmente en aneurismas de cuello ancho o gigantes. Una vez observado por angiografía la oclusión satisfactoria del aneurisma se descomprime la jeringa y se aspira 0.2 ml con una pausa de 10 minutos para esperara la solidificación completa del polímero con el balón deshinchado; se hincha nuevamente el balón y el microcatéter se retira traccionándolo suavemente. Manteniéndose estable el Onyx en el 92% en los controles angiográficos de un año. Las complicaciones frecuentes estuvieron relacionadas con la técnica y la enfermedad.

Los resultados a 3 y a 12 meses en los pacientes con aneurismas no agudos ni recurrentes fue bueno en el 90% con escala modificada de Rankin de 0-2.¹⁷

HIPOTESIS.

El tratamiento de fistulas carótido-cavernosa directas e indirectas con etinil vinil alcohol (Onyx® ev3) como material embolizante, es un método terapéutico seguro para este tipo de lesiones vasculares así como eficaz por su capacidad de penetración y no ser adherible al material de apoyo para su inyección.

OBJETIVOS.

- a) Caracterizar el tipo de fístula de acuerdo a la clasificación de Barrow para determinar el tipo de abordaje.
- b) Evaluar la concentración de Onyx adecuada para las fistulas del seno cavernoso.
- c) Evaluar la curación de las fistulas del seno cavernoso con material líquido embólico (Onyx) clínico y angiográfico.
- d) Evaluar la evolución clínica y angiográfica de recidiva de esta patología.
- e) Valorar los materiales adecuados para el procedimiento endovascular compatibles con el Onyx. Así como material de apoyo para la embolización (balón y stent).

MATERIAL Y METODOS.

Se realizó un análisis descriptivo prospectivo de 8 pacientes con el diagnóstico de fístula carótido-cavernosa y evaluación neuro-oftalmológica pre y postratamiento. Se les practicaron estudios de imagen pre-tratamiento no invasivos (tomografía computada de cráneo), una vez obtenido el diagnóstico se sometieron a angiografía con sustracción digital (sistema biplanar 3D Axiom Artis, Inspace 3D Siemens) para la caracterización angioarquitectónica de la fístula y con la valoración neuro-oftalmológica se decidió tratamiento endovascular.

Se utilizó el paquete estadístico SPSS 12.0 para Windows para calcular frecuencias, medias y desviación estándar.

Abordaje terapéutico.

Consideraciones generales.

Todos los pacientes fueron tratados con anestesia general y monitoreo continuo. Heparinización sistémica iniciando con un bolo de 3000 UI con una dosis de mantenimiento de 1000 – 1500 UI/hora para mantener un tiempo de coagulación activado >250 segundos.

La técnica consistió en 2 procedimientos diferentes: 1) oclusión completa y transitoria de la arteria portadora a nivel del corto-circuito; y 2) Inyección del agente embolizante. La oclusión se realizó transarterial (se navegó un balón de oclusión y se hinchó en la ACI). La inyección del Onyx se realizó mediante un microcatéter navegado transarterial cruzando el sitio de ruptura de la arteria hacia el seno cavernoso, o de lado venoso (transvenoso) por el seno petroso inferior al seno cavernoso. Para la oclusión temporal se utilizó balones de ev3 Hyperglide™, Hyperperform™ y MagicB2 de Balt. Los microcatéteres utilizados fueron Echelon® 14 y Rebar® de ev3.

Tipo de abordaje:

Para el abordaje arterial se utilizó un introductor corto 8 FR, catéter guía Guider multipropósito™ 7FR (Boston Scientific) o Envoy® 6 FR (Cordis) colocado en la arteria carótida interna. En el catéter guía se navegó tanto el balón de oclusión transitorio y el microcatéter.

Esta técnica se desarrollo navegando primero el balón de oclusión y posicionándolo a nivel del sitio de ruptura de la arteria (fístula), posteriormente se navegó el microcatéter montado en un microguía para posicionarlo a través del sitio de la ruptura de la arteria carótida interna hacia el seno cavernoso. Se hinchó el balón hasta obtener una oclusión completa de la arteria portadora con control angiográfico a través de catéter guía y del microcatéter. Observando éstasis del contraste en el seno cavernoso cuando se realizó la inyección por el microcatéter y por la inyección del catéter guía se observo éstasis del medio de contraste en la arteria carótida interna a nivel del segmento lacerum y así considerando una adecuada oclusión.

El abordaje transvenoso a través de la vena femoral se desarrolló utilizando un introductor corto 6FR, catéter guía Envoy® 6FR cateterizando la vena yugular interna, posteriormente se realiza

cateterismo súper selectivo con microcatéter del seno petroso inferior y posteriormente el seno cavernoso. Este abordaje va apoyado con oclusión de la arteria carótida interna con balón transitorio a nivel del sitio de ruptura de esta.

Otro abordaje transvenoso fue a través de la cateterización vena oftálmica superior previamente disecada mediante abordaje quirúrgico; con microguía y microcatéter se realiza cateterismo súper-selectivo del seno cavernoso e inyectando el Onyx con la técnica que a continuación se describe y se realizaron controles angiográficos a través de la arteria carótida interna.

Inyección del Onyx®.

Una vez tenida la certeza de la oclusión de la arteria carótida interna y posicionado el microcatéter en el tercio rostral del seno cavernoso. Se procedió a inyectar el Onyx® contamos en nuestro país con la disposición de la concentración de Onyx 18 y 34. El primer paso consistió en inyectar el DMSO de acuerdo al espacio muerto del microcatéter, durante espacio de 2 minutos se inyectó el Onyx hasta cubrir el espacio muerto del microcatéter. Posteriormente con técnica de mapeo angiográfico se inyecta el Onyx lentamente a 0.1ml/seg de rostral a dorsal hasta obtener un molde adecuado y observar reflujos en la punta del microcatéter, parando y reposicionando el microcatéter en el tercio medial del seno cavernoso para continuar con la inyección. Durante el reposicionamiento del microcatéter se deshinchó el balón temporalmente para realizar un control angiográfico. Y continuar con la misma técnica empleada de oclusión de la carótida interna para continuar con la inyección de Onyx. La última inyección de este fue cuando la punta del microcatéter estaba cerca del balón dándose por terminado el procedimiento.

El seguimiento de los pacientes fue hecho con angiografía con sustracción digital al mes, 3 meses y 6 meses

RESULTADOS.

Características clínicas y demográficas basales				
	N=8	%	Media	DE
Género (hombre/mujer)	5/3	62.5%/37.5%		
Edad			32.38	16.19
Etiología				
Traumática	6	75%		
Espontánea	2	25%		
Manifestación NOF^a				
Ojo rojo	8	100%		
Quemosis	3	37.5%		
Proptosis	8	100%		
Soplo	2	25%		
Alt. Campimetría	4	50%		
Alt. AV ^b	2	25%		
Alt. NC ^c	4	50%		
Presión intraocular (mmHg)			18.63	
Presión intraocular elevada (>20mmHg)	3	37.5%		
Tipo de Fístula^d				
-Barrow A	6	75%		
-Barrow C	1	12.5%		
-Barrow D	1	12.5%		
Tipo de Drenaje				
-Anterior	2	25%		
-Posterior	2	25%		
-Mixto ^e	4	50%		

^aNOF= neuro-oftalmológica, ^bAV= Agudeza Visual, ^cNC= Nervio Craneal,

^dBarrow J. Neurosurg.1985;62:248-256.

En los 8 pacientes la media de edad fue de 32.38 años (rango 15-60 años) DE 16.19. La causa más frecuente fue la traumática (n=6, 75%).

La proptosis se encontró en el 100% de los pacientes, mientras que las alteraciones campimétricas en la mitad de la muestra de pacientes (n=4, 50%): reducción temporal del 10%, islas de visión del ojo de lado de la fístula y hemianopsia temporal izquierda.

La agudeza visual se encontró alterada en 2(25%) casos, siendo la más grave a cuenta dedos.

La presión intraocular media de los ocho pacientes fue de 18.63mmHg (rango= 12-28mmHg), haciendo notar que la mayoría de los pacientes (n= 5, 62.5%) no presentó presión intraocular elevada al momento de la valoración inicial.

El tipo de fistula que con mayor frecuencia se presentó en nuestra población de pacientes fue la directa considerada de alto flujo (Barrow A). 2 (25%) de los casos presentaron fístula dural al seno cavernoso considerando tipo C de Barrow por presentar el corto-circuito con una rama de la arteria menígea media rama de la ACE. La tipo D se caracterizó por presentar el corto-circuito en una rama del tronco meningohipofisiario (arteria hipofisiaria inferior), una rama de la arteria menígea media y de la faríngea ascendente.

El 50% de las fistulas presentaron un drenaje mixto caracterizado en un caso por ser anterior (vena oftálmica superior), posterior (senos petrosos) y superior (cortical). Otro tipo de drenaje mixto se caracterizo por ser posterior (senos petrosos), superior (cortical) e inferior (plexo clival vena pontomesencefalica media anterior y vena medular media anterior).

Características Neuro-oftalmológicas posprocedimiento		
	N=8	%
Oclusión de la Fistula Inmediata		
Total	6	75%
Subtotal	2	25%
Agudeza Visual Normal	7	87.5%
Presión Intraocular normal	8	100%
Campimetría normal	6	75%

La oclusión subtotal de 2(25%) pacientes en los controles angiográficos inmediatos, ocurriendo oclusión del drenaje venoso en el control angiográfico del mes, y permaneciendo estable en el control de los 3 y 6 meses con persistencia de un golfo venoso en 3 pacientes a nivel de la boca de la fistula pero no considerándose como recanalización del Onyx sino como un defecto condicionado por el balón de oclusión.

Las fístulas carótido-cavernosas directas (Barrow A) se embolizarán con asistencia de un balón de oclusión compatible con el sistema Onyx® ev3 Hyperglide™ ev3 en 4 casos, Hyperform™

ev3 en un caso y Magic B2 Balt en otro caso. Se utilizó dos presentaciones de Onyx® ev3 18 y 34, la cantidad utilizada fue de 5.8 ml (rango 1.5- 4.5ml).

En algunos pacientes se utilizó la colocación de un stent (Neuroform 3™ y Liberté de Boston Scientific): en un caso por falta de oclusión de la boca de fístula en el control angiográfico de un mes, en otro paciente se colocó para planeación de la embolización por ser la boca de la fístula muy amplia y así conservar el vaso portador; en 2 casos para rescate vascular por oclusión del vaso portador (ACI) consiguiendo como resultado final circulación sanguínea completa de este.

En un solo paciente de la muestra total, se observó únicamente mejoría de la agudeza visual, sin haber empeoramiento. En relación a la campimetría, se observó mejoría sin resolución completa en un solo paciente (12.5%); otro paciente que al momento de su valoración inicial ya tenía alteraciones campimétricas no presentó empeoramiento posprocedimiento.

Se encontró paresia de los nervios craneales oculomotores de predominio del nervio oculomotor externo en 4 pacientes, pero en uno de ellos con presencia de una fístula dural al seno cavernoso (Barrow tipo D) se observó oftalmoplejía de un lado y paresia del VI nervio craneal contralateral, este paciente después del tratamiento de la lesión vascular se presentó una franca mejoría quedando solo con la paresia de VI nervio craneal de un solo ojo, resolviéndose a los 3 meses. El resto de los pacientes evolucionaron de la mejoría del movimiento de los ojos hasta la normalidad. La media de resolución de la paresia del VI nervio craneal fue 2.25 meses DE 4.166 (rango 0-12 meses).

Todos los pacientes presentaron presión intraocular normal posterior a la embolización.

El soplo presentado en 2 pacientes remitió en el período de postembolización inmediato.

En el siguiente cuadro se resume los resultados del procedimiento de cada paciente.

Resumen de los resultados del procedimiento.

CASO	TIPO FCC ANGIOGRAFIA	LADO	TIPO ABORDAJE	TIPO ONYX	STENT	RESULTADO POSTEMBOLIZACION ANGIOGRAFICO OCLUSION 1,3,6 meses
1	A	DER. ^a	ETA ^c	34	SI	TOTAL
2	A	IZQ. ^b	ETA	18/34	SI	TOTAL
3	A	DER.	ETA/ETV ^d	18	SI	TOTAL
4	A	IZQ.	ETA	18	SI	TOTAL*
5	A	IZQ.	ETA	18	NO	TOTAL
6	D	IZQ.	ETV	34	NO	TOTAL
7	C	DER.	ETA	18/34	NO	TOTAL
8	A	IZQ.	ETA	18/34	NO	TOTAL

^a DER. Derecho, ^b IZQ. Izquierdo.

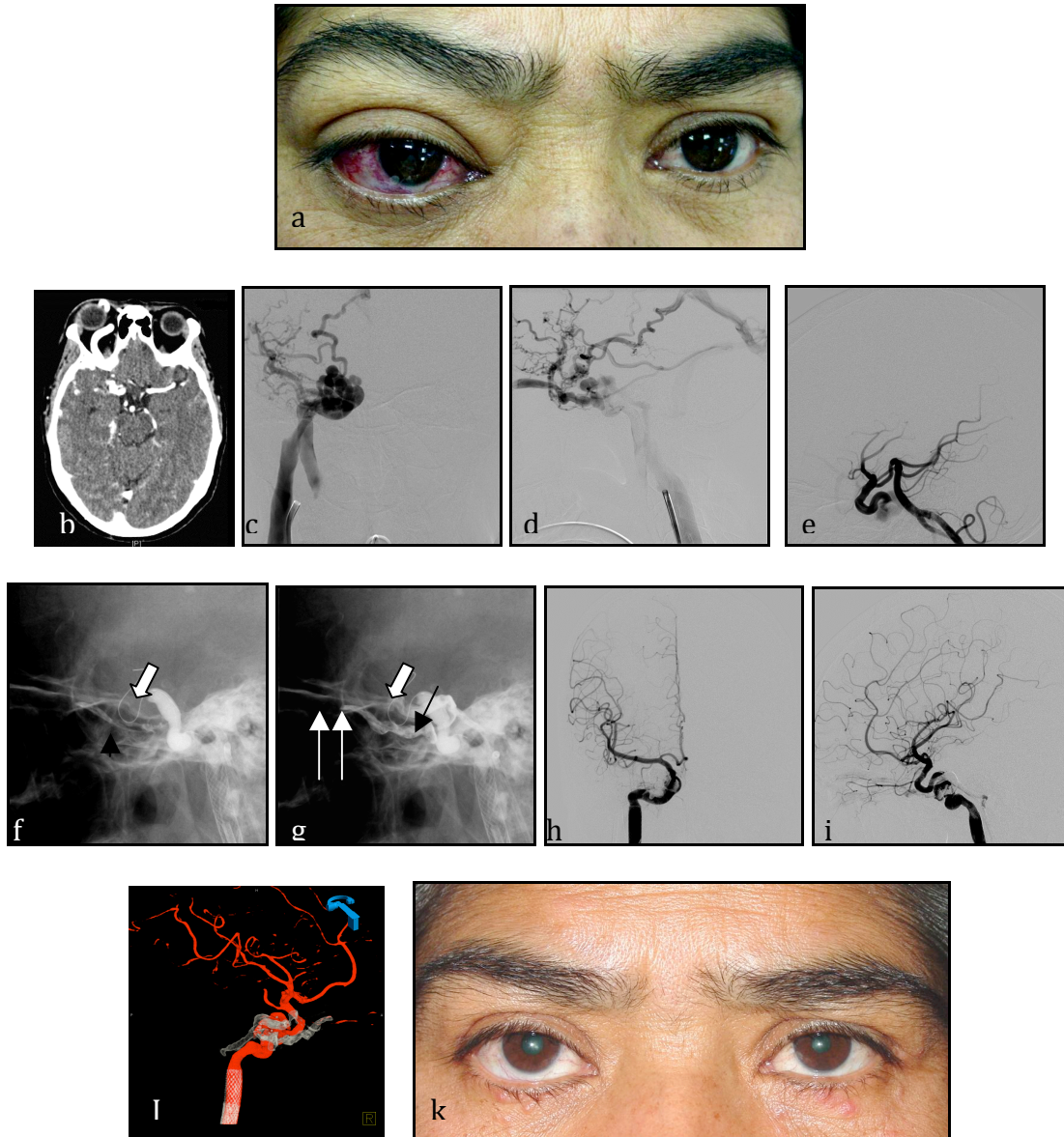
^c ETA Embolización transarterial.

^d ETV Embolización transvenosa.

* La oclusión fue en el control angiográfico inmediato por ser renuente al seguimiento.

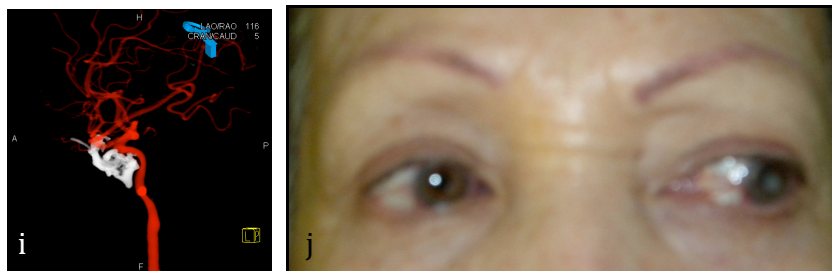
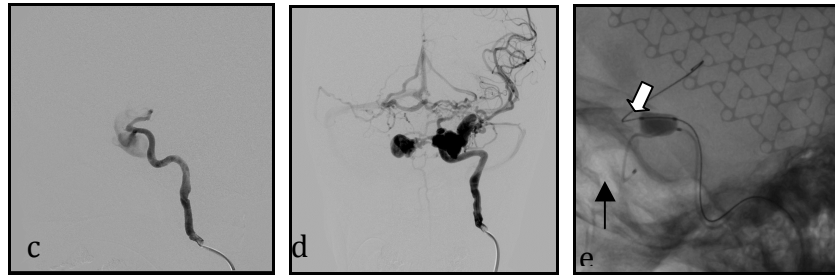
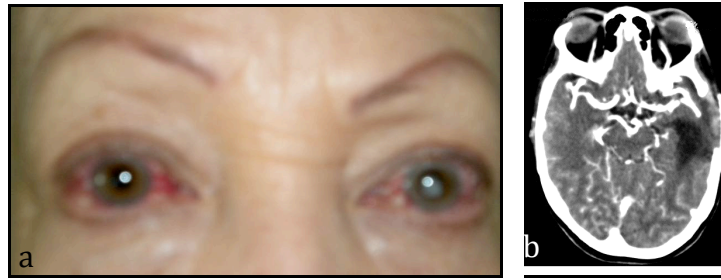
En los 4 pacientes que se utilizó stent fueron manejados con antiagregación intravenosa con Tirofiban a la dosis que le correspondía (bolo 0.4 µg/kg/min durante 30 minutos y mantenimiento 0.1 µg/kg/min) de 48 a 72 hrs., continuaron con antiagregación dual oral por 3 meses (clopidogrel y ácido acetil salicílico), y por los últimos 9 meses con un solo antiagregante (ácido acetil salicílico) hasta completar un año de la colocación del stent.

Las complicaciones presentadas fueron relacionadas como en cualquier técnica endovascular: un paciente presentó oclusión de la arteria carótida interna por la presencia de un trombo con rescate vascular con angioplastia del segmento cavernoso con stent Liberté y antiagregación intravenosa con Tirofiban, observándose en el control angiográfico tinción completa de la arteria carótida interna, cerebral anterior y media ipsilateral a la fístula. Otro paciente presentó herniación parcial del material embolizante al deshincharse el balón hacia el segmento cavernoso de la arteria carótida interna realizándose angioplastia con stent Neuroform 3 rescatando la arteria portadora al 100%. 2 pacientes presentaron bradicardia e hipotensión durante el procedimiento recuperando inmediatamente al suspender momentáneamente la inyección del Onyx.



Paciente de 55 años de edad con diagnóstico de fístula carótido-cavernosa derecha secundaria a traumatismo craneoencefálico. a) Dilatación de los vasos episclerales y proptosis del ojo derecho. b) Tomografía computada de cráneo, corte axial se observa tinción con medio de contraste de la vena oftálmica superior, exoftalmos derecho. c) y d) Angiografía con sustracción digital en proyecciones anteroposterior y lateral se observa fístula directa carótido-cavernosa derecha, con robo de flujo de la circulación anterior, drenaje venoso a venas corticales ipsilateral, drenaje venoso profundo (vena basal de Rosenthal a la vena de Galeno). e) ASD del eje vertebro-basilar con maniobra de compresión de la ACID en proyección lateral para identificar el sitio fistuloso (ruptura de la ACI). f) y g) Proyección lateral transprocedimiento sin sustracción de hueso para ilustrar la técnica empleada (encarcelamiento del microcatéter) balón hinchado en el segmento cavernoso de la ACI (flecha blanca gruesa), microcatéter dentro del seno cavernoso (flecha negra pequeña). g) Se observa la formación del molde de Onyx en el seno cavernoso y vena oftálmica superior (doble flecha blanca) y los dispositivos mencionados en el incisivo anterior respectivamente. h) e i) ASD se observa circulación arterial normal de la arteria cerebral anterior y media. Con oclusión completa de la fístula. j) Proyección lateral en 3D se identifica el molde de Onyx y la circulación anterior completa.

En esta paciente se realizó corrección de un rizo arterial de primer segmento de ACI mediante angioplastia con Wall-Stent (Boston Scientific) para lograr la navegación en la arteria con los microsistemas para el cateterismo superselectivo del seno cavernoso. k) Curación clínica de la paciente.



Paciente femenino de 60 años de edad con diagnóstico de fistula carótido-cavernosa izquierda secundaria a traumatismo craneoencefálico. a) Proptosis del ojo derecho, dilatación de vasos episclerales de predominio del ojo derecho. b) Tac de cráneo corte axial y tinción con medio de contraste: dilatación de la vena oftálmica superior bilateral, exoftalmos bilateral, aumento de la talla del cuerno temporal del ventrículo lateral izquierdo secundario a encefalomalacia, defecto óseo temporal izquierdo con material de osteosíntesis. c) ASD fase arterial temprana se identifica el sitio fistuloso en el segmento cavernoso de la ACI. d) No se observa tinción de la arteria cerebral anterior por robo de flujo. Apertura del seno coronario cavernoso, drenaje profundo a través de la vena basal de Rosenthal, seno petroso superior, vena pontomesencefálica media anterior y vena medular media anterior. e) Proyección lateral transprocedimiento sin sustracción de hueso para ilustrar de la técnica empleada (encarcelamiento del microcatéter) balón hinchado en el segmento cavernoso de la ACI (flecha blanca gruesa), microcatéter dentro del seno cavernoso (flecha negra pequeña). f) Se observa la formación del molde de Onyx en el seno cavernoso y vena oftálmica superior (doble flecha blanca) y los dispositivos descritos en el inciso anterior respectivamente. g), h) e i) ASD proyección anteroposterior, lateral y 3D se observa oclusión completa de la fistula carótido-cavernosa y circulación arterial completa (arteria cerebral anterior y media). j) Curación clínica de la paciente.

DISCUSION.

Las fístulas carótido-cavernosas son anomalías vasculares de alto flujo y bajo flujo sanguíneo. Estas entidades se han descrito como cortos circuitos directos con la ACI e indirectos con ramas meníngeas de la ACI y ACE. Barrow describe una clasificación angioarquitectónica para mayor entendimiento de estas, considerando las fístulas directas como fístulas carótido-cavernosas como tal y las indirectas como fístulas dúrales al seno cavernoso.⁶

Los síntomas y signos de las fístulas carótido-cavernosas se explican por fenómenos independientes pero relacionados: 1) Robo de flujo arterial; 2) Modificación hemodinámica de la circulación del seno cavernoso (congestión relacionada con el flujo) y 3) Drenaje venoso retrogrado. La hipoperfusión cerebral es poco común y se explica por el fenómeno de robo de flujo arterial. La disfunción de los nervios craneales es una causa frecuente y esta relacionada con modificaciones hemodinámicas (congestión venosa). Los síntomas oculares son explicados por el drenaje venoso anterior y la presencia de tinitus por el drenaje venoso posterior. En el 3% de los pacientes se puede presentar hemorragia cerebral por drenaje venoso cortical, siendo la epistaxis una de las complicaciones más graves.^{12,26}

El tratamiento de las fístulas carótido-cavernosas consistía en ligar la arteria carótida interna intracraneal y cervical para el atropamiento de la fístula descrito en 1930, el cual quedó en desuso desde el advenimiento de la terapia endovascular en los 80s con la colocación de balones desprendibles. Siendo en la actualidad el tratamiento endovascular el estándar de oro para el tratamiento de las fístulas carótido-cavernosas por la diferente tecnología que tiene disponible (balones desprendibles, *coils*, *stents* cubiertos, materiales embólicos).¹⁰

La meta principal para el tratamiento de las fístulas carótido-cavernosas es ocluir la comunicación anormal entre la circulación arterial y venosa conservando la arteria carótida interna, si no es posible se valora una prueba de oclusión para comprobar la colateralidad y poder sacrificar la arteria.^{10,13}

El tratamiento endovascular se ha convertido en el soporte principal desde hace 20 años para el manejo de las fístulas carótido-cavernosas. La oclusión de las fístulas del seno cavernoso utilizando la técnica de balones estándar y *coils* es difícil por la morfología de panal de abeja del seno cavernoso, siendo poco dóciles los dispositivos, largos y rígidos; dando como resultado cierre incompleto de la fístula empeorando la morbilidad asociada a este cortocircuito para la órbita y

sistema venoso cortical. Además el balón desprendible y los *coils* están asociados con un grado de daño mecánico a los nervios craneales.^{27,37}

Bhatia et.al²⁷ reportó el cierre exitoso de 5 pacientes con fístulas carótido cavernosas Tipo D de Barrow con Onyx 34 vía transvenosa sin complicaciones. Porque el Onyx tiene la facultad de penetrar en una red vasos complejos.

Suzuki et al²⁸ demostró la seguridad y eficacia de la combinación de *coils* con Onyx para el tratamiento de 3 fístulas carótido-cavernosas indirectas. Baccin et al²⁹ describió el Onyx asociado a *coils* para el tratamiento de una fístula carótido-cavernosa directa.

Mohamed et al³⁸ reportó 12 casos de FCC 1 tipo directa y 11 indirectas embolizados con Onyx y utilizando *coils* en 6 casos demostrando la oclusión completa angiográfica por las propiedades del Onyx de su polimerización gradual para la formación del molde y así su penetración profunda a pequeñas arterias.

En nuestro estudio se presentan 8 pacientes con fístulas carótido cavernosas: 6 directas y 2 indirectas embolizados con Onyx 18 y 34. Por la característica de este material embólico de su capacidad para penetrar y no ser adhesivo a las paredes del vaso y micracatéter el 75% de las fístulas se ocluyeron inmediatamente; la embolización de las fístulas directas fueron apoyadas con un balón de oclusión, consiguiendo el cierre inmediato en 4 casos y los otros 2 al mes. Por las características angioarquitectónicas de las fístulas indirectas la oclusión fue inmediata en los 2 casos, de los cuales una fue manejada transvenosa (vena oftálmica superior) y la otra transarterial.

En 3 casos se observó la presencia de un pseudoaneurisma (golfo venoso) asintomático en el control angiográfico inmediato permaneciendo estable en los controles de 1,3 y 6 meses; no observándose recanalización del Onyx. Esto esta relacionado por la falta de llenado de esta porción de la bolsa venosa de la fístula por efecto del balón oclusión.

La mejoría de la sintomatología neuro-oftalmológica fue evidente en los 4 pacientes que se encontraba alterada la agudeza visual, campimetría y nervio oculomotor comprometido.

Las complicaciones transprocedimiento fueron resueltas al 100%, en un caso fue de tipo trombogénico; es importante mencionar el riesgo de complicación en una angiografía cerebral es aproximadamente del 2.5% para un déficit neurológico reversible y el 1% para un déficit permanente. En sitios no académicos el riesgo de un infarto cerebral 0.5% y de un ataque isquémico transitorio 0.4%. Las complicaciones tromboembólicas están relacionadas a el tamaño, número y manipulación de los catéteres empleados así como la cantidad de medio de contraste utilizado.³⁰ En la

embolización de malformaciones arteriovenosas cerebrales las complicaciones que se pueden presentar son infartos cerebrales por oclusión inadvertida de una arteria normal; ya se ha reportado dicha complicación en otras series con otros agentes embólicos del 2-3%, perforación de un vaso y microcatéteres atrapados^{23,24,25}

Un caso presento herniación del Onyx a la arteria carótida interna al deshinchar el balón, se realizo angioplastia con stent Liberté observándose en la angiografía de control la circulación cerebral completa. Gandhi³¹ et y Bhatia³² et al han enfatizado en el riesgo de la infusión del Onyx en vasos colaterales, recomienda para evitar esto la utilización de un balón de oclusión temporal en la arteria carótida interna.

En 2 casos se presentó bradicardia e hipotensión arterial durante el procedimiento la cual mejora inmediatamente con la suspensión momentánea de la inyección del Onyx, se puede considerar como un reflejo trigémino-cardíaco descrito en la literatura como una respuesta de bradicardia, hipotensión e hipermotilidad gástrica, por estimulación mecánica en la distribución del nervio trigémino en la pared lateral del seno cavernoso, del nervio oftálmico(V1) y esta es inervada por el nervio maxilar (V2)^{6,33,34} Clínicamente el reflejo trigémino-cardíaco se ha descrito en la cirugía craneofacial³⁴, resección de un tumor en el ángulo pontocerebeloso ³⁵ y la hoz del cerebro, cirugía esfenoidal para adenomas de hipofisis³⁶. X.Lv et al.³⁴ Es la primera vez que se presenta y se reporta en la literatura el reflejo trigémino-cardíaco durante la embolización arterial de una fístula dural arteriovenosa con Onyx, condicionando disminución del ritmo cardiaco bajo protocolo anestésico. En este caso revirtió con el efecto anticolinérgico de la atropina. Lo más importante es reconocer tempranamente este reflejo trigémino-cardíaco para instalar un tratamiento apropiado.

En ninguno de los pacientes se observo recanalización del Onyx. En las malformaciones arteriovenosas se reporta mantenerse estable el Onyx en el 92% de los controles angiográficos de un año.¹⁷

CONCLUSIONES.

El sistema Onyx es un material embolizante que demostró en esta serie de casos ser eficaz y seguro para el tratamiento de las fístulas al seno cavernoso. Existen 3 series publicadas con grupos pequeños de pacientes; los cuales han sido tratados exitosamente, nuestro grupo es la primera serie de casos donde se tratan un número mayor de fístulas carótido-cavernosas directas (n=6). A diferencia de los balones desprendibles este es un método permanente como se demostró durante el seguimiento. Otras de las ventajas es evitar el efecto de masa del material, como el generado por los balones desprendibles y *coils* sobre los nervios craneales lo cuales en ocasiones genera que las manifestaciones clínicas sean irreversibles. El Onyx por su capacidad de penetración, no ser adhesivo al microcatéter y al vaso sanguíneo permite la embolización completa de todos los compartimentos de las fístulas en esta región anatómica.

BIBLIOGRAFIA.

1. Joseph J. Gemmete, MD, Sameer A. Ansari, MD, PhD, and Dheeraj M. Gandhi, MD. Endovascular Techniques for Treatment of Carotid-Cavernous Fístula. *J.Neuro-Ophthalmol* 2009;29:62-71.
2. Neil A. Troffkin, MD., and Curtis A. Given II, MD. Combined transarterial N-butyl Cyanoacrylate and coil embolization of direct carotid-cavernous fistula. *J. Neurosurgery* 2007;106:903-906.
3. Andrew J. Ringer, MD, Leo Salud, MD, Thomas A. Tomsick, MD. Carotid Cavernous Fistula: Anatomy, Classification, and Treatment. *Neurosurg Clin N Am* 2005;16:279-295.
4. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification. *Neurosurgery* 1996;38:425-32.
5. Albert L. Rhoton, Jr., MD. The Cavernous Sinus, the Cavernous Venous Plexus, and the Carotid Collar. *Neurosugery* 2002;51,suppl1:375-410.
6. Daniel L. Barrow, MD., Robert H. Spector, MD., Ira F. Braun, MD. Classification and treatment of spontaneous carotid-cavernous sinus fistulas. *J. Neurosurg.*1985;62:248-256.
7. Lie TA. Congenital anomalies of the carotid arteries including the carotid-basilar and carotid vertebral anastomoses. An angiographic study and review of the literature. Amsterdam: Excerpta Medica 1968.
8. Tomsick TA types B,C and D(dural) CCF: etiology, prevalence, and natural history in carotid cavernous fistula. Cincinnati: Digital Educational Publishing:1997:59-73,
9. Grossman RI, Sergot RC, Goldberg HI, et al. Dural malformations with ophthalmic manifestations: results of particulate embolization in seven patients. *AJNR Am J Neuroradiol* 1985;6:809-13.
10. Joseph J. Gemmete, MD, Sameer Ansari, MD, PhD, Dheeraj Gandhi, MD. Endovascular treatment of Carotid Cavernous Fstulas. *Neuroimag Clin N Am* 2009;19:241-255.
11. Kai Y, Hamada J, Morioka M,et al. Treatment of the cavernous sinus dural arteriovenous fistulae by external manual carotid compression. *Neurosurgery* 2007;60(2)253-7.

12. A. Berenstein, MD, Pierre Lasjaunias, MD, K.G. ter Brugge, MD. Surgical Neuroangiography 2.1 2nd. Edition 2004: 279- 333.
13. Joseph J. Gemmete, MD, Sameer Ansari, MD, PhD, Dheeraj Gandhi, MD. Endovascular treatment of Carotid Cavernous Fstulas. J. Neuro-Ophthalmol. 2009;29:62-71.
14. Nelson PK, Russell SM, Woo HH, et al. Use of a wedge microcatheter for curative transarterial embolization of complex intracranial dural arteriovenous fistulas: indication, endovascular technique, and outcome in 21 patients. J. Neurosurg 2003;98(3):498-506.
15. Stavropoula I. Tjounakaris, MD., Pascal M. Jabbour, MD., Robert H. Rosenwasser, MD,FACS,FAHA. Neurosurg Clin N. Am 2009;20:447-452.
16. W.J. van Rooij, M. Sluzewski, G. Beute. Brain AVM Embolization with Onyx. AJNR Am J Neuroradiol 2007;28:172-177.
17. Adrew J. Molyneux, Saruhan Cekirge, Isil Saatci, and Gyula Ga. Cerebral Aneurysm Multicenter European Onyx (CAMEO) Trial: Results of a Propective Observational Study in 20 European Centers. AJNR Am J Neuroradiol 2004;25:9-51.
18. Taki W, Yonekawa Y, Iwata H, et al. A new liquid material for embolization of arteriovenous malformations. AJNR Am J. Neuroradiol 1990;11:163-168.
19. A. G. Pamuk, I. Saatci, H.S. Cekirge, U.Aypar. A continuation to the controversy over dimethyl sulfoxido toxicity: anesthesia monitoring results in patients treated with Onyx embolization for intracranial aneurysms. Neuroradiology 2005;47:380-386.
20. Muraya, Yuichi MD; Viñuela, Fernando MD; Ulloa, Alexandre MD; Akiba Yoichi MD; Duckwiler, Gary R. MD; Gobin Y. Pierre MD. Nonadhesive Liquid Embolia Agent for Cerebral Arteriovenous Malformations: Preliminary Histopathological Studies in Swine Rete Mirabile. Neurosurgery 1998;43(5):1164-1172.
21. Anand V. Germanwala, Nirav A. Vora, Ajith J. Thomas, Tudor Jovin, Yakov Gologorsky, Micheal B. Horowit. Ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx 18) used in endovascular treatment of vein of Galen malformation. Childs Nerv Syst 2008;24:135-138.
22. W. Weber, B. Kis, R. Siekman, D. Kuehne. Endovascular Treatment of Intracranial Arteriovenous Malformations with Onyx: Technical Aspects. Am J. Neuroradiol 2007;28:371-77.

23. Sabareesh K. Natajaran, MD., M.S. Basavaraj Ghodke, MD., Donald E. Born, MD., Lalgam N. Sekhar, MD. Multimodality treatment of brain arteriovenous malformations with microsurgery after embolization with Onyx: Single Center experience and technical nuances. *Neurosurgery* 2008;62(6):1213-1226.
24. Jun-Ichiro Hamada, MD., PhD., Yutaka Kai, MD., PhD., Motohiro Morioka, MD., PhD. A mixture of ethylene vinyl alcohol copolymer and ethanol yielding a nonadhesive liquid embolic agent to treat cerebral arteriovenous malformations: initial experience. *J. Neurosurg* 2002;97:881-888.
25. Werner Weber, MD. Bernhard Kis, MD. Ralf Siekmann, MD. Paul Jans MD. Preoperative embolization of intracranial arteriovenous malformations with Onyx. *J. Neurosurg* 2002;97:881-888.
26. Kellog JX, Kuether TA, Horgan MA, Nesbit GM, Barnwell SL: Current concepts on carotid artery cavernous fistulas. *Neurosurg. Focus.*1998;5(4):E12.
27. Karitik D. Bhatia, MBBS, Lily Wang, MBBS, Richard J. Parkinson MBBS, FACS. Successful treatment of six cases of indirect carotid cavernous fistula with ethylene vinyl alcohol copolymer(Onyx) Transvenous Embolization. *J Neuro-Ophthalmol.*2009;29:3-8.
28. Suzuki S. Lee DW, Jahan R, et al. Transvenous treatment of spontaneous dural carotid cavernous indirect fistulas using combination of detachable coils and Onyx. *AJNR Am J. Neurodiol.* 2006;27:1346-9.
29. Baccin CE, Campos CM, Abicalaf R. et al. Traumatic carotid cavernous fistula: endovascular treatment with Onyx and coils. *Interv Neuroradiol* 2005;11:363-7.
30. Brian Jankowitz, MD, Elad I. Levy, MD, Nelson Hopkins, MD, FACS. Indications for catheter-based angiography of the cerebrovasculature. *Neurosurg Clin N Am* 2005;16:241-248.
31. Ghandi D. Ansari SA, Cornblath WT. Successful transarterial embolization of a Barrow Type D dural carotid-cavernous fistula with ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx). *J. Neuroophthalmol* 2009;29:9-12.

32. Bhatia KD, Wang L, Parkinson RJ, et al. Successful treatment of six cases of indirect dural carotid-cavernous fistula with ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx) transvenous embolization. *J Neuroophthalmol* 2009;29:3-8.
33. David F, Bawer BA, Youkilis A, et al. The falcine trigeminocardiac reflex: case report and review of the literature. *Surg Neurol* 2005;63:143-48.
34. X. Lv, Y. Li, M. Lv, A. Liu. Trigemino-cardiac reflex in embolization of intracranial dural arteriovenous fistula. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:1769-70.
35. Schaller B., Probst R., Strelal S., et al. Trigemino-cardiac reflex during surgery in the cerebellopontine angle. *J. Neurosurg* 1999;90:215-20.

36. Schaller B. Trigemino-cardiac reflex during transsphenoidal surgery for pituitary adenomas. *Clin Neurol and Neurosurg* 2005;107:A68-74.
37. Kazuhiko Nishino, MD., Ph.D., Yasushi Ito, MD., Ph.D., et al. Cranial nerve palsy following transvenous embolization for a cavernous sinus dural arteriovenous fistula: association with the volume and location of detachable coils. *J. Neurosurg* 2008;109:208-214.
38. Mohamed Samy Elhamady, MD., Satcey Quintero Wolfe, MD., Hamad Farhat, MD., Onyx Embolization of Carotid Cavernous Fistula. *J. Neurosurg* 2009;july:1-6.