

Procedimientos Endovasculares

CARLOS VAQUERO

CARLOS VAQUERO



Procedimientos Endovasculares

Procedimientos Endovasculares

CARLOS VAQUERO (Coordinador)

Procedimientos Endovasculares

VALLADOLID 2006

Editor: CARLOS VAQUERO

© De los textos: SUS AUTORES

© De las fotografías: SUS AUTORES

Imprime: Gráficas Andrés Martín, S. L.
Paraíso, 8. 47003 Valladolid

ISBN: 00-000000-0-0

Depósito Legal: VA. 000.-2006

Índice

Introducción	9
Recuerdo histórico de la cirugía endovascular	11

PROCEDIMIENTOS GENERALES

Generalidades	15
Material para las técnicas endovasculares	19
Sistemas de oclusión vascular	31
Material complementario y auxiliar	35
Métodos radiológicos	39
Medios de contraste	45
Otros medios diagnósticos	49
Anestesia en los procedimientos endovasculares	55
Accesos arteriales y venosos en las técnicas endovasculares	59
Hemostasia en procedimientos endovasculares	67
Navegación endovascular	71
Técnica de la angioplastia	79
Técnicas de implantación de stent	83
Endoprótesis	89
Preparación y cuidados posteriores del paciente en la realización de procedimientos endovasculares	93
Planificación y estrategias endovasculares	97
Personal de enfermería	99
El Técnico en radiología TER (TSID)	101
Trucos	107
Complicaciones vasculares de los procedimientos endovasculares	111

PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

Oclusión terapéutica vascular	117
Endarterectomía remota	121
Revascularización arterial con láser	123
Aterectomía	125

Trombectomía mecánica	127
Braquiterapia	129
Recuperación de material endovascular	131

PROCEDIMIENTOS ARTERIALES ESPECÍFICOS

Cirugía endovascular del sector ilíaco	135
Tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes de de las arterias periféricas de los miembros inferiores	141
Tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes de la arteria renal ..	143
Tratamiento endovascular de las lesiones de las arterias viscerales digestivas abdominales	147
Cirugía endovascular de los troncos supraaórticos proximales	149
Tratamiento endovascular de las lesiones oclusivas de la bifurcación carotídea	153
Tratamiento endovascular del aneurisma aorto-ilíaco	161
Tratamiento endovascular de las lesiones de la aorta torácica	175
Tratamiento endovascular del aneurisma poplíteo	181
Tratamiento endovascular de los traumatismos arteriales	183

PROCEDIMIENTOS ENDOVASCULARES VENOSOS

Tratamiento endovascular de las lesiones oclusivas venosas	189
Procedimientos oclusivos de los vasos venosos. Filtros de vena cava	191
Tratamiento por radiofrecuencia de las varices	195
Tratamiento por láser de las varices	197

ACCESOS PARA HEMODIÁLISIS

Abordajes endovasculares vasculares para hemodiálisis	203
Tratamiento endovascular de las complicaciones de los accesos de hemodiálisis	207
Tratamiento endovascular de las angiodisplasias	209
Otras aplicaciones terapéuticas de la tecnología endovascular	211
Programa de adiestramiento en técnicas endovasculares para angiólogos y cirujanos vasculares	213
Métodos de adiestramiento en técnicas endovasculares	219
Protección contra las radiaciones ionizantes	237
Conceptos y términos endovasculares	261

Introducción

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

En las últimas décadas y muy especialmente en los últimos años, estamos viviendo y siendo partícipes de una auténtica revolución no sólo desde el punto de vista técnico sino también conceptual en los que son **procedimientos endovasculares** dentro del campo diagnóstico y terapéutico de la patología vascular. Las enfermedades que afectan los vasos con sus diferentes etiologías, bases fisiopatológicas, desarrollo etiopatogénico, diagnóstico y tratamiento pueden tener un denominador común desde el punto de vista especialmente de los dos últimos aspectos, al poderse manejar de una forma mínimamente invasiva con la realización de técnicas de baja agresividad para el paciente y más en comparación con las clásicas o convencionales, que permiten dar solución a los problemas y muy especialmente desde el punto de vista terapéutico. Estos métodos basados en la actuación vascular desde el interior de los conductos sanguíneos, tienen unas bases metodológicas no muy complicadas ni desde el punto de vista conceptual ni técnico. Su aplicación dependerá de un mínimo adiestramiento que permitan ejecutarlas con las máximas garantías.

Es obvio que el aprendizaje de las técnicas endovasculares debe de cimentarse en un perfecto conocimiento del material de sus aplicaciones y de su funcionamiento. Por otro lado es imprescindible conocer los protocolos de aplicación en cada

técnica en los procedimientos normalizados y en sus variantes que permitan en todo momento controlar las situaciones. Sin embargo, toda técnica, puesto que en este perfil se incluyen los procedimientos endovasculares, en su aplicación debe de ajustarse a una indicación de empleo soportada en un amplio conocimiento de la enfermedad y en especial de las indicaciones terapéuticas, por lo tanto la realización de los procedimientos endovasculares no debe ser una simple aplicación de métodos, si no que los mismos se debe basar en criterios clínicos, en indicaciones terapéuticas basadas en el consenso y en una experiencia soportada en la valoración del paciente, su tratamiento de acuerdo con la mejor opción para el enfermo, que a veces es una opción preventiva y de seguimiento, en otras un tratamiento médico e incluso quirúrgico por técnicas convencionales. En una palabra que se deben de tratar enfermos no lesiones concretas con el único perfil morfológico sin considerar otros factores que confluyen en una unidad biopatológica que es el enfermo. Todo procedimiento exige un seguimiento, puesto que la enfermedad vascular en la mayoría de los casos es evolutiva y a veces se requiere nuevas actuaciones o consideraciones en la actitud a tomar ante el enfermo, por lo que es condición fundamental su seguimiento en el tiempo, no considerando el paciente como un lesión puntual que requiere un deter-

minado tratamiento, sino como un todo nosológico que precisa una atención continuada como enfermo.

Estar capacitado para resolver las complicaciones es condición indispensable para poder realizar cualquier procedimiento. Las posibles complicaciones derivadas de las técnicas endovasculares deben de poder ser resueltas por el que las realiza, por lo tanto complicaciones como las trombosis, rupturas vasculares, lesiones de la pared del vaso y otros eventos deben de ser resueltos de forma inmediata por quien les provoca, siendo esta la única praxis médica, éticamente permisible en una atención adecuada del enfermo.

BIBLIOGRAFÍA

- BELL, P., What's new in Vascular and Endovascular Surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005; 46 (4): 323-6.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL BLANCO, I.; DEL RÍO, L.; CARRERA, S.; DE MARINO, P.; CARPINTERO, L.; ARREBA, E.; PÉREZ, S.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N.; SAN NORBERTO, E., Procedimientos endovasculares. *Axis* 2004; 1: 14-9.
- VAQUERO, C., El futuro de la angiología y cirugía Vascular. Editorial. *Rev Esp Inv Quir*. 2000; 3: 20-99.
- VAQUERO, C., Comentarios al artículo: Ascher E. Discurso Presidencial: el especialista vascular moderno, cirujano, clínico y especialista en técnicas intervencionistas. *J.Vasc Surg* 2003; 38: 633-8.
- VAQUERO, C., Procedimientos endovasculares. Editorial. *Angiología*. 2004; 56, 2: 83-6.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL BLANCO, I.; DEL RÍO, L.; CARRERA, S.; DE MARINO, P.; CARPINTERO, L.; ARREBA, E.; PÉREZ, S.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N.; SAN NORBERTO, E., Procedimientos endovasculares. *Axis* 2004; 1: 14-9.
- VAQUERO, C., Angiología y cirugía vascular en el momento actual. *Revista Médica*. 2005; 54: 2-5.
- VEITH, F. J., Metamorphosis of vascular surgeons to endovascular specialists: must vascular surgery have an independent board and can we get there? *J Endovasc Ther*. 2005; 12 (3): 269-73.
- WORATYLA, S. P.; RASMUSSEN, T. E.; O'DONNELL, S. D.; PARKER, M. V.; GOFF, J. M.; GILLESPIE, D. L.; RISCH, N., Review of standards for competence in catheter-based endovascular procedures: a resource and strategy for the interventional vascular surgeon. *Vasc Endovasc Surg* 2003; 37: 39-46.

Recuerdo histórico de la cirugía endovascular

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

La cirugía endovascular se puede considerar una técnica o procedimiento de origen desarrollo e implantación relativamente frecuente. Muchos de estos procedimientos se deben fundamentalmente a las aportaciones de los radiólogos en el intento de aplicar procedimientos terapéuticos después de haber realizado los diagnósticos. Su base fundamental de desarrollo ha sido la utilización de los métodos radiológicos cimentados en la fluoroscopia y los métodos de contraste para determinar claramente las lesiones.

La técnica de Seldinger para la cateterización de los vasos sanguíneos desarrollada por Sven Ivar Seldinger y publicada en 1952 supuso una revolución en el acceso tanto para el diagnóstico de las lesiones vasculares.

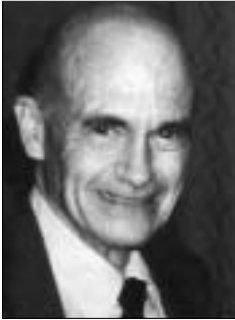
Quizás la primera intervención endovascular practicada fue la remoción de coágulos efectuada por el cirujano Thomas Fogarty en 1963, quién diseñó un catéter con un balón en su extremo para introducirlo en vasos muy pequeños y extraer coágulos alojados a distancia y reestablecer la circulación.

Charles Dotter y Hudkins en 1964 fueron los primeros en realizar una angioplastia transluminal percutánea utilizando catéteres coaxiales de polietileno. En ese

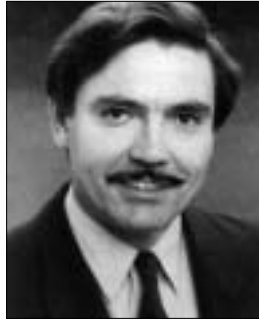
mismo año Doller y Judkin iniciaron así mismo sus trabajos en este tipo de técnicas mejorando la técnica practicada previamente al utilizar catéteres de doble luz. En 1968 Van Andel dio un primer paso adelante mediante la utilización de catéteres coaxiales afilados y Portsman en 1973 con el uso del catéter de balón de látex. En 1974 Andreas Gruntzig y Hopff utilizaron un catéter de doble luz expandible para realizar técnicas de angioplastia, realizando el primero las primeras técnicas de angioplastia a nivel de las arterias renales y arterias coronarias en 1978.

Volodos en 1985 colocó la primera prótesis de arteria ilíaca, Sigwart en 1987 comenzó el uso del *stent* en la prevención de las reestenosis y Julio Palmaz en 1987 ideó el *stent* expandible.

Juan Carlos Parodi y Julio Palmaz en 1991 comunican el tratamiento de una aneurisma de aorta abdominal mediante la colocación de un *stent* cubierto y fabricado de forma artesanal. Desde este momento se ha desarrollado una auténtica revolución en el tratamiento de los aneurismas que ha conllevado un impulso por parte de la industria para desarrollar nuevos procedimientos y una sensibilización especial para la utilización de los procedimientos endovasculares.



Charles Dotter.



Andreas Gruentzig.



Juan Carlos Parodi.



Julio Palmaz.

No obstante estos avances fundamentalmente desde el punto tecnológico no hubieran sido posible sin otros descubrimientos que de forma complementaria han contribuido al desarrollo de los procedimientos a nivel de los vasos como fue el descubrimiento que posteriormente posibilitó la aplicación de la heparina por Jay Mc Lean en 1916 y purificada años más tarde en 1933 por Best.

BIBLIOGRAFÍA

BERGAN, J., Endovascular Surgery: how we arrived here. *Endovascular Today* 2004; 10: 33-6.
 DOTTER, C. T.; JUDKINS, M. P.; Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: description of a new technic and a preliminary report of its application. *Circulation* 1964; 30: 654-670.

FOGATHY, Th., The first minimally invasive therapy. *Endovascular Today* 2004; 10: 39.
 PALMAZ, J., The advent of stenting. *Endovascular Today* 2004; 10: 45-9.
 PARODI, J. C.; PALMAZ, J.; BARONE, H. D., Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg* 1991; 5: 491-9.
 PARODI, J. C., The EVAR revolution. *Endovascular Today* 2004; 10: 51-4.
 SELDINGER, S. I., Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. *Acta Radiológica* 1953; 39: 368-76.
 VEITH, F. J.; MARIN, M. L.; CYNAMON, J.; SCHONHOLZ, C.; PARODI, J. C., 1992: Parodi, Montefiore, and the first abdominal aortic aneurysm stent graft in the United States. *Ann Vasc Surg*. 2005; 19 (5):749-51.
 VOLODOS, N. L.; SHEKHANIN, V. E.; KARPOVICH, I. P.; TROIAN, V. I.; GUR'EV IUA., A self-fixing synthetic blood vessel endoprosthesis. *Vestn Khir Im I I Grek*. 1986; 137 (11): 123-5.

PROCEDIMIENTOS GENERALES

Generalidades

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Se podrían definir los procedimientos endovasculares como el conjunto de técnicas que actúan a nivel de la luz de los vasos con objeto de *reparar la pared de los mismos, conseguir su permeabilidad o lograr obtener situaciones vasculares que contribuyan a solucionar problemas específicos.*

Los procedimientos endovasculares confieren:

- Técnica mínimamente invasiva y con limitada agresión quirúrgica con:
 - Traumatismo mínimo.
 - Menos dolor.
 - Reducción de estancias hospitalarias.
 - Recuperación precoz de los pacientes.
 - Baja incidencia de morbimortalidad y complicaciones.

Indicaciones en lesiones estenosantes:

- *Angioplastia* en caso de lesiones focales cortas.
- Colocación de *stent* en lesiones focales cortas.
- Colocación de *endoprótesis* en lesiones largas.

Indicaciones en lesiones aneurismáticas:

Colocación de *endoprótesis*.

- Aneurismas torácicos con criterios de tratamiento endovascular.
- Aneurismas abdominales con criterios de tratamiento endovascular.
- Aneurismas periféricos tributarios de tratamiento endovascular.

Indicaciones en lesiones angiodisplásicas:

- Oclusión de las lesiones mediante sistemas obturantes tipo *coils* o *colas*.

Bases conceptuales de la técnica

En los últimos años se han venido desarrollando en el campo del tratamiento de la patología vascular nuevos procedimientos que se han caracterizado por dos hechos fundamentales:

1. La utilización para el control hasta el momento actual fundamentalmente de medios radiográficos o fluoroscópicos.
2. El empleo de una nueva dotación de material integrada pos sistemas de punción, guías, catéteres, balones, *stents* y *endoprótesis*.

Su aplicación se ha realizado en diversos campos:

1. Procesos obstructivos estenóticos.
2. Procesos aneurismáticos.

3. Procesos deformativos.
4. Malformaciones congénitas.

Indicaciones genéricas de los métodos endovasculares

1. Angioplastia transluminal:
 - Lesiones segmentarias cortas.
 - Pacientes mal estado general como indicación secundaria.
2. Prótesis endovasculares:
 - Lesiones más extensas.
 - Cuando existan desgarros y desprendimientos intimales.
 - Resultados previos malos con la angioplastia.
3. Mecanismos interruptivos:
 - Colocación de filtros.
 - Embolizaciones.

Ventajas de los métodos endoluminales

Aunque existe una cierta escasez de estudios o ensayos clínicos comparativos con el adecuado perfil científico y con casos suficientes para que las diferencias puedan mostrarse significativas, tenemos que señalar que las principales bandejas serían:

1. Se pueden realizar con anestesia local.
2. Menor morbilidad.
3. Más baja tasa de mortalidad.
4. Procedimientos menos cruentos.
5. Estancias hospitalarias muy cortas.
6. Ahorro de procedimientos al poderse realizar en la misma exploración que la angiográfica.

7. Posibilidad de posteriores actos terapéuticos ofertando al paciente más posibilidades terapéuticas.

Requerimientos

- Necesidad de disponer de un equipo de radiología con prestaciones mínimas tecnológicas.
- Necesidad de disponer del utillaje necesario.
- Necesidad de experiencia en una técnica de reciente implantación.

Maniobras básicas

PUNCIÓN

Se detecta pulso de la arteria que se toca en su longitud entre los dedos índice y medio de la mano izquierda para diestros. Se punciona con la aguja con una inclinación de 45° en el trayecto de la arteria entre los dos dedos atravesando la arteria y retirándola después hasta que salga la sangre. Se retira la parte metálica del sistema y se cánula con la parte plástica.

La alternativa es disecar la arteria y puncionarla.

CATETERIZACIÓN

Se introduce por la vaina plástica la guía metálica cateterizando el vaso. Se introduce la guía por la parte mas blanda. Se retira la vaina de la aguja de punción y se deja solo la sonda. Previa apertura de la piel en 1 mm con una punta de hoja de bisturí del n.º 15 se introduce por la guía un introductor. Una vez canulado el vaso con el mismo se extrae el dilatador del



Desarrollo de una técnica endovascular.

introduccion y se deja la vaina con la válvula. Se suele heparinizar la vaina del introduccion a través de la llave y el sistema de inyección lateral. Se retira la guía corta y se introduce la guía larga, inicialmente se suelen utilizar guías blandas hidrófilas para navegar fácilmente hasta el lugar deseado.

NAVEGACIÓN

Las guías de punta blanda sirven para navegar hasta el lugar deseado siempre bajo control fluoroscópico hasta llegar a poderlo introducir.

ABORDAJE DE LA LESIÓN

Una vez colocada la sonda y cateterizado el vaso objetivo de la acción diagnóstica o terapéutica, se introduce el catéter adecuado para la exploración o

para el procedimiento terapéutico de angioplastia o implantación del stent.

IMPLANTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Siguiendo los pasos recomendados en cada procedimiento se procede a implanta el mismo. Se recomienda ser meticuroso.

Requerimientos para su realización

1. Disponer de un aparato de angiología con las siguientes prestaciones mínimas:

Campo de imagen amplio.
 Digital.
 Posibilidad de memorización imágenes.
 Portátil.
 Videoimpresora.

2. Disponer del siguiente utillaje de material fungible:

- Agujas de punción.
- Guías.
- Catéteres.
- Catéteres-balón.
- Jeringa hinchado balón con sistema manométrico.
- Stent.
- Endoprótesis.
- Contraste.
- Material accesorio.

BIBLIOGRAFÍA

- BELL, P., What's new in Vascular and Endovascular Surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005 Aug; 46 (4): 323-6.
- BERGERON, P., Techniques endoluminales de traitement des lésions carotidiennes. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie Vasculaire, Fa 42-141, 1998.*
- CHAUFOUR, X.; MAY, J.; WHITE, G.; PETRASEK, P.; MARZELLE, J.; BARTOLI, J. M.; MAGNON, P. E., Chirurgie endovasculaire des anévrismes de l'aorte abdominale. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie Vasculaire, 43-155-B, 2000.*
- GRAY, B. H., Endovascular treatment of chronic lower extremity ischemia, In: Hallett, J.; Mills, J. L.; Earnshaw, J. J.; Reekers, J. A., editors. *Comprehensive Vascular and Endovascular Surgery*. Spain: Mosby; 2004, pp. 127-150.
- SAPOVAL, M.; BE BEYSSEN, GAUX J. C., Techniques de revascularisation endovasculaire artérielles. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Angéiologie, 19-4020, 1997.*
- MARZELLE, J.; BORIE, H.; KAVARSKY, S.; PERNES, J. M.; LASRY, J. L.; APTECAR, E.; BUSSY, N., Techniques endovasculaires appliquées aux artères des membres inférieurs. Principes et matériels. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie Vasculaire, 43-012, 2002.*
- MARZELLE, J.; CHAUFOUR, X.; LUIZY, F.; FRANCO, G.; FICHELE, J. M.; GUEZ, D.; CORMIER, F.; CORMIER, J. M., Chirurgie restauratrice aorto-iliaque. Revascularisation endovasculaires (II). *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie Vasculaire, 43-038-B, 1998.*
- OKHI, T.; VEITH, F. J., Treatment of Abdominal Aortic Aneurysm by Endovascular Grafting. In: Ernst, C. B.; Stanley, J. C., editors. *Current Therapy in Vascular Surgery*. 4 ed. USA: Mosby. 285-290. 2001.
- PERNES, J. M.; MARZELLE, J.; AUGUSTE, M.; GUEZ, D.; AYMAD, A.; BORIE, H.; HOVASSE, D. ET KOWARSKY, S., Techniques endoluminales de traitement des lésions des troncs supra-aortiques (à l'exception de la carotide interne). *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales-Chirurgie Vasculaire, 42-128, 1999.*

Material para las técnicas endovasculares

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Formado por agujas o trocares de punción, guías, introductores, dilata- dores, catéteres, catéteres-balón, lla- ves, jeringuillas, jeringa de hinchado de balón.

Trocar de punción

Sistemas de punción vascular que sirven para acceder a la luz de los vasos sanguíneos.

Entre sus características técnicas se deben encontrar:

- Fácil penetración a través de los tejidos.
- Buena transición aguja-cánula cuando existen los dos componentes.
- Atraumáticos.
- Buena transmisión de la pulsatibilidad.

Sus longitudes oscilan de 10 a 20 centímetros y sus grosores que se miden en G (gauges) de 12 a 22 G siendo el más



Balón AGILTRAC™. 018.

frecuentemente utilizado el de 16G (20 G equivalen aproximadamente a 0.035 pulgadas (") o a 0.89 mm). Su estructura inicialmente era en su totalidad metálica en el momento actual es de acero inoxidable el sistema de conducto y material plástico el de conexión y el de la vaina externa. Su punta es biselada y cortante.

Tipos:

Simple: Consiste en una simple aguja tubular con punta biselada y sistema de conexión al otro extremo.

Tipo Seldinger: compuesta con aguja y cánula.

Tipo Cournand o Potts-Cournan: Compuesta también de aguja y cánula.

Tipo Amplatz:

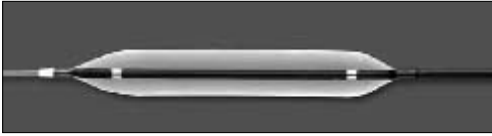
Tipo Abocath: Es el sistema mas utilizado en la actualidad y es desechable.

Introductores

Es el sistema para acceder a la luz del vaso y permitir a través de él, el acceso de otros elementos necesarios en los procedimientos endovasculares.

Estructura. El dispositivo lo forma:

Una cánula con dilatador u obturador vascular incorporado.



Balón AGILTRAC™. 035.

Una guía, para su introducción vascular.

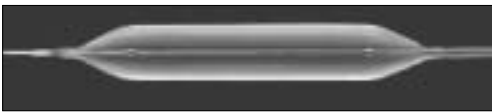
Una válvula hemostática al final de la cánula.

Un puerto colateral con llave de tres vías para irrigación.

El material estructural suele ser de polipropileno.

Características:

- Flexibilidad.
- Buen deslizamiento tanto interno como externo.
- Buena transición vaina del introductor al dilatador.
- Válvula continente.



Balón VIATRAC™ 14 PLUS.

Existen una variedad de Introdutores que son los INTRODUCTORES GUIA, generalmente mas largos y finos y con mayor flexibilidad. El PTFE suele ser un material empleado en su construcción para conferirles mejores propiedades de navegación. Su uso es para acceder a determinadas regiones con mejor penetración intentando evitar el daño de los vasos especialmente en el recambio de material y en la situación de navegación

Sus características y diferencias se centrarían en los siguientes aspectos:

– *Tamaño*: Existen distintos grosores o tamaños señalados en *French* (1 *French* equivale a 0.33 mm equivalente a 0.031 pulgadas). Cada tamaño suele ir marcado con un código de colores. El tamaño en *French* se corresponde con el diámetro interno del introductor, al contrario que en los catéteres donde se refiere a su diámetro externo.

4F Rojo.

5F Gris.

6F Verde.

7F Naranja.

8F Azul.

9F Negro.

los más comúnmente utilizados son los de 5 y 6 Fr (diagnóstico, angioplastia...), para colocar stents son necesarios introductores de 7-10Fr. Para endoprótesis aórticas pueden ser necesarios introductores del rango de 22-25Fr.

– *Longitud*: existen cuatro tallas básicas en la longitud de los introductores: 3-5cm (punción de prótesis para diálisis), 10-12 cm (el estándar para la mayoría de procedimientos intervencionistas), 22-25 y 30-40 cm (para colocación de endoprótesis o procedimientos contralaterales).

Existen introductores especiales para procedimientos vía contralateral (con puntas curvadas o recubrimiento interno resistente a plicatura) o para acceso a troncos supraaórticos (TSA) vía femoral.

También especiales son los introductores pelables que permiten su retirada sin tener que deslizarlos a través de los dispositivos que se han introducido a través de su interior.

Guías

Son sistemas alámbricos que sirven como soporte para introducir catéteres o sistemas, confiriendo una guía en la navegabilidad del vaso.

Estructura: El material estructural es variado y va desde el acero inoxidable, el nitinol o la elastinita. Sin embargo a veces tiene una estructura compuesta como el sistema cubierto de teflón u otros materiales que los hacen hidrófilos. De esta forma las guías presentan una vaina externa espiral de Teflón, un filamento de seguridad y, en su interior, el esqueleto, que puede ser más o menos afilado y llegar o no al extremo (si no llega es más flexible=*floppy*).

La guía esta formada por la punta y el cuerpo que a veces tienen diferente estructura.

La punta suele ser conificada y de forma recta o angulada en J. A veces es preformable. Las hay extracortas (XST),



Guía SPARTACORE™ 14.



Guía SUPRACORE™ 35.



Guía STEELCORE™ 18.



Guía MEMCORE FIRM™ 14.

standad (ST), largas (LT) o extralargas (XLT). Las puntas tienen diferentes características como la flexible Newton o la New Bentson para procedimientos que requieran gran delicadeza.

El cuerpo pueden tener distintas longitudes y se miden en cm y van de los 120 a los 400 cm pasando por los 145, 180, 260.

El extremo puede ser recto, angulado o en J que se consideran menos traumáticas para la pared arterial.

El *calibre* se mide en pulgadas siendo habituales de uso los de calibre intermedio. Los calibres van de 0.014", 0.016", 0.018", 0.021", 0.025", 0.028", 0.032", 0.035", 0.038".

Tipos:

- De esqueleto fijo.
- De esqueleto móvil: el esqueleto se puede retraer para darle un cierto grado de angulación o para la administración de medicamentos.
- El revestimiento externo da rigidez, en diferentes grados:
 - Normal.
 - *Stiff*.
 - *Super stiff*.
 - *Extra stiff*.
- Guías orientables (*steerable*): para arterias tortuosas y bifurcaciones. Presentan las siguientes propiedades:
 - Cabo distal flexible y de punta angulada.
 - Estructura suficientemente rígida para transmitir torsión.
 - Se puede asociar un «*torquer*» proximal para aumentar su capacidad de giro.
- Guías afiladas (*tapered*): para acceder a vasos de pequeño calibre.

- Guías hidrófilas: para estenosis muy cerradas u oclusiones:
 - Presentan las habituales 3 capas concéntricas, esqueleto afilado elástico de Nitinol, y revestimiento de polímero hidrófilo.
 - Como inconvenientes, la necesidad de ser continuamente humidificada, facilidad de deslizarse en la mano por lo que en ocasiones necesita un *torquer* para ser manejada. Presenta facilidad para producir disección arterial, por lo que sólo debería ser utilizada dentro de sus indicaciones.
- Guías de inyección: una vez colocadas se puede retirar totalmente su esqueleto para administración de medicamentos.
- Tamaños:
 - Longitud: 75-260 cm.
 - Grosor: 0.012-0.052 pulgadas. La más utilizada es la de 0.035, después: 0.038, 0.014, 0.018.

Entre sus *características* deben de estar:

- Flexibilidad.
- Rigidez.

A veces esta propiedad se identifica con código de colores como el blanco para la semi rígida, la azul para la rígida, la negra para la super rígida y las grises son especiales.

La denominada super-stiff es super rígida o dura

- Torsión o Torque
- Radiopacidad
- Lubricación para su capacidad de penetración

A veces las hay de alma fija y otras de alma móvil, sirviendo estas últimas para la manipulación de las mismas en los vasos de recorrido tortuoso cuando la rigidez y la flexibilidad precisen ajustes. Otras tienen terminación doble

Tipos de guías son:

Guías de alma fija.
 Guías de alma móvil.
 Terminación doble.
 Guías punta Flexible Newton.
 New Newton para procedimientos delicados.
 Heavy Duty de alma fija.
 Rosen Heavy Duty.
 Magic Torque guía hidrófila recubierta de glidex.
 Guía Amplatz super Stiff, para intercambiar catéteres.
 Coons Super Stiff LT.
 Lunderquist punta flexible recta.
 Guías dirigidas para ATP.

El kit de guía suele venir provisto de un contenedor, un tubo conector, la guía y un insertor. A veces viene provisto de un manipulador o torquer.

Catéteres

Son sistemas tubulares que sirven para inyectar contrastes, líquidos, sistemas o simple conducción de otros procedimientos.

Tipos:

I. Diagnósticos:

- Selectivos: los diseñados para introducirse en ramas de vasos y realizar estudios selectivos.
- No selectivos.

2. Catéteres guía. Sirven para canalizar guías y catéteres. Su estructura la forman un trenzado acero, nylon externo y teflón interno. Les hay rectos, de curva renal o de vertebral o cerebrales, Hockey stick con y sin agujeros, multipropósito, cross over y ángulo 45°.
3. Catéteres de medición. Sirven para medir los vasos, les hay rectos y tipo Pig-tail.
4. Catéteres de infusión. Permite la infusión de líquidos y sustancias. Las longitudes oscilan de 45, 90 a 135 cm y el número de agujeros o hendiduras es de 5, 10, 20, 30, 40 y 50.

Características:

- Manejabilidad.
- Visibilidad y radiopacidad.
- Pulsatibilidad.
- Torsión.
- Punta.

Firmeza.

Autodilatación.

Atraumática.

Transición punta-catéter.

Propiedades:

- La principal característica de un catéter es la forma que adopta cuando es retirada la guía.
- Otras características son: su rigidez, el diseño de su punta, las propiedades antifricción, la capacidad de giro, opacidad radiológica y la presencia

de múltiples orificios a parte del principal.

- Su longitud puede ser de 65 ó 100 cm.
- Los catéteres utilizados habitualmente para tratamiento periférico son de 4-6F, su lúmen es habitualmente de 0.035 o 0.038 pulgadas.
- Utilización: hay catéteres cuya curvatura es menor que el vaso en que se utiliza y adoptan su forma al retirar la guía, mientras que otros cuya forma es manipulada generalmente engancho su punta en una rama y tirando. Algunos catéteres «cazan» las ramas mejor mientras se retiran, mientras que otros lo hacen al impulsarlos.
- Catéteres más frecuentemente utilizados para determinados vasos:

1. Iliaca Contralateral: *Cobra, mama-
ria interna, Pigtail, Simmons,
Chuang C, Crossover.*

2. Renal o mesentérica: *Cobra, renal
doble curva, arteria mesentérica
superior, Simmons, Shepherd Hook.*
Por abordaje axilar: *Berenstein,
Weinberg, Cobra.*

3. Subclavia o carótida: *Berenstein,
Weinberg, Right Judkins, Simmons,
Headhunter.*

- ✓ Catéteres guía: son catéteres de gran diámetro que pueden ser atravesados por balones de angioplastia y otros instrumentos, esto permite que continúen colocados durante el procedimiento sin perder el acceso al área en tratamiento.

Su utilidad se resume de la forma siguiente:

- Catéter de arteriografía: tipo *pigtail*.



Catéter guía VERIPATH™.

- Como sondas de aproximación a las lesiones:
 - Para cateterizar la arteria.
 - Para darle rigidez a la guía
 - Para orientar o dirigir.
 - Para recambio de guía.
- Otros usos:
 - Sondas de trombolisis selectiva: son catéteres multiperforados.
 - Para realizar medidas de presión.

Tipos de catéteres que existen en el mercado:

- *Multipropósito*. Para la angiografía de las ramas aórticas abdominales.
- *Omniflush*.
- *Pig-tail (cola de cerdo) o Grollman pig-tail*. Para angiografía no selectiva, angiografía periférica, angiografía abdominal, arteriografía del arco, flebografía venosa central y angiografía renal.
- *Raqueta (Racket)*.
- *Reco (Straight)*. Para angiografía periférica, arteriografía aórtica abdominal, angiografía venosa central.
- *Aureola (Halo)*.
- *SOS Ovni*. Para aorta distal en pequeñas aortas.

El 0 para aorta distal en grandes aortas.

El 1 para aorta proximal en pequeñas aortas.

El 2 para aorta proximal de grandes aortas.

- *Fays*. Con 10 agujeros laterales.
- *Renal*. Para angiografía de las arterias renales desde la arteria femoral.
- *Cobra*. Para las ramas de la aorta abdominal y angiografía de los vasos femorales desde la femoral. Tipos 1, 2 y 3.

- *Gancho (Hook)*. Para las ramas aórticas abdominales. tipos I y II
- *Simmons o Sidewinder*.

Tipos ST I y ST2 para angiografía de las arterias aórticas abdominales en aortas de pequeño tamaño.

Tipos 1, 2 y 3. Para arterias de las ramas aórticas abdominales, para las arterias grandes del cuello, para los vasos cerebrales y la arteria carótida.

- *Shepherd Hook*. Tipos I y II
- *Berestein*.
- *Head Hunter*. Para la angiografía selectiva de las arterias cerebrales desde las femorales.

Para la angiografía de las ramas aórticas abdominales desde la femoral

- *N.I.H.*
- *Courmand*.
- *Lehmann*.
- *Gensini*.
- *Goodale Lubi*.
- *Sones*.
- *Judkins LEFT*.
- *Judkins Right*.



Muestra del extremo de algunos catéteres diagnósticos.

- *Castillo*.
- *Amplatz left*.
- *Amplatz Right*.
- *Arco aórtico*.
- *El Gamal*.
- *Bentson-Hanaffe-Wilson*. Angiografía vasos cerebrales. Tipos 1, 2 y 3.
- *Vertebral (Picard)*. Angiografía de los vasos cerebrales.
- *Mani 1 y 2*. Pangiografía selectiva de la aorta ascendente y angiografía de las ramas cerebrales braquiocefálicas.
- *Newton*. Angiografía de los vasos cerebrales. 1, 2, 3 y 5.
- *Mikaelsson (Mikaelsen)*. Angiografía selectiva de las ramas aórticas abdominales.

Visualización de la arteria celiaca

- *Hockey Stick 1 y 2*.
- *Weinberg*.
- *HS 5*.
- *Kumpe*.
- *Osborne*.
- *RIM*.
- *Levin*.
- *RC 1*.
- *Stright Art*.
- *Celiaca*. Tipo 1, 2.
- *Mesentérica superior*.
- *Angulo 45°*. Mesentérica inferior.

Asas

Son sistemas que se basan en un asa de material metálico que permite atrapar en su interior una estructura generalmente guías o catéteres para lograr su desplazamiento o extracción. El sistema está formado por un catéter por donde discurre el asa que va unida a un cable generalmente manejado por un sistema torque que permite su tracción y orientación. El atropa-

miento se logra al introducir el asa por el catéter logrando su plegamiento.

Sus empleos serían:

- Extracción de stent, guías, balones o fragmentos de los mismos, catéteres o parte de los mismos, filtros vena cava, coils o cuerpos extraños.
- Reposicionamiento de catéteres venosos centrales.
- Reposición de endoprótesis.
- Tracción de guías en maniobras endovasculares.
- Extracción trombos pericatóter.
- Reposición de líneas de acceso vascular.

El asa Entrio Snare, es un asa triple formado por un triple loop dispuestas en forma de flor que confluyen en el origen del cable para su manipulación. El catéter dispone en su extremo para su visualización fluoroscópica un anillo radiopaco.

El sistema Texan™, fabricado por IDev Technologies INC, es un sistema con asa radiopaca de uso sencillo al estar constituido por un lazo que se abre o cierra según se desplace una vaina en la parte distal del dispositivo.

Lazo Amplatz (Goose-Neck) es un lazo de nitinol con memoria térmica con alta resistencia acodamiento y marcas radiopacas (de tungsteno). Está constituido por un lazo, una vaina, un introductor-cargador y un sistema de manipulación.

Sistema de inyección de contraste a presión

Sistema de inyección con bomba eléctrica.

Formado por:

- Bomba.
- jeringa inyección.

- Sistema de programación:
 - Carga y descarga de la jeringa.
 - Posición de reposo y listo.
 - Volumen 100 ml /máx.
 - Débito ml/seg.

Balones angioplastia

Estructura:

Están formados por un sistema tubular largo de doble luz, una axial para introducir la guía que va a permitir conducir el sistema y otra lateral para el hinchado del balón lo que hace que en un extremo tengan dos puertos adaptables a conos de jeringas. En el otro extremo se encuentra el balón hinchable.

Material puede ser muy variado. Los materiales pueden ser de Xcelón, silicona, Son características a considerar:

- Longitud del balón.
- Grosor del balón hinchado.
- Perfil.
- Marcas radiopacas.
- Punta.
- Cuerpo.
 - Material nylon.
 - Recubrimiento.
- Hinchado-deshinchado rápido.
- Presión hinchado.
- Penetración-navegación.

Sistema de desplazamiento en la guía.

Sistema coaxial: donde el sistema del balón es atravesado en toda su longitud por la guía.

Sistema monorraíl. Sólo una parte del balón es atravesado por la guía, permitiendo la utilización de vías más corta y un intercambio más rápido de los dispositivos.

Tipos:

Balón de baja presión:

Se suelen hinchar manualmente y su estructura suele ser el látex. Permite hinchados a no muy altas presiones y se utilizan para moldear, remodelar y ajustar otros dispositivos.

Constituidos por un conducto doble con balón de hinchado de material.

Balón de alta presión:

De gran resistencia al hinchado, su uso es especialmente la técnica de angioplastia. Se hinchan con jeringa de alta presión con control manométrico y la estructura del balón suele ser de gran resistencia al hinchado. Existen en el mercado balones que resisten hinchados a muy alta presión.

Su empleo en la dilatación de las estenosis arteriales ateromatosas.

Dilatación de lesiones estenótica o por hiperplasia o fibrosis en los accesos de hemodiálisis.

Balones especiales:

Cutting balón

Es un balón al que se le han acoplado longitudinalmente unos hilos plásticos que al hinchado actúan como cuchillas cortantes rompiendo la placa de ateroma. Este procedimiento se le conoce como aterectomía. El sistema permite realizar una serie de incisiones longitudinales sobre la placa interrumpiendo la continuidad fibrótica y elástica de la lesión, permitiendo una dilatación controlada y suave. Los efec-

tos se centrarían en una reducción del barotrauma convencional ocasionado por la distensión del balón, una menor retracción elástica del vaso y la reducción de las lesiones perivasculares. Su comercialización está a cargo de la empresa Boston Scientific. Su empleo esta recomendado en lesiones fibrosas tales como las reestenosis o donde se prevé que una simple angioplastia no es efectiva.

Balones de crioplastia

El balón permite su hinchado de una forma automática con gas que por una parte logra el tratamiento por el frío de la lesión y por otra el efecto mecánico del empuje de la pared del balón.

Balón de irrigación:

De material de PTFE, se utiliza para extraer trombos a la vez que administra sustancias trombolíticas. Son balones de baja presión. Les suministra la empresa Atrium®.

Balón de doble cámara:

Para lesiones en bifurcaciones existe un diseño de balón de doble cámara todavía en fase de desarrollo por Guidant®.



Sistema Torquer para orientación de guías.

Jeringa manual

De diseño convencional salvo el sistema de empuje del émbolo que es anillado que permite una mayor posibilidad de ejercer presión para incrementar el empuje y la inyección del contenido de la jeringa o la aspiración a través de ella. Permite la inyección manual de líquidos y fluidos.

Sistema de hinchado manual de alta presión

Son sistemas que permiten la inyección de fluidos controlando la presión de llenado, facilitando la maniobra mediante sistemas mecánicos de avance de émbolo con llenado progresivo y vaciado rápido.

La jeringa debe tener diseño ergonómico, transparente que permita ver el contenido, anillada en el émbolo para poder realizar un empuje más fácil, apoyo dactilar para realizar la contrapresión, medidor de volumen para controlar la cantidad de sustancia inyectada y conector luer-lock para evitar desconexiones.

De diseño más o menos complicado por sus prestaciones, fabricadas generalmente de policarbonato, transparente en el cuerpo con sistema de cargado o eyeción manual roscado en forma de T, cilíndrico o anillado que permita una liberación rápida de la presión, manómetro indicador de presión, sistema de inyección controlado con indicadores de volumen y conectores tipo luer-lock.

Sistemas de conexión

Son conectores o tubos que permiten servir de puente o alargadera entre los

diferentes sistemas. Son transparentes de diferente longitud y suelen llevar el sistema de conexión luer-lock que ha veces son machos o hembras dependiendo de las necesidades habiendo conectores con las diferentes posibilidades. Les hay de baja y alta presión (de 260 a 1200 p.s.i).

Llaves conectoras

Sirven para conectar los sistema tubulares como catéteres, introductores, conexiones, etc. entre sí. Son estancas permitiendo el paso según la colocación del dispositivo de la llave. Las hay de 1, 2, 4 vías y uno o varios puntos de conexión llevan sistema luer-lock con sistema de fijación rotatorio.

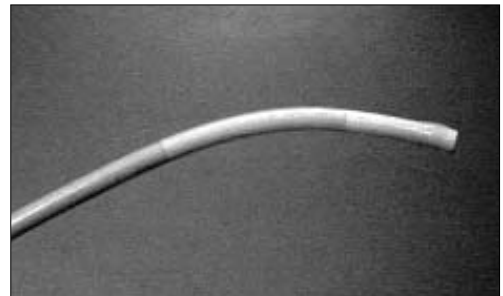
Cinta adhesiva de control de nivel de actuación

Son cintas que permiten controlar al estar milimetradas y tener el carácter de radiopacidad, saber la altura de actuación a través de las referencias que ofertan al estar milimetradas o centimetradas. Son láminas flexibles que se adhieren a la piel del paciente, quedando inmovilizadas durante la intervención

Alteraciones del material

En su intento de empleo el material puede ser dañado resultando inservible para su uso pero la más grave consecuencia puede ser la alteración de los vasos provocando complicaciones de los mismos tales como la ruptura o trombosis. Entre los mas frecuentes daños se encontrarían.

1. El daño del floppy de las guías y muy especialmente las de menor calibre perdiendo la rectitud de las mismas impidiendo la progresión de las mismas en el interior de los vasos.
2. Doblez del cuerpo de las guías que impide la progresión de catéteres y otros dispositivos.
3. Perforación de los catéteres generalmente por las guías.
4. Plicatura de las vainas de los introductores, no pudiendo pasar generalmente los dispositivos a través de ellas.
5. Pérdida del perfil de catéteres, impidiendo la progresión de los mismos o dañando los vasos en su avance.
6. Ruptura de los dispositivos generalmente los de aplicación de determinados dispositivos. Si se desprende parte del mismo en el interior del vaso puede conllevar una grave complicación.
7. Anudamiento especialmente de guías y catéteres que impiden generalmente su retirada.
8. Obstrucción de los sistemas canaliculares de algunos dispositivos que impiden pasar otros por el interior de los mismos.
9. Rotura de balones de angioplastia.



Extremo de un catéter guía.

BIBLIOGRAFÍA

- BAERT, S. A.; VIERGEVER, M. A.; NIESSEN, W. J., Guide-wire tracking during endovascular interventions. *IEEE Trans Med Imaging*. 2003; 22 (8): 965-72.
- BALDI, S.; MOUNAYER, C.; PIOTIN, M.; SPELLE, L.; MORET, J., Balloon-assisted coil placement in wide-neck bifurcation aneurysms by use of a new, compliant balloon microcatheter. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003; 24 (6): 1222-5.
- CRiado, F. J.; FOGARTY, T. J.; PATTEN, P., New expandable access sheath for endovascular visualization and repair. *Cardiovasc Surg*. 1993; 1(1): 61-3.
- DORROS, G.; DORROS, A. M.; PLANTON, S.; O'HAIR, D.; ZAYED, M., Transseptal guidewire stabilization facilitates stent-graft deployment for persistent proximal ascending aortic dissection. *J Endovasc Ther*. 2000; 7 (6): 506-12.
- ECKARD, D. A.; KREHBIEL, K. A.; JOHNSON, P. L.; RAVEILL, T. G.; ECKARD, V. R., Stiff guide technique: technical report and illustrative case. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2003; 24 (2): 275-8.
- KIKUCHI, Y.; STROTHER, C. M.; BOYER, M., New catheter for endovascular interventional procedures. *Radiology*. 1987; 165 (3): 870-1.
- KOSEOGLU, K.; PARILDAR, M.; ORAN, I.; MEMIS, A., Retrieval of intravascular foreign bodies with goose neck snare. *Eur J Radiol*. 2004; 49 (3): 281-5.
- REEKERS, J. A., A balloon protection sheath to prevent peripheral embolization during aortoiliac endovascular procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 1998; 21 (5): 431-3.
- SILBERZWEIG, J. E.; MARIN, M. L.; HOLLIER, L. H.; MITTY, H. A., Connelly TL Balloon-expandable common iliac artery occluder device for endovascular aneurysm repair. *Vasc Surg*. 2001; 35 (4): 263-71.
- VON SEGESSER, L. K.; MARTY, B.; TOZZI, P. G.; CORNO, A., In situ introducer sheath dilatation for complex aortic access. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002; 22(2): 316-8.
- YAMA, N.; ICHIMURA, T.; HIROKAWA, N.; KOITO, K.; HAREYAMA, M.; NAITO, Y.; SASAKI, S.; YONEMASU, Y.; ASAI, Y., ED placement of arterial sheath for endovascular management in multiple trauma. *Am J Emerg Med*. 2004; 22 (3): 245-6.

Sistemas de oclusión vascular

CARLOS VAQUERO - LUCAS MENGÍBAR

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

La oclusión de determinados vasos se puede lograr provocando la trombosis de los mismos con la colocación de determinados materiales trombogénicos en el interior de los mismos. Estos materiales pueden ser metálicos, fibras sintéticas o materiales líquidos que se solidifican de tipo pegamentos. Se denomina *coils* los dispositivos que se colocan en el interior de los vasos, *colas* los fluidos que se solidifican en el interior de los vasos y *microesferas* pequeñas bolitas trombogénicas generalmente autoexpandibles.

Coils

Se carga la espiral de embolización en el catéter insertando el cartucho a través de la llave de paso, la conexión o a través de ambas hasta que esté colocado en la parte acampanada del catéter. Se empuja la espiral dentro del catéter una distancia de 20-30 cm empleando para ello el extremo rígido de una guía. Posteriormente se retira la guía y el cartucho. La espiral de embolización se libera en el sistema vascular utilizando un catéter angiográfico selectivo sin orificios laterales. Con la punta flexible de la guía, se empuja la espiral de embolización a través de la punta distal del catéter. Dependiendo de la flexibilidad de la punta de la guía, resulta más o menos fácil empujar la espiral de embolización por la curva distal del catéter. Se recomiendan en la



Sistema de introducción de los coils en el catéter.

mayoría de los casos, guías de punta flexible como la guía de Newton, en otras ocasiones una guía más flexible puede resultar más útil. Para un mejor deslizamiento las guías de teflón pueden resultar muy útiles. Sus formas van desde las rectas, hasta las curvas a las que forman varios aros.

M Rey. Espiral de acero inoxidable con fibras sintéticas.

Suelen ser cualidades que potencian el poder trombogénicos de los coils las de autoexpandibles, conformabilidad y fácil visualización.

Material: La mayoría de los coils están fabricados de Nitinol, que presenta el carácter de flexibilidad muy aptos para ser introducidos de una forma para que posteriormente adquiera la forma generalmente en bucle o espiral.

Aplicador: lo suele formar un sistema de catéter y una guía para su desplaza-



Coil.

miento a través del mismo hasta su liberación.

Accesorios: Lo forman los dispositivos complementarios para la irrigación, el cargado o introducción por los catéteres y otros complementos.

Implantación de Coils:

Se cateteriza la lesión con una guía de Terumo. Se introduce un catéter. Se aplica la aguja con el coil en el interior a la parte posterior del catéter. Se desplaza el mismo con una guía de Terumo.

Colas y selladores

Glubran n.º 2.

N-butil-2 cianocrilato. Metacrilosisolfano. Adhesivo tisular con propiedades hemostáticas. Se suministra en envases monodosis de 1 ml cada uno listos para usar sin ningún tipo de preparación. La cola se debe conservar a temperatura entre 0 y 4° C.

GLUE

Cola de cianocrilato ácido de butilo, es un monomero que polimeriza y solidifica

con la temperatura y humedad. Se recomienda mezclar con lipiodol para su visualización fluoroscópica.

Aplicación de cola

Se lava el catéter 5 veces con glucosa al 30%.

Se prepara la cola con 1 ml de producto y 1 ml de lipiodol ultra-fluido.

Se introduce el producto por el catéter.



Adhesivo de cianocrilato.

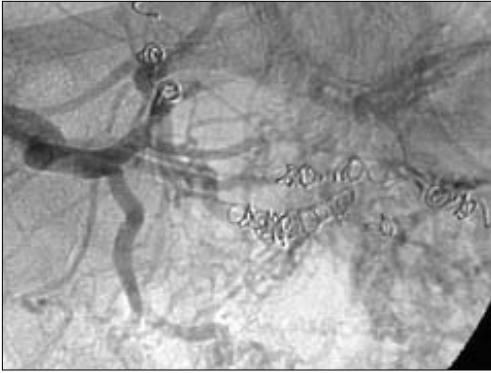
Microesferas

De PVA, presentan un tamaño calibrado, comprensibles, opacas.

Los tamaños van de tamaños comprendidos de 100-300 µm, 300-500 µm, 500-700 µm, 700-900 µm, con la característica de mantenerse fácilmente en suspensión lo que facilita su inyección.

Se aplican mediante un sistema de catéter.

Su uso es la devascularización tumoral por oclusión.



Coils colocados en una angiodisplasia.

Oclusores

Son sistemas que sirven para ocluir la luz tanto a nivel arterial y venoso para la embolización de la vascularización periférica.

Entre los sistemas oclusores esta el AMPLATZER® Vascular Plug que es un dispositivo autoexpandible, cilíndrico y construido con una malla de nitinol. En ambos extremos dispone de bandas marcadoras radiopacas de platino. El dispositivo está precargado en un sistema liberador a través de catéteres guía de 5, 6 y 8 French.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J. H.; WALLACE, S.; GIANTURCO, C.; GERSON, L. P., Mini Gianturco Stainless steel coils for transcatheter vascular occlusion. *Radiology* 1979; 132: 301-3.
- BERENSTEIN, A.; HIESHIMA, G., Clinical vs experimental use of isobutyl-2-cyanocrilate. *J Neurosurg* 1987, 63: 318-9.
- CHUANG, V. P.; WALLACE, S.; GIANTURCO, C., A new improved coil for tapered tip catheter for arterial occlusion. *Radiology* 1980, 135: 507-9.
- DE SOUSA, N. M.; REIDY, J. F.; KOFFMAN, C. G., Arteriovenous fistulas complicating biopsy of renal allografts: treatment of bleeding with superselective embolization. *American Journal of Roentgenology* 1991, 156: 507-10.
- FARIES, P. L.; CADOT, H.; AGARWAL, G.; KENT, C.; HOLLIER, L. H.; MARÍN, M. L., Management of endoleak after endovascular aneurysm repair: cuffs, coils, and conversion. *J Vasc Surg* 2003; 37: 1155-61.
- GELLAD, F. E.; SADATO, N.; NUMAGUCHI, Y.; LEVINE, A. M., Vascular metastatic lesions of the spine: pre-operative embolization. *Radiology* 1990; 176: 683-6.
- HARMAN, J. T.; BECKER, G. J., Thrombin-soaked coils: estimation of thrombi dose. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 1991; 2: 166-8.
- LAMMERT, G. K.; MERINE, D.; WHITE, R. I.; FISHMAN, E. K., Porterfield JK. Embolotherapy of a High-flow false aneurysm by using an occlusion balloon, thrombin, steel coils and detachable balloon. *American Journal of Roentgenology* 1989; 152: 382-4.
- LEONARDI, M.; BARBARA, C.; SIMONETTI, L.; GIARDINO, R.; NICOLI ALDINI, N.; FINI, M.; MARTINI, L.; MASETTI, L.; JOECHLER, M.; RONCAROLI, F., Glubran 2: A new acrylic glue for neuroradiological endovascular use. Experimental study on animals. *Interventional Neuroradiology* 2002, 8: 245-50.
- LEVEY, D. S.; TEITELBAUM, G. P.; FINCK, E. J.; TENCOCOST, M. J., Safety and efficacy of transcatheter embolization of axillary and shoulder arterial injuries. *Journal of Vascular and Interventional Radiology* 1991; 2: 99-104.
- LOIS, J. F.; GOMES, A. S.; SMITH, D. C.; LAKS, H., Systemic to Pulmonary collateral vessels and shunts: treatment with embolization. *Radiology* 1988, 169: 671-6.
- O'KEEFE, F. N.; CARRASCO, C. H.; CHARNSANGAVEJ, C.; RICHLI, W. R.; WALLACE, S., Arterial embolization of adrenal tumors: results in nine cases. *American Journal of Roentgenology* 1988; 51: 819-22.
- OKAZAKI, M.; HIGASHIHARA, H.; KOGANEMARU, F.; ONO, H.; HOASHI, T.; KIMURA, T. A., coaxial catheter and steerable chidewire used to embolize branches of the splanchnic arteries. *American Journal of Roentgenology* 1990, 155: 405-6.
- ROMANIUK, P.; STOESSLEIN, F., Embolization of a large aneurysm of braquiocephalic trunk by Gianturco coils. *Cardiovascular and Interventional Radiology*. 1985; 8: 160-3.
- WALLACE, S.; GIANTURCO, C.; ANDERSON, J. H.; GOLDSTEIN, H. M.; DAVIS, L. J.; BREE, R. L., Therapeutic vascular occlusion utilizing steel coil technique: Clinical applications. *American Journal of Roentgenology*. 1976, 127: 381-7.

Material complementario y auxiliar

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Mesa quirúrgica para procedimientos endovasculares

Que permita la utilización del Arco en C.

Radiotransparente.

Que permita elevación, inclinaciones laterales, adaptación por sus articulaciones a las posiciones del paciente, posición de Trendelemburg y antiTrendelemburg.

Que permita fijación de elementos auxiliares.

Si es posible con posibilidad de mando eléctrico para posicionar la mesa.

Existen numerosos modelos:

- Modelos de pie central y con posibilidades de desplazamiento de todo el tablero de configuración articulada.
- Modelos de tablero articulado de pie excéntrico que permite la colocación del arco del aparato de rayos en toda la longitud de la mesa.
- Modelos de tablero rígido con posibilidad de desplazamiento en sentido longitudinal y transversal.

Mesa de instrumental

Las mesas para colocar el material específico de cirugía endovascular deben de ser de gran longitud, dentro de las posibilidades que permita el quirófano.



Mesa radiotransparente.

Los dispositivos en muchas ocasiones son largos y las guías que necesitan estar estiradas, muchas de ellas de una longitud considerable.

Instrumental

Los procedimientos endovasculares requieren en muchas ocasiones material quirúrgico complementario para realizar diferentes maniobras de acceso. En este caso material básico compuesto por portaguías, tijeras de Mayo, de disección vascular, pinzas de disección, con dientes, sin dientes y vasculares y clanes quirúrgicos son necesarios lo mismo que vessel-loops. También se tiene que tener preparada una caja complementaria de laparotomía con

material vascular de clampado por si es necesario reconvertir algún procedimiento. En los procedimientos híbridos es necesario preparar el material necesario para realizar la intervención convencional.

Como material complementario para la cirugía endovascular, es preciso disponer de contenedores para contraste, para contraste rebajado al 50 con suero para hinchado y de hinchado de balones de angioplastia o remodelación, y suero heparinizado al 2% para irrigación de los dispositivos, purgado de los mimos y heparinización regional.

Sin embargo consideramos que en la mesa de instrumental debe de contener el mínimo imprescindible y el mismo debe de estar perfectamente ordenado y visible.

Fuera de la mesa de instrumental se puede disponer del material ya seleccionado que se prevé utilizar o que puede ser necesario en algún momento determinado por las características del procedimiento. A veces el personal auxiliar de enfermería lo coloca con cintas adhesivas de forma temporal en la pared del quirófano para su mejor identificación y localización.

Inyectoras de contraste

Móvil, ligero que permita su transporte.

Con requerimientos básicos de:

Ajuste volumen de contraste a inyectar.

Ajuste de tas de inyección es decir volumen en un determinado tiempo.

Limitadores de presión.

Posibilidad de programación y protocolización.

Indicadores de volumen inyectado y volumen restante.



Inyectora de contraste utilizada en los procedimientos endovasculares.

Tasas y volúmenes recomendados:

Aorta torácica: 70 ml de volumen a un débito de 35 ml/seg.

Arteria subclavia: 20 ml de volumen a un débito de 10 ml/seg.

Axilar: 10 ml de volumen a un débito de 5 ml/seg.

Aorta suprarenal: 50 ml de volumen a un débito de 25 ml/seg.

Aorta infrarenal: 30 ml de volumen a un débito de 15 ml/seg.

Arteria renal: 20 ml de volumen a un débito de 10 ml/seg.

Arteria ilíaca: 20 ml de volumen a un débito de 10 ml/seg.

Almacén

Es el lugar donde se almacena o guarda el material utilizado en los procedimientos endovasculares.



Almacén de material endovascular.

Debe de estar provisto de sistemas de estanterías y sistemas de almacenaje que permita la colocación del material utilizando el mínimo espacio posible.

Entre sus cualidades debe de estar:

Ordenado.

Limpio.

De fácil localización del material.

Organizado con criterios lógicos.
Conteniendo el material imprescindible de uso.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHARACH, J. M.; SLOVUT, D. P., Endovascular therapies for vascular disease. *Am Heart Hosp J.* 2003; 1 (1): 69-76.
- HODGSON, K. J., Fundamental Techniques in Endovascular Surgery, In: Rutherford, R. B.; Cronenwett, J. L.; Gloviczki, P., editors. *Rutherford Vascular Surgery.* 5ed. USA: Saunders; 2000.
- MASS, J. G., Treatment of Fenovascular Disease: Endovascular Therapy. In: Hallett, J.; Mills, J. L.; Earnshaw, J. J.; Reekers, J. A., editors. *Comprehensive Vascular and Endovascular Surgery.* Spain: Mosby; 2004.
- MOUSA, A.; RHEE, J. Y.; TROCCIOLA, S. M.; DAYAL, R.; BEAUFORD, R. B.; KUMAR, N.; HENDERSON, P.; MCKINSEY, J.; MORRISSEY, N. J.; KENT, K. C.; FARIES, P. L., Percutaneous endovascular treatment for chronic limb ischemia. *Ann Vasc Surg.* 2005; 19 (2): 186-91.

Métodos radiológicos

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Naturaleza de los Rayos X

Los Rayos X descubiertos por W. K. Roentgen en 1895, son ondas electromagnéticas con una longitud de onda menor de 10 Angstrom y una frecuencia inferior a $3 \cdot 10^{16}$ y que por estas características son capaces de atravesar la materia, perdiendo parte de su energía o bien siendo desviados transmitiendo parte de su energía e ionizando a los átomos con quienes interacciona.

Gracias a esa atenuación energética de la fuente de radiación, pueden obtenerse imágenes del cuerpo atravesado.

Los rayos X se originan a partir de una aceleración de los electrones (-) generados en un filamento incandescente (cátodo), y su frenado brusco al chocar contra el ánodo (+) de un tubo de Rx.

Como quiera que por efecto de este choque se produce un 99% de energía calorífica y un 1% de energía radiactiva, es necesario algún sistema adicional de dispersión de calor.

Angiografía convencional

SISTEMAS DE FLUOROSCOPIA FIJOS

Son sistemas instalados en salas fijas en dependencias de los Servicios o unidades de Radiodiagnóstico o en los Quirófanos.

Entre sus características presentan las siguientes ventajas y servidumbres:

- Suelen ofertar una mejor calidad de imagen por la complejidad y mayores prestaciones del aparataje.
- Costo económico del aparataje mucho más elevado.
- Servidumbres en relación a la instalación fija de los aparatos ocupando espacio en las dependencias.
- Requieren mayor espacio para su instalación.
- Si no tiene dotación de quirófano, no son adecuados para el tratamiento quirúrgico de las posibles complicaciones.

Elementos:

- Generador, de gran potencia con tiempos muy cortos de exposición para conseguir varias placas por segundo.
- Tubo con foco fino y grueso.
- Mesa radiotransparente, móvil con frenos en todas las direcciones y sistema de movilización eléctrico.
- Cambiador de placas. Es el sistema encargado de realizar un número de radiografías en un determinado tiempo. Se dividía en dos zonas:
 - a) cambiador de placas o cajón que constaba de un cajón donde se almacenaban 30 placas separadas; otro cajón que recibía las 30

placas ya impresionadas. Existía un tercer cajón en forma de chasis abierto por los extremos por donde entraba y salía la placa (lugar donde se impresionaba). El cajón que recibía las placas impresionadas se pasaban a mano por la reveladora, en el cuarto oscuro. Y el cajón donde se almacenaban antes de ser impresionadas se cargaban en el cuarto oscuro.

- b) Un selector de programa (el número de placas por seg).

Sustracción en angiografía convencional

Se basa en que en las radiografías obtenidas por angiografía convencional, después de la introducción de contraste, podía mejorarse quitando las sombras del hueso que existían en las radiografías. Para ello se obtenía un negativo transparente de la radiografía sin contraste que se superponía con la radiografía que contenía el agente de contraste. Como en un negativo las estructuras óseas son negras, se neutralizan las



Sala de radiología Vascular del Servicio de Radiodiagnóstico.

estructuras óseas visibles en la segunda radiografía cuando una luz es transmitida a través de las dos placas superpuestas. Una tercera radiografía obtenida de éstas dos produce un borrado de las sombras óseas, con lo cual se demuestra mejor los vasos opacificados con el contraste.

Sistemas de fluoroscopia portátil para procedimientos endovasculares

El sistema radiológico que permita visualizar las imágenes debe reunir una serie de requisitos que permitan al operador realizar las maniobras adecuadas para poder realizar los procedimientos o ejecutar las técnicas con el adecuado control.

Estos dispositivos deberían de ser:

Portátiles y por lo tanto desplazables.
Posibilidades de angulación del arco en C.

Ser de plataforma única generalmente en dos unidades una de arco con sistema de fluoroscopia y otra de visión con estación de trabajo con el sistema soporte de monitores. Los sistemas deben de ser de fácil manejo, fácil desplazamiento y permisividad de colocación en los diferentes campos.

Estas unidades de última generación suelen permitir:

Ajuste automático de dosis de acuerdo con la zona anatómica a visualizar.

Sistema de detección automática de movimientos.

Sistemas de colimación.

Sistemas de visualización pulsada.

Capacidad de almacenaje de imágenes

Autotrack, sistema que permita la premediación de la señal que llega al intensi-

ficador en toda la pantalla y permitir dar como resultado una elección de kW y mA adecuado, aunque la imagen se encuentre en los bordes del campo.

Control ABS, de estabilización automática del brillo controlando el mA y kW

Autohistograma, que ajuste automáticamente el brillo y contraste.

Zoom.

Movilización eléctrica motorizada para lograr las diferentes posiciones.

Funciones vasculares como:

- sustracción digital.
- máxima opacificación.
- road map.
- remáscara.
- Modo bolus chasing para el seguimiento del contraste en movimiento tras su inyección.
- landmapping.
- real-time píxel-shift.
- C02.

Mando a distancia.

Base de datos de pacientes.

Medida y registro de dosis radiológicas impartidas a cada paciente.

Deben de tener como unidades complementarias:

- videoimpresora.
- grabador de video.
- Sistema DICOM.
- grabador de CD y cassetes.
- centradores láser o similares.
- portachasis.

Angiografía por sustracción digital (DIVAS)

Es la obtención de imágenes vasculares sustraídas eléctricamente en tiempo real, a partir de las imágenes de intensifi-

cador después de la inyección de contraste. La aplicación de un ordenador al intensificador digital permite aumentar la sensibilidad con contrastes bajos, de menor concentración de las requeridas en las técnicas convencionales.

El ordenador «sustraer» determinados elementos (como el hueso) o componentes de una imagen que dificultan la visualización de los vasos con contraste. Una imagen sin contraste que la denominaremos basal se hace su negativo o máscara, que es la inversa de la basal. Si sobre la imagen basal añadimos un nuevo elemento como el contraste intravascular, la superposición de éste con la máscara permite borrar o sustraer todos los elementos de la imagen basal, dejando únicamente el elemento añadido nuevo, el contraste. Por tanto, la aplicación de ordenadores a este proceso y al tratamiento en imágenes digitalizadas es la base de la llamada ANGIOGRAFÍA POR SUSTRACCIÓN DIGITAL.

Equipo básico:

- Tubo: Con foco fino y grueso. El foco fino se utiliza siempre en escopia.



Unidad de radiología instalada en el quirófano vascular.

- **Generador:** Controlado por ordenador que determina los factores de exposición, a partir del protocolo elegido.
- **Intensificador de imagen:** Son pantallas fluorescentes de Yoduro de Cesio que emiten luz visible. En la salida está conectado a una cámara de vídeo que puede repetir en varios monitores la imagen que se está observando. El tubo y el intensificador se mueven en arco para que no exista distorsión. Es importante acercar el intensificador al paciente para disminuir la borrosidad geométrica, la magnificación y una calidad de imagen con la menor dosis posible.
- **Sistema de televisión:** La resolución del sistema de televisión es importante, puesto que limita la resolución del sistema. Una televisión de alta resolución y con una matriz de 512 x 512 se obtiene una buena imagen. Normalmente son televisiones de 625 líneas.
- **Procesador de imagen:** es el núcleo central del proceso de angiografía digital. La mayor parte tienen una matriz de 512 x 512.
- **Almacenamiento de las imágenes de los estudios:** La mayor parte de los sistemas convierten las imágenes del disco duro en fotos radiográficas por medio de cámara multiformato.

Tomografía axial computarizada (TAC-SCANNER)

La obtención de imágenes a través de un TC se realiza a través de un tubo de RX.

Un haz de Rayos X colimado atraviesa al paciente mientras todo el sistema realiza un movimiento circular, se mide el haz atenuado remanente y los valores se

envían a un ordenador. Éste analiza la señal recibida por el detector, reconstruye la imagen y la muestra en un monitor.

La imagen reconstruida puede ser almacenada, pudiendo visualizarla cada vez que se desee. También puede ser impresa en una placa convencional a través de una impresora láser conectada al monitor de visualización.

TAC helicoidal

Se trata de un aparato de TC dotado con un sistema de rotación constante, para lo cual dispone de un sistema de roce o escobillas que mantienen la conexión eléctrica entre las fuentes de alimentación eléctrica y el tubo y los demás componentes que giran durante el disparo.

Estos aparatos tienen la capacidad de realizar cortes axiales convencionales, además de poder realizar exploraciones helicoidales.

Para realizar una exploración helicoidal se combinan a la vez el movimiento rotatorio del tubo y el movimiento de desplazamiento de la mesa durante el barrido, con lo que se consigue una adquisición volumétrica.

Las imágenes solapadas en este caso no son producto de mayor radiación sobre la zona, sino que son producto de un complejo proceso matemático.

Al factor de desplazamiento se le denomina pitch.

$$\text{pitch} = \frac{\text{Movimiento de la mesa en mm}}{\text{Giro (segundo)} \times \text{Grosor de corte}}$$

El pitch determina la separación de las espirales, de tal manera que a 10 mm de desplazamiento de la mesa por segundo, si cada giro dura un segundo, y el grosor de corte fuese de 10 mm correspondería un pitch 1 ; o dicho de otro modo, el índice de pitch sería 1:1.

Si, por ejemplo el grosor de corte fuese de 5 mm y se mantuviese la misma velocidad de desplazamiento tendríamos $\text{pitch} = (10 \text{ mm} \times 1\text{s})/5 \text{ mm} = 2$; es decir el índice de pitch sería de 2:1.

Cuanto mayor es el valor del pitch, más estiradas estarían las espirales, mayor sería su cobertura, menor la radiación del paciente, pero menor sería la calidad de las imágenes obtenidas.

Ventajas de la TC helicoidal

- Evita discontinuidad entre cortes.
- Reduce el tiempo de exploración.
- Posibilita las exploraciones con menor cantidad de contraste i.v.
- Posibilita la reconstrucción multiplanar de imágenes.
- Mejora la calidad reconstrucción tridimensional.
- Permite la Angio-TC.

BIBLIOGRAFÍA

- CHERMET, J., Radiologie vasculaire. Masson Ed. París 1980
- DOYON, D.; PETREL, PH.; ROCHE, A.; VINOT, J. M.; SAZÓN, CH.; CHI THAN, L., Guide pratique des examens radiologiques scintigraphiques ultrasonores. Masson Ed. París 1979.
- GODSHALL, C. J., Computed tomographic angiography allows accurate planning of the setting and technique of open and percutaneous vascular interventions. *Am J Surg.* 2005; 190 (2): 218-20.
- MARTÍN-PEDROSA; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO-SOLÁ, M. L.; CENIZO-REVUELTA, N.; DEL BLANCO-ALONSO I.; GUTIÉRREZ-ALONSO, V. M.; CARRERA, S.; VAQUERO PUERTA, C., ¿Es la arteriografía preoperatoria un método tan infalible como se cree? *Angiología* 2005; 47: 381-8.
- MONNIER, J. P.; CHERMET, J., Guide pratique de Radiologie Vasculaire. Masson Ed. París 1978.
- OHKI, T., Endovascular Suite in the OR with advanced mobile imaging. *Endovascular Today* 2004; 10: 17-9.
- WOO, E. Y.; FAIRMAN, R. M.; Imaging in the operating room. *Endovascular today* 2004; 7: 44-47.

Medios de contraste

CARLOS VAQUERO - ENRIQUE SAN NORBERTO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Concepto

Son los elementos o sustancias radiopacas que introduciéndolos en los conductos o cavidades sirven para poder delimitar o visualizar los mismos por el carácter radiopaco en los estudios realizados mediante rayos X. Se utilizan para aumentar o reducir el coeficiente de atenuación de los rayos X.

Los contrastes se utilizan en los estudios angiográficos convencionales tales como arteriografías, linfografías o flebografías como los realizados mediante sustracción digital tipo DIVAS o también de forma complementaria en los estudios de tomografía axial computarizada o Resonancia Nuclear Magnética.

Tipos de contraste

Existen diversos tipos de contrastes. Los contrastes densos se basan en la elevada masa atómica de ciertos átomos cuya presencia dentro del organismo es bien tolerada por éste.

Según su capacidad de mezclarse con los medios acuosos pueden ser:

Hidrosolubles: Yodo. Se disuelve en agua y se eliminan por orina, se usan para Urografías, Tomografías, y todo tipo de Angiografías.

No Hidrosolubles. Bario. En aparato digestivo no por vena se combina con agua.

Los medios de contraste utilizados en los procedimientos endovasculares son

yodados hidrosolubles; suelen ser de naturaleza química iónica o no iónica. Los medios de contraste hidrosolubles yodados derivan de ácidos aromático triyodados, en los cuales un anillo bencénico es sustituido en tres posiciones con átomos de yodo; estos son responsables en la absorción de los rayos x, y por ende del contraste radiológico.

Iónicos: liberan cargas eléctricas en contacto con el agua, disocian el agua le dan cargas eléctricas.

Se habla, de un medio de contraste iónico, cuando el grupo ácido de la molécula se une con un grupo amino, y se forma un compuesto hidrosoluble, el cual no se disocia en el medio acuoso.

No Iónicos: son neutros no liberan cargas eléctricas en contacto con el agua.

Cuando el medio de contraste entra en solución como una partícula eléctricamente neutral, se conoce como un compuesto no iónico.

Medios de contraste más utilizados

Para las técnicas o procedimientos endovasculares son los medios de contraste iodados los más utilizados. La osmolaridad e ionicidad son características que se deben de considerar en su empleo, siendo los hipoosmolares los preferidos por menor tasa de complicaciones. Entre los más frecuentemente utilizados están:



Imagen de uno de los contrastes utilizados en los procedimientos endovasculares.

Diatrizoato (Radiolar®).
Iohexol (Omnigraft®).
Ioxaglato de sodio y meglumina (Hexabrix®).
Iodixanol (Visipaque®).
Iohexol (Omnipaque®).
Otros.

Contraindicaciones a la utilización de contrastes

Reacciones adversas de los contrastes:

Complicaciones renales: Teniendo en consideración la eliminación de estos medios a través del riñón, es preciso que el estado del riñón desde el punto de vista funcional sea el mejor posible. La administración de contrastes iodados, sobre todo los hiperosmolares, pueden desencadenar o agravar procesos latentes que pueden llevar hasta la insuficiencia renal. El fallo renal agudo es uno de los riesgos potenciales sobre todo en estados precaria función renal. Se debe de hidratar al paciente y limitar el volumen de contraste utilizado para prevenir posibles repercusiones de hipofuncionalidad renal.

Complicaciones neurológicas: en los estudios de los vasos supraórticos con la

inyección de contraste a través de los vasos arteriales que irriga el cerebro es posible que se desarrollen accidentes vasculares agudos. Se ha detectado síndromes reversibles de cuadros de edema cerebral sin repercusiones a medio plazo desde el punto de vista clínico.

Complicaciones vasculares: La utilización de grandes bolos de contraste han provocado inflamaciones de los vasos con posteriores trombosis. De la misma forma la inyección de contraste puede provocar estados de hipercoagulabilidad con trombosis secundaria. La anticoagulación preventiva con lavados con heparina puede prevenir esta complicación.

Complicaciones cardiológicas: La inyección de contraste a nivel del territorio cardiaco puede provocar trastornos del ritmo, de la misma forma que es posible provocar repercusiones isquémicas a nivel cardiaco.

Reacciones anafilácticas: Con sintomatología clínica de prurito, urticaria, edema a nivel de diferentes territorios como el cutáneo, el bronquial, pulmonado o laríngeo con distinto grado de repercusión según los individuos.

Reacciones vagovagales: Tras la inyección del bolo de contraste consistente en estado nauseoso, vómitos, bradicardia o sudoración.

Repercusión sobre el territorio pre-fundido con el contraste originando cuadros de dolos o de isquemia transitoria. Se aconseja lavar siempre con suero fisiológico heparinizado.

Tratamiento de las reacciones adversas

1. Reacción leve: antihistamínico del tipo Polaramine.
2. Reacción moderada: antihistamínicos y corticoides.

3. Reacción grave: Asistencia ventilatoria. Antihistamínicos. Corticoides. Adrenalina.
4. Reacción muy grave: Cuidados intensivos. Asistencia ventilatoria. Intubación. Oxigenoterapia.

Prevención

- Valoración de los antecedentes del paciente. Historia clínica.
- Premedicación con antihistamínicos y/o corticoides.
- Realización de pruebas alérgicas ante la sospecha de posible reacción anafiláctica.

Recomendaciones

- Si existe riesgo leve valorar alternativas diagnósticas o terapéuticas.
- Valoración de utilización de otros medios de contraste como gadolinio o CO₂.



Cargado de contraste en la inyectora automática.

- Si existe riesgo moderado o grave valorar riesgo-beneficio.
- Si la administración del contraste es ineludible:
 - Realizar consentimiento informado.
 - Monitorizar al paciente.
 - Preparar la situación como si la reacción se fuera a producir con los medios y recursos apropiados.

Utilización del CO₂ como medio de contraste

Se ha referenciado el comienzo de su uso en 1920 y se comenzaron las investigaciones por Hawkins en los años 70. En 1982 se mejora la tecnología para optimizar su visualización y en 1996 se presenta el primer sistema de inyección.

Las propiedades reconocidas del CO₂ son:

- No presenta problemas de toxicidad.
- No presenta problemas de alergia.
- Es 20 veces más soluble que el O₂ en la sangre.
- Permite su inyección en sangre a baja presión.
- Presenta una baja viscosidad.
- Es capaz de flotar en el llenado de vasos sanguíneos.
- Es radiopaco.
- Permite por su baja viscosidad visualizar vasos de pequeño calibre.

Indicaciones:

- Pacientes en insuficiencia renal.
- Pacientes con alergia a los contrastes.
- Angiografía rutinaria por debajo del diafragma.
- Visualización de:
 - Sangrado intestinal.
 - Shunt arterio-venosos.

- Vasos colaterales pequeños.
- Tumores.

Ventajas clínicas del CO₂:

- Puede ser administrado en cantidades ilimitadas.
- La baja viscosidad permite:
 - Inyección a través de pequeños catéteres.
 - Inyección entre el catéter y la guía.
 - Visualización de vasos de pequeño calibre.
- Realza la visualización de TIPS y otros procedimientos endovasculares.

Ventajas económicas:

- Más barato.
- Elimina el coste de las reacciones al contraste iónico y no iónico.
- El volumen inyectado puede ser ilimitado.
- Permite el uso de catéteres de pequeño calibre.
- Reduce la necesidad de cambio de catéteres.

Mejoras técnicas:

- La inyección de vasodilatadores mejora el llenado vascular distal.
- Evita interferencias con el gas intestinal.
- Elevando la zona explorada mejora la imagen.

Problemas en el suministro del CO₂:

- El CO₂ es incoloro e inodoro. Crea estas circunstancias de dificultades de administración al no existir diferencias visuales con el aire ambiente.
- El desplazamiento uniforme por la sangre crea dificultades debido a las

variaciones de los vasos en presión y tamaño.

- El CO₂ se puede comprimir.
- La distribución brusca perjudica la visualización y puede ser dolorosa.

Sistemas de aporte:

- Inyector.
 - Es más seguro al eliminar la contaminación aérea.
 - Elimina la distribución brusca. La distribución lenta mejora su visualización.
 - Asegura la distribución uniforme con la sincronización con el EKG
- Manual.
 - Inyectándolo utilizando el kit de bolsas y tubos diseñados para este fin.

BIBLIOGRAFÍA

- EASHID, S. T.; SALMAN, M.; MYINT, F.; BAKER, D. M.; AGARWAL, S.; SWENY, P.; HAMILTON, G., Prevention of contrast-induced nephropathy in vascular patients undergoing angiography: A randomized controlled trial of intravenous N-acetylcysteine. *J Vasc Surg* 2004; 40: 1136-41.
- GRANT, E. G.; Sonographic contrast agents in vascular imaging. *Semin Ultrasound CT MR* 2001; 22: 25-41.
- HILAL, S. K., Small vessel angiography. The CV Mosby Company, Saint Louis. 1973.
- KERNS, S. R.; HAWKINS, I. F., Carbon dioxide digital subtraction angiography: expanding applications and technical evolution. *Am J Roentgenol* 1995; 164: 735-41.
- MONNIER, J. P. et CHERMET, J., Guide pratique de Radiologie Vasculaire. Masson Ed. París. 1978.
- SCHULTE, A. C.; BONGARTZ, G.; HUEGLI, R.; ASCHWANDEN, M.; JAEGER, K. A.; OSTHEIM-DZEROWYCZ, W.; JACOB, A. L.; BILECEN, D., Intraarterial versus IV gadolinium injections for MR angiography: quantitative and qualitative assessment of the infrainguinal arteries. *AJR. AM J. ROENTGENOL*, 2005; 185 (3): 735-40.

Otros medios diagnósticos

ISABEL DEL BLANCO - CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Unidad de Exploraciones Funcionales
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Métodos ultrasonográficos

ECODOPPLER

Sistema que utilizando las propiedades de la ecografía y del efecto doppler logra obtener imágenes estáticas y dinámicas en relación a la pared de los vasos y su contenido. Se puede evaluar la pato-



Aparato de Ecodoppler.

logía parietal y la situación de permeabilidad de su luz.

Aplicaciones:

- Diagnóstico previo de los procesos estenóticos y aneurismáticos.
- Medición del tamaño de las lesiones.
- Seguimiento de los procedimientos endovasculares.
- Valoración de la situación de los dispositivos implantados en relación a su situación y estado de permeabilidad u oclusión.

IVUS (ULTRASONOGRAFÍA INTRAVASCULAR)

La ultrasonografía intravascular es un sistema que sirve para visualizar la pared y la luz del vaso sanguíneo, así como los dispositivos que se coloquen intralumininalmente mediante ultrasonidos. Este sistema formado por sondas ultrasónicas rotatorias, realizan cortes transversales del vaso y de la luz del mismo pudiéndose valorar la estructura de los mismos. El sistema más utilizado es en el que se visualizan los cortes en blanco y negro, aunque ya existen los de color. Es posible mediante aplicaciones informáticas lograr reconstrucciones de los vasos.



Imagen ECOGRAFÍA del doppler transesofágico.

Las sondas utilizadas son diferentes para los vasos grandes y los de menor tamaño.

ECOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA

La ecografía transesofágica tiene una especial indicación de utilización en la colocación de dispositivos vasculares intratorácicos que nos van a servir por una parte de que en la actuación del operador con respecto a la orientación de altura, detección de la lesión, valoración de la extensión de la misma, morfología y también para la valoración del éxito del procedimiento.

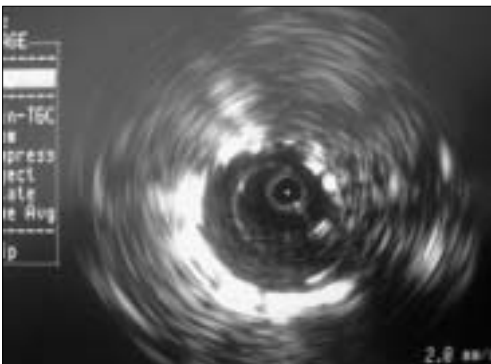


Imagen de IVUS.

Resonancia nuclear magnética

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN), o Nuclear Magnetic Resonance (NMR) en inglés, es una exploración radiológica que nace a principio de los años 80 y es una técnica que permite obtener imágenes del organismo de forma incruenta (no invasiva) sin emitir radiación ionizante y en cualquier plano del espacio.

Posee la capacidad de diferenciar mejor que cualquier otra prueba de radiología las distintas estructuras anatómicas. Pueden añadirse contrastes paramagnéticos como el gadolinio para delimitar aún más las estructuras y partes del cuerpo.

La IRM (Imagen por Resonancia Magnética), se basa en la capacidad de algunos núcleos para absorber ondas de radiofrecuencia cuando son sometidos al



Aparato de Ultrasonografía Intravascular (IVUS).

efecto de un campo magnético. Dicha capacidad genera una señal que es detectada por un receptor y tratada en un ordenador de manera similar a como lo hace la TAC para producir imágenes.

La obtención de las imágenes se consigue mediante la estimulación del organismo a la acción de un campo electromagnético con un imán de 1,5 Tesla (equivalente a 15 mil veces el campo magnético de la tierra). Este imán atrae a los protones que están contenidos en los átomos de los tejidos, que se alinearán con el campo magnético.

Cuando se interrumpe el pulso, los protones vuelven a su posición original de relajación, liberando energía y emitiendo señales de radio que son captadas por un receptor y analizadas por un ordenador que las transformará en imágenes (cada tejido produce una señal diferente).

En la Resonancia Magnética las imágenes se realizan mediante cortes en tres planos: axial, coronal y sagital, sin necesidad de que el paciente cambie su posición. Las resonancias magnéticas atraviesan los huesos por ello se pueden ver muy bien los tejidos blandos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADACHI, H.; KYO, S.; TAKAMOTO, S.; KIMURA, S.; YOKOTE, Y.; OMOTO, R., Early diagnosis and surgical intervention of acute aortic dissection by transesophageal color flow mapping. *Circulation* 1990; 82: Suppl IV: IV-19.
- ADACHI, H.; OMOTO, R.; KYO, S. et al., Emergency surgical intervention of acute aortic dissection with the rapid diagnosis by transesophageal echocardiography. *Circulation* 1991; 84: Suppl III: III-14.
- AMPARO, E. G.; HIGGINS, C. B.; HRICAK, H.; SOLLITTO, R., Aortic dissection: magnetic resonance imaging. *Radiology* 1985; 155: 399-406.
- BALLAL, R. S.; NANDA, N. C.; GATEWOOD, R. et al. Usefulness of transesophageal echocardiography in assessment of aortic dissection. *Circulation* 1991; 84: 1903-14.
- CAMBRIA, R. P.; BREWSTER, D. C.; MONCURE, A. C.; STEINBERG, F. L.; ABBOTT, W. M., Spontaneous aortic dissection in the presence of coexistent or previously repaired atherosclerotic aortic aneurysm. *Ann Surg* 1988; 208: 619-24.
- CAPUTO, G. R.; HIGGINS, C. B., Advances in cardiac imaging modalities: fast computed tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography. *Invest Radiol* 1990; 25: 838-54.
- CHAN, K. L., Usefulness of transesophageal echocardiography in the diagnosis of conditions mimicking aortic dissection. *Am Heart J* 1991; 122: 495-504.
- DAILY, P. O.; TRUEBLOOD, H. W.; STINSON, E. B.; WUERFLEIN, R. D.; SHUMWAY, N. E., Management of acute aortic dissections. *Ann Thorac Surg* 1970; 10: 237-47.
- DE BAKEY, M. E.; HENLY, W. S.; COOLEY, D. A.; MORRIS, G. C. JR.; CRAWFORD, E. S.; BEALL, A. C. JR., Surgical management of dissecting aneurysms of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1965; 49: 130-49.
- DESANCTIS, R. W.; DOROGHAZI, R. M.; AUSTEN, W. G.; BUCKLEY, M. J., Aortic dissection. *N Engl J Med* 1987; 317: 1060-7.
- EAGLE, K. A.; DESANCTIS, R. W., Aortic dissection. *Curr Prob Cardiol* 1989; 14: 225-78.
- EAGLE, K. A.; QUERTERMOS, T.; KRITZER, G. A. et al. Spectrum of conditions initially suggesting acute aortic dissection but with negative aortograms. *Am J Cardiol* 1986; 57: 322-6.
- EARNEST, F. I. V.; MUHM, J. R.; SHEEDY, P. F. II., Roentgenographic findings in thoracic aortic dissection. *Mayo Clin Proc* 1979; 54: 43-50.
- ERBEL, R.; BORNER, N.; STELLER, D. et al. Detection of aortic dissection by transesophageal echocardiography. *Br Heart J* 1987; 58: 45-51.
- ERBEL, R.; ENGBERDING, R.; DANIEL, W. et al. Echocardiography in diagnosis of aortic dissection. *Lancet* 1989; 1: 457-61.
- GEISINGER, M. A.; RISIUS, B.; O'DONNELL, J. A. et al. Thoracic aortic dissections: magnetic resonance imaging. *Radiology* 1985; 155: 407-12.
- GODWIN, J. D.; HERFKENS, R. L.; SKIOLDEBRAND, C. G.; FEDERLE, M. P.; LIPTON, M. J., Evaluation of dissections and aneurysms of the thoracic aorta by conventional and dynamic CT scanning. *Radiology* 1980; 136: 125-33.
- GOLDEN, A.; WEENS, H. S., The diagnosis of dissecting aneurysm of the aorta by angiocardiology: report of a case. *Am Heart J* 1949; 37: 114-8.

- GOLDMAN, A. P.; KOTLER, M. N.; SCANLON, M. H.; OSTRUM, B. J.; PARAMESWARAN, R.; PARRY, W. R., Magnetic resonance imaging and two-dimensional echocardiography: alternative approach to aortography in diagnosis of aortic dissecting aneurysm. *Am J Med* 1986; 80: 1225-9.
- GOLDMAN, A. P.; KOTLER, M. N.; SCANLON, M. H.; OSTRUM, B. J.; PARAMESWARAN, R.; PARRY, W. R., The complementary role of magnetic resonance imaging, Doppler echocardiography, and computed tomography in the diagnosis of dissecting thoracic aneurysms. *Am Heart J* 1986; 111: 970-81.
- GRANATO, J. E.; DEE, P.; GIBSON, R. S., Utility of two-dimensional echocardiography in suspected ascending aortic dissection. *Am J Cardiol* 1985; 56: 123-9.
- GRANT, E. G., Sonographic contrast agents in vascular imaging. *Semin Ultrasound CT MR* 2001; 22: 25-41.
- GROSS, S. C.; BARR, I.; EYLER, W. R.; KHAJA, F.; GOLDSTEIN, S., Computed tomography in dissection of the thoracic aorta. *Radiology* 1980; 136: 135-9.
- GUTIÉRREZ, F. R.; GOWDA, S.; LUDBROOK, P. A.; MCKNIGHT, R. C., Cineangiography in the diagnosis and evaluation of aortic dissection. *Radiology* 1980; 135: 759-61.
- GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; BARRIO, C.; DEL BLANCO, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Estrategia en cirugía endovascular. *Técnicas endovasculares*. 2000; 3, 4: 236-42.
- HAMADA, S.; TAKAMIYA, M.; KIMURA, K.; IMAKITA, S.; NAKAJIMA, N.; NAITO, H., Type A aortic dissection: evaluation with ultrafast CT. *Radiology* 1992; 183: 155-8.
- HARRIS, R. D.; USSELMAN, J. A.; VINT, V. C.; WARMATH, M. A., Computerized tomographic diagnosis of aneurysms of the thoracic aorta. *J Comput Assist Tomogr* 1979; 3: 81-91.
- HART, W. L.; BERMAN, E. J.; LACOM, R. J., Hazard of retrograde aortography in dissecting aneurysm. *Circulation* 1963; 27: 1140-2.
- HASHIMOTO, S.; KUMADA, T.; OSAKADA, G. et al. Assessment of transesophageal Doppler echocardiography in dissecting aortic aneurysm. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1253-62.
- HAYASHI, K.; MEANEY, T. F.; ZELCH, J. V.; TARAR, R., Aortographic analysis of aortic dissection. *AJR Am J Roentgenol* 1974; 122: 769-82.
- HERFKENS, R. J.; HIGGINS, C. B.; HRICAK, H. et al. Nuclear magnetic resonance imaging of the cardiovascular system: normal and pathologic findings. *Radiology* 1983; 147: 749-59.
- HIRST, A. E. JR.; JOHNS, V. J. JR.; KIME, S. W. JR., Dissecting aneurysm of the aorta: a review of 505 cases. *Medicine* 1958; 37: 217-79.
- ILICETO, S.; NANDA, N. C.; RIZZON, P. et al. Color Doppler evaluation of aortic dissection. *Circulation* 1987; 75: 748-55.
- KERN, M. J.; SEROTA, H.; CALICOAT, P. et al. Use of coronary arteriography in the preoperative management of patients undergoing urgent repair of the thoracic aorta. *Am Heart J* 1990; 119: 143-8.
- KERNS, S. R.; HAWKINS, I. F., Carbon dioxide digital subtraction angiography: expanding applications and technical evolution. *Am J Roentgenol* 1995; 164: 735-41.
- KERSTING-SOMMERHOFF, B. A.; HIGGINS, C. B.; WHITE, R. D.; SOMMERHOFF, C. P.; LIPTON, M. J., Aortic dissection: sensitivity and specificity of MR imaging. *Radiology* 1988; 166: 651-5.
- KIRSCHNER, L. P.; TWIGG, H. L.; CONRAD, P. W.; HUFNAGEL, C., Retrograde catheter aortography in dissecting aortic aneurysms. *AJR Am J Roentgenol* 1968; 102: 349-53.
- LEVITIN, A., Intravascular ultrasound. *Tech Vasc Interv Radiol* 2001; 5: 66-74.
- MATHEW, T.; NANDA, N. C., Two-dimensional and Doppler echocardiographic evaluation of aortic aneurysm and dissection. *Am J Cardiol* 1984; 54: 379-85.
- NIENABER, C. A.; SPIELMANN, R. P.; VON KODOLITSCH, Y. et al. Diagnosis of thoracic aortic dissection: magnetic resonance imaging versus transesophageal echocardiography. *Circulation* 1992; 85: 434-47.
- NIENABER, C. A.; VON KODOLITSCH, Y.; NICOLAS, V. et al. The diagnosis of thoracic aortic dissection by noninvasive imaging procedures. *N Engl J Med* 1993; 328: 1-9.
- OMOTO, R.; KYO, S.; MATSUMURA, M. et al. Evaluation of biplane color Doppler transesophageal echocardiography in 200 consecutive patients. *Circulation* 1992; 85: 1237-47.
- PAULIN, S.; VON SCHULTHESS, G. K.; FOSSEL, E.; KRAYENBUUEHL, H. P., MR imaging of the aortic root and proximal coronary arteries. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 148: 665-70.
- PETASNICK, J. P., Radiologic evaluation of aortic dissection. *Radiology* 1991; 180: 297-305.
- ROELANDT, J. R.; THOMSON, I. R.; VLETTER, W. B.; BROMMERSMA, P.; BOM, N.; LINKER, D. T., Multiplane transesophageal echocardiography: latest evolution in an imaging revolution. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5: 361-7.

- SECHTEM, U.; PFLUGFELDER, P. W.; CASSIDY, M. M. et al. Mitral or aortic regurgitation: quantification of regurgitant volumes with cine MR imaging. *Radiology* 1988; 167: 425-30.
- SECHTEM, U.; PFLUGFELDER, P. W.; WHITE, R. D. et al. Cine MR imaging: potential for the evaluation of cardiovascular function. *AJR Am J Roentgenol* 1987; 148: 239-46.
- SEWARD, J. B.; KHANDHERIA, B. K.; OH, J. K. et al. Transesophageal echocardiography: technique, anatomic correlations, implementation, and clinical applications. *Mayo Clin Proc* 1988; 63: 649-80.
- SHELLOCK, F. G.; CURTIS, J. S., MR imaging and biomedical implants, materials, and devices: an updated review. *Radiology* 1991; 180: 541-50.
- SHUFORD, W. H.; SYBERS, R. G.; WEENS, H. S., Problems in the aortographic diagnosis of dissecting aneurysm of the aorta. *N Engl J Med* 1969; 280: 225-31.
- SILVEY, S. V.; STOUGHTON, T. L.; PEARL, W.; COLLAZO, W. A.; BELBEL, R. J., Rupture of the outer partition of aortic dissection during transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1991; 68: 286-7.
- SIMON, P.; OWEN, A. N.; HAVEL, M. et al. Transesophageal echocardiography in the emergency surgical management of patients with aortic dissection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 1113-8.
- STEIN, H. L.; STEINBERG, I., Selective aortography, the definitive technique, for diagnosis of dissecting aneurysm of the aorta. *AJR Am J Roentgenol* 1968; 102: 333-48.
- SUCHATO, C.; PEKANAN, P.; SINGJAROEN, T.; SEREERAT, P., Indication of dissecting aortic aneurysm on noncontrast computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 1980; 4: 115-6.
- TISNADO, J.; CHO, S. R.; BEACHLEY, M. C.; VINES, F. S., Ulcerlike projections: a precursor angiographic sign to thoracic aortic dissection. *AJR Am J Roentgenol* 1980; 135: 719-22.
- VASILE, N.; MATHIEU, D.; KEITA, K.; LELLOUCHE, D.; BLOCH, G.; CACHERA, J. P., Computed tomography of thoracic aortic dissection: accuracy and pitfalls. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10: 211-5.
- VICTOR, M. F.; MIINTZ, G. S.; KOTLER, M. N.; WILSON, A. R.; SEGAL, B. L., Two dimensional echocardiographic diagnosis of aortic dissection. *Am J Cardiol* 1981; 48: 1155-9.
- WHITE, R. D.; LIPTON, M. J.; HIGGINS, C. B. et al. Noninvasive evaluation of suspected thoracic aortic disease by contrast-enhanced computed tomography. *Am J Cardiol* 1986; 57: 282-90.
- WHITE, R. D.; ULLYOT, D. J.; HIGGINS, C. B., MR imaging of the aorta after surgery for aortic dissection. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 150: 87-92.
- WILBERS, C. R. H.; CARROL, C. L.; HNILICA, M. A., Optimal diagnostic imaging of aortic dissection. *Tex Heart Inst J* 1990; 17: 271-8.

Anestesia en los procedimientos endovasculares

LAURA VAQUERO* - LAURA MARTÍNEZ**

* Servicio de Anestesiología y Reanimación
Hospital Universitario Del Río Hortega.Valladolid

** Servicio de Anestesiología y Reanimación
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Los procedimientos endovasculares deben de ser realizados en ausencia de dolor para el paciente y con un estado de anestesia o sedación del paciente.

Los tres tipos de anestesia básicos pueden ser utilizados en la aplicación de estos procedimientos.

Anestesia local

La anestesia local se administra a nivel del lugar del acceso del vaso sea por punción o por pequeña disección del mismo.



Realización de una anestesia de plexo braquial.

Esta anestesia se realiza generalmente a nivel de la región inguinal y en el miembro superior en el pliegue del codo. El anestésico utilizado suele ser la Lidocaina que se administra diluida en bicarbonato o en suero fisiológico por infiltración de los planos subcutáneos y perivasculares, teniendo un especial cuidado en no administrar el fármaco anestésico intravascularmente.

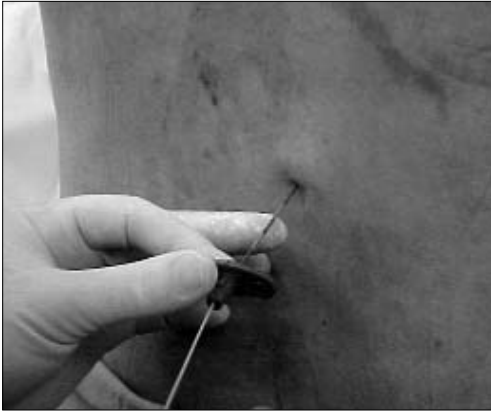
Este tipo de anestesia se suele complementar con la administración de algún fármaco tranquilizante tipo diazepam.

La indicación de la anestesia local está a nivel de los procedimientos de no muy larga duración, con accesos tipo punción y en situaciones de pacientes con muy mal estado general o que no permitan otros tipos de anestésicos.

Anestesia regional

Consideradas como tal la RAQUIANESTESIA Y LA ANESTESIA EPIDURAL.

La raquianestesia con la aplicación de los fármacos a nivel del canal raquídeo, de más fácil ejecución se aplica en pacientes cuyo procedimiento no se presume muy



Punción para la realización de una anestesia epidural.

largo, de una duración no superior a los 60 minutos, evidentemente sin antecedentes inmediatos de anticoagulación y con unas características locoregionales a nivel de la columna vertebral que presuma la posibilidad de su ejecución, situación a veces relacionada con la edad del paciente.

La anestesia epidural, de una mayor complejidad técnica, requiere unos condicionamientos que permitan la aplicación del fármaco anestésico a nivel del espacio epidural. Se aplica en pacientes que se presuma una mayor duración a los 60 minutos por la posibilidad de alargar el período anestésico que a veces se precisa en el postoperatorio por la situación del paciente.

Se utiliza en pacientes que se prevé un acceso vascular mas complicado o donde procedimientos complementarios de cirugía vascular pueden ser necesarios

Otras técnicas regionales menos utilizadas son las anestесias de plexo y anestesia de bloqueo de nervio periférico, utilizada exclusivamente en situaciones especiales.



Sistema de monitorización de los enfermos anestesiados.

Anestesia general

Administrada de forma inexcusable para la ejecución de algunos procedimientos como son aquellos que tiene su asiento a nivel de la aorta torácica o como en el caso anterior hay que ejecutar procedimientos complementarios de cirugía convencional. En los procedimientos torácicos se suele requerir a veces bajadas de presión arterial provocadas farmacológicamente y estos pueden desarrollarse de forma más fácil por



Inducción anestésica general.

el anestesista en las situaciones de anestesia general.

Como medidas mínimas de monitorización y sistema de acceso al paciente y de aplicación general están:

1. Disponer de una vía venosa para perfusión continua.
2. Disponer de un sistema para administrar oxigenoterapia o respiración asistida.
3. Disponer de un mínimo de fármacos y medios similares a los dispuestos en un equipo de reanimación.
4. Monitorizar al paciente por ECG y pulsiosímetro.

BIBLIOGRAFÍA

- DOBSON, G.; PETRASEK, P.; ÁLVAREZ, N., Images in Anesthesia: transesophageal echocardiography enhances endovascular stent placement in traumatic trans-section of the thoracic aorta. *Can J Anaesth.* 2004; 51 (9): 931.
- MALYSHEV, V. D.; SVIRIDOV, S. V.; VEDENINA, I. V.; D'IAKOV, K. A.; TERMOSESOV, S. A.; NEKRASOVA, V. S.; PETUKHOVA, ELU., General anesthesia tools in endovascular surgery of the conductive heart system] *Anesteziol Reanimatol.* 2004; (4): 19-23.
- MONSMA, M.; HERRERA, P.; MORENO, I.; MATOSES, S.; ORTI, I.; LÓPEZ, A.; ALEPUZ, R., Severe hemodynamic deterioration during epidural anesthesia for endovascular treatment of thoracic aortic stenosis] *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2005; 52 (8): 490-4.
- MORALES, J. P.; IRANI, F. G.; JONES, K. G.; TAYLOR, P. R.; DOURADO, R.; SABHARWAL, T., Case report: Endovascular repair of a ruptured abdominal aortic aneurysm under local anaesthesia. *Br J Radiol.* 2005; 78 (925): 62-4.
- PARRA, J. R.; CRABTREE, T.; MCLAFFERTY, R. B.; AYERDI, J.; GRUÑEIRO, L. A.; RAMSEY, D. E.; HODGSON, K. J., Anesthesia technique and outcomes of endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2005; 19 (1): 123-9.
- PARRA, J. R.; CRABTREE, T.; MCLAFFERTY, R. B.; AYERDI, J.; GRUÑEIRO, L. A.; RAMSEY, D. E.; HODGSON, K. J., Anesthesia technique and outcomes of endovascular aneurysm repair. *Ann Vasc Surg.* 2005; 19(1): 123-9.
- SEE, J. J.; LEE, C. W.; LEW, T. W., Anaesthetic management of planned or emergency endovascular stent graft surgery for thoracic aneurysms and dissections. *Anaesth Intensive Care.* 2004; 32 (4): 510-8.
- VERHOEVEN, E. L.; CINA, C. S.; TIELLIU, I. F.; ZEEBREGTS, C. J.; PRINS, T. R.; EINDHOVEN, G. B.; SPAN, M. M.; KAPMA, M. R.; VAN DEN DUNGEN, J. J., Local anesthesia for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2005; 42 (3): 402-9.
- VERHOEVEN, E. L.; CINA, C. S.; TIELLIU, I. F.; ZEEBREGTS, C. J.; PRINS, T. R.; EINDHOVEN, G. B.; SPAN, M. M.; KAPMA, M. R.; VAN DEN DUNGEN, J. J., Local anesthesia for endovascular abdominal aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2005; 42 (3): 402-9.
- WATTS, K.; LIN, P. H.; BUSH, R. L.; AWAD, S.; MCCOY, S. A.; FELKAI, D.; ZHOU, W.; NGUYEN, L.; GUERRERO, M. A.; SHENAG, S. A.; LUMSDEN, A. B., The impact of anesthetic modality on the outcome of carotid endarterectomy. *Am J Surg.* 2004 Dec; 188 (6): 741-7.

Accesos arteriales y venosos en las técnicas endovasculares

SANTIAGO CARRERA - CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

El primer acceso endovascular para el tratamiento en humanos data del año 1924. Haas, médico alemán en Giessen introdujo una cánula de cristal en la arteria femoral común mediante una disección en la ingle para realizar la primera hemodiálisis.

El problema surgió en el momento de la retirada de la cánula, que se realizó mediante una ligadura de la arteria femoral.

Vías de abordaje

Las vías de abordaje para los procedimientos endovasculares y para que los mismos puedan ser utilizados de forma rutinaria, debería de tener una serie de características.

- Superficiales: Que estén situados superficialmente en el cuerpo con objeto de poder acceder de forma fácil y con mínimas maniobras.
- Con referencias: Ya sea por las intrínsecas del vaso como puede ser su pulsación o latido o de localización anatómica en relación a su referencia de ubicación por la existencia de puntos anatómicos de fácil localización como pueden ser cresta, rebordes pliegues.

- De hemostasia fácil y controlada por la posibilidad de compresión o aplicación de maniobra o mecanismo que permita una hemostasia estanca y fiable.
- De tamaño o calibre adecuado para poder permitir la navegación de los dispositivos a aplicar en cada procedimiento.
- Si es posible libre de patología para una mejor recuperación del vaso traumatizado sin complicaciones.
- No muy distantes al punto de la lesión con objeto de una mejor y más fácil manipulación de los dispositivos.
- Que se puedan abordar con anestesia local o regional.

ARTERIAL

Los vasos arteriales que por sus características se utilizan de forma mas frecuente como vías de acceso en los procedimientos vasculares son:

Arteria femoral:

Situada en la cara anterior y proximal del muslo en el miembro inferior exac-



Punción arterial.

tamente en el conocido triángulo de Scarpa y distal al ligamento inguinal. Se puede localizar la arteria por su latido, situación que permite deducir su permeabilidad con un trayecto longitudinal en medio de una línea situada equidistante de la espina ilíaca anterior superior como elemento más sobresaliente de la cresta ilíaca en la parte anterior y la sínfisis del pubis. Sería deseable el acceso a través de la arteria femoral común por su calibre y situación anatomopatológica casi siempre menos afectada por la patología ateromatosa, pero a veces la punción se realiza en su bifurcación en arterias femoral profunda y superficial o en la propia arteria femoral superficial, siendo más infrecuente que el acceso sea a través de la arteria femoral profunda al encontrarse con peor acceso al estar profunda por su disposición anatómica. El eje arterial femoral se encuentra lateral al eje venoso femoral que se dispone en la parte interna del paquete vasculo nervioso de la zona e interno con respecto al nervio crural que se sitúa en la parte más lateral de este paquete. La arteria femoral común se continua una vez que pasa el arco crural por debajo del anillo inguinal en arteria ilíaca exter-

na, que a veces se punciona, pero con el riesgo de una peor hemostasia al no tener ningún plano suficientemente duro en su parte dorsal que permita su fácil compresión.

Este eje arterial permite acceder a la luz del vaso para actuar a nivel de los vasos proximales y también en los distales.



Inserción de un introductor a nivel de la arteria femoral.

Arteria humeral:

Generalmente se accede a nivel de la parte distal del brazo por encima del pliegue del codo en la parte más interna y medial al músculo bíceps. El acceso del vaso que a veces presenta un calibre no muy grande se realiza por encima de la bifurcación en arterias radial y cubital. A este nivel la arteria se encuentra acompañada por el nervio mediano que se sitúa en su parte interna y por la vena humeral que no tiene una situación fija aunque generalmente se la localiza en la parte interior.

Existe la posibilidad de acceder en la parte proximal a nivel del brazo casi a nivel de la base de la axila y en el límite donde la arteria pasa de axilar a humeral. La arteria a este nivel no tiene un



Diseción de la arteria humeral.

calibre muy superior que a nivel distal y presenta los inconveniente de disposición de campo con una zona fija como es la raíz del brazo que presenta un espacio limitado.

Arteria radial:

De limitado calibre y por lo tanto utilización, se accede a ella a nivel del antebrazo en la cara anterior o palmar. La arteria suele estar acompañada en la parte medial y lateral y a veces anterior y posterior con ramas comunicantes por dos venas radiales.

Arteria carótida:

El desarrollo de determinadas técnicas endovasculares a nivel carotídeo, puede hacerse necesario el acceso de esta arteria nivel de la arteria carótida común a nivel del cuello. Su acceso sería por punción en limitados casos y casi siempre por disección con incisión limitada que buscaría el vaso tras incisión oblicua en el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo con apertura del platisma

colli a la arteria con la orientación de su pulso y siempre dejando en la parte interna a la vena yugular interna y en la posterior el nervio vago.

VENOSO

Los vasos venosos mas frecuentemente utilizados son los superficiales para ciertos procedimientos y algunos profundos.

Vena femoral:

De acceso en la región del triangulo de Scarpa y con referencia del latido de la arterial femoral situándose en la parte medial o interna.

Vena yugular interna:

A nivel proximal del cuello lo que representa la parte distal del vaso antes de su unión con la vena subclavia para formar el tronco venoso braquicefálico.

Vena subclavia:

Localizada en la base del cuello y accediendo a ella a través de la parte proximal del mismo o a nivel del hueco supraclavicular.

Vena yugular externa:

A nivel de su trayecto en el cuello. Puede ser visualizada con facilidad de forma transcutánea, incrementándose su

relieve con compresión distal del vaso o con maniobras de Trendelenburg.

Vías y sistema de acceso a nivel arterial

ARTERIA FEMORAL

Por punción : Se utilizan trócares o agujas metálicas recubiertas de una vaina de plástico, que después de puncionar la arteria se retira la aguja y se reintroduce la vaina de plástico hacia la luz arterial que se va a navegar. La técnica consiste en localizar en la zona inguinal contorneando la arteria femoral con dos dedos de la mano izquierda e introducir la aguja en un ángulo de 45 grados entre los dos dedos con la mano derecha, hasta lograr una salida de contenido hemático pulsátil. El calibre más utilizado es el del 16 G (1,7 X 45 mm).

Ventajas del procedimiento: Mínima lesión de la piel y lesión parietal con mejor recuperación postoperatoria y menor estancia hospitalaria.

Inconvenientes: Limitación del calibre de los dispositivos que no pueden sobrepasar los 10 French.

PUNCIÓN ECOGUIADA:

Con la ausencia de pulso, resulta una tarea de difícil realización, la punción de arterias y sólo posible a nivel venoso con una aproximación topográfica morfológica que orienta a una punción aproximada con éxito en muchos casos. Sin embargo la utilización de ultrasonidos para esta función permite entre otras cosas:



Punción arterial ecoguiada.

- Detectar el vaso tanto arterial o venoso mediante ecografía.
- Puncionar el vaso con visualización de la aguja de punción y la correcta introducción en el vaso.
- Control de las condiciones de la cateterización.
- Valorar posibles complicaciones.

El sistema empleado es un sistema ecográfico o de ecodoppler utilizando una sonda ecográfica de 8 Mhz no muy voluminosa que permita detectar el vaso con cortes ultrasónicos transversales y posteriores longitudinales que permiten el seguimiento del desarrollo del procedimiento.

Es preciso que la sonda tiene que ser protegida o envuelta por un sistema plástico de protección donde se incluirá en su extremo, exactamente donde se ubica la parte del sensor de la sonda. El plástico que se coloca encima del vaso debe de ser mojado con suero estéril que permitan el paso del haz ultrasónico. El sistema tiene una mejor apreciación si dispone de sistema color superior que el de blanco y negro.

Abordaje por disección:**INCISIÓN LONGITUDINAL**

Incisión longitudinal a nivel de la región inguinal siguiendo el trayecto de la arteria femoral común y superficial. Disección de la placa ganglionar por el borde externo. Disección de la arteria femoral común y la íliaca externa despejándola de su entorno para una posible movilización forzada que permita una tracción y en consecuencia una rectificación de sus curvas anatómicas en la pelvis, permitiendo la introducción de dispositivos de gran calibre ya que la rigidez de los mismos, en ocasiones no permite el paso por estas angulaciones. Control mediante Vessel-loop en el extremo proximal y distal. Posteriormente se realiza la punción de la arteria por la técnica similar a la transcutánea salvo en los procedimientos que requieran la introducción de dispositivos grueso que sería recomendable una arteriotomía transversal de la arteria para evitar posibles traumatismos sobre todo en arterias patológicas.

Ventajas del procedimiento:

Las ventajas del abordaje por disección son las siguientes:

- Permite localizar una zona sana para realizar la punción sin producir iatrogenia.
- Permite utilizar introductores y por lo tanto materiales de un tamaño mayor y realizar posteriormente hemostasia quirúrgica sobre la arteria.
- Permite realizar hemostasia después de trombolisis locorregional o dejar el introductor en el sitio hasta que

los parámetros de coagulación se normalicen.

Inconvenientes:

Es una incisión poco anatómica. Mala tolerancia a los hematomas y edemas, favoreciendo la distensión de la piel y la necrosis de los bordes de herida quirúrgica. Linforragias por sección de canalículos linfáticos y en ocasiones bloqueo del retorno linfático que desencadena un linfedema. Todos estos factores provocan un retardo de la cicatrización.

ABORDAJE POR INCISIÓN OBLICUA INGUINAL

Se inicia el corte desde la inserción del abductor mayor a unos 5-7 cm en dirección externa. Esta incisión permite diseccionar el ligamento inguinal permitiendo respetar la placa linfática y diseccionar la arteria femoral en la base del ligamento inguinal. Disección de la arteria femoral común como la técnica anterior.

Ventajas:

Incisión anatómica, con menos complicaciones dérmicas, soporta mejor los hematomas y los edemas por lo que la piel presenta menos complicaciones y un menor período de cicatrización. Menos tasa de linforragias por respetar la placa ganglionar.

Inconvenientes:

Campo reducido sobre todo en pacientes obesos, con mayor dificultad técnica para la introducción de los dispo-

sitivos por la limitación del acceso a los vasos y en la reparación de las lesiones iatrogénicas y en la realización de gestos complementarios (Bypass fémoro-femoral, trombectomías ...).

Variante técnica: En caso realizar una ampliación de esta incisión para aumentar el campo quirúrgico del trípode femoral, se prolonga la incisión del extremo interno en dirección oblicuo descendente externo y en dirección ascendente desde el extremo externo oblicuo interno como si se tratara de una zetaplástia, transformando la incisión longitudinal en una incisión inguinal clásica.

ARTERIA ILÍACA

Su disección precisa un abordaje retroperitoneal de la fosa ilíaca a través de una incisión retroperitoneal suprainguinal (Incisión y abordaje de Mahoney). La anestesia debe ser raquídea, epidural o general.

La técnica consiste en anastomosar una prótesis de Dacron de 10 mm de diámetro a la ilíaca externa o común para introducir el dispositivo a través del injerto.

La arteria ilíaca ya sea a nivel de la ilíaca externa y sobre todo la arteria ilíaca primitiva o común presenta un mayor calibre que la arteria femoral. Su acceso sería a través de una incisión oblicua en la parte inferior del abdomen con apertura de planos de la pared y disección extraperitoneal del vaso suturando una prótesis generalmente de dacron en término lateral con boca oblicua protésica que permitiría a través de la prótesis el acceso a la luz del vaso. Su cierre sería por ligadura o mejor sutura del



Introducción de un dispositivo a través de una prótesis suturada en la arteria ilíaca.

extremo de la prótesis anastomosada en forma de parche.

Ventajas:

Permite la introducción de dispositivos gruesos de más de 25 French. Se evita el paso por sectores tortuosos de la ilíaca externa o común así como estenosis severas de estos vasos, permitiendo el paso estructuras de calibres muy gruesos o en pacientes que por el elevado riesgo quirúrgico no permite una cirugía arterial directa. Igualmente se puede aprovechar esta prótesis para realizar un Bypass ilíaco-femoral. Facilidad del procedimiento una vez colocada la prótesis.

Inconvenientes:

Requiere anestesia general o epidural alta presentando esta última algunas limitaciones de campo quirúrgico.

Técnica de mayor agresión quirúrgica, con los inconvenientes de los abordajes convencionales en cuanto al traumatismo

del abordaje y los tiempos de recuperación del enfermo.

ARTERIA HUMERAL

Por punción: Se utiliza la misma técnica que la punción femoral pero con agujas de 16 ó 18 GA.

El abordaje mediante *disección* se realiza de la arteria humeral en la cara interna del brazo en todo el recorrido, siendo de mayor calibre lo mas proximal al hombro. Permite el paso de dispositivos de 4 a 5 French.

Ventajas:

Buen control de la arteria. Punción muy poco traumática para una arteria de 4 a 6 mm. y de fácil reparación por la buena elasticidad de la pared. Excelente cicatrización de la herida cutánea.

Contraindicaciones al procedimiento endovascular

ANATÓMICAS:

Angulaciones de más de 70 a 90 grados.

Estenosis muy cerradas.

Dolicomegarterias con difícil navegación.

PATOLÓGICAS:

Falta de indicación del procedimiento.
Calcicosis severa.

Complicaciones de los accesos arteriales

COMPLICACIONES AGUDAS:

Son las que se producen durante el procedimiento o de forma inmediata después de concluido este. Se detectan por una parte con un cuidadoso examen vascular del paciente y el control de las constantes vitales del mismo. En este grupo se incluiría:

Hemorragia o hematoma en punto de punción que se corrige dependiendo de la intensidad de la misma con compresión o con revisión quirúrgica y cierre de la fuga vascular.

Trombosis del vaso generalmente por lesiones traumáticas de la pared. Exige la revisión del vaso y el tratamiento generalmente desde el punto de vista quirúrgico para practicar una reparación arterial que puede llegar a la realización de un by-pass.

Embolia distal: al desplazarse material a través de la arteria con ubicación distal. La técnica sería practicar una embolectomía.

Ruptura vascular, que exige el control proximal y distal a la lesión del vaso y su reparación con la técnica mas adecuada

Emigración de restos de materiales de los dispositivos o de navegación.

COMPLICACIONES SUBAGUDAS

Se detectan horas o días después del procedimiento. En este grupo se encontrarían:

Pseudoaneurisma femoral, que se trata mediante trombosis inducida, colocación de endoprótesis o por tratamiento quirúrgico convencional.

COMPLICACIONES TARDÍAS O CRÓNICAS

Estenosis arteriales en la zona de la introducción por la distensión forzada de los dispositivos (hasta 1/3 del calibre del vaso) y la zona de la sutura por cicatrices retráctiles. Suele exigir el tratamiento endovascular o convencional del vaso.

Linfedema por afectación de la placa ganglionar, cuyo tratamiento es conservador.

Isquemia cólica como consecuencia del bloqueo de las arterias hipogástricas, en algunos casos cuyo procedimiento conlleva este tipo de actuación.

Complicaciones de los accesos venosos

Tromboflebitis profunda de las extremidades inferiores y superiores y tromboembolismo pulmonar.

Fístulas arteriovenosas postpunción en el área femoral, subclavia y yugular.

Enfisemas subcutáneos por desgarro de la pleura en el sector apical en abordajes cervicales.

Migración de restos de las guías, catéteres...

BIBLIOGRAFÍA

- AHN, S. S.; ETON, D.; MOORE, W. S., Endovascular surgery for peripheral arterial occlusive disease. A critical review. *Ann Surg.* 1992; 216: 3-16.
- AHN, S. S.; ETON, D., Endovascular surgery for peripheral occlusive disease. *Am Farm Physician.* 1993; 47: 423-30.
- BELL, P., What's new in Vascular and Endovascular Surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2005; 46 (4): 323-6.
- BOLIA, A., Percutaneous intentional extraluminal (subintimal) recanalization of crural arteries. *Eur J Radiol* 1998; 28: 199-204.
- BUDAM S. J.; JOHANNING, J. M., Brachial, radial, and ulnar arteries in the endovascular era: choice of intervention. *Semin Vasc Surg.* 2005; 18 (4): 191-5.
- DOTTER, C. T.; JUDKINS, M. P., Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction: description of a new technic and a preliminary report of its application. *Circulation* 1964; 30: 654.
- HENRY, M.; AMOR, M.; ALLAQUI, M.; TRICOCHÉ, O., A new access site management tool: the Angio-Seal hemostatic puncture closure device. *J Endovasc Surg.* 1995; 2 (3): 289-96.
- PARODI, J. C., Endovascular repair of aortic aneurysms, arteriovenous fistulas, and false aneurysms. *World J Surg.* 1996; 20 (6): 655-63.
- SELDINGER, S. I., Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. *Acta Radiológica* 1953; 39: 368-76.

Hemostasia en los procedimientos endovasculares

CARLOS VAQUERO - ENRIQUE SAN NORBERTO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Los procedimientos endovasculares requieren un acceso o puerta de penetración a nivel del interior del vaso introduciendo sistemas a veces de pequeño calibre que produce un daño arterial no muy extenso, pero a veces los dispositivos son de mayor calibre teniendo que realizarse una adecuada reparación arterial.

Los sistemas de acceso al vaso a veces son por sistemas de punción percutáneo donde no se controla el vaso y que por el propio protocolo de desarrollo del procedimiento por la técnica de Seldinger implica la transfusión del vaso por su cara anterior y posterior. El hecho de realizar el procedimiento en la mayoría de las ocasiones a ciegas con la simple orientación de la pulsación proximal y distal del vaso al lugar donde se realiza la punción, implica que en un alto porcentaje de casos haya que realizar maniobras repetitivas para acceder al interior del vaso, provocando las fallidas a veces lesiones de los vasos. Cuando se practica un acceso por disección del mismo, la reparación del vaso a veces va implícita a un mecanismo revascularizador complementario indicado como tratamiento quirúrgico para la solución de otro sector vascular, es el caso de la realización de una profundoplastia o un by-pass fémoro poplí-

teo y cuyos puntos de actuación servirán previamente como abordaje para realizar el procedimiento endovascular. En el caso de situaciones donde no es posible localizar la arteria porque no existe o es muy débil el latido arterial orientador, o porque se va a realizar un procedimiento que requiere arteriotomía por calibre del dispositivo, la reparación será la convencional para arteriotomías de los vasos con suturas entrecortadas con sutura monofilamento en las arteriotomías transversales y colocación de parches complementarios en las longitudinales (se realizarán arteriotomías transversales en los procedimientos convencionales donde se prevé que el dispositivo no tendrá muchos problemas en su desplazamiento por la situación lesional de los vasos o la adecuada congruencia de calibre de los dispositivos y el de los vasos y por lo tanto no se prevean destrozos importantes de la pared del vaso a nivel del lugar de la entrada. Incisiones longitudinales para abordajes con lesiones de los vasos a nivel del lugar de la entrada o limitaciones por el calibre ajustado del dispositivo y el vaso abordado y donde se prevean posibles daños de los vasos que requieran posteriores reparaciones).

Los sistemas de hemostasia o cierre del vaso serían:

1. *Compresión indirecta manual* del vaso a través de la piel, presionando con los dedos, la palma de la mano o el puño, dependiendo de hábitos, de forma selectiva a nivel de la punción durante minutos una vez que se han retirado los dispositivos. La compresión debe de hacerse de forma selectiva sobre el lugar de la punción y continuada. Se complementa la maniobra después de unos 10 minutos con la colocación de un bloque de gasas o compresas sobre la zona que se fijan mediante bandas adhesivas a la zona siempre logrando presión en el lugar de la compresión.



Hemostasia mediante compresión.

Los errores de una mala técnica, se centran en presionar proximal o distal a la lesión que provoca extravasaciones de sangre y por lo tanto hematomas o no estar el suficiente tiempo necesario. Este tipo de maniobras suelen ejecutarse por personal auxiliar o personal en período de formación y por lo tanto con poca experiencia.

2. *Compresión por sistema mecánico*, también denominado gato. Se trata de un dispositivo que comprime de forma selec-



Compresión mediante sistema mecánico.

tiva el lugar de la punción por un sistema que hace contrapresión en la parte distal del cuerpo. Permite utilizarlo por tiempos prolongados, pero a veces la compresión por desplazamientos del sistema o mala colocación no se efectúa en el lugar adecuado.

3. *Sistemas de oclusión mecánica o de sutura endovascular*

El sistema PERCLOSE A-T comercializado por Abbott Vascular. Se aplica introduciendo el dispositivo por la guía que se ha utilizado en el procedimiento endovascular, posteriormente desplegando un sistema que logra por dos sitios la transfusión del vaso pasando un hilo por dos puntos y posteriormente el anudado del hilo.

Se trata de un muy complicado dispositivo de diseño que permite realizar unos puntos de sutura convencional utilizando la vía de acceso por punción. El sistema tiene el inconveniente que hay que aprender su manejo no muy sencillo a veces falla el sistema y sobre todo para futuras punciones o reintervenciones genera un grado de fibrosis arterial y periarterial importante.



Sistema de hemostasia mediante manguito con inyección de aire para la arteria radial.

Los pasos de ejecución serían:

Colocar el sistema introduciéndolo a través de la guía situada en el vaso.

Apertura del dispositivo portador de los hilos en el interior del vaso.

Acoplamiento del sistema exterior con los dos hilos atravesando por punción la pared del vaso empujando el sistema posterior.

Extracción del sistema con los hilos pasados liberando el sistema.

Anudado del sistema.

El sistema STARCLOSE también es un sistema de cierre percutáneo y comercializado por Abbott Vascular. El dispositivo lo constituye un aparato que coloca un clip en forma de roseta que ocluye el orificio por aposición del tejido.

Los pasos de aplicación serían:

Introducción del sistema por el introductor.

Despliegamiento del aplicador a nivel intraluminal.

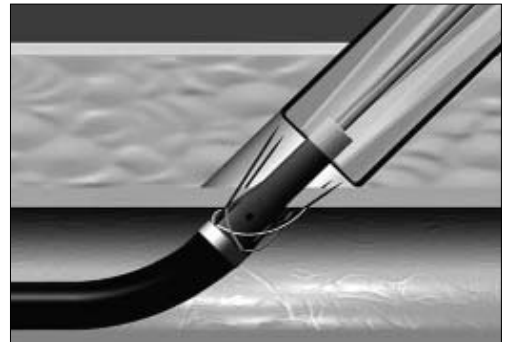
Retirada del sistema para colocación adecuada del clip.

Colocación del clip.

El sistema PROSTAR XL de la casa Abbott Vascular, permite su utilización a través de introductores según el modelo de 6.5 a 10 french. Se trata de un sistema de oclusión por anudado con hilo de poliéster que se pasa por un sistema formado por cuatro agujas de nitinol.

El sistema X-SITE de Datascope es otro de los modelos existente en el mercado.

El sistema Boomerang Closure Wire de Cardiva, consiste en un sistema de taponamiento de la arteriotomía realizada por la punción.



Sistema de sutura endovascular.

4. Aplicación de *agentes hemostáticos* que penetran por el conducto de la punción y que colocados sobre la parte externa logran acelerar la hemostasia, reduciendo los tiempos de compresión. Se aplica en forma de láminas. El compuesto activo es el Chitosan que es un gel derivado de un polímero marino como es el chitin que atrae las células electronegativas como las plaquetas y



Utilización de un sistema mecánico endovascular de sutura.

hematías por su positividad. El comercializado por la casa Abbott recibe el nombre de Chito-Seal.

5. El *Angio-Seal* es un dispositivo comercializado por St. Jude Medical específico para ocluir los orificios vasculares a nivel arterial. El dispositivo está formado por tres componentes absorbibles: un ancla que se fija a la pared interior de la arteria, una pequeña esponja de colágeno colocada en la pared exterior de la arteria y una sutura recortada que se ubica debajo de la piel. El dispositivo se absorbe 90 días después de su colocación. El sistema de colocación es la introducción del dispositivo utilizando la guía colocada en el interior de la arteria, el desplegamiento del ancla fijador, el taponamiento de la esponja de colágeno por plegamiento de la misma y su fijación mediante la sutura. Su utilización está indicada a nivel de las punciones arteriales en la región inguinal.

BIBLIOGRAFÍA

ABANDO, A.; HOOD, D.; WEAVER, F.; KATZ, S., The use of the Angioseal device for femoral artery closure. *J Vasc Surg* 2004; 40: 287-90.

- APPLEGATE, R. J.; RANKIN, K. M.; LITTLE, W. C.; KAHL, F. R.; KUTCHER, M. A., Restick following initial Angioseal use. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 58: 181-4.
- BIAMINO, G.; RAGG, J. C., Hemostasis alter periphe-
ral interventions achieved by percutaneous vascular suture. *Int J Surg Sci* 1996; 9: 21-3.
- GERCKENS, U.; GATTELAENS, N.; LAMPE, E. G.; GRUBE, E., Management of arterial puncture site after catheterization procedures: evaluating a suture-mediated closure device. *Am J Cardiol* 1999; 83: 1658-63.
- HENRY, M.; AMOR, M.; ALLAOU, M.; TRICOCHÉ, O., A new access site management tool: the Angio-Seal hemostatic puncture closure device. *J Endovasc Surg* 1995; 2: 289-96.
- HEYER, G.; ATZENHOFER, K.; MEIXL, H.; LAMPERSBERGER, C.; GERSHONY, G., Arterial access site closure with a novel sealing device: Duett. *Vasc Surg* 2001; 35 (3): 199-201.
- MACKRELL, P. J.; KALBAUGH, C. A.; LANGAN, E. M.; TAYLOR, S. M.; SULLIVAN, T. M.; GRAY, B. H.; CARSTEN, C. G.; SNYDER, B. A.; CULL, D. L.; YOUKEY, J. R., Can the Perclose suture-mediated closure system be used safely in patients undergoing diagnostic and therapeutic angiography to treat chronic lower extremity ischemia? *J Vasc Surg* 2003; 38: 1305-8.
- SATOW, T.; NAKAZAWA, K.; OHTA, T.; HASHIMOTO, N., Techniques for passing the PercuSurge Guardwire system through severe and tortuous stenotic lesions. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005; 45 (2): 116-21.
- SEMLER, H. J., Transfemoral catheterization mechanical versus manual control of bleeding. *Radiology* 1985; 154: 234-5.
- SKOWASCH, M.; SEEMANN, W. R.; TISCHENDORF, M.; FINKE, U.; HOFMANN, I.; MIDDELDORF, T.; LISSMANN-JENSEN, H.; LANG, K.; ROMER, A.; SIEVERT, H., Percutaneous endovascular aneurysm repair without arteriotomy (Perclose system) *Dtsch Med Wochenschr* 2005; 20; 130 (20): 1249-53.
- THE, G. L.; SIEUNARINE, K.; VAN SCHIE, G.; GOODMAN, M. A.; LAWRENCE-BROWN, M.; PRENDERGAST, F. J.; HARTLEY, D., Use of the percutaneous vascular surgery device for closure of femoral access site during endovascular aneurysm repair: lessons from our experience. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 418-23.

Navegación endovascular

NOELIA CENIZO - CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

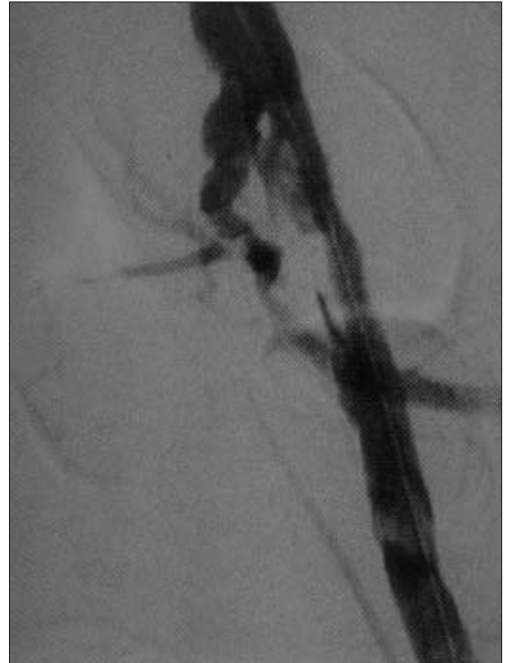
Se puede considerar el concepto de navegación en los procedimientos endovasculares como el conjunto de técnicas destinadas por una parte a desplazar los dispositivos a través de los vasos hasta llegar a un determinado lugar para actuar desde el punto de vista diagnóstico o terapéutico.

El desplazamiento de los dispositivos a través de los vasos va a venir condicionado por diferentes factores de acuerdo a la situación anatómica de los mismos:

1. Disposición de los vasos arteriales en relación a elongaciones, plicaturas u otras anomalías.
2. Disposición natural de los vasos en relación al lugar de la emergencia de los mismos, la angulación, tamaño y otras situaciones anatómicas.
3. Patología de los vasos especialmente las oclusiones tanto parciales como totales que impiden desplazarse fácilmente a través de ellos.
4. Situaciones especiales que condicionan las maniobras de navegabilidad.

Los dispositivos que se utilizan para llegar aun determinado lugar son los siguientes:

1. Guías, especialmente las que tienen las características de hidrofiliidad que las hacen mas fáciles en el des-



Guía endovascular que ha atravesado una zona estenótica arterial.

plazamiento en el interior de los vasos. A parte de la cubierta de este sistema conductor y en especial el teflón, otras características estructurales como es la parte de la punta con su flexibilidad o maleabilidad o el tamaño, flexibilidad de todo el dispositivo.

2. Catéteres guía con distintas configuraciones en especial en la punta, que permite la orientación del orificio

del extremo por donde se desplazará la guía conductora. Los catéteres diagnóstico suelen ser utilizados para estos fines, aunque existen otros específicos para estos fines.

3. Catéteres direccionales, contruidos de tal forma que en la parte distal tiene un dispositivo que sirve para orientar la punta del catéter.
4. Introdutores especiales de una longitud que permiten mantener el dispositivo en el interior de determinados vasos para acceder con las guías a las lesiones.
5. Sistemas de asas que permiten atrapar guías y a través de ellas acceder a determinados lugares intravasculares.

Sentido de la navegación intravascular

Anterógrado consiste en abordar la lesión a partir de un punto de entrada proximal en relación con la entrada en la luz del vaso.

Retrógrado: Consiste en ir en dirección opuesta a la corriente sanguínea para abordar la lesión.

Abordaje contralateral: Se trata de abordar una arteria más o menos sana, discurrir en la misma a contracorriente y posteriormente pasar al lado afectado a favor de corriente para resolver la lesión.

Maniobras de navegación

1. Enderezamiento de una guía doblada en el interior de un vaso con la utilización de un catéter recto.
2. Orientación de una guía mediante la utilización de un catéter diagnóstico con la curvatura adecuada.

3. Apertura de conducto mediante la utilización de catéteres de angioplastia que realizan una apertura del conducto.
4. Tensión de guías rígidas tipo Amplatz mediante la tracción de sus extremos cuando los mismos penetran y salen a través de dos vasos por ejemplo la arteria femoral y la humeral.

Vías de acceso

El acceso percutáneo será el de elección cuando se realicen procedimientos que requieran dispositivos de bajo calibre. Habitualmente se pueden utilizar la vía percutánea en femorales hasta 16-18F y en humerales hasta 5-6F.

Es más fácil puncionar cuando existe pulso palpable en la arteria, pero su no existencia no se considera una contraindicación, existen recursos como agujas-Doppler, marcaje previo con eco-Doppler, punción guiada mediante road-mapping...

En cuanto a la vía de acceso existen en general las siguientes:

1. Vía femoral común ipsilateral:

- *Acceso retrógrado*: es el abordaje más habitualmente utilizado. Se punciona mediante la técnica de Sedlinger, con Abocat® de 14G-16G o aguja de Seldinger, es importante puncionar la femoral común siempre por debajo del arco crural, ya que por encima podría dar lugar a un hematoma que se extendiera al espacio retroperitoneal, por otro lado una punción baja conlleva mayor peligro al tratarse de arterias más afectadas por placas de aterosclerosis y al

existir en esa zona mayor abundancia de ramas tanto arteriales como venosas que aumentan el peligro de producir hematomas. Se utilizan guías normales o hidrofílicas de 150-200 cm y un introductor de 4-9F según la finalidad del procedimiento.

Indicaciones:

Lesiones de íliaca común y tercio superior de íliaca externa.

En la bifurcación aórtica abordaje femoral bilateral.

- *Acceso anterógrado*: la punción es más complicada técnicamente puesto que existen dificultades debido a los contornos anatómicos del paciente y por la proximidad al punto de punción de la bifurcación femoral o en su caso la salida de una prótesis de by-pass. La colocación del introductor debe ser guiada por fluoroscopia y debe ser insertado en la femoral superficial del paciente.

Indicaciones:

Femoral superficial, poplítea, distales.

2. *Femoral contralateral*: algo más compleja. Es necesario un Abbocat® o aguja de Seldinger para puncionar, posteriormente se pasa una guía teflonada de 200-300 cm hasta aorta y colocamos un introductor convencional de bajo perfil (4-5F). Después se introduce un catéter tipo Simons u Omni flush, que se debe introducir hasta aorta torácica o cayado, se retira la guía permitiendo que el catéter adquiera su forma. Así plegado el catéter, descendemos mediante un movimiento de tracción-rotación para evi-

tar que la punta se introduzca en colaterales o dañe alguna placa de aterosclerosis. Se debe colocar la punta del catéter en la bifurcación aórtica, con su punta en el ostium de la iliaca común. Después de realizar una arteriografía introducimos la guía hasta superar la lesión a tratar. En estenosis muy cerradas es recomendable utilizar guías hidrofílicas largas (200-300 cm) con punta curva. Una vez superada la lesión se intercambia el introductor por uno contralateral.

Indicaciones:

Lesiones distales de íliaca externa y de femoral común y profunda.

Lesiones del tercio proximal de femoral superficial, cuando el sector contralateral utilizado no presente lesiones importantes.

3. *Extremidad superior*: en casos excepcionales en que no es posible un abordaje femoral o como apoyo de otras vías. Se necesitan guías y catéteres de mayor longitud y el calibre de las arterias limita el tipo de material que se puede utilizar. Es preferible utilizar el lado izquierdo, para no comprometer la vascularización cerebral y porque la distancia al sector iliaco es menor. Hasta introductores de 7F se puede realizar mediante punción, para tamaños mayores es necesaria la disección. Se introduce una guía larga (200-300 cm) por el introductor hasta el cayado aórtico, para obligarla a descender por la aorta usaremos un catéter Jockey stick o Multipropósito, que hacemos progresar hasta el ostium de la subclavia, retiramos guía y cuando la punta del catéter se pliegue en sentido caudal hacemos descender la guía.



Imagen de formación aneurismática carotídeo con dificultades para ser atravesada.

Indicaciones:

Como vía de introducción de catéteres para realizar arteriografías para roadmapping para abordar femorales sin pulso o arteriografías de confirmación.

En cirugía de los aneurismas para realizar arteriografías, embolizaciones de hipogástricas, para hacer progresar endoprótesis aórticas mediante guía femorohumeral (tortuosidad arterial...).

En casos de renales anguladas difíciles de cateterizar vía femoral.

De utilizar un abordaje en extremidad superior es de elección la vía *humeral* por el peligro de producir un hematoma con compresión del plexo braquial en la vía *axilar*, aunque algunos autores no la utilizan por su gran

espasticidad, pequeño diámetro y alto riesgo de trombosis.

4. Otros:

- *Poplítea*: por debajo de la articulación. Tiene la dificultad de que en ocasiones el pulso es difícil de palpar o no existe, presenta venas y nervios fácilmente lesionables alrededor de la arteria y un alto riesgo de producir un hematoma en una zona difícil de comprimir.
- *Femoral superficial*.
- *Prótesis de un by-pass*.
- *Venosos*: retrógrado femoral, anterógrado yugular.

Navegabilidad en sectores específicos

1. Sector aorto-iliaco:

Vías de abordaje:

- Vía femoral ipsilateral: la más utilizada, excepto en lesiones bajas (unión ilio-femoral) donde existe el riesgo de que el introductor cubra la zona a tratar y no permita el inflado correcto del balón. En ese caso es necesario un abordaje contralateral u homolateral más bajo (femoral superficial o poplítea).
- Vía femoral contralateral:
 - Lesiones ilíacas complejas. Aquellas en que por su longitud y severidad es imposible alcanzar el segmento proximal.
 - Lesiones hipogástricas.
 - Lesiones de terminación de iliaca externa.

Desventaja: exponer a complicaciones un eje en teoría sano.



Catéter colocado a nivel ilíaco en maniobras de navegación vascular.

La vía contralateral se puede utilizar solamente para pasar la guía y después cazarla con un lazo vía ipsilateral y realizar el resto del procedimiento por esta vía. También se puede dejar la guía entre los dos introductores (*técnica del teleférico*) lo que permite progresar sistemas de mayor rigidez.

- Se utiliza el abordaje femoral bilateral en lesiones ostiales bilaterales de ilíacas primitivas.
- Vía humeral o axilar: Cuando no es posible utilizar la vía femoral. Una vez introducida la guía se puede cazar vía femoral y continuar el procedimiento por esta vía que da la posibilidad de utilizar materiales de mayor calibre.

2. *Extremidades inferiores:*

Vías de abordaje:

- Vía femoral ipsilateral: vía anterógrada.
- Vía femoral contralateral: vía retrógrada.
- Vía humeral o axilar.
- Vía poplítea: vía retrógrada, en lesiones ostiales de la femoral superficial y unión iliofemoral inaccesible por vía femoral ipsilateral, es preferible a la vía contralateral porque existe menor riesgo de disección arterial que suele ser alto al cateterizar el ostium de la femoral superficial.

Material: Para la vía contralateral se utilizan catéteres del tipo Pigtail, Cobra, Simons.

3. *Troncos supraaórticos:*

Vías de abordaje:

- Abordaje percutáneo femoral: el más frecuente.



Elongación de los troncos supraaórticos que dificulta su acceso endovascular.



Aneurisma torazo abdominal con dificultades de navegación endovascular.

- Abordaje percutáneo humeral: cuando no existe un buen muñón proximal que permita el paso vía femoral o en aquellos en que no es posible llegar vía femoral sin apoyo.
- Abordaje quirúrgico vía humeral: es realizado por algunos autores en todas las oclusiones proximales de subclavia para evitar embolias de mano.
- Abordaje combinado braquiofemoral percutáneo: en lesiones complejas que afectan al ostium de la arteria vertebral y precisan dejar una guía de protección en la vertebral o bien inflar dos balones, uno en vertebral y otro en subclavia.
- Abordaje quirúrgico por arteriotomía de carótida primitiva: para estenosis de TSA o de carótida primitiva, el abordaje se realiza más allá de la

lesión y se asocia un clampaje profiláctico de la carótida distal.

Material:

- Introdutores de 6F. Posibilidad de introductores largos.
- Guías largas para la vía femoral (260 cm).
- Catéteres:
 - Vía femoral: 5F: *Simmons* (el más utilizado), tipo *Hanafi*, *Picard*, *Hinck*, *Headhunter*, *Judkins*.
 - Vía humeral: ligeramente angulado, tipo *Picard*.

4. Carótida:

Vías de abordaje:

- Vía femoral retrógrada: la más utilizada.
- Vía cervical anterógrada: punción de carótida primitiva en la base del cuello. Existe el peligro de producir hematoma en una zona de difícil compresión, por lo que se recomienda limitar la anticoagulación y utilizar introductores de bajo perfil (5-6F).
- Vía carotídea retrógrada: para lesiones de carótida primitiva.
- Vía braquial: para tronco braquiocefálico y cateterización de carótida contralateral.

5. Arterias renales:

Vías de abordaje:

- Vía femoral retrógrada: la más utilizada.
- Vía braquial izquierda: si la angulación de la arteria renal es severa.

Material:

- Introdutor de 4-5 F.
- Catéter:
 - *Sos Omni*
 - *Cobra*

BIBLIOGRAFÍA

- BACHARACH, J. M.; SLOVUT, D. P., Endovascular therapies for vascular disease. *Am Heart Hosp J*. 2003; 1 (1): 69-76.
- BELL, P., What's new in Vascular and Endovascular Surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005; 46 (4): 323-6.
- GUTIÉRREZ-ALONSO, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; MARTÍN-PEDROSA, M.; TORRES, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERA, S.; VAQUEROM C., Aproximación a través del tronco braquiocefálico como método de ayuda en el tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica descendente. *Técnicas endovasculares* 2003; 6, 2: 760-6.
- LABLANCHE, J. M.; BAUTERS, C.; LEROY, F.; BERTRAND, M. E., Other techniques of arterial recanalization *Rev Prat*. 1990; 11; 40 (26): 2455-60.
- WACKER, F. K.; HILLENBRAND, C. M.; DUERK, J. L.; LEWIN, J. S., MR-guided endovascular interventions: device visualization, tracking, navigation, clinical applications, and safety aspects. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2005; 13 (3): 431-9.
- WENDT, M.; WACKER, F. K., Visualization, tracking, and navigation of instruments for magnetic resonance imaging-guided endovascular procedures. *Top Magn Reson Imaging*. 2000; 11 (3): 163-72.

Técnica de la angioplastia

CARLOS VAQUERO - JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ FAJARDO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Es una técnica diseñada para realizar las dilataciones de los vasos, para moldear los mismos o coaptar stents o endoprótesis a la pared vascular.

Técnica de la angioplastia convencional

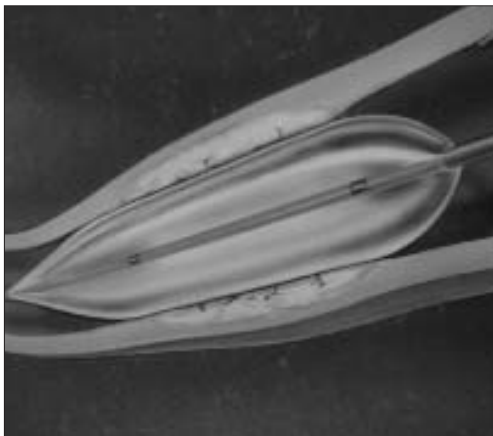
Una de las últimas técnicas introducidas a nivel de la cirugía vascular consiste en introducir una sonda con un balón hinchable en el interior de la luz del vaso y traspasando las zonas semiocluidas del vaso. Una vez la zona del balón a nivel de la zona estenosada, se hincha esta de forma regular, controlando la presión y por espacios mas o menos largos de tiempo. De esta forma se logra una ampliación de

la luz en la zona logrando su repermeabilización. Los balones de angioplastia disponen de referencias sobre las características de la resistencia del balón a la presión según el tipo del mismo siendo lo habitual no pasa de presiones de 8 atmósferas. Se hincha de forma intermitente por espacio de dos o tres veces y un tiempo de permanencia del hinchado de 1 a 3 minutos.

Consiste en la angioplastia endoluminar transcutánea o percutánea (ATP) por lo tanto, en la introducción dentro de la luz del vaso de un catéter con un balón que se puede hinchar con objeto de dilatar la luz del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- AHN, S. S.; ETON, D.; MOORE, W. S., Endovascular surgery for peripheral arterial occlusive disease. A critical review. *Ann Surg.* 1992; 216: 3-16.
- AHN, S. S.; ETON, D., Endovascular surgery for peripheral occlusive disease. *Am Farm Physician.* 1993; 47: 423-30.
- FOGELTRAND, P.; RISBERG, B.; MATTSSON, E., External collar inhibits balloon-induced intimal hyperplasia in rabbits. *J Vasc Surg* 2002; 39: 361-7.
- ONAL, B.; ILGIT, E. T.; KOSAR, S.; AKKAN, K.; GUMUS, T.; AKPEK, S., Endovascular treatment of peripheral vascular lesions with stent-grafts. *Diagn Interv Radiol.* 2005; 11 (3): 170-4.
- SALU, K. J.; KNNSSPRN, M. W. M.; BOSMANS, J. M.; VRINTS, C. J.; BULT, H., A three-dimensional quantitative análisis of restenosis parameters alter balloon angioplasty: comparison between semi-automatic computer-assisted planimetry and sterology *J Vasc Res* 2002; 39: 437-46.
- SREENARASIMHAIAH, V. P.; MARGASSERY, S. K.; MARTÍN, K. J.; BANDER, S. J., Cutting balloon angioplasty for resistant venous anastomotic stenoses. *Semin Dial.* 2004; 17 (6): 523-7.



Dibujo representativo de la técnica de la angioplastia.

Angioplastia subintimal

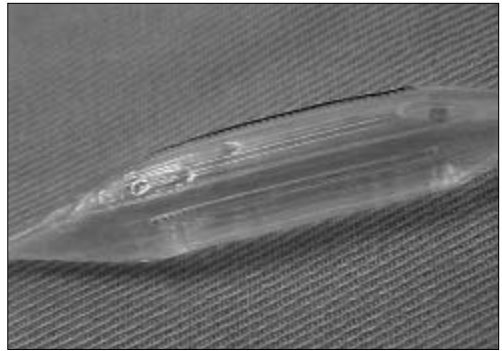
Consiste la técnica en realizar un neoconductor de forma subintimal para repermeabilizar la arteria.

Es una variante de la técnica de angioplastia convencional y consiste la técnica en crear un neoconductor a través de la pared de la arteria ocluida en el espacio extraluminal mediante la introducción de una guía y despegando las capas constitutivas de la pared arterial para posteriormente incrementar su tamaño mediante dilatación por balón. La entrada desde la luz desde la parte permeable al espacio virtual se realiza por perforación de la pared y la salida también perforando la pared desde el espacio virtual creado a la zona de nueva permeabilidad luminal.

La técnica se basa en la descripción realizada por Bolia. La arteria femoral común (generalmente se realiza para repermeabilizar la arteria femoral superficial) es puncionada anterogradamente colocando posteriormente un introductor de 6 Fr. Se realiza en este momento una heparinización sistémica a dosis de 50 mg (o 50 unidades por Kg de peso



Sistema del llenado de balón con una jeringa de presión.



Cutting balón.

otros autores) En las oclusiones cortas de 5 cm se puede realizar una repermeabilización transluminal con ayuda de una guía hidrofílica angulada de 180 cm de longitud y grosor de 0.035". En las oclusiones más largas de 5 cm y donde la recanalización transluminal fracasa se inicia la técnica de la angioplastia subintimal. Un catéter de predilatación de 5 F de Van Andel se utiliza para este fin introduciéndolo hasta el comienzo de la oclusión. Cuando se cruza la oclusión mediante la utilización de forma combinada de una guía de Terumo y el catéter haciéndolos avanzar alternativamente hasta lograr la reentrada en la luz del vaso que es donde la guía acaba formando un loop o asa. Posteriormente se amplía la nueva luz utilizando un balón de 3 a 6 mm de diámetro y de 2 a 4 cm de longitud hinchándolo a través del nuevo neoconductor a una presión de 10 a 12 atmósferas con tiempos de 10 segundos de hinchado. Los vasos de menos de 4 mm de diámetro se realiza con guías de 0.014" y balones monorraíles.

El éxito de repermeabilización se considera cuando se consiguen repermeabilizaciones con el 30 % o menos de estenosis residual.

BIBLIOGRAFÍA

- BOLIA, A.; MILES, K. A.; BRENNAN, J.; BELL, P. R. F., Percutaneous transluminal angioplasty of occlusions of the femoral and popliteal arteries by subintimal dissection. *Cardiovasc Interv Radiol*. 1990; 13: 357-63.
- BOLIA, A., Percutaneous intentional extraluminal (subintimal) recanalization of crural arteries. *Eur J Radiol* 1998; 28: 199-204.
- DESGRANCES, P.; BOUFI, M.; LAPEYRE, M.; TARQUINI, G.; VAN LAERE, O.; LOSY, F.; MELLIERE, D.; BECQUEMIN, J. P.; KOBEITER, H., Subintimal angioplasty: feasible and durable. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2004; 28: 138-41.
- FLORENES, T.; BAY, D.; SANDBAEK; SASTRE, T.; JORGENSEN, J. J.; SLAGSVOLD, C. E.; CRÓESE, A. J., Subintimal angioplasty in the treatment on patients with intermittent claudication: long term results. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2004; 28: 645-50.
- LIPSITZ, E. C.; VEITH, F. J.; OHKI, T., Subintimal angioplasty in the management of critical lower-extremity ischemia: value in limb salvage. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther*. 2005; 17 (1): 11-20.
- NYDAHL, S.; HARTSHORNE, T.; BELL, P. R. F.; BOLIA, A.; LONDON, N. J. M., Subintimal angioplasty of infrapopliteal occlusions in critically ischaemic limbs. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1997; 14: 212-6.
- WRIGHT, G.; FISHWICK; TAYLOR, A. R., Arterial perforation (by ballon) during subintimal angioplasty. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 28: 108-10.

Sistema de angioplastia por el frío

La crioplastia se basa fundamentalmente en el tratamiento por el frío de la lesión ateromatosa. El sistema consta de un bomba inyectora de CO₂ que envía el contenido de un balón durante segundos colocado a nivel de la lesión, actuando el frío teóricamente a nivel de la placa, a nivel de las fibras musculares de la arteria y a nivel de la apoptosis.

La crioplastia se basa fundamentalmente en el tratamiento por el frío de la lesión ateromatosa. El frío transmitido

a través de la cubierta plástica de un balón que ha sido utilizado previamente para la dilatación de la luz del vaso en la zona de la lesión, actúa sobre las fibras musculares de la pared del vaso y a nivel de la apoptosis celular.



Angioplastia a nivel del eje arterial ilíaco.



Realización de la técnica de crioplastia.

El sistema desde el punto de vista metodológico consta de un balón especial del tamaño adecuado y congruente con el de la arteria a tratar, el tipo y longitud de la lesión y un sistema tipo bomba inyector de CO₂ que llena el balón y consigue un enfriamiento de la zona y que actúa sobre la lesión. El tiempo de aplicación esta regulado y cuando concluye la exposición se vacía el balón retirando el mismo.



Comprobación del hinchado de un balón.

BIBLIOGRAFÍA

- GRASSL, E. D.; BISCHOF, J. C., In vitro model systems for evaluation of smooth muscle cell response to cryoplasty. *Cryobiology*. 2005; 50 (2): 162-73.
- Jahnke, T., Cryoplasty for the treatment of femoropopliteal arterial disease: will freezing solve the problem of cold feet? *J Vasc Interv Radiol*. 2005; 16 (8): 1051-4.
- JOYE, J. D., An overview of cryoplasty. *Endovascular today*. 2004; 9: 54-6.
- TATSUTANI, K. N.; JOYE, J. D.; VIRMANI, R.; TAYLOR, M. J., In vitro evaluation of vascular endothelial and smooth muscle cell survival and apoptosis in response to hypothermia and freezing. *Cryo Letters*. 2005; 26 (1): 55-64.

Angioplastia con cutting balón

La angioplastia con cutting balón desde el punto de vista metodológico no cambia con respecto a la sistemática o protocolo a utilizar en la angioplastia convencional, salvo la utilización de los balones especiales para este fin.

Las indicaciones de utilización del cutting balón se centran en lesiones fibrosas

de las arterias, zonas re-estenosadas y muy especialmente se ha utilizado con éxito en las fibrosis de los accesos de hemodiálisis.

BIBLIOGRAFÍA

- CARAMELLA, T.; LAHOUCHE, A.; NEGAIWI, Z.; LIONS, C.; WILLOTEAUX, S.; BOIVIN, V.; GAXOTTE, V.; BEREGI, J. P., False aneurysm formation following cutting balloon angioplasty in the renal artery of a child. *J Endovasc Ther*. 2005; 12 (6): 746-9.
- SREENARASIMHAIAH, V. P.; MARGASSERY, S. K.; MARTÍN, K. J.; BANDER, S. J., Cutting balloon angioplasty for resistant venous anastomotic stenoses. *Semin Dial*. 2004; 17 (6): 523-7.
- TREROTOLA, S. O.; KWAK, A.; CLARK, T. W.; MONDSCHHEIN, J. I.; PATEL, A. A.; SOULEN, M. C.; STAVROPOULOS, S. W.; SHLANSKY-GOLDBERG, R. D.; SOLOMON, J. A.; TUIE, C. M.; CHITTAMS, J. L., Prospective study of balloon inflation pressures and other technical aspects of hemodialysis access angioplasty. *J Vasc Interv Radiol*. 2005; 16 (12): 1613-8.
- VESELY, T. M.; SIEGEL, J. B., Use of the Peripheral Cutting Balloon to Treat Hemodialysis-related Stenoses. *J Vasc Interv Radiol*. 2005; 16 (12): 1593-603.

Técnica de implantación de *stent*

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Se define el *stent* como un sistema de soporte endovascular que permite sujetar las lesiones apuntalando el interior de las arterias y logrando la permeabilidad del vaso. El *stent* es un sistema en la casi totalidad de los casos metálico que sirve para mantener permeable las lesiones oclusivas a nivel de los vasos sanguíneos generalmente arteriales.

Aspectos relevantes

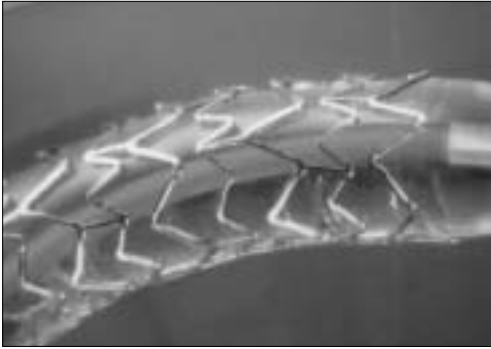
Los criterios de calidad a considerar en un *stent* serían:

1. Visibilidad bajo fluoroscopia por su estructura tipo malla o a través de marcadores específicos en los extremos del dispositivos de material tipo oro, platino similares.
2. Posibilidad de aplicación exacta a nivel de la lesión sin desplazamientos indeseados o colocación errónea por imprecisiones de aplicación derivadas al sistema del dispositivo.
3. Sujeción sin desprendimientos en los expandibles por balón hasta el momento de la implantación.
4. Bajo perfil del dispositivo para su aplicación con sistema de acceso a bajos con limitada agresión quirúrgica.

5. Posibilidad del desplegamiento del sistema sin necesidad del estiramiento completo del sistema.
6. Posibilidad de utilización de guías standard.
7. Flexibilidad del *stent* para su adecuación a la anatomía del sujeto.
8. Mantenimiento de la luz tras la acodadura del *stent*.
9. Redes o rejillas adecuadas para la función de mantenimiento de la pared arterial.

Tipos:

- *No cubiertos o stent*:
Son dispositivos en forma de malla y son expandibles al introducirse plegados.
- *Dispositivos expandibles con balón*.
Se montan sobre catéteres de los utilizados en las angioplastias. Posteriormente y una vez desplegado el dispositivo al hinchar el balón se retira el catéter.
Modelos clásicos de este tipo son:
 - Dispositivo de Palmaz-Schatz.
 - Dispositivo de Gianturco-Roubin.
 - Dispositivo de Strecker.
 - Dispositivo de Wiktor.
- *Dispositivos autoexpandibles*.
Se expanden mediante la aplicación de ciertas cualidades físicas del dispositivo.



Stent soportando sobre balón.

- Autoexpansión por recuperación de *memoria térmica* por temperatura corporal.
- Autoexpansión por *mecanismo elástico* cuando se retira la cubierta que le mantiene plegado. Entre estos tipos están.
Wallstent o prótesis parietal (Schneider stent).
Dispositivo en Z de Gianturco.
Prótesis de nitinol (stent de Cragg).

– *Stent semicubiertos:*

Dentro de este grupo se podría considerar el aSpire de Vascular Architects, que es un stent helicoidal con un soporte estructural metálico en forma de escalera de nitinol y una cubierta de PTFE y entre sus características se apuntan en su complianza, la posibilidad de preservar la permeabilidad de las ramas colaterales, flexibilidad y adaptación junto con una especial fuerte radial. Su dispositivo de colocación permite su intro-



Stent OTW OMNILINK™.035 de Guidant.

ducción por introductores de 7 French y sobre guías de 0.018”.

Fabricación:

Las técnicas de fabricación más avanzadas tecnológicamente suelen utilizarse para lograr unos dispositivos los más perfectos posibles en cuanto a lograr sus características técnicas y el acabado casi perfecto. Entre estas técnicas estarían el cortado por láser y el pulido electrolítico.

Material:

El material estructural debe ser inerte al organismo, resistente, acomodable a las arterias y expandible al introducirse plegado. El acero inoxidable, el nitinol y el platino están entre los materiales utilizados. Existen en desarrollo stent metálicos reabsorbibles de forma gradual.

Forma:

Tipo malla, formado por una malla metálica que una vez abierta y aplicada a la pared del vaso por su cara intimal sirve para sujetar la pared.

- Tipo hexagonal.
- Tipo helicoidal.
- Tipo espiral.

Tipo espiral, formada por una helicoidal de tipo muelle que también sujeta el vaso.

Por su forma.

Tamaño:

El tamaño corresponde a su longitud y a su diámetro. El tamaño en los desplega-

bles por balón dependerá de la presión de hinchado y en los autoexpandibles del calibre del vaso. Sobre la longitud esta es más o menos estable en los expandibles por balón pero con discreta variabilidad dependiendo de su posibilidad de expansión con respecto al diámetro del vaso. Aspectos a considerar serían los de longitud desplegado y grosor desplegado.



Colocación de un stent soportado con balón a nivel iliaco.

Características:

- Radiopacidad. Las marcas que lleva su disposición y su radiopacidad.
- Acortamiento (<2).
- Recoil (<7).
- Robusted.
- Perfil.
- Extremos curvos y pulimentados.

Catéter aplicador:

- longitud del mismo.
- sistema aplicador.
- marcas radiopacas.
- grosor.
- luz catéter-tamaño.

Tipos :

Tipo despliegue:

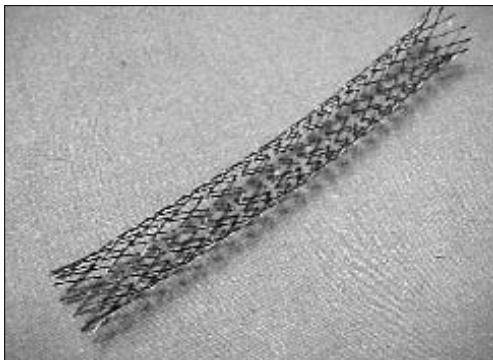
- Autoexpandible (nitinol).
- Por balón (acero inoxidable).

Características:

- Flexibilidad.
El stent debe de ser flexible teniendo en cuenta que se ha de adaptar a una estructura viva no rígida que se mueve y flexa.
- Adaptabilidad.
A las estructuras que debe de modelar como la cara interna de la pared del vaso.
- Despliegue uniforme.
- Buen soporte estructural.
Que impida por fenestración la introducción por las mismas de material biológico de la pared del vaso. Se reduce de esta forma el prolapso de tejido de la pared del vaso, la acumulación y desarrollo de la placa al reducirse al máximo los espacios.
- Adecuada fuerza radial.
- Seguridad RNM.
- Radiopacidad.
- Fuerza expansiva.

Indicaciones:

- Estenosis residual tras angioplastia (ATP) se considera una situación donde se prevé que la dilatación no ha sido suficiente y se recomienda un sistema que además de mantener abierta la zona angioplastiada pueda incrementar la luz por la fuerza radial del sistema mantenedor del stent.
- Disección vascular, con objeto de mantener las paredes arteriales estabilizadas estructuralmente desde el punto de vista que las capas constitutivas de la pared se mantienen pegadas por la fuerza radial del stent. Sin embargo el stent cubierto o endoprótesis, tiene en esta situación una especial indicación.
- Oclusión después de la trombosis o aspiración trombo, con objeto de intentar mantener la permeabilidad de la luz del vaso que presenta un alto riesgo de reoclusión.
- Reestenosis o reoclusión intentando aplicar un sistema que en parte disminuya las posibilidades de reoclusión del vaso.



Stent autoexpandible desplegado.

Sistemas de impregnación del stent

Han aparecido sobre todo a nivel coronario stent LIBERADORES DE DROGAS con objeto de optimizar los resultados de la angioplastia, el mantenimiento de la luz del vaso evitando la hiperplasia intimal. A nivel cardiaco, posiblemente por las características de los vasos coronarios ofertan aceptables resultados, sin embargo no se ha probado su eficacia todavía nivel periférico. Las sustancias mas empleadas y liberadas por los stent son:

Paclitaxel, Taxol (antineoplásico).

Rapamicina, sirolimus, Rapamune (inmunosupresor).

Tacrolimus (macrolido inmunosupresor).

Dexametasona (Corticosteroide).

Everolimus (inmunosupresor, antiproliferativo).

ABT-578 (inmunosupresor, análogo de la rapamicina).

Algunos stent están fabricados con material, aunque los resultados con su aplicación sobre todo a nivel coronario no han sido los esperados por lo que siguen en fase de investigación y desarrollo.

Por su lugar de colocación: La aplicación de diferentes tipos de stent en determinados lugares del árbol vascular va a depender del tamaño en diámetro y longitud que se requiera y del tipo de lesión. Sin embargos algunos modelos por sus características especiales han sido diseñados para su colocación en determinados territorios como son los carotídeos y los implantables a nivel de la arteria femoral superficial.

- Aórtico.
Mmotherm Aórtico. Estenosis u oclusión o disección.
- Iliaco.
- Femoral.
- Distal.
- Tronco braquicefálico.
- Axilo-humeral.
- Renal.
- Carotídeo.
- Arterias distales de los miembros.

Stent comercializados con indicación en determinados sectores:

Stent carotídeos

Conformexx™ de la casa Bard, autoexpandible fabricado de nitinol con mínimo acortamiento del stent en el despliegamiento compatible con guías de 0.014 y 0.018". Se adapta a tortuosidad arterial.

Acculink™ de la Casa Guidant. Autoexpandible y monorraíl con guías de 0.014". Posibilidad de introductores de 6 y 8 Fr. De fácil intercambio y sistema de liberación Se comercializan cilíndricos y troncocónicos, estos últimos para una mejor adaptabilidad al eje carotídeo teniendo en consideración el diferente tamaño de la arteria carótida común con respecto a la arteria carótida interna.

Wallstent™ de la casa Boston Scientific, autoexpandible, permite con el despliegamiento parcial ser si es necesario recolocado. Se adapta a la tortuosidad de de anatomía de la carótida.

Stent renales

Express™ Vascular SD, sistema de stent monorraíl premontado. Específico para la arteria renal desplegable por

balón compatible con guías de 0.014 y 0.018".

Stent periféricos vasos mediano calibre

NO CALIBRE

Luminexx™ 3 de la Casa Bard, autoexpandible. Se muestra con protección para el prolapso del tejido soportado. Gran adaptabilidad y aposición a la pared.

VascuCoil™ es un stent autoexpandible diseñado para pequeños vasos y vasos situados a nivel de articulaciones o arterias curvadas. El es de estructura de nitinol formado por una espiral que termina en dos bolas en cada uno de sus extremos Se muestra muy preciso en su colocación.

The aSpire stent semicubierto, es un stent helicoidal de nitinol cubierto de una lamina de PTFE que como característica se muestra como muy flexible, conservando las ramas colaterales.

Rx Herculink™ Plus de la Casa Guidant. Utilizable con guías de 0.014" montado y desplegable con balón de Xcelon resistente a grandes presiones. Utilizables con introductores de 6 y 7 Fr.

Omnilink™.035, stent de gran fuerza radial y bajo perfil, especial para lesiones calcificadas esta montado en un balón resistente Xcelon de gran adaptabilidad.

Absolute™.035 de Guidant es un stent autoexpandible con un sistema de manipulación con una sola mano que permite el despliegamiento sin la necesidad de que el sistema esté recto pudiendo estar formando curvas o loop. Dos vainas una retráctil y otra estabilizadora, permite la colocación del stent de una

forma segura sin fricción y con precisión. Se localiza bien con unos marcadores que lleva el stent de nitinol, el mismo material en que esta construido el stent.

Stent periféricos vasos pequeño calibre

COLOCACIÓN DE SISTEMAS TIPO STENT O PRÓTESIS ENDOVASCULARES

Consiste en la colocación de dispositivos cilíndricos con el fin de mantener permeable el vaso o recuperar el calibre del mismo. Se introducen plegados y se abren apuntalando la íntima y haciendo permanecer la luz permeable del mismo.

Por lo tanto consiste en la colocación en el interior del vaso una vez dilatado de un soporte, generalmente metálico que intenta impedir su cierre manteniendo la estructura parietal abierta y «apuntalada».

Se puede realizar mediante un sistema de mallado o espiral metálico denominado *Stent* o mediante la colocación de un sistema cubierto de tipo endovascular denominado *stent cubierto o endoprótesis*.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRAS, C. D.J.; MYERS, K. A.; NITINOL, Its use in vascular surgery and other applications. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000; 19: 564-9.
- BRITTENDENT, J.; BEATTIE, G.; BRADBURY, A. W. Outcome of iliac kissing stents. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2001; 22: 466-8.
- DEROM, A.; VERMASSEN, F.; ONGENA, K., PTA and stenting after previous aortoiliac endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc* 2001; 22, 130-33.
- HALLISEY, M. J.; PARKER, B. C.; VAN BREDA, A., Current status and extended applications of intravascular stents. *Curr Opin Radiol* 1992, 4: 7-12.
- HOULON, S.; MOUNIER-VÉHIER, C.; GAXOTTE, V.; KOUSSA, M.; LIONS, C.; HAOUARI, B. A.; BEREGI, J. P., Percutaneous reconstruction of aorto-iliac bifurcations with the «kissing stents» technique: long-term follow-up in 106 patients. *J Endovasc Ther* 2002; 9: 363-8.
- HOUSTON, J. C.; MCCOOLLUM, P. T.; STONEBRIDGE, P. A.; RAZA, Z.; SHAW, J. W., Aortic bifurcation reconstruction: use of the Memotherm self-expanding nitinol stent for stenoses and occlusions. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1999; 22: 89-95.
- KUFFER, G.; SPENGLER, F.; STECKMEIER, B., Percutaneous reconstruction of the aortic bifurcation with Palmaz stents: case report. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1991; 14: 170-2.
- MENDELSON, F. O.; SANTOS, R. M.; CROWLEY, J. J.; LEDERMAN, R. J.; COBB, F. R.; PHILLIPS, H. R.; WEISSMAN, N. J.; STACK, R. S., Kissing stents in the aortic bifurcation. *Am Heart J* 1998; 136: 600-5.
- MURPHY, T. P.; WEBB, M. S.; LAMBIASE, R. E.; HAAS, R. A.; DORFMAN, G. S.; CARNEY, W. I. JR.; MORIN, C. J., Percutaneous revascularization of complex iliac artery stenoses and occlusions with use of Wallstents: three-year experience. 1996; *J Vasc Inter Radiol* 7: 21-7.
- PALMAZ, J. C.; ENCARNACIÓN, C. E.; GARCÍA, O. J.; SCHATZ, R. A.; RIVERA, F. J.; LABORDE, J. C.; DOUGHERTY, S. P., Aortic bifurcation stenosis: treatment with intravascular stents. *Vasc Interv Radiol* 1991, 2: 319-23.
- PALMAZ, J. C., Intravascular stents :tissue. Stent interactions and design considerations. *AJR* 1993; 160: 613-8.
- ROGERS, C.; EDELMAN, E. R., Endovascular stent design dicatates. Experimental restenosand trombosis. *Circulation* 1995; 91: 2995-3001.
- PRÓTESIS ENDOVASCULARES (STENTS) EN EL TRATAMIENTO DE LA ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA DE LOS MIEMBROS INFERIORES. Madrid: AETS. Instituto de la Salud «Carlos III». Julio. 1996.
- SAPOVAL, M. R.; CHATELLIER, G.; LONG, A. L.; ROVANI, C.; PAGNY, J. Y.; RAYNAUD, A. C.; BEYSSEN, M. B.; GAUX, J. C., Self-expandable stents for the treatment of iliac artery obstructive lesions: Long-term succes and prognostic factors. *AJR* 1996; 166: 1173-9.

Endoprótesis

CARLOS VAQUERO - ENRIQUE SAN NORBERTO

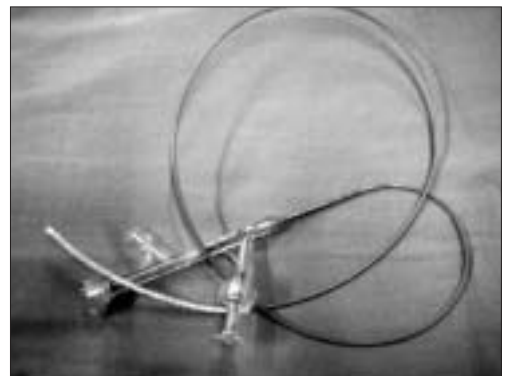
*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Las endoprótesis, también denominadas stent cubierto, es un sistema tubular que se introduce plegado en la luz del vaso y se despliega de la misma forma que el stent autoexpandible generalmente retrayendo la vaina que lo sujeta por desplazamiento posterior o por liberación mediante la retirada de un hilo de sujeción. Su fundamento de actuación, que lo diferencia del stent, es que la estructura de la endoprótesis que lo forma un esqueleto metálico, tiene cubiertas las hendiduras mediante una lámina de material plástico que sujeta en algunos casos las excrecencias intimaes vasculares o el otros sella la pared del vaso en el caso de traumatismos o rupturas parietales por otras causas como disecciones. También se utiliza para el tratamiento endoluminal de las formaciones aneurismáticas o pseudoaneurismáticas de las arterias periféricas. De la misma forma se puede utilizar para la oclusión de vasos patológicos como es el caso de las angiodisplasias. Otra de sus aplicaciones es el sellado de los traumatismos vasculares, en la fijación de las paredes vasculares o en las lesiones ateromatosas oclusivas largas o anfractuosas.

Recordar que entre ellas estuvieron:

- Prótesis de Parodi: stent de Palmaz unido a una cubierta de dacron.

- Prótesis de Chuter: stent de Gianturco unido a una cubierta de dacron.
- EVT (endovascular technologies deice): prótesis de dacron con un sistema de anclaje metálico.
- Prótesis de White-Yu o injerto endovascular de Sydney: prótesis de dacron con un sistema de anclaje metálico.
- Prótesis de Dietrich: stent de Palmaz cubierto de una lámina de PTFE.
- Prótesis de Corvita: stent de corvita cubierto de lámina de poliuretano
- Prótesis de Dake: stent en Z de Gianturco cubierto de dacron.
- Prótesis de Min Tec o sistema de Stentor: stent de Cragg cubierto de dacron.



Endoprótesis antes de su despliegamiento.

- Prótesis de tantalio-dacron: stent de strecker cubierto de dacron.
- Prótesis de Instituto Kharkov: dispositivo metálico con lámina de dacron.

Actualmente se encuentran comercializadas; excluidas las diseñadas especialmente para el tratamientos de la enfermedad aneurismática a nivel torácico o aorto-ilíaco.

Passager

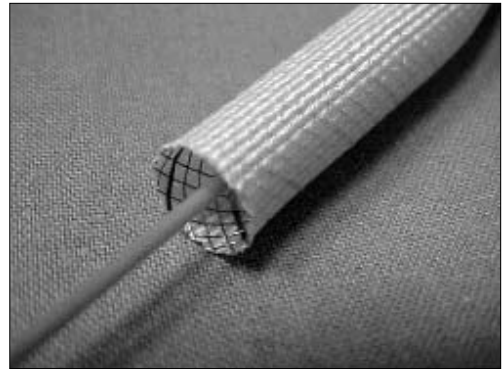
Comercializada por Boston Scientific, es un stent de nitinol recubierto por una prótesis de baja porosidad disponible en una gama de medidas que van de los 5 a 8 mm de diámetro con una longitud de 40 a 100 mm. Sus indicaciones son la prevención de la hiperplasia neointimal en oclusiones totales repermeabilizables, estenosis largas, traumatismos vasculares y desconexión de fístulas arteriovenosas. Las propiedades que refiere el fabricante son su flexibilidad, resistencia radial, conformidad a la anatomía del vaso, colocación precisa y radiopacidad.

Wallgraft

También Comercializada por Boston Scientific, es un stent recubierto y autoexpandible.

Ofertado en diámetros que van de los 6 a 12 mm y longitudes de 20 a 70 mm. El soporte metálico esta fabricado por nitinol y el recubrimiento de una prótesis de PET.

Entre las propiedades atribuidas por el fabricante, están el de favorecer el sellado tisular y ofertar un sellado óptimo.



Endoprótesis Wall-graft Boston Scientific desplegada.

Hemobahn

Comercializada por GORE, es una prótesis endoluminal flexible y autoexpandible, diseñada para el tratamiento endovascular de las arterias periféricas. El dispositivo se compone de una prótesis de pared ultrafina de politetrafluoroetileno expandido (PTFEe), situada en el interior y de una estructura de soporte exterior de nitinol ensambladas ambas partes mediante cintas adhesivas de fluoroetilpropileno y teflón. La prótesis en el dispositivo de aplicación, se encuentra plegada y comprimida en el extremo distal de un catéter de introducción, diseñada para facilitar la introducción percutánea después de haber efectuado una angioplastia previa del vaso.

Los diámetros de las prótesis disponibles van de 6 a 13 mm y las longitudes de 50 a 100 mm.

Entre las propiedades referidas por el fabricante están el de su biocompatibilidad, adaptabilidad al vaso receptor, buena visualización fluoroscópica, liberación controlada y exacta de la endoprótesis, flexibilidad del dispositivo y adecuada



Endoprótesis implantada a nivel femoral.

fuerza radial, fácil liberación. El sistema de liberación, consiste en traccionar de un sistema de botón, abriéndose la endoprótesis en el interior del vaso de distal a proximal. Es imprescindible la dilatación previa del vaso y recomendable la pos-implantación de la endoprótesis una vez liberada.

Fluency™

Comercializada por BARD, es un stent cubierto de bajo perfil, gran fuerza radial sistema de desplegamiento retrayendo la vaina hacia atrás. El sistema tiene marcadores de tantalum para su control fluoroscópico

Advanta™ vascular 12 PTFE

Comercializado por Atrium Medical Internacional, de stent de acero cubierto de una lamina de PTFE. El sistema se aplica mediante balón

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, D. B.; SMITH, A. C., The preclinical testing of endovascular grafts. *Endovascular Today* 2004; 10: 63-4.
- GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ FAJARDO, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento de las lesiones ocluyentes de la arteria iliaca común. Uso de stent cubierto en patología iliaca. en *Cirugía endovascular del sector aorto-iliaco*. Fernández Valenzuela Valentín. J. Uriach & Cía S. A. pp. 209-215.
- PELLETIER, M.; MITCHELL, S., Thoracic endovascular stent grafts. *Can J Cardiol.* 2005; 21 (2): 179-80.
- PRÓTESIS ENDOVASCULARES (STENTS) EN EL TRATAMIENTO DE LA ARTERIOPATÍA PERIFÉRICA DE LOS MIEMBROS INFERIORES. Madrid: AETS. Instituto de la Salud «Carlos III». Julio. 1996.

Preparación y cuidados posteriores del paciente en la realización de procedimientos endovasculares

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Preparación y cuidados previos

En enfermo es portador de un proceso patológico vascular que requiere una actuación diagnóstica o terapéutica. En muchos casos el procedimiento endovascular debe ser complementado con un procedimiento quirúrgico convencional por lo que la preparación debe de ser la misma que el paciente que va a ser intervenido a un procedimiento quirúrgico en quirófano. Por otro lado los pacientes no son simples portadores de una patología ubicada en un determinado territorio del sistema vascular y que hay que tratar, si no más bien los enfermos hay que considerarles como pacientes afectos de una enfermedad vascular que hay que considerar en su conjunto, valorándoles desde diferentes aspectos para adecuar las pautas de actuación de acuerdo al conjunto del paciente. Estos enfermos en ocasiones no requieren tratamiento y sólo la actuación se ceñirá a una serie de recomendaciones. En otras ocasiones, los enfermos serán tributarios de un tratamiento médico y en otras de determinados procedimientos o quirúrgicos convencionales o endovasculares, considerando que el paciente, fundamentalmente el ateroma-

tosos sufre de una afección sistémica, generalmente multifocal y que hay que dar prioridad a los sectores que lo requieran de acuerdo a criterios consensuados de actuación en este tipo de patología.

Por otro lado estos pacientes y nos referimos a los ateromatosos, tienen un perfil evolutivo, con una enfermedad que no se cura, mas bien se puede llegar a estabilizar en su evolución y que requieren un seguimiento tanto desde el punto de vista de la enfermedad sistémica como de las actuaciones que los facultativos desarrollen en el enfermo.

Consideramos que la preparación de un paciente deberá ser la misma que los enfermos a los que se les va a someter a una intervención quirúrgica convencional.

Por estos motivos el paciente requiere una evaluación general que comprenderá:

1. Historia clínica del enfermo que englobará todos los aspectos del mismo.
2. Datos sistémicos del paciente en relación a la presión arterial.
3. Estudio biológico del paciente, valorando datos analíticos generales como glucemia, uremia, valor

del ácido úrico, perfil lipídico, perfil hepático o perfil cardiológico del enfermo. Un estudio hematológico es necesario. Un estudio de la hemostasia es preceptivo. Estudio de la orina son aconsejables.

4. Estudio funcional del enfermo desde el punto de vista funcional, realizando claudicometría, doppler bidireccional o ecodoppler.
5. Estudio del estado cardiorrespiratorio con realización de ECG, Placa simple de tórax y espirometría si el paciente va a ser sometido a anestesia general y existen datos que recomienden este tipo de estudio.
6. Valoración por los diferentes especialistas si existen datos que lo justifiquen y que le realizarán las pruebas recomendadas para una adecuada valoración. Entre estos especialistas se encuentran nefrólogos, cardiólogos, neumólogos, internistas, hematólogos, etc. La valoración anestésica es preceptiva si se va a someter el paciente a anestesia general o regional.

De esta forma el paciente debe de disponer de todos los *estudios* que permitan un preciso diagnóstico clínico y se pueda realizar con el mismo una adecuada indicación quirúrgica. Valoración clínica, estudios funcionales, estudios de velocimetría doppler, estudio Ecodoppler, Tomografía Axial computarizada, angi resonancia y Angiografía convencional o Divas suelen ser las más utilizados según los casos.

Es preciso una adecuada *información* del paciente de la patología que presenta, el procedimiento terapéutico propuesto, las alternativas al mismo, los riesgos que se corre al asumir el procedimiento y de las otras posibilidades terapéuticas o incluso la no actuación ante el problema.



Evaluación previa del paciente.

Toda esta información derivará en el denominado consentimiento informado que tendrá que ser firmado por el paciente o los responsables legales del mismo si este está incapacitado para hacerlo. Es preceptivo por lo tanto, la obtención del consentimiento informado del enfermo antes del procedimiento de acuerdo con el procedimiento que se pretende realizar.

Datos clínicos de interés son la valoración de pulsos, soplos y presión sanguínea.

Desde el punto de vista hematológico es preceptivo conocer la *situación hematológica* del mismo con apreciación del número de hematíes, leucocitos y plaquetas. De la misma forma es necesario disponer de un *estudio de hemostasia* del mismo si el enfermo no ha presentado patología de este perfil previamente y que será mas exhaustivo si ha estado anticoagulado, antiagregado o ha sufrido discrasias sanguíneas.

Desde el punto de vista *analítico* es necesario conocer algunos parámetros, mostrando un especial interés, la uremia, glucemia y de forma indirecta el perfil lipídico con valoración del colesterol, lípidos totales y lipoproteínas. El perfil renal y perfil hepático o cardiaco que engloba

una serie de determinaciones pueden tener interés según los casos

En los procedimientos que requieren la utilización de contraste yodado es necesario conocer la *función renal* por lo que puede tener interés un análisis de orina. Cuando existen antecedentes de alergias o sensibilidades medicamentosas, la valoración debe de ser mas exhaustiva e incluso la realización de pruebas alérgicas.

En la *valoración preanestésica* los anestelistas y reanimadores requieren generalmente estudios respiratorios, generalmente radiografías simples y espirometrías que a veces sugieren la necesidad de realización de fisioterapia respiratoria previa. El ECG es un estudio clásico en la valoración de los pacientes que a veces en los pacientes vasculares se complementan con pruebas funcionales cardiacas como test de esfuerzo o ecocardiografías.

Cuando se realizan procedimientos en el abdomen, se suelen *requerir limpiezas del tubo digestivo* para una mejor visualización de las imágenes radiológicas y esto se hace mediante enemas o protocolos ya estandarizada su aplicación en algunas unidades de hospitalización.

El *ayuno* previo a la ejecución del procedimiento es requisito fundamental por lo menos seis horas antes aunque el mismo se realice con anestesia local o regional.

La *preparación de la zona* debe de ser a nivel del lugar del acceso vascular y se debe también preparar otras en previsión de la posible utilización si surgen complicaciones. El rasurado y aseptizado con algún producto suele ser la norma.

La *profilaxis antibiótica* también debe de ser la norma y equiparable a la de los procedimientos quirúrgicos convencionales no contaminados.

Una profilaxis antibiótica siguiendo las directrices de la Comisión de Antibióticos del Hospital. Al respecto señalar que la

cefazolina a dosis de 1 gr es el más utilizado y con alergias a este antibiótico la vancomicina. Los tratamientos antibióticos deben de ser los adecuados a los procesos infecciosos que a veces son portadores los enfermos, seleccionando el antibiótico si es posible mediante antibiograma.

Una *hidratación del paciente* a veces se requiere antes del procedimiento por lo que se realizará por vía enteral o parenteral si las circunstancias así aconsejaran empleando las soluciones mas adecuadas a cada caso.

La *corrección de todos los aspectos* que puedan estar desestabilizados como la glucemia, etc.

Cuidados posteriores

Dependiendo del tipo de procedimiento y el estado general del paciente los cuidados van a variar pero se podrían esquematizar en las siguientes situaciones:

1. Pacientes que proceden de Unidades de Vigilancia Intensiva por sus estado general o lesiones asociadas. Pasarán a esta unidad para los cuidados posoperatorios.
2. Pacientes que presentan un riesgo postanestésico o una recuperación anestésica, los cuidados postprocedimiento deben de ser realizados en Reanimación quirúrgica. Se someterán a pauta y protocolo de esta Unidad.
3. Pacientes con procedimientos menores que sólo han requerido anestesia local, o loco-regional sin patología grave asociada, se seguirán en planta de hospitalización por lo menos 24 horas, controlando.
 - Presión arterial.
 - Pulso.
 - Temperatura.

- Control del lugar de la punción o disección vascular.
- Control de drenajes si lo hubiera.

La instauración mantenimiento de una venoclisis es aconsejable por lo menos en las primeras horas. Se mantendrán los tratamientos coadyuvantes de los pacientes por la patología a tratar u otras patologías. Se reiniciará la alimentación no antes de 6 horas de concluido el procedimiento.

Se mantendrá inmovilizada la extremidad donde se ha actuado por lo menos 24 horas en los procedimientos sencillos de acceso por punción.

La pauta de protección antibiótica será la no aplicación de antibiótico en pacientes tratados por punción y bajo riesgo. Cefazolina y Vancomicina si alergias al primer antibiótico, en procedimientos con implantación de material protésico o acceso operatorio según pauta de procedimientos vasculares genéricos. Pauta de tratamiento antibiótico en pacientes infectados según antibiograma.

La pauta de anticoagulación o antiagregación, independientemente de la heparina suministrada de forma sistémica o local durante el procedimiento y si ésta se ha revertido o no, los pacientes se les puede continuar con la pauta antiagregante seguida hasta el momento a base de ácido acetil salicílico 100 ó 300 mg día o clopidogrel a dosis de 75 mg/día. En estos pacientes y con bajo riesgo de sangrado por el tipo de abordaje en el procedi-

miento se les puede asociar ambos fármacos, en un tratamiento que se prolongará durante meses (3 a 12 meses).

En pacientes que sea interesante lograr trombosis secundarias como es el caso de las angiодisplasias tratadas con embolización o los aneurisma de aorta abdominal con saco aneurismático sin trombo, se revertirá la heparina y se mantendrá sin anticoagulación.

En pacientes con gran riesgo trombótico, se instaurarán pautas de anticoagulación con HBPM a dosis según caso.

En caso de precisar analgesia, no deben administrarse fármacos que tengan efectos sobre la coagulación (por ejemplo aspirina).

BIBLIOGRAFÍA

- GUÍA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. Junta de Castilla y León. Block comunicación. Valladolid. 2004.
- MCARDLE, P. J.; SANDERS, K. D., Postoperative care of vascular surgery patients. *Anesthesiol Clin North América*. 2004; 22 (2): 333-47.
- POLÍTICA DE ANTIBIÓTICO. Comisión de infección hospitalaria, profilaxis y política antibiótica. 2005-12-27.
- RUIZ, N.; MARTÍNEZ, B.; POVES, R.; GUIZAN, F., Guía clínica. Profilaxis y tratamiento de las náuseas y vómitos postoperatorios. Soclartd. Valladolid 2004.
- SANFORD, J.; GILBERT, D. N.; SANDE, M. A., Guía terapéutica antimicrobiana. Ediciones Diaz de Santos S. A. Madrid 2005.
- TAMAYO, E.; BUISÁN, F., Protocolos de tratamiento antiinfeccioso en la unidad de reanimación quirúrgica. Egraf. S. A. Madrid 2004.

Planificación y estrategias endovasculares

CARLOS VAQUERO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Aspectos a considerar

1. Indicación de la terapéutica endovascular.
 - ¿Está indicada?
 - ¿Es la mejor alternativa posible?
 - ¿Es factible?
2. Elección del procedimiento.
 - Cual es la mejor técnica de acuerdo con:
 - tipo lesión.
 - extensión.
 - localización.

Angioplastia y/o stent en las lesiones oclusivas u otras alternativas.

3. Elección de material.
 - Escoger el material adecuado.
 - introductores.
 - guías.
 - catéteres.
 - balones angioplastia.
 - stent.
 - endoprótesis.

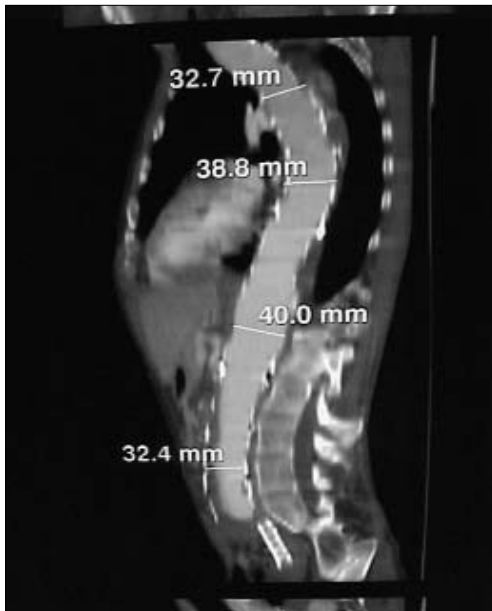
Los tamaños deben de ser adecuados en relación al vaso a abordar, congruencia



Valoración ultrasonográfica carotídea antes del procedimiento endovascular.



Utilización de un programa informático para la planificación terapéutica endovascular.

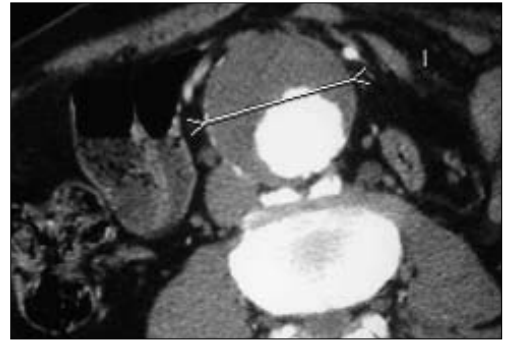


Medición de aspectos morfológicos de los vasos a tratar en el paciente.

de los dispositivos entre sí como introductores con catéteres, balones, stent, etc. El sistema a aplicar debe de ser concordante con la extensión de la lesión. Considerar la sobredimensión del stent a colocar y decidir del dispositivo a aplicar que solucione el problema desde el punto de vista morfológico. Todos los dispositivos tienen reflejado en el envase el tamaño del introductor por donde pasa, el tipo de guía que permite su desplazamiento incluido si es coaxial o monorail, la longitud del sistema y el calibre o diámetro del mismo.

Sobredimensionar lo adecuado al tipo de lesión, y ajustar el dispositivo a la lesión adecuando el mismo.

En la colocación de endoprótesis se debe de tener en cuenta aspecto de navegabilidad y posibilidad de paso por las arterias, longitud adecuada para cubrir la lesión, colocación adecuada dejando libres ramas colaterales. Aspectos de angulaciones, de espacio para colocar las endoprótesis.



Medición mediante TAC de un AAA.



Valoración de la longitud de un aneurisma de aorta abdominal.

BIBLIOGRAFÍA

- GODSHALL, C. J., Computed tomographic angiography allows accurate planning of the setting and technique of open and percutaneous vascular interventions. *Am J Surg*. 2005 Aug; 190 (2): 218-20.
- GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; BARRIO, C.; DEL BLANCO, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Estrategia en cirugía endovascular. *Técnicas endovasculares*. 3, 4: 236-242. 2000.
- VAN MARLE, I. C.; VELLER, M.; SCHOLZ, L.; FOURIE, P.; DUNCAN, I.; HELLIG, F.; JARDINE, R., Radiological Society of South Africa; South African Heart Association; Vascular Society of Southern Africa. Guidelines for the endovascular treatment of peripheral vascular disease. *S Afr Med J*. 2005; 95 (7 Pt 2): 519-26.
- VAQUERO, C.; AGUDO, J.; PÉREZ-TURIEL, J.; FRAILE, J. C.; LARA, A.; DIAGO, M. V.; GUTIÉRREZ, V., Computational system for evaluation of the vascular pathology. *Sp J Surg Res*. 2005; 8,3: 141-3.

Personal de enfermería

ANA ABEJÓN

DUE

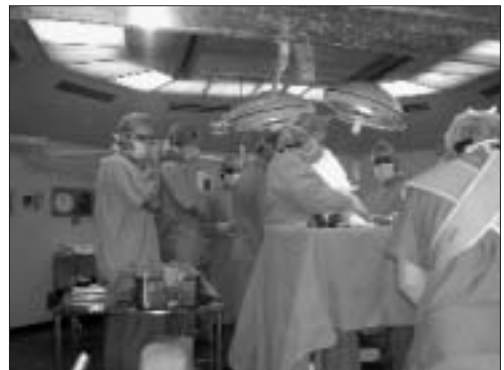
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Personal también insustituible en el desarrollo de los procedimientos.

Estas técnicas se deben de realizar en condiciones de asepsia similares a las desarrolladas en los procedimientos quirúrgicos convencionales, situación que se debe de extremar en determinados procedimientos complicados como es el tratamiento de la patología aneurismática y en aquellos mixtos que tienen una parte convencional y otra endovascular.

La enfermera debe de disponer el material en las mesas dispuestas para estos fines con los siguientes criterios:

1. Disponer del material básico adecuado para realizar los procedimientos y entre los que se incluiría:
 - Sistemas tipo aguja o cánula de punción.
 - Introdutores y sus conjunto de elementos del tamaño adecuado para el procedimiento a realizar.
 - Guías entre las que no debe de faltar una guía hidrófila.
 - Catéteres diagnóstico generalmente tipo pig-tail, recto o multipropósito.
 - Contenedores de suero heparinizado.
 - Contenedores o bateas con contraste.
 - Jeringas.
2. Disponer el material extendido en mesas de quirófano o especiales que permitan el despliegamiento correcto del material.
3. Tener localizado, ordenado y de fácil disposición el material endovascular.
4. Disponer preparado para su fácil utilización el material quirúrgico previsible su utilización en caso de complicación que requiera una intervención convencional.
5. Disponer preparado solamente del material imprescindible que se requiere utilizar en el procedimiento, simplificando las actuaciones y evitando las situaciones caóticas y de desorden del material.



Personal de enfermería de quirófano.

Sobre la preparación tanto de la instrumentista como de la persona volante que aporta el material requerido debe de:

1. Conocer perfectamente el material empleado en técnicas endovasculares.
2. Conocer su lugar de almacenaje.
3. Conocer el empleo de cada material y conocer sus características en cuanto tamaño sabiendo reconocer las indicaciones de calibre, longitud y otros datos técnicos.
4. La persona instrumentista que suministra el material al cirujano debe:
 - a. Conocer la secuencia del procedimiento para anticiparse en la aportación del material requerido.
 - b. Tener siempre limpio y purgado el material a utilizar.
- c. Disponer el material de una forma ordenada que permita su fácil localización y aportación del material solicitado.
- d. Mantener las condiciones de asepsia del material.
- e. Conocer cual es el llenado correcto de las jeringuillas (nunca totalmente llenas al requerir un aspirado de comprobación antes de su inyección) y evitar la presencia de aire en su interior.
- f. No dañar el material sobre todo el delicado como son la punta de algunas guías hidrófilas.
- g. No mojar los campos operatorios.



Enfermería de hospitalización.

BIBLIOGRAFÍA

- BREISCH, A. J.; PÉREZ, J. A., The cardiovascular clinical nurse specialist as case manager during endovascular revascularization of renal artery stenosis. *J Vasc Nurs.* 1995; 13 (1): 14-20.
- ETON, D.; AHN, S. S., Trends in endovascular surgery. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 1991; 3 (3): 535-49.
- HALFMAN-FRANEY, M.; COBURN, C., Techniques in cardiac care: lasers, stents, and atherectomy devices. *AACN Clin Issues Crit Care Nurs.* 1990; 1 (1): 87-109.
- PLAT, S.; HILAIRE, I.; VUILLEMIN, E.; LAFAYE, M., Patient preparation and monitoring for carotid stenting: the operating room nurse's perspective. *J Endovasc Surg.* 1996; 3 (2): 224-7.
- SKULSKI, C., Endovascular stent insertion for abdominal aortic aneurysm: a nursing perspective. *Can Oper Room Nurs J.* 2004; 22 (3): 6, 9-10.
- TOOGOOD, G. J.; WILMOTT, K.; JONES, L.; MAGEE, T. R.; GALLAND, R. B., Feasibility of pre-admission nurse clerking of patients with vascular disease. *J R Coll Surg Edinb.* 1998; 43 (4): 246-7.

El técnico en radiología TER (TSID)

JUAN IGNACIO YLLERA

TER

Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Con una formación básica procedente de la Formación Profesional el Técnico de Radiología es un profesional cualificado y que contribuye al desarrollo eficaz de los procedimientos endovasculares.

Su formación se cimenta en la adquisición de:

1. Información básica sobre la radiología y el empleo de los rayos Roentgen con fines diagnóstico.
2. Conocimiento básico de la anatomía del cuerpo humano donde se va a utilizar esta fuente de energía
3. Conocimiento exhaustivo y profundo de los aparatos utilizados en la realización de los procedimientos endovasculares y más específicamente los ubicados de forma fija y los portátiles es decir los aparatos de radiología diagnóstica.
4. Conocimiento general y puntual de las técnicas que se practican en los procedimientos endovasculares.
5. Conocimiento de los sistemas utilizados en las técnicas endovasculares y su imagen en la pantalla del aparato diagnóstico de radiología.
6. Conocimiento del manejo de los sistemas auxiliares que llevan incorporados los aparatos de radiología diagnóstica como son el vídeo, el ordenador, los sistemas de almacenaje de datos, sistemas de

reproducción e impresión de imágenes, etc.

7. Conocimientos amplios de protección radiológica.

Se puede considerar fundamental en el desarrollo de la labor de participación en la ejecución de los procedimientos endovasculares su capacidad de penetración con el equipo quirúrgico que actúa realizando los mismos, así como el personal auxiliar que colabora como es el de enfermería. Entre sus cualidades estaría el seguimiento puntual de los procedimientos, la ejecución de las maniobras de forma inmediata de la manera más rápida posible y con ejecución sencilla que sean precisadas por el cirujano en la realización de los procedimientos y sin que las mismas se ejecuten de forma anticipada, al provocar esta forma de actuar un direccionismo no deseado en los procedimientos desarrollados.

Dentro del trabajo de los técnicos en el ámbito de la cirugía, son los procedimientos endovasculares los que en los últimos años más han incrementado nuestra carga de trabajo con los «arcos de radioscopia».

Para cualquier colaboración con imagen radiológica *in situ*, la buena práctica nos requiere una serie de conocimientos, tanto del equipo a utilizar, de las normas de radio protección y su aplicación durante la utilización de radiaciones ionizantes

en el quirófano, como también del funcionamiento de las áreas quirúrgicas, campos estériles, contaminación de estos, etc.

Cuando se trata de comenzar una intervención endovascular, comentamos con el cirujano la zona de la lesión y el procedimiento a efectuar, para planear la colocación del equipo, la utilización o no de inyector así como el posicionamiento de la mesa para los espacios radio transparentes.

Uno de los puntos más importantes de nuestro trabajo, aparte del obvio que es dar una buena imagen para el óptimo resultado de la intervención, es sin duda observar e informar sobre que hacer para seguir una buena práctica en cuanto a *radioprotección*.

En los quirófanos, las barreras primarias que encontramos en los servicios de radiología no existen, hay una serie de profesionales como anestesista, enfermera circulante, que en la sala de intervención no suelen estar expuestos, por lo que la observancia de las normas de protección radiológica ha de ser exquisita.

Los conceptos de radioscopia que rigen en sala son los mismos que en quirófano.



Técnico radiológico manejando el arco de fluoroscopia.

La distancia, el tiempo y el blindaje son los elementos primarios de radioprotección operacional.

Distancia

- El volumen de exposición a la radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el individuo y la fuente de rayos X.
- El tubo ha de estar al menos a 30 cm de la piel del paciente.
- Todo el personal ha de estar a una distancia prudente y a su vez la máxima posible del haz de RX.
- La radiación dispersa es mayor al lado del paciente.

Tiempo

- A menor tiempo de irradiación, menor exposición.
- Hay que dar la mínima scopia posible y sólo en la zona deseada.
- Dar radioscopia pulsada o golpes de radioscopia, mejor que continua.
- Tener como básica la relación de 1:2 en radiación-pausa.
- Atender sólo al cirujano actor en la petición de imagen por scopia.

Blindaje

- Es obligatorio el uso de delantales plomados (RD 1891/1991).
- Se recomienda el uso de delantales de 0,25 mm de plomo equivalente como mínimo.
- El delantal ha de cubrir desde el esternón a media pantorrilla (esternón, tórax y abdomen).
- Hay que abrochar y ajustar muy bien el delantal (prevención de lumbalgia, cansancio y por radioprotección).
- Utilizar en la medida de lo posible otro material de radioprotección

(protectores de tiroides, gafas y guantes plomados).

- Si es posible proteger al paciente.
- La colimación adecuada, reduce en gran medida la radiación dispersa, aparte de mejorar la imagen.

En nuestro hospital disponemos de una Unidad de protección radiológica que informa sobre cualquier duda en este campo, controlando el uso de dosímetros, así como el historial dosimétrico del personal que los porta.

Distinguimos dos grupos de actuaciones:

Aquellas en las que intervenimos para visualizar el resultado de una cirugía ya realizada o previo a ella (control angiográfico).

Y en las que el método de tratamiento es endovascular, estando entonces colaborando desde la introducción de la primera guía, hasta el último control angiográfico del resultado, aunque en ocasiones la intervención se continúe con cirugía abierta.

En el primero de los supuestos, podremos utilizar un equipo portátil convencional para obtener una radiografía contrastada, un arco de radioscopia con memoria volátil o con el arco de prestaciones vasculares, daremos la información que precise el cirujano.

En el segundo, sólo tendrán posibilidades los arcos de radioscopia, siendo indispensable el uso del que dispone de prestaciones vasculares en los procesos de mayor envergadura endovascular, (endoprótesis por disecciones, aneurismas o stent carotídeos con protección distal, etc.).

Tomando como ejemplo estas últimas, me dispongo a relatar el método de trabajo del técnico en una de ellas:

Dentro del tiempo *preoperatorio* a una endoprótesis conversaremos con el ciru-

jano sobre la lesión, su localización, las necesidades de imagen, controles angiográficos, el abordaje e incluso el tipo de marcas radiopacas que tiene el modelo que se utiliza.

Comprobaremos el buen funcionamiento del equipo y la disponibilidad de memoria suficiente para el procedimiento.

Ayudaremos en la carga y posicionamiento del inyector, así como en la vestimenta estéril del arco, que quedará en una posición apartada que no estorbe y con aviso al personal para que permanezca estéril.

Pasamos a comprobar las ventanas radiotransparentes y la posibilidad de maniobrabilidad.

Hacemos el registro del paciente y comprobamos las medidas previas de radioprotección.

Estamos preparados para pasar al estudio *preoperatorio*.

En él, como ya he señalado y volveré a comentar por su importancia, actuaremos siempre bajo el *criterio alara, (radiar lo mínimo y solo lo estrictamente necesario)*

El arco con prestaciones vasculares nos permite grabar escenas y secuencias que podremos revisar, sustracción digital, máxima opacificación y road map, aparte de mediciones y otros tratamientos de imagen.

Una vez comenzada la parte endovascular se precisará imagen, para la introducción y seguimiento de guías, ubicación de catéteres y otros dispositivos.

Se procede a la colocación de un catéter de angiografía para realizar un primer control de la zona a tratar, (en AAA : desde salida de arterias renales a bifurcación aortoiliaca e ilíacas; en AAT : el cayado aórtico desplegado en OAI y aorta descendente).

Una vez visualizado, (con sustracción digital mejoraremos la imagen), se mar-

can las referencias y se frenan todos los movimientos del arco para no perder las mismas.

A continuación se pasa a la introducción y posicionamiento de la endoprótesis basándose en las marcas antes obtenidas, para proceder a la suelta de la misma de su vaina. La mayor parte de los modelos, requieren, a continuación, del enhebrado de la *pata corta* de la prótesis por medio de una guía, para insertar a través de ella, la parte ilíaca contralateral que completa la endoprótesis. Éste suele ser un paso complicado y requiere a veces de diferentes catéteres preformados que ayuden a orientar la guía hacia el orificio por el que ha de pasar. También en alguna ocasión buscaremos proyecciones que sirvan para este fin.

El posterior baloneo en las zonas de fijación también es seguido por scopia.



Obtención de imágenes en soporte en papel del aparato de radiología.

Llegamos así al control angiográfico de resultado que indicará si el procedimiento ha concluido satisfactoriamente o si por el contrario deben prolongarse con extensiones las ramas ilíacas o nuevos baloneos en algún punto.

Cada procedimiento es único y las necesidades de imagen diferentes, pero siempre actuaremos bajo la máxima de radiar lo estrictamente necesario y con los medios de radioprotección que lo minimizan: colimación, alejamiento del tubo y acercamiento al intensificador, scopia pulsada, etc.

Una vez concluida la parte de radioscopia, entraremos en el *postoperatorio*, retiraremos el arco y pasamos a realizar el resumen en imágenes del mismo, tanto en papel termográfico, como en medio digital.

Para terminar relataré una breve referencia a las funciones vasculares que se nos pueden requerir en estas intervenciones.

Substracción de imagen

Se toma como referencia una imagen en vacío de la zona a estudiar que se utiliza como máscara o negativo para la secuencia contrastada, de forma que la imagen resultante sea el árbol vascular contrastado sobre fondo blanco, sin estructuras óseas o de otros tejidos que estorben a la imagen.

Este enmascaramiento se puede obtener durante la inyección o, si se graba una secuencia, en un paso posterior.

Máxima opacificación

Con esta técnica se obtiene una imagen radiopaca del árbol vascular sin necesidad de que este relleno en su

totalidad, pues la imagen se obtiene como suma del rastro que va dejando un pequeño bolo de contraste a su paso por dicho árbol. Esto permite ahorrar, sobre todo en pacientes alérgicos y en los que tienen insuficiencia renal, cargas más importantes de dicho contraste.

Road Map o Mapa de carreteras

Es una función que se utiliza para llevar la guía y posteriormente catéteres y otro tipo de instrumental, a la zona deseada, visualizando las diferentes bifurcaciones que halla en el camino.

Consiste, como primer paso, en realizar una substracción de imagen que en el siguiente pulso de scopia quedará como mapa en negativo del árbol vascular, permitiendo ver a través de él, como discurre el material que se introduzca desde ese momento en la luz vascular.

Esta función tiene algunas limitaciones, como el movimiento en la zona de actuación que dejaría invalidadas las referencias gráficas obtenidas.

Conviene, si se dilata el procedimiento, obtener nuevas referencias, que garanticen que se ha seleccionado el vaso adecuado, además la prestación del

arco portátil, interrumpe el *road map* cuando dejamos de pulsar scopia.

Es por tanto, primordialmente, nuestro papel en los quirófanos, una labor de ayuda con imagen a un acto quirúrgico. Con el control y la optimización, que la utilización radiación ionizante, conlleva. Sin olvidar tampoco las medidas de radioprotección que se han de contemplar.

Esta labor se podrá realizar con un equipo humano bien formado y suficiente en número, la formación continuada es, también en este campo, fundamental.

Otro apoyo básico para el desarrollo de nuestro trabajo es, sin duda, disponer de un servicio técnico de mantenimiento del aparataje, rápido y resolutivo, que en nuestro hospital viene funcionando adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Protección radiological 118. Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen. Reedición Ministerio de Sanidad y consumo. Grafo S.A. 2001.
- VANÓ, E.; FERNÁNDEZ, J. M.; DELGADO, V.; GONZÁLEZ, L., Evaluation of tungsten and lead surgical gloves for radiation protection. *Health Phys* 1995; 68: 855-8.
- YAFEE, M. J.; MAWDSLEY, G. E.; LILLEY, M.; SERVANT, R.; REH, G., Composite materials for x-ray protection. *Health Phys* 1991; 60: 661-4.

Trucos

CARLOS VAQUERO - ENRIQUE SAN NORBERTO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Maniobras que facilitan las técnicas

Entrar por el *tronco braquiocefálico* arterial para evitar el Arco aórtico y por tanto evitar la flexión de los devices. Con dispositivos rígidos que no permiten grandes ángulos de flexión a nivel del arco aórtico es posible utilizar el tronco braquiocefálico para ocultar su luz y evitar plicaturas que entorpecerían las maniobras de los procedimientos.

Hinchar balones ocupando espacio facilitando la entrada de las guías por otros lugares. Con objeto de reconducir la entrada de guías se pueden utilizar balones ocluyendo los espacios por donde no deben de penetrar reorientando la navegación de los dispositivos.

Realizar *incisiones inguinales* oblicuas en las ingles. Son incisiones que permiten un buen abordaje del vaso si no se van a realizar técnicas vasculares complementarias.

Introducir *guías muy rígidas* para facilitar el enderezamiento de las arterias. Primero se introducen las que permiten el paso por este tipo de vasos para colocar posteriormente un catéter y a continuación una guía rígida Super staff que permite enderezar los vasos si su pared lo permite.

Hinchar dos o más balones cuando no se dispone de balones de muy gran tama-

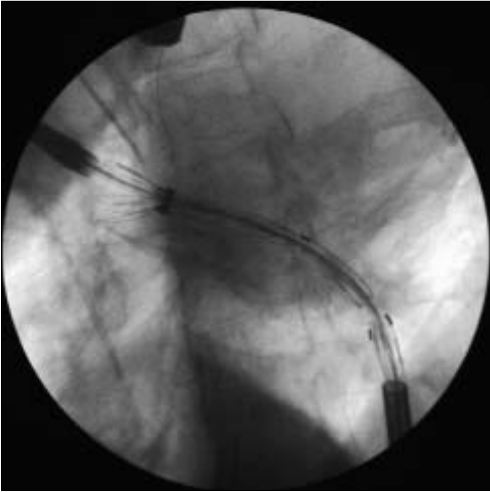
ño. Se puede sumar el volumen de distensión de varios balones con objeto de rellenar espacios cuando no se disponen de balones del tamaño del tamaño del hueco vascular.

Vaselinizar las guías o introductores para penetrar mejor. Se puede utilizar vaselina estéril con objeto de disminuir la fricción de los dispositivos con la intima arterial cuando el tamaño de unos y otros están muy ajustados.

Marcar las arterias con la colocación de guías en ellas como en la arteria subclavia. Consiste en colocar una guía o catéter radiopaco con objeto de poder identificar continuamente la situación del origen de determinados vasos. Si es un catéter permite la realización de angiografías de control. El solo posicionamien-



Irrigación de los dispositivos con suero heparinizado.



Introducción del dispositivo en el tronco braquicefálico para facilitar las maniobras de desplegamiento del dispositivo endoprótesis.

to de la guía o catéter sólo permite una orientación aproximada de su localización sin delimitación del ostium exacto de la arteria.

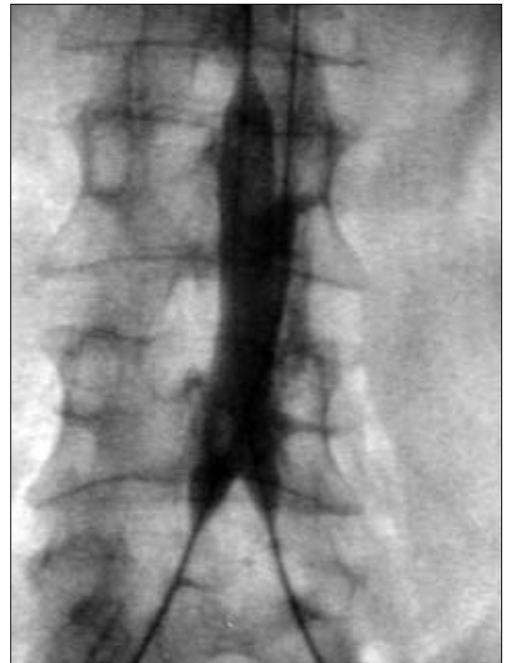
Usa *catéteres rectos* para atravesar zonas de lesiones aneurismáticas donde suelen quedarse atrapadas las guías. De esta forma se reconduce la guía.

Introducir una guía rígida entrando por una arteria y saliendo por otra (por ejemplo la femoral y la humeral) para que actúe de *cuerda de arco* y sea más fácil navegar con el Device o dispositivo.

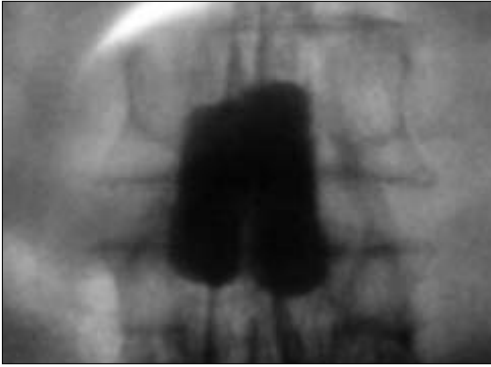
Utilizar el propio *introduccionador de las endoprótesis para realizar las arteriografías*: En algunas ocasiones es posible realizar estudios angiográficos de control introduciendo el contraste para visualizar un determinado segmento vascular introduciendo el contraste a través del introduccionador de aplicación de dispositivo. Las desventajas se centran a que el calibre de estos introduccionadores es bastante grueso por lo que se requiere volúmenes superiores de contraste.

Dibujar las imágenes en la pantalla en lugar de road mapping. El método es cómodo y práctico y debe de ser realizado con rotuladores tipo veleda de limpieza de arraste, puesto que otros en su limpieza puede dañar la pantalla del aparato. Otro de los problemas se centra en que el dibujo se realiza en un cristal separado de la imagen real por lo que la correspondencia no es del todo exacta, además de que los dibujos deben de ser observados frontalmente para evitar distorsión de las imágenes.

Avanzar en los trombos con guías soportados en catéteres rectos. Cuando un vaso esta trombosado, se puede intentar atravesar la oclusión utilizando quía finas e hidrófilas pero que requieren un soporte más o menos rígido de una catéter recto con bajo perfil. En esta maniobra se basa la técnica de la angioplastia subintimal.



Técnica de ocupación de espacio con balón.



Técnica de Kissing balón.

Humedecer las guías para que avancen. La impregnación de componente hemático de las guías con su posterior secado hace que las microformaciones trombosadas haga imposible el avance de las guías en los sistemas canaliculares de los catéteres.

Por este motivo es preciso tener limpia y humedecida continuamente la guía por lo que se aconseja a la vez que se avanza limpiar y humedecer la guía con una gasa impregnada en suero.

Diluir el contraste para que pierda viscosidad. El llenado de balones para coaptación de stent y endoprótesis se realiza con contraste diluido con suero al 50% lo que permite obtener imágenes de llenado de balón con buena calidad y a la vez que el llenado y el vaciado de los balones se

realice más rápidamente al perder éste viscosidad y desplazarse de forma más rápida en los conductos.

Utilizar las *asas con objeto de atrapar las guías* extrayéndolas cuando la navegación no permita introducirlas por los lugares requeridos.

Tensar las guías para lograr desplazar los devices. Se logra que las guías como soporte no se plieguen y al enderezarse se logra un mejor avance sobre todo cuando existen problemas en el desplazamiento.

Cuando se *punciona la vena femoral* intentando hacerlo en la arteria, se puede utilizar esta referencia introduciendo una pequeña cantidad de contraste sirviendo esto de referencia para la punción arterial posterior.

La utilización del *Torquer*, permite la orientación de las guías.

BIBLIOGRAFÍA

- CRIADO, F. J.; WILSON, E. P.; ABUL-KHOUDOU, O.; BARKER, C.; CARPENTER, J.; FAIRMAN, R., Brachial artery catheterization to facilitate endovascular grafting of abdominal aortic aneurysm: safety and rationale. *J Vasc Surg.* 2000 Dec; 32 (6): 1137-41.
- SATOW, T.; NAKAZAWA, K.; OHTA, T.; HASHIMOTO, N., Techniques for passing the PercuSurge Guardwire system through severe and tortuous stenotic lesions. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2005 Feb; 45 (2): 116-21.

Complicaciones vasculares de los procedimientos endovasculares

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Perforación del vaso

Es una complicación grave que consiste en la pérdida de continuidad de la pared del vaso generalmente ocasionada por atravesarse el mismo con alguno de los dispositivos utilizados en la técnica. Quizá es en la maniobra de punción del vaso y sobre todo en la técnica percutánea cuando en la mayoría de las ocasiones se perfora el vaso en la cara ventral y dorsal y aunque en la mayoría de las ocasiones se ocluye espontáneamente el vaso, en otras la pérdida de continuidad desarrolla una serie de consecuencias a veces de gran gravedad. A veces son las guías y especialmente las rígidas las que producen perforaciones del vaso.

Disección parietal del vaso

Complicación relativamente frecuente que se produce por las especiales características de los vasos abordados donde existen cambios estructurales debido a la aterosclerosis del mismo. La separación de las placas intimaes o las distintas capas entre sí. Estas disecciones pueden dar lugar a trombosis secundarias o roturas del vaso.

Trombosis del vaso

Derivadas de las alteraciones de la pared de la arteria o al permanecer durante mucho tiempo clampado el vaso sin la adecuada anticoagulación.

Formación de pseudoaneurismas

Al extravasarse la sangre por la pérdida de continuidad del mismo generalmente por punción. La sangre diseca los espacios periarteriales creando un nuevo espacio que será ocupado por la sangre



Drenaje de gran hematoma a nivel inguinal tras procedimiento endovascular.



Fístula arterio-venosa aorto-cava tras procedimiento endovascular.

extravasada y con el tiempo formará si se deja evolucionar una pseudocubierta fibrosa formada de forma reaccional generalmente con gran componente de tejido conjuntivo.

Formación de fístulas arteriovenosas

Por perforaciones de la arteria y la vena que hace que la sangre pase por presión de un vaso a otro creando un cortocircuito.

Ruptura del vaso

Generalmente ocasionado por la introducción de dispositivos con cierta

incongruencia y donde al forzar el avance por fricción en un vaso con lesiones parietales.

Embolización periférica

Es posible la embolización a nivel distal de material trombótico que puede producir cuadros isquémicos agudos. El tratamiento endovascular mediante la sonda balón de Fogarty suele ser el tratamiento efectivo.



Imagen de un aneurisma roto excluido previamente con una endoprótesis.

Hiperplasia intimal a largo plazo

Las arterias son estructuras vivas que reaccionan a cualquier agresión tanto patológica como terapéutica. Después de la realización de un procedimiento endovascular sea de tipo angioplastia que produce un aplastamiento de la placa y una sobredilatación del conducto arterial produce una reacción biológica cicatricial a veces hipertrofiado produciendo una hipertrofia de la pared intimal. Por otro lado la implantación de un stent supone la colocación de un cuerpo extraño intraluminal con el desa-



Imagen de un stent colocado extraluminamente.

rollo de reacciones por parte de la pared del vaso a pesar del carácter inerte que suele presentar el material metálico base estructural de los stent.

Infeción del implante

Con una baja incidencia en su presentación, no se produce en los procedimientos de angioplastia, siendo mayor el número de casos de infección en implantaciones de stent y sobre todo de material endoprotésico con stent recubierto.

Esclerosis amiatrótica

Con alteraciones de este carácter a nivel de la pared del vaso.

BIBLIOGRAFÍA

- BOCKLER, D.; VON TENGG-KOBLIGK, H.; SCHUMACHER, H.; OCKERT, S.; SCHWARZBACH, M.; ALLENBERG, J. R., Late surgical conversion after thoracic endograft failure due to fracture of the longitudinal support wire. *J Endovasc Ther*. 2005; 12 (1): 98-102.
- DAMMERS, R.; DE HAAN, M. W.; PLANKEN, N. R.; VAN DER SANDE, F. M.; TORDOIR, J. H. M., Central vein obstruction in hemodialysis patients: results of radiological and surgical intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 26: 317-21.
- GAHLEN, J.; KOEPEL, T.; PROSST, R. L., Vascular occlusion by ruptured balloon after percutaneous transluminal angioplasty. *J Endovasc Ther*. 2003; 10 (6): 1117-9.
- HAMER, R.; TAGBOTO, S., Superior vena caval obstruction following central venous cannulation. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 258.
- HOFFMANN, R. R.; MINTZ, G.; DUSSAILLANT, G.; POPMA, J.; PICHARD, A.; SATLER, L.; KENT, K.; GRIFIN, J.; LEÓN, M., Patterns and mechanisms of In-stent restenosis: A serial intravascular ultrasound study. *Circulation*. 1996; 94 (6): 1247-54.
- MAY, J.; WHITE, G. H.; HARRIS, J. P., Complications of aortic endografting. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005; 46 (4): 359-69.
- PENN, I. M.; GALLIGAN, L.; BROWN, R. I. G.; MURRAY-PARSON, N.; FOLEY, J. B.; WHITE, J., Restenosis at the stent articulation: Is this a desing flow? *J Am Coll Cardiol*. 1995; 19: 29.

PROCEDIMIENTOS
ESPECIALES

Oclusión terapéutica vascular

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

La oclusión de determinados vasos se puede lograr provocando la trombosis de los mismos con la colocación de determinados materiales trombogénicos en su interior. Estos materiales pueden ser metálicos, fibras sintéticas o materiales líquidos que se solidifican de tipo pegamento. Se denomina *coils* los dispositivos trombogénicos generalmente de estructura filiforme que se colocan en el interior de los vasos, *colas* los fluidos que se solidifican en el interior de los vasos, *oclusores* sistemas que se introducen plegados y posteriormente se expanden logrando ocluir el vaso y *microesferas* pequeñas bolitas trombogénicas generalmente autoexpandibles.

Las oclusiones de los vasos estarían indicadas en:

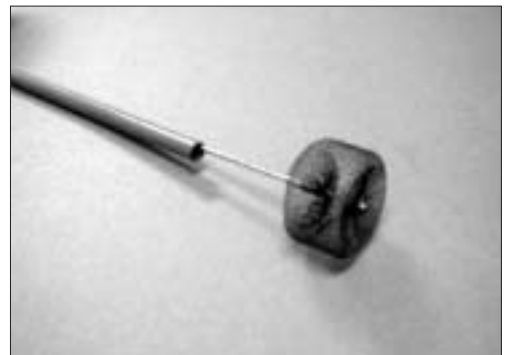
1. Malformaciones arteriovenosas, obstruyendo mecánicamente los vasos y provocando trombosis complementarias en la zona.
2. Formaciones aneurismáticas, intentando lograr su exclusión por trombosis secundarias.
3. Pseudoaneurismas también intentando lograr la trombosis del saco pseudoaneurismático.

Coils

Son dispositivos que suelen presentar una forma espiroidea, en bucle o circular

con un eje central generalmente metálico de nitinol y de donde salen fibras de material plástico con propiedades trombogénicas.

Su aplicación consiste en cateterizar la lesión con una guía de Terumo el lugar de la colocación del coil. Se introduce un catéter, no siendo recomendables los de poliuretano o polivilclorido o con varios puertos o con orificios laterales, por donde se pueda salir el coil y obturarse el catéter. Se aplica la aguja portadora del coil cargando la espiral de embolización en el catéter aplicador, insertando el cartucho a través de la llave de paso, la conexión o a través de ambas hasta que esté colocado en la parte acampanada del catéter. Se empuja la espiral dentro del catéter una distancia de 20-30 cm em-



Plug de nitinol para oclusión de vasos de pequeño y mediano calibre.

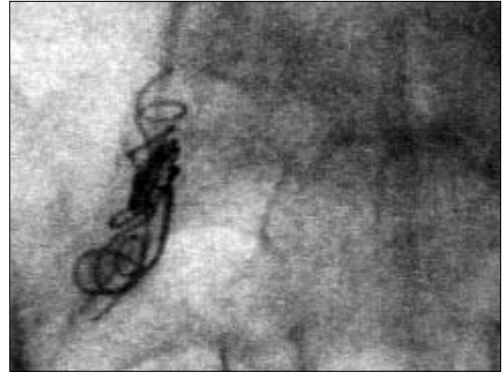
pleando para ello una inyección de suero salino y posteriormente el extremo rígido de una guía. Posteriormente se retira la guía y el cartucho. La espiral de embolización se libera en el sistema vascular utilizando un catéter angiográfico selectivo sin orificios laterales. Con la punta flexible de la guía, se empuja la espiral de embolización a través de la punta distal del catéter. Dependiendo de la flexibilidad de la punta de la guía, resulta más o menos fácil empujar la espiral de embolización por la curva distal del catéter. Se recomiendan en la mayoría de los casos, guías de punta flexible como la guía de Newton, en otras ocasiones una guía más flexible puede resultar más útil. Para un mejor deslizamiento las guías de teflón pueden resultar muy útiles.

Existen diferentes modelos de coils como los de la casa Cook o Boston Scientific de formas y tamaños variados. Entre ellos están:

Recto Microcoils Hilal de embolización: Fabricado en platino su eje-soporte de donde emergen fibras sintéticas con propiedades trombogénicas. Se usan complementados con la inyección de partículas o líquidos trombogénicos. Se posicionan mediante la colocación de un catéter



Coils antes de su implantación endovascular.



Coils implantado en una angiodisplasia.

ter recto con la punta en el lugar deseado y desplazando el dispositivo por el interior del catéter mediante suero salino y una guía que lo desplaza por la luz.

Curvos Microcoils Hilal de embolización: De una sola curva o varias son de platino y fibras sintéticas, se colocan con la misma sistemática que los rectos.

Coils de embolización de mayor tamaño.

M Rey. Espiral de acero inoxidable con fibras sintéticas.

Gianturco coils de la casa Cook, Inc Bloomington IN.

Grifka Vascular OCLUSIÓN, de la casa Cook, Inc Bloomington IN.

Coils de oclusión Vort X de Boston Scientific, contruido con eje de platino con lo que se optimiza su visualización fluoroscópica.

Suelen ser cualidades, que potencian el poder trombogénico de los coils la capacidad de autoexpansión o conformabilidad, siendo deseable una fácil visualización.

Colas y selladores

Son adhesivos que solidifican en el interior de los vasos, una vez que se han



Microesferas de embolización de diferentes tamaños.

introducido en la zona a ocluir mediante un catéter.

Glubran n.º 2. Monodosis de 1 ml.

GLUE

Cola de cianocrilato ácido de butilo, es un monómero que polimeriza y solidifica con la temperatura y humedad. Se recomienda mezclar con lipiodol para su visualización fluoroscópica.

Aplicación de cola

Se lava el catéter 5 veces con glucosa al 30%.

Se prepara la cola con 1 ml de producto y 1 ml de lipiodol ultra-fluido.

Se introduce el producto por el catéter.

Microesferas

De PVA, presentan un tamaño variado y calibrado, comprensibles, opacas.

La casa Boston Scientific dispone de la Concour™-PVA con tamaños de un

rango de 45-150 a 1000-1180 microns para utilizar con catéteres liberadores de 0.021", 0.024" y 0.038".

Se aplican mediante un sistema de catéter que se introduce hasta el interior de los vasos de la lesión, introduciendo en la luz del catéter las microesferas que son desplazadas mediante empuje con suero y guías.

Su uso es la devascularización tumoral por oclusión.

Oclusores

Son dispositivo que se colocan en el interior de los vasos para lograr una OCLUSIÓN mecánica del mismo a la vez de provocar otros factores de oclusión secundarios como son las trombosis intravascular de segmento de bajo débito excluidos de flujo.

Entre los modelos disponibles en el mercado están.

Oclusor Vascular PLUG AMPLAZER[®] (AVP), desarrollado y comercializado por AGA Médical Corporation. Goleen Valley, MN, es un dispositivo en forma cilíndrica cuando esta desplegado y con estructura de malla flexible de nitinol formado por 144 alambres que se introduce plegado en un catéter y se despliega por expulsión fuera del catéter mediante un alambre guía o cable que sujeta mediante rosca el dispositivo en sus extremos. Los extremos están dotados de unas bandas marcadoras de platino. La liberación se realiza desenroscando el sistema. La malla del dispositivo posteriormente desarrolla una trombosis local que ocluye totalmente el vaso. El diámetro del dispositivo oscila de los 4 a los 16 mm, con longitudes de 7 a 8 mm pudiendose liberar uno o varios dispositivos en el mismo vaso. Se introducen a través de introductores de 5 a 8 Fr.

Ocluser de la casa Medtronic consistente en una estructura de nitinol cubierta de poliéster. Viene preparado en un cartucho de aplicación y se suministra con un aplicador consistente en un introductor con dilatador y un empujador. Se introduce una guía hasta el lugar a ocluir, se introduce el introductor-aplicador con el dilatador. Se extrae el dilatador dejando el final del introductor lo más distante del lugar donde se quiere dejar el ocluser. Se carga el ocluser por la parte final del introductor y se desplaza a través del mismo utilizando el empujador hasta que llega al extremo de la vaina de introductor. En ese momento se retira la vaina fijando el empujador, lo que permite liberar el ocluser que con el carácter autoexpandible queda fijado a la pared del vaso ocluyéndole. Su aplicación más extendida es en la oclusión de las arterias ilíacas comunes en la implantación de endoprótesis monoilíacas en el tratamiento del Aneurisma de Aorta Abdominal.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J. H.; WALLACE, S.; GIANTURCO, C.; GERSON, L. P., «Mini» Gianturco stainless steel coils for transcatheter vascular occlusion. *Radiology* 1979; 132: 301-303.
- ANDERSON, J. H.; WALLACE, S.; GIANTURCO, C.; GERSON, L. P., Mini gianturco stainless steel coils for transcatheter vascular occlusion. *Radiology* 1979; 132: 301-3.
- CHUANG, V. P.; WALLACE, S.; GIANTURCO, C., A new improved coil for tapered tip catheter for arterial occlusion. *Radiology* 1980; 135: 507-9.
- COSTACHE, V.; CHAVANON, O.; THONY, F.; BLIN, D., Aortic arch embolization of an Amplatzer occluder after an atrial septal defect closure: hybrid operative approach without circulatory arrest. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28 (2): 340-2.
- DIEHM, N.; KICKUTH, R.; SILVESTRO, A.; SCHINDERA, S. T.; MEIER, B.; BAUMGARTNER, I.; SCHMIDL, J.; TRILLER, J.; MAHLER, F.; DO, D. D., Endovascular treatment of an internal iliac artery aneurysm using a nitinol vascular occlusion plug. *J Endovasc Ther* 2005; 12 (5): 616-9.
- GIAVROGLOU, C. E.; FARMAKIS, T. M.; KISKINIS, D., Idiopathic renal arteriovenous Fístula treated by transcatheter embolization. *Acta Radiol* 2005; 46 (4): 368-70.
- HARMAN, J. T.; BECKER, G. J., Thrombin-soaked coils: estimation of thrombin dose. *J Vasc Intervent Radiol* 1991; 2: 166-8.
- LAMMERT, G. K.; MERINE, D.; WHITE, R. I.; FISHMAN, E. K.; PORTERFIELD, J. K., Embolotherapy of a high-flow false aneurysm by using an occlusion balloon thrombin, steel coils, and a detachable balloon. *Am J Roentgenology* 1989; 152: 282-4.
- LEONARDI, M.; BARBARA, C.; SIMONETTI, L.; GIARDINO, R.; NICOLI-ALDINI, N.; FINI, M.; MARTÍN, L.; MASETI, L.; JOECHLER, M.; RONCAROLI, F.; GLUBRAN, Z., A new acrylic glue for neuroradiological endovascular use. Experimental study on animal. *Interventional Neuroradiology* 2002; 8: 245-250.
- OKAZAKI, M.; HIGASHIHARA, H.; KONEMARU, F.; ONO, H.; HOASHI, T.; KIMURA, T., A coaxial catheter and steerable guidewire used to embolize branches of the splanchnic arteries. *Am J Roentgenology* 1990; 155: 405-6.
- ONAL, B.; ILGIT, E. T.; AKPEK, S.; COSKUN, B., Postcatheterization Femoral Arteriovenous Fístula: Endovascular Treatment with N-Butyl-Cyanoacrylate Embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2005 Jul 12.
- ROMANIUK, P.; STOESSLEIN, F., Embolization of a large aneurysm of the brachiocephalic trunk by Gianturco coils. *Cardiovascular and Interventional Radiology* 1985; 8: 160-163.
- SILVA, J. A.; STANT, J.; RAMEE, S. R., Endovascular treatment of a massive retroperitoneal bleeding: successful balloon-catheter delivery of intra-arterial thrombin. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 64 (2): 218-22.
- WALLACE, S.; GIANTURCO, C.; ANDERSON, J. H.; GOLDSTEIN, H. M.; DAVIS, L. J.; BREE, R. L., Therapeutic vascular occlusion utilizing steel coil technique: clinical applications. *Am J Roentgenology* 1976; 127: 381-7.

Endarterectomía remota

CARLOS VAQUERO - ISABEL DEL BLANCO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Es una técnica considerada mínimamente invasiva, mezcla de una técnica convencional y endovascular. Se realiza en oclusiones totales de un determinado segmento arterial siendo su territorio de aplicación fundamentalmente a nivel ilíaco y sobre todo a nivel de la arteria femoral superficial. Consiste en realizar un abordaje abierto de la arteria femoral común a nivel de su bifurcación en superficial y profunda y realizar previa arteriotomía una endarterectomía de la arteria femoral superficial de forma retrógrada y cerrada con la utilización de un anillo de endarterectomía de Vollmar o similar. Se despega a distancia la arteria hasta llegar a un sector donde la oclusión total pasa a una zona repermeabilizada. Cuando se llega a la zona repermeabilizada se corta la tromboendarterea utilizando un anillo de Moll consistente en un doble anillo que cizalla la endarterea y en el momento actual se fija la endarterea por coaptación con una stent aplicando generalmente una espiral tipo Aspire. Esta última parte se realiza con técnicas endovasculares y control angiográfico.

BIBLIOGRAFÍA

ROSENTHAL, D.; MARTÍN, J. D.; SCHUBART, P. J.; WELLS, E. D.; SHULER, F. W.; LEVITT, A. B., Remote superficial femoral artery endarterectomy and distal aSpire stenting: multicenter mediumterm results. *J Vasc Surg* 2004; 40: 67-72.

ROSENTHAL, D.; MARTÍN, J. D.; SCHUBART, P. J., Wells Ed. Remote superficial femoral artery endarterectomy. *J Cardiovasc Surg* 2004; 45: 185-92.

SMEETS, L.; HO, G. H.; HAGENAARS, T.; VAN DER BERG, J. C.; TEIJINK, J. A. W.; MOLL, F. L., Remote endarterectomy: first choice in surgical treatment of long segmental SFA occlusive disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2003; 25: 583-9.

SMEETS, L.; JAN DE BORST, G.; DE VRIES, J. P.; VAN DER BERG, J. C.; HO, G. H.; MOLL, F. L., Remote iliac artery endarterectomy: seven-year results of a less invasive technique for iliac artery occlusive disease. *J Vasc Surg* 2003; 38: 1297-304.

TEIJINK, J. A. W.; VAN DER BERG, J. C.; MOLL, F. L., A minimally invasive technique in occlusive disease of the superficial femoral artery: Remote endarterectomy using the Mollring cutter. *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 594-8.



Técnica de la endarterectomía remota de la arteria femoral superficial.

Revascularización arterial con láser

CARLOS VAQUERO - SANTIAGO CARRERA

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

El láser es una energía lumínica que produce calor y que se ha utilizado para múltiples fines.

La luz pulsada láser que opera en una longitud de onda alrededor de 308 nm. Uno de los sistemas utilizados es el *láser Excimer*.

El sistema consiste en una fuente de energía y una serie de catéteres de distintos tamaños y calibres y que sirven para transmitir la fuente lumínica y que pueden ser colocados intravascularmente mediante punción siguiendo la sistemática de los procedimientos endovasculares.

La angioplastia mediante la utilización de energía láser ha sido contemplada como método de revascularización de arterias desde la década de los años 80. La base de su utilización se basa en la retirada de la placa y potencial vaporización del material ateromatoso. El tipo de láser empleado es el Excimer que trabaja a una longitud de onda de 308 nm. El láser pulsado que trabaja a 308 nm con luz ultravioleta tiene efectos fotoquímicos, fotomecánicos y fototérmicos, pero estos últimos son muy reducidos debido al carácter pulsado de la utilización de la energía la poca duración de esta. El láser excimer trabajando a 308 nm con energía fotónica de 4.0 eV lleva a la ablación del material por mecanismo fotoquímico. La vaporización de tejido por absorción proteica de los láser Xe-Cl favorece la desaparición fotomecánica del material. Se

mejora la técnica por la utilización de fibras ópticas, longitud de ondas no atérmicas y técnicas de infusión salina.

Desde el punto de vista técnico se utiliza se utiliza un láser excimer pulsado Xe-Cl trabajando a 308 nm. La duración del pulso sería 200 ns calibrado el aparato a 40-60 mJ/mm².

Se accede al vaso arterial mediante técnica endovascular colocando un introductor de 6-8 Fr. Se coloca una guía hidrofílica tipo Terumo en el origen de la lesión y después se sigue la técnica de paso a paso previo control fluoroscópico aplicando la energía láser.

La sistemática es la siguiente:

1. Punción o abordaje del vaso. Colocación de un introductor compatible con la sonda láser a introducir (7-8 Fr).
2. Colocar una guía tipo Terumo de 0.035", que posteriormente se recomienda cambiar por una de 0.018" por su mejor navegabilidad.
3. Realizar mediante la utilización del introductor de un estudio angiográfico.
4. Introducir la sonda hasta la lesión, retirando la guía soporte de la sonda.
5. Retirar el contraste utilizando una solución salina que actúa de lavado.
6. Activación del sistema de energía no excediendo de 1 mm/seg.

7. Asegurar la acción revascularizadora del láser mediante angioplastia con balón.
8. Retirada del procedimiento.

Las indicaciones potencialmente reconocidas son:

Recanalización de la arteria femoral superficial en oclusiones completas de la arteria.

Revascularización periférica de vasos distales periféricos en la isquemia crítica.

BIBLIOGRAFÍA

- BIAMINO, G.; SCHEINERT, D., Excimer láser treatment of SFA occlusion. *Endovasc today*, cover store 2003; 1-5.
- BITTL, J. A.; SANBORN, T. A.; YARDLEY, D. E.; TCHENG, J. E.; ISNER, J. M.; CHORSHI, S. K.; STRAUSS, B. H.; ABELA G. S.; WALTER, P. D.; SCHMIDHOFER, M.; POWER, J., A for the percutaneous Excimer láser Coronary Angioplasty Registry. Predictors of outcome of percutaneous Excimer láser Coronary angioplasty of saphenous vein bypass graft o lesions. *Am J Cardiol* 1994; 74: 144-8.
- BOSIERS, M.; PEETERS, P.; DELOUSE, K.; VERBIST, J.; LAIRD, J.; SCHEINERT, D.; BIAMINO, G., Excimer láser revascularization for critical limb ischemia. Has a solution been found. *Business Briefing global Surgery*. 2003; 1-4.
- DAS, T. S., Percutaneous peripheral revascularisation with Excimer láser: Equipment, Technique and Results. *Lasers Med Sci*. 2001; 16: 101-7.
- Laird Jr JR, Reiser C, Biamino G, Zeller T. Excimer láser assisted angioplasty for the treatment of critical limb ischemia. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2004;45(3):239-48
- SATIANI, B.; MOHAN DAS, B.; VACCARO, P. S.; GAWRON, D., Angiographic follow-up after láser-assisted balloon angioplasty. *J Vasc Surg*. 1993; 17 (5): 960-5; discussion 965-6.
- SCHEINERT, D.; LAIRD, J. R.; SCHRÖEDER, M.; STEINKAMP, H.; BALZER, J.; BIAMINO, G., Excimer láser-Assisted recanization of long. Chronic Superficial Femoral Artery Occlusion, *J Endovasc Ther*. 2001; 8: 156-66.
- SEEGER, J. M.; KÄELIN, L. D., Limitations and pitfalls of láser angioplasty. *Surg Annu*. 1993; 25 (Pt 2): 177-92.
- STEINKAMP, H. J.; WERK, M.; HAUFE, M.; FELIX, R., Láser angioplasty of peripheral arteries after unsuccessful recanization of the superficial femoral artery. *Int J Cardiovasc* 2000; 3: 153-60.
- TEIJINK, J. A. W.; VAN DER BERG, J. C.; MOLL, F. L., A minimally invasive technique in occlusive disease of the superficial femoral artery: Remote endarterectomy using the Mollring Cutter. *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 594-8.
- TCHENG, J. E.; VOLKERT-NOETHEN, A. A., Current multicentre studies with the excimer láser: Design and aims. *Lasers Med Sci*. 2001; 16 (2): 122-9.
- TOPAZ, O.; DAS, T.; DAHM, J.; MADYHOON, H.; PERIN, E.; EBERSOLE, D., Excimer láser revascularisation: current indications, applications and techniques. *Lasers Med Sci* 2001; 16: 72-7.
- TOPAZ, O.; EBERSOLE, D.; DAS, T.; ALDERMAN, E. L.; MADYOON, H.; VORA, K.; BAKER, J. D.; HILTON, D.; DAHM, J. B., Excimer láser angioplasty in acute myocardial infarction (The CARMEL multicenter Trial). *Amm J Cardiol* 2004; 93: 694-701.
- TOPAZ, O.; MINISI, A. J.; BERNARDO, N.; ALIMAR, R.; ERESO, A.; SHAH, R., Comparison of effectiveness of Excimer láser angioplasty in patients with acute coronary síndromes in those with versus those without normal left ventricular function. *Am J Cardiol* 2003; 91: 797-802.
- TOPAZ, O.; MINISI, A. J.; BERNARDO, N. L.; MCPHERSON, R. A.; MARTIN, E.; CARR, S. L.; CARR, M. E.; WOLLENEK, G.; LAUFER, G., Comparative study of different láser systems with special regard to angioplasty. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1989; 36: 126-32.

Aterectomía

CARLOS VAQUERO - JOSÉ ANTONIO BRIZUELA

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

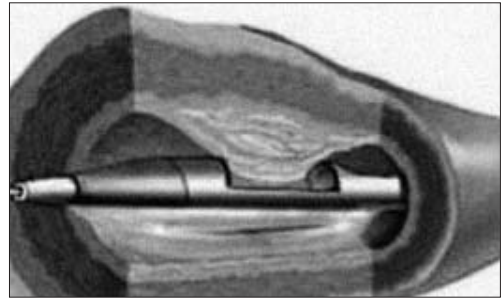
La aterectomía es un procedimiento que quita mecánicamente la placa y las otras alteraciones que puedan bloquear arterias a través del cuerpo. La técnica de la aterectomía se puede utilizar para ensanchar las arterias que se han cerrado o se bloquean después de una angioplastia o de un tratamiento del globo con los stents. La aterectomía se emplea para tratar arterias coronarias enfermas, pero se puede utilizar en las arterias periféricas.

Indicaciones

- Pacientes con arteriopatía en estadios II y IV Leriche Fontaine.
- Pacientes que no pueden ser tratados con técnicas de angioplastia standard o cirugía convencional.
- Lesiones excéntricas que no dilatan con la angioplastia convencional.

Sistemas

Flexicut de Guidant Debulking System.
Rotalink Plus ®
System de Boston Scientific.
Kensey.
Simpson Simpson Atherocath
(directional atherectomy).



Técnica de Aterectomía.

TEC

El Rotablator ® es un sistema de tratamiento de extirpación de la placa ateromatosa con especial aplicación de las arterias calcificadas. Funciona gracias a la abrasión de una fresa de microcristales de diamantes que gira a gran velocidad. Funciona según el principio del cizallamiento. Las estructuras rígidas si son destruidas mientras que el sistema no altera las elásticas.

El SilverHawk System ®, es un sistema diseñado para la exéresis de la placa mediante su destrucción y extracción.

BIBLIOGRAFÍA

- AHN, S. S.; OBRAND, D. I.; MOORE, W. S., Transluminal balloon angioplasty, stents, and atherectomy. *Semin Vasc Surg.* 1997; 10 (4): 286-96.
- DESBROSSES, D.; PETIT, H.; TORRES, E. ET AL. Percutaneous atherectomy with the Kensey Catheter: Early and midterm results in femoropopliteal occlusions unsuitable for conventional angioplasty. *Ann Vasc Surg.* 1990; 4 (6): 550-2.
- DORROS, G.; IYER, S.; LEWIN, R. et al. Angiographic follow-up and clinical outcome of 126 patients after percutaneous directional atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1991; 22 (2): 79-84.
- GRAOR, R. A.; WHITLOW, P. L., Transluminal atherectomy for occlusive peripheral vascular disease. *J Am Coll Cardiol.* 1990; 15 (7): 1551-8.
- KIM, D.; GIANTURCO, L. E.; PORTER, D. H. et al. Peripheral directional atherectomy: 4-year experience. *Radiology.* 1992; 183 (3): 773-8.
- SANBORN, T. A., Percutaneous peripheral atherectomy: What are its indications? *J Am Coll Cardiol.* 1990; 15 (3): 689-90.
- WEINSTOCK, B. S., Plaque excisión for treatment of restenosis. *Endovascular today* 2004; 9: 57-61.
- WHITE, C. J., Peripheral atherectomy with the Pullback atherectomy catheter: Procedural safety and efficacy in a multicenter trial. *J Endovasc Surg.* 1998; 5 (1): 9-17.

Trombectomía mecánica

CARLOS VAQUERO - MARÍA ANTONIA IBÁÑEZ

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Sistemas de motor

El sistema consiste en la extracción del trombo mediante un sistema mecánico consistente en un motor que hace rotar una espiral colocada en una sonda que es la que se introduce en el vaso. El sistema utiliza el doble mecanismo de absorción o succión y el atrapamiento mecánico por el sistema espiral.

Las indicaciones serían:

1. Embolia no organizada.
2. Trombo fresco.
3. Trombo organizado de no más de dos meses de formación.
4. Trombos intraprotésicos.
5. Trombos de accesos de hemodiálisis.

En el mercado están disponibles:

Sistema de Trombectomía ROTAREX de la casa Straub. Espiral que aspira los trombos y elimina a un sistema de aspiración.

Sistema THROMBEX PMT (Percutaneous Mechanical Thrombectomy System) de la casa Edwards Lifesciences. Consiste el sistema en un procedimiento percutáneo o abierto realizado mediante un catéter que se puede introducir por un introductor de 6 Fr y que se puede guiar mediante una guía de 0.018 Fr. Rota el sistema a 3100 rpm. La espiral que succiona y corta trasporta el trombo a una botella con vacío que recoge el material extraído. Sus indicaciones de uso esta en

la extracción de trombos en los accesos de hemodiálisis, trombos protésicos y trombos del sistema arterial periférico

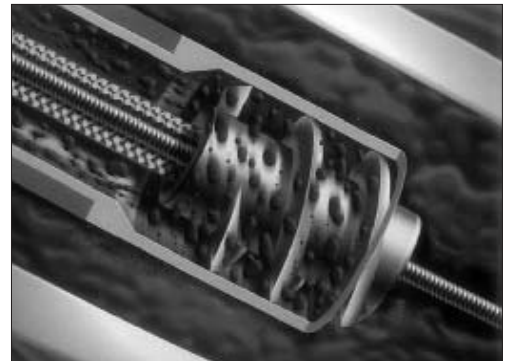
Sistema ANGIOJET Xpeedior con Power Pulse, comercializado por POSSIS, es un sistema de trombectomía diseñado para remover trombos con el efecto complementario de realizar una acción lítica sobre el trombo.

El sistema SPIROFLEX Angiojet, es una vaina de corte espiral para realizar trombectomías.

Sistemas mecánicos

AKÓNYA ELIMINATOR

Comercializado por IDev, Technologies Inc, es un sistema mecánico con-



Sistema de trombectomía mecánica mediante tornillo sin fin.

sistente en un sistema de malla cilíndrico que forma cuando esta plegado cuerpo con la guía de soporte y cuando se pliega por un dispositivo de guía manual una placa redondeada que se ajusta a la pared del vaso y puede ser extraído en trombo o coágulo por tracción incluso macerando el mismo. Su indicación principal de uso es en los accesos de hemodiálisis trombosados.

FRONTRUNNER X39

Es un sistema mecánico de disección roma, diseñado para realizar repermeabilizaciones en trombosis crónicas de ocluyen totalmente el vaso. Se trata de ir realizando repermeabilizaciones mediante un sistema de tunelización.

SAFE-CROSS RADIOFREQUENCY TOTAL OCCLUSION CROSSING SYSTEM

Sistema diseñado para repermeabilizar oclusiones completas crónicas mediante la utilización de la radiofrecuencia como energía. El sistema está todavía en fase de desarrollo.

CROSSPOINT TRANSACCESS CATHETER

Sistema ideado para realizar repermeabilizaciones subintimales utilizando una guía de ultrasonidos intravascular (IVUS) como sistema de guía. En el momento actual el sistema catéter de denomina Pioneer Catheter® y lo distribuye Medtronic®.

BIBLIOGRAFÍA

- BLUM, A.; ROCHE, E., Endovascular management of acute deep vein thrombosis. *Am J Med.* 2005; 118 Suppl 8A: 31S-36S.
- DUC, S. R.; SCHOCH, E.; PFYFFER, M.; JENELTEN, R.; ZOLLIKOFER, C. L., Recanalization of acute and subacute femoropopliteal artery occlusions with the rotarex catheter: one year follow-up, single center experience. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2005; 28 (5): 603-10.
- KASIRAJAN, K.; HASKAL, Z. J.; OURIEL, K., The use of mechanical thrombectomy devices in the management of acute peripheral arterial occlusive disease. *J Vasc Intervasc Radiol.* 2001; 12: 405-12.
- KATZ, J. M.; GOBIN, Y. P.; SEGAL, A. Z.; RIINA, H. A., Mechanical embolectomy. *Neurosurg Clin N Am.* 2005; 16 (3): 463-74.
- PATEL, A. A.; TUIITE, C. M.; TREROTOLA, S. O., Mechanical thrombectomy of hemodialysis fistulae and grafts. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2005; 28 (6): 704-13.
- SCHMITTLING, Z. C.; HODGSON, K. J., Thrombolysis and mechanical thrombectomy for arterial disease. *Surg Clin North Am.* 2004; 84 (5): 1237-66.

Braquiterapia

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

La técnica de braquiterapia intravascular (BTIV) consiste en la aplicación de radiación directamente al sitio donde se produce el estrechamiento del vaso. Se sabe que inhibe los procesos que llevan a la reestenosis (estrechamiento) de los vasos e injertos después del tratamiento.

La indicación más generalizada de aplicación del método se centra en la prevención de la reestenosis.

En el momento actual sólo existe un sistema en el mercado y es el Betacath System (Novoste Corporation Norcross GA) con la fuente beta Sr/Y90.

Consideraciones sobre la aplicación de la Braquiterapia (β y γ).

- Es efectiva en coronarias (cortoplazo- 76%).
- Puede dar problemas de radiación de vasos próximos.

- Se suele mostrar como un procedimiento incómodo.
- La radioprotección compleja.

BIBLIOGRAFÍA

- MINAR, E.; POKRAJAC, B.; WOLFRAM, R.; AHMADI, R.; POETTER, R., Braquiterapia endovascular tras angioplastia femoropoplítea. *Rev Tec Endovasc* 2001; 4 (1): 332-8.
- SCHILLINGER, M.; MINAR, E., Advances in vascular brachytherapy over the last 10 years: focus on femoropopliteal applications. *J Endovasc Ther.* 2004; 11 Suppl 2: II: 180-91.
- VAN TONGEREN, R. B.; VAN SAMBEEK, M. R.; VAN OVERHAGEN, H.; COEN, V. L.; SCHMITZ, P. I.; GESCHER, F. M.; WITTENS, C. H.; VERNHOUT, R. M.; VAN URK, H.; LEVENDAG, P. C.; BRUIJNINCKX, C. M., Endovascular brachytherapy for the prevention of restenosis after femoropopliteal angioplasty. Results of the VARA Trial. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005; 46 (4): 437-43.
- WAKSMAN, R., An update on peripheral brachytherapy. *Endovascular today* 2004; 9: 43-52.

Recuperación de material endovascular

CARLOS VAQUERO - ENRIQUE SAN NORBERTO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

La actuación tanto diagnóstica como terapéutica a nivel endovascular puede llevar tanto a nivel venosa como vascular a incidencias con la ruptura, anudado o pérdida de material en el interior del vaso. En ocasiones estas circunstancias requieren un tratamiento quirúrgico abierto, pero en otras la actuación es endovascular.

Posible patología

Ruptura de catéteres en el interior del vaso.

Anudado de guía y catéteres en el interior del vaso.

Atropamiento de un dispositivo sin ruptura del mismo en el interior del vaso.



Nudo formado en un catéter extraído de la vena cava superior.

El material que queda perdido son catéteres, guías, electrodos, stent, endoprótesis o sistemas de obturación o filtros de cava entre otros.

Procedimiento

Desde el punto de vista vascular casi siempre se basa en la utilización de asas, recogida por atropamiento del dispositivo y extracción del mismo, siempre con control fluoroscópico

Dispositivos

Asas:

Deforma genérica el sistema consta de un catéter que es colocado en el



Lazada de un catéter a nivel intravenoso visualizado por fluoroscopia.

lugar donde se quiere recuperar el Device ayudado por una guía y con la orientación de la marca radiopaca que llevan en el extremo. Se pasa por el mismo el sistema de asa que se despliega al salir del catéter y donde esta asa o asas suelen englobar a la estructura a capturar y es el momento que se tracciona del sistema de asa y se atrapa entre los sistemas alambritos del dispositivo y el catéter. Se tracciona posteriormente de sistema de asa y catéter extrayendo el sistema a recuperar.

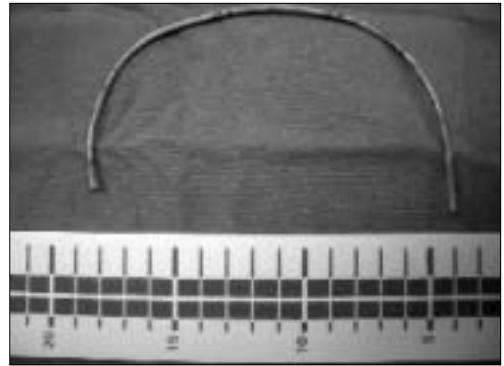


Nudo de un catéter a nivel intravenoso.

El asa Entrio Snare, es un asa triple formado por un triple loop dispuestas en forma de flor que confluyen en el origen del cable para su manipulación. El catéter dispone en su extremo para su visualización fluoroscópica un anillo radiopaco.

El sistema Texan™, fabricado por IDev Technologies INC, es un asa con asa radiopaca de uso sencillo al estar constituido por un lazo que se abre o cierra según se desplace una vaina en la parte distal del dispositivo

Lazo Amplatz (Goose-Neck) es un lazo de nitinol con memoria térmica



Catéter extraído de una vena.

con alta resistencia acodamiento y marcas radiopacas (de tungsteno). Está constituido por un lazo, una vaina, un introductor-cargador y un sistema de manipulación.

BIBLIOGRAFÍA

- CORRIERE, M. A.; PASSMAN, M. A.; GUZMÁN, R. J.; DATTILO, J. B.; NASLUND, T. C., Retrieving «non-retrievable» inferior vena caval Greenfield filters: a therapeutic option for filter malpositioning *Ann Vasc Surg.* 2004; 18 (6): 629-34.
- DEBUS, E. S.; LARENA-AVELLANEDA, A.; MARKUS, C.; ANETSEDER, M.; MOLL, R.; FICHTNER-FEIGL, S.; FRANKE, S., Knotted intravascular catheters—what should be done? *Zentralbl Chir.* 2003; 128 (9): 746-9.
- KARANIKAS, I. D.; PLYCHRONIDIS, A.; VRACHATIS, A.; ARVANITIS, D. P.; SIMOPOULOS, C. E.; LAZARIDES, M. K., Removal of knotted intravascular devices. Case report and review of the literature. *J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23: 189-194.
- LIU, J. C.; TSENG, H. S.; CHEN, C. Y.; CHERN, M. S.; KO, S. C.; CHIANG, J. H.; CHANG, C. Y., Percutaneous retrieval of intravascular foreign bodies: experience with 19 cases. *Kaohsiung J Med Sci.* 2002; 18 (10): 492-9.
- SIEGEL, R. L.; NOSHER, J. L.; BODNER, L., Routine peripherally inserted central catheter placement resulting in delayed intravascular foreign body. *J Vasc Interv Radiol.* 2004; 15 (10): 1167-9.

PROCEDIMIENTOS
ARTERIALES
ESPECÍFICOS

Cirugía endovascular del sector ilíaco

VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Introducción

La reconstrucción arterial para la enfermedad ilíaca uni o bilateral se puede realizar mediante técnicas endovasculares, angioplastia y stent con unos resultados de permeabilidad plenamente satisfactorios, y con unos márgenes de riesgos completamente distintos a los de la cirugía abierta.

Los resultados de las técnicas endoluminales son muy discutidos, comparándolos con los de la cirugía clásica, pero hay que tener en cuenta que es difícil realizar estas comparaciones debido a la disparidad de situaciones y pacientes con que nos vamos a encontrar, distintas lesiones y distintos tipos de pacientes.

Con todo para realizar este tipo de técnicas, es indispensable un cambio en la mentalidad del cirujano, cambiando las conclusiones a las que llega ante la exploración del paciente y sus arteriografías, y un nuevo y exhaustivo conocimiento de este tipo de técnicas y del material que requieren.

Los objetivos de las técnicas endovasculares son:

- Aumentar la luz del vaso lesionado por medio de la dilatación de éste

con catéter provisto en su extremo de un balón inflable (Angioplastia).

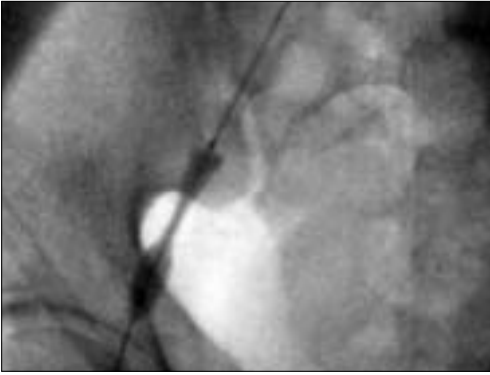
- Apuntalar los resultados y mantener la permeabilidad vascular evitando las fuerzas intrínsecas o extrínsecas de colapso de la pared (Stent).

Material necesario para la realización de estas técnicas

- Abocath™ del número 16 para realizar la primera cateterización arterial.
- Introducutor 6F a 10F (3,3 mm).
- Guías: Terumo™ o hidrógila. Amplatz Super Stiff™ o más rígida (fig. 1).
- Catéteres de alto flujo para arteriografías que permiten una excelente visualización con una punta flexible y atraumática.
- Catéteres de bajo flujo para cateterizaciones selectivas.

Requerimientos básicos para la realización de estos procedimientos

- Experiencia y cualificación del médico.



Angioplastia iliaca.

- Amplio suministro de materiales (guías y catéteres).
- Buen equipo de imagen.
- Buen acceso vascular cerrado o abierto.
- Apropiada disponibilidad de tamaño en balones y stent.
- Absoluta esterilidad.

Técnica del cateterismo

Mediante la técnica de Seldinger se realiza la punción arterial con el Abbocath™, de forma anterógrada por debajo del pliegue inguinal a unos 4 cm en el punto donde exista la pulsatilidad de la arteria.

Se introduce a través de la aguja una guía metálica con punta en «J» para canaliza la arteria sin dañarla, se retira el Abocath™ y se avanza un introductor a través de la guía.

En ocasiones y sobre todo si vamos a realizar algún otro tipo de Cirugía Vasculare directa complementaria, es posible la visualización de la arteria a cielo abierto y realizar la técnica de Seldinger de la misma forma, pero viendo la arteria, no

sólo palpándola. En estos casos es siempre preferible realizar la técnica de Seldinger como si fuera una punción, que realizar una arteriotomía y desde ella iniciar el cateterismo, ya que las posibilidades de realizar una disección de la pared arterial aumentan.

Una vez que tenemos colocado el introductor tenemos una puerta abierta a cualquier procedimiento. Lo primero es colocar una guía de Terumo™ a lo largo del eje iliaco hasta la aorta, y esta guía deberá de permanecer siempre colocada para evitar en lo posible lesiones parietales.

La siguiente maniobra es la práctica de una arteriografía para controlar la arteria y señalar la lesión existente, a este nivel es casi siempre posible la realización de la misma sin la ayuda de un inyector. Un control importante que debemos hacer en este momento es la visualización del eje arterial contralateral, ya que si no lo hacemos debemos de pensar siempre en la posibilidad de una disección.

Con la arteriografía realizada, señalizaremos sobre el monitor la lesión arterial, ya sea mediante la realización de road-mapping o mediante simple rotulado sobre el monitor de la lesión, en la mayoría de los casos nosotros siempre preferimos esta segunda posibilidad.

Con la lesión vista pensaremos en la realización de la angioplastia, tamaño y longitud del balón con que lo haremos. El balón se introduce con la ayuda de la guía que tendremos siempre colocada, y una vez llegados a la lesión realizaremos el inflado del balón con la ayuda de un manómetro hasta alcanzar una presión de 6-8 atm durante 1 minuto.

Retiramos el balón, realizamos un nuevo control arteriográfico y según el tipo de lesión y de la reparación alcanzada se colocará posteriormente un stent o no.

El objetivo primario de estos procedimientos es aumentar la luz del vaso en la zona lesionada, por inflado de balón en la placa de ateroma y se logra mediante una agresión controlada en la pared arterial, así mismo se produce una fractura de la placa de ateroma, desgarro longitudinal de la íntima, estiramiento de la capa muscular pero no de la adventicial, lo que puede producir dolor, alteración de la pared del vaso con hiperemia por aumento de los vasa vasorum, una contractibilidad del vaso disminuida, un aumento de metabolitos (prostaglandinas), hiperplasia de la íntima, formación de neoíntima y proliferación fibroblástica.

Se realizará dilatación simple, en estenosis, con balón de angioplastia y manómetro. El tamaño del balón será igual al diámetro máximo de arteria en zona sana y superar longitud de la extensión de la estenosis.

La colocación de un stent puede ser primaria o secundaria a una dilatación previa. En estos casos se deben de evitar balones de calibre superior al stent y siempre «intra-stent». Su indicación se encuentra en estenosis ostiales primarias, estenosis mayores del 30% o existencia de un gradiente de presión después de la dilatación simple, en disecciones de la pared ilíaca, reestenosis hiperplásicas o arterioscleróticas.

Los stent que vamos a poder utilizar pueden tener diversas características y deberemos conocerlas para poder utilizar en cada momento el tipo más apropiado.

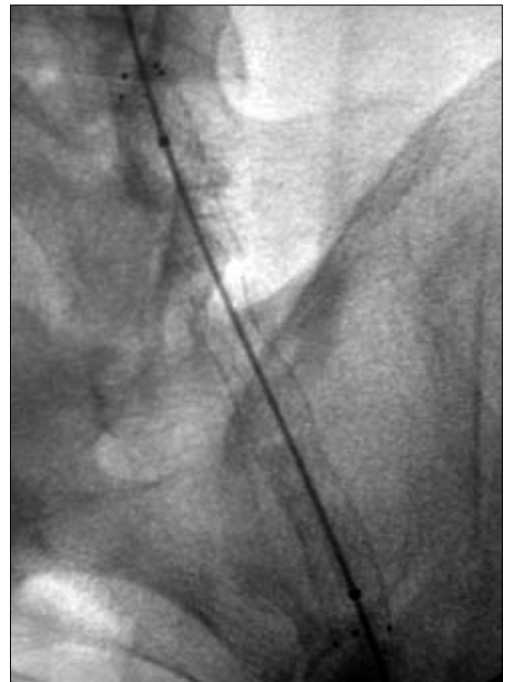
- Stent flexible vs rígido: Los primeros ofrecen una mejor adaptación a la pared mientras que los segundos son más válidos para segmentos cortos.
- Stent autoexpandible vs balón: los autoexpandibles necesitan introduc-

tores más pequeños y son más flexibles, en contra no tienen tanta precisión en su localización, presentan menor fuerza radial y resulta difícil prever su extensión longitudinal.

- Stent de acero vs nitinol: los de acero son más biocompatibles y resistentes a la corrosión, lo de nitinol son más difíciles de ver con fluoroscopia y son más trombogénicos por su carga positiva.

A nivel ilíaco las posibilidades que existen se complican un poco más, ya que a los tipos de stent, de balón y autoexpandibles se unen la posibilidad de una endoprótesis.

¿Qué es lo que se busca con la utilización de una endoprótesis? Disminuir la trombogénicidad del sistema, evitar las



Colocación de stent ilíaco.

reestenosis por hiperplasia intimal, pero aumentan la rigidez del mismo y por supuesto se pierde la permeabilidad de las colaterales.

Así como existen dos tipos de stent, balón y autoexpandible existen dos tipos de endoprótesis:

- Wallgraft® Prótesis metálica radioopaca, con un cierto grado de fuerza radial sobre la pared vascular para mantener la luz, de Nitinol, metal con memoria a la temperatura corporal, recubierta de poliéster, de porosidad media.
- Hemobanh® Prótesis radioopaca, que precisa expansión con balón sobre la pared vascular para abrirse completamente, de PTFE, de porosidad cero.

Las indicaciones de la endoprótesis son en general muy similares a las del stent, añadiendo fundamentalmente las recanalizaciones.

Existen como veíamos antes una serie de factores que comprometen el resultado del stent:

- Trombogenicidad. La endotelización se produce en algunas semanas y la trombosis precoz es una complicación severa de esta técnica. Su frecuencia disminuye con la utilización de un metal no trombogénico, con una arquitectura que posibilita un mínimo contacto con la sangre circulante y con un tratamiento antiagregante.
- Reestenosis. Existe un mecanismo de hiperplasia intimal, la pared arterial reacciona ante las fuerzas ejercidas sobre ella, siendo más importante cuanto menor es el calibre del vaso. Cierta número de reestenosis se han descrito al cabo de algunas

semanas por hiperplasia mio-intimal favorecida por el cambio de compliance de la pared arterial, por una cobertura incompleta de la lesión tratada o por pequeñas lesiones o desgarros producidas a lo largo del procedimiento de colocación.

- Rigidez. Parece que la posibilidad de utilizar una endoprótesis rígida, disminuye la compliance y la hiperplasia intimal, pero disminuye la posibilidad de colocación en determinados vasos muy sinuosos.
- Irregularidades del calibre. Necesidad de angioplastia previa.
- Permeabilidad de colaterales. En teoría se puede mantener la permeabilidad de algunos vasos debido al entrelazado de la endoprótesis.

Las endoprótesis ejercen sobre la pared un cierto grado de fuerza radial para mantener la luz arterial abierta. Su expansión puede realizarse mediante balón, o ser autoexpandible. Su entrelazado es generalmente de nitinol que permite a la endoprótesis tomar su calibre nominal a la temperatura del cuerpo.

El éxito de estas técnicas va a depender de:

- Longitud de la lesión.
- Presencia de estenosis u oclusiones.
- Adecuado «run-off» distal.
- Presencia de lesiones calcificadas densas.

Hoy día el uso sólo de la dilatación intravascular incluso del stent puede ser la causa de resultados tan dispares o de la existencia de reestenosis, por eso nosotros pensamos que ya que la existencia de estas reestenosis se debe a la posibilidad cierta de una hiperplasia intimal a partir de la dilatación que poco a

poco infiltrará las mallas del stent, podríamos evitar esto, mediante la utilización de endoprótesis.

Así pues ante esta disparidad de criterios en los resultados nosotros hemos utilizado las endoprótesis en varios tipos distintos de pacientes: con patología ilíaca a uno o varios niveles y con historia previa de angioplastia o stenting o no.

El éxito de la cirugía endovascular a nivel ilíaco depende de varios factores: longitud de la lesión, presencia de estenosis u oclusiones, adecuado «run-off» distal y presencia de lesiones calcificadas densas.

La oclusión total de la arteria ilíaca no se consideró como una contraindicación total de estas técnicas a pesar del riesgo de embolismo distal o embolización contralateral tras desprendimiento de material ateromatoso o trombo.

Con estas tesis previas hemos realizado una clasificación de las lesiones de la arteria ilíaca:

1. Estenosis de menos de 3 cm de longitud, concéntricas y no calcificadas.
2. Estenosis entre 3-5 cm de longitud o calcificadas o estenosis excéntricas de menos de 3 cm de longitud.
3. Estenosis entre 5-10 cm de longitud u oclusiones crónicas menores de 5 cm de longitud después de tratamiento trombolítico.
4. a) Estenosis mayores de 10 cm de longitud.
b) Oclusiones crónicas mayores de 5 cm de longitud tras tratamiento trombolítico.
c) Extensa enfermedad aterosclerótica aortoilíaca bilateral.
d) Estenosis ilíaca en pacientes con aneurisma de aorta abdominal u otras lesiones que requieran cirugía aórtica o ilíaca.

El éxito clínico, como en la cirugía abierta lo definimos como desaparición o mejoría considerable de los síntomas, mejoría del gradiente sistólico a través de la lesión y normalización del pulso distal a la lesión.

Su comprobación puede ser clínica, mediante el índice tobillo/brazo y la propia evolución del paciente o técnica con la realización de una angiografía de control.

¿En qué tipo de pacientes están indicadas estas técnicas?

- Pacientes jóvenes, previamente a otro tipo de cirugía más agresiva.
- Pacientes mayores, en los que hay que intentar una mínima agresión.
- Como coadyuvante dentro de otras técnicas.

Las limitaciones de estas técnicas están en la hiperplasia intimal que se crea, la excesiva calcinosis y la tortuosidad de los vasos, por el ello el futuro se espera crear mediante el desarrollo de stent biodegradables, portadores de terapia genética, fármacos o radiación que reduzcan la reacción hiperplásica.

Estas técnicas precisan una farmacología propia, antes, durante y posteriormente al procedimiento.

El día anterior debe de iniciarse si el paciente no lo está ya, una antiagregación con ácido acetil salicílico

Durante el procedimiento hay que evitar trombosis y espasmos. Se dará una dosis de heparina sódica sin sobrepasar 1 mg por kilo de peso y se utilizarán antiespasmódicos como la nitroglicerina y los antagonistas del calcio si fuera preciso.

Posteriormente al procedimiento, en los días iniciales se podrá utilizar heparina de bajo peso molecular y se iniciará la antiagregación con clopidogrel entre 3 meses y un año.

En general la permeabilidad inmediata está entre el 100% y el 96 % y nosotros evaluamos tres tipos de resultados:

- Éxito técnico, definido como un gradiente de presión menor de 10 mm Hg entre ambos ejes ilíacos o a nivel braquial.
- Éxito hemodinámico evaluado como un aumento del índice tobillo-brazo de al menos 0.2 puntos.
- Éxito clínico, que se determinó usando la clasificación de Leriche-Fontaine, el paciente debía de bajar en al menos un punto su clasificación.

Al año, la permeabilidad con esta técnicas es del 90%.

Complicaciones

En el punto de punción arterial puede haber hematomas, pseudoaneurismas postcateterismos, disección post punción arterial y fístulas arterio-venosas.

En la zona a dilatar puede haber una disección subintimal, vasoespasmo y trombosis.

En las zonas distales a la lesión, se pueden producir embolizaciones.

De forma sistémica, se pueden inducir nefropatía por la inyección del contraste y sepsis aunque esto último en raras ocasiones.

BIBLIOGRAFÍA

BALLAED, J. I.; SPARKS, S. R.; TAYLOR, F. C., Complications of iliac artery stent deployment. *J Vasc Surg* 1996; 24: 545-55.

BOSCH, J. L.; HININK, M. G. M., Meta-analysis of the results of percutaneous transluminal angioplasty and stent placement for aortoiliac occlusive disease. *Radiology* 1997; 204: 87-96.

HENRY, M.; AMOR, M.; ETHEVENOT, G., Palmaz stent in iliac and femoropopliteal arteries: primary and secondary patency in 310 patients with 2-4 year follow-up. *Radiology* 1995; 197: 17-174.

JOHNSTON, K. W., Iliac arteries: Reanalysis of results of balloon angioplasty. *Radiology* 1993; 166: 207-12.

KATZ, S. G.; KOHL, R. D.; YELLIN, A., Iliac angioplasty as a prelude to distal arterial by-pass. *J Am Coll Surg* 1994; 179: 577-82.

KRAJČER, Z.; SIOCO, G.; REYNOLDS, T., Comparison of Wallgraft and Wallstent for treatment of complex iliac artery stenosis and occlusion. Preliminary results of a prospective randomized study. *Tex Heart Inst J* 1997; 24 (3): 193-9.

MURPHY, T. P.; WEBB, M. S.; LAMBIASE, R. E., Percutaneous revascularization of complex iliac artery stenoses and occlusions with use of wallstents: three-year experience. *J Vasc Interv Radiol* 1996; 7: 21-7.

NAWAZ, S.; CLEVELAND, T.; GAINES, P., Aortoiliac stenting, determinates of clinical outcome. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999; 117: 351-9.

PALMAZ, J. C.; LABORDE, J. C.; RIVERA, F. J.; ENCARNACIÓN, C. E.; LUTZ, J. D.; MOSS, J. G., Stenting of the iliac arteries with the Palmaz stent: Experience from multicenter trial. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1992; 190: 199-202.

STRECKER, E. P.; BOOS, I. B. L.; HAGEN, B., Flexible tantalum stents for the treatment of iliac artery lesions: long-term patency, complications, and risk factors. *Radiology* 1996; 199: 641-7.

TEPE, G.; DUDA, S. H.; HANKE, H.; SCHILZE, S.; HAGMEIER, S.; BRUCK, B.; SCHOTT, U.; BETZ, E.; SCHMAHL, F. W.; CLAUSSEN, C. D., Covered stents for prevention of restenosis. Experimental and clinical results with different stent designs. *Invest Radiol* 1996; 31 (4): 223-9.

TETTEROO, E.; VAN DER GRAAF, F. Y.; BOSCH, J. L.; VAN ENGLER, A. D.; HININK, M. G. M., Randomised comparison of primary stent placement versus primary angioplasty followed by selective stent placement in patients with iliac-artery occlusive disease. *Lancet* 1998; 351: 1153-9.

Tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes de las arterias periféricas de los miembros inferiores

CARLOS VAQUERO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Se podría englobar como arterias periféricas, aquellas ramas arteriales de mediano y pequeño calibre que corresponden a la irrigación arterial de los miembros tanto superiores e inferiores.

Arterias donde este tipo de procedimientos se ha demostrado su eficacia son:

- Arteria ilíaca común.
- Arteria ilíaca externa.

De más dudosa efectividad e indicación sería la aplicación de los procedimientos endovasculares a nivel de:

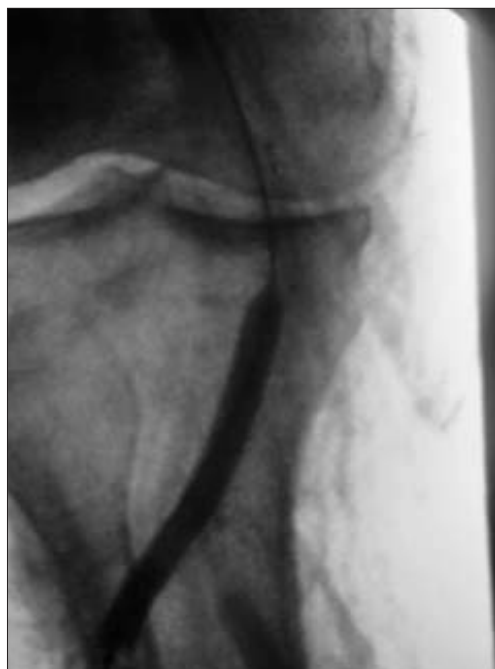
- La arteria femoral superficial.
- Arteria poplítea.

Arterias distales del miembro inferior tales como el tronco tibioperóneo, arteria tibial posterior, arteria tibial anterior y arteria perónea.

Vías de abordaje

La arteria femoral común sería la puerta de entrada de elección en la mayoría de

los casos entre los que se incluiría el abordaje endovascular del eje ilíaco y arterias distales del miembro inferior.



Angioplastia del tronco tibioperoneo arterial.

Técnica del procedimiento:

1. Se punciona arteria femoral con trocar tipo Abbocatt. Se introduce guía. Se saca Abocatt y se introduce introductor 7-8 F.
2. Se introduce guía Terumo y se sobrepasa la lesión.
3. Se introduce catéter multipropósito realizando angiograma.
4. Se introduce stent por sistema monorraíl o coaxial stent montado en balón. Se despliega stent.
5. Se retira sistema.
6. Se realiza angiograma. Se retira catéter.
7. Se retira el sistema de introductor y se realiza compresión.



Stent a nivel proximal de los vasos distales.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHARACH, J. M.; SLOVUT, D. P., Endovascular therapies for vascular disease. *Am Heart Hosp J.* 2003 Winter;1 (1): 69-76.
- BATES, M. C.; ABURAHMA, A. F., An update on endovascular therapy of the lower extremities. *J Endovasc Ther.* 2004;11 Suppl 2: III07-27.
- BLACK, J. H 3RD.; LAMURAGLIA, G. M.; KWOLEK, C. J.; BREWSTER, D. C.; WATKINS, M. T.; CAMBRIA, R. P., Contemporary results of angioplasty-based infrainguinal percutaneous interventions. *J Vasc Surg.* 2005; 42 (5): 932-9.
- DEROM, A.; VERMASSEN, F.; ONGENA, K., PTA and stenting after previous aortoiliac endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2001; 22: 130-3.
- MOUSA, A.; RHEE, J. Y.; TROCCIOLA, S. M.; DAYAL, R.; BEAUFORD, R. B.; KUMAR, N.; HENDERSON, P.; MCKINSEY, J.; MORRISSEY, N. J.; KENT, K. C., Faries PL. Percutaneous endovascular treatment for chronic limb ischemia. *Ann Vasc Surg.* 2005; 19 (2): 186-91.
- MURRAY, J. G.; APHORP, L. A.; WILKINS, R. A., Long-segment (>10 cm) femoropopliteal angioplasty improved technical success and long-term patency. *Radiology* 1995; 195: 158-62.
- ONAL, B.; ILGIT, E. T.; KOSAR, S.; AKKAN, K.; GUMUS, T.; AKPEK, S., Endovascular treatment of peripheral vascular lesions with stent-grafts. *Diagn Interv Radiol.* 2005; 11 (3): 170-4.
- SAHA, S.; GIBSON, M.; TORRIE, E. P. H.; MAGEE, T. R.; GALLAND, R. B., Stenting for localised arterial stenoses in the aorto-iliac segment. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2001; 22: 37-40.

Tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes de la arteria renal

CARLOS VAQUERO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Las lesiones estenosantes de la arteria renal ya sean de origen ateroscleroso como angiodisplásico se pueden beneficiar del tratamiento endovascular ya sea mediante el procedimiento de la simple angioplastia como la del mantenimiento de la luz con stent. El procedimiento se puede realizar por punción femoral si no hay patología asociada o cuando la hay sobre todo a nivel periférico a nivel de miembros inferiores aprovechando la arteriotomía de la reconstrucción convencional. Sin embargo los pasos del procedimiento serían.

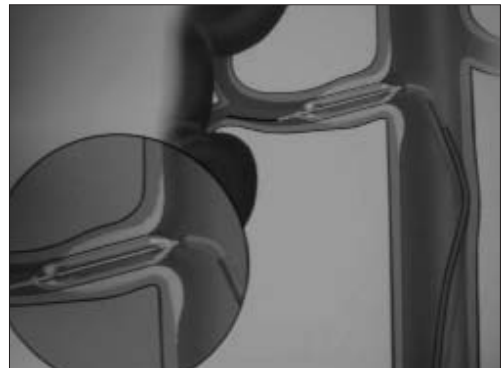
Indicaciones

Lesiones oclusivas parciales de la arteria renal de origen ateroscleroso o fibrodísplásico.

Estenosis de la arteria renal.

Técnica

1. Se punciona arteria femoral con Abbocatt. Se introduce la guía. Se saca la parte plástica del Abbocatt y se introduce introductor 7-8 F.
2. Se introduce guía Terumo y se alcanza zona arteria renal.
3. Se introduce catéter multipropósito intentando canalizar la arteria. Angiograma.
4. Se retira catéter diagnóstico y se introduce catéter guía.
5. Se introduce guía de 14" en ramas renales.
6. Se introduce stent por sistema monorraíl o coaxial stent montado en balón.

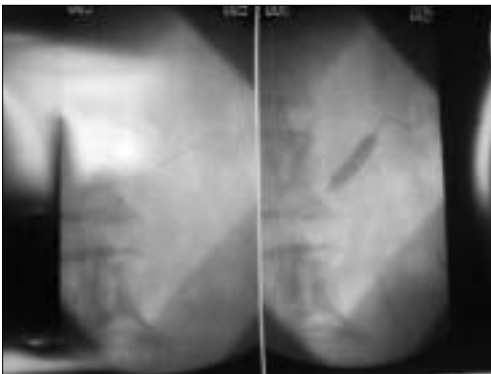


Técnica de la angioplastia renal.

7. Se retira sistema stent, catéter guía y guía.
8. Se retira el sistema de introductor y se realiza compresión.



Imagen de una estenosis renal.



Técnica de la angioplastia en un paciente.

Complicaciones

Mala posición del stent, ya sea no tratando la lesión en toda su extensión o porque el mismo quede protruyendo a nivel de la luz de aorta

Trombosis secundaria a la implantación del stent

Lesión parietal de la arteria renal, perforando o disecando la misma

Entre los acontecimientos adversos estarían:

Imposibilidad de implantación por expulsión de las guías, falta de mantenimiento de la misma en la luz, rechazo de los catéteres guía.



Estenosis de la arteria renal izquierda.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIGHI, J.; SABETI, S.; DICK, P.; SCHLAGER, O.; AHMADI, R.; MINAR, E.; SCHILLINGER, M., Impact of the rapid-exchange versus over-the-wire technique on procedural complications of renal artery angioplasty. *J endovasc Ther* 2005; 12: 233-9.
- CREMONESI, A.; CASTRIOTA, F.; MANETTI, R.; LISO, A.; RICCI, E.; OSHOALA, K., direct Renal stenting. *Endovascular today* 2004; 9: 28-35.
- KÜHNL, A.; PELISEK, J.; TIAN, W.; KUHLMANN, M.; ROLLAND, P. H.; MEKKAOU, C.; FUCHS, A.; NIKOL, S., C-type natriuretic peptide inhibits constrictive remodelling without compromising re-endothelization in balloon-dilated renal arteries. *J Endovasc Ther* 2005; 12: 171-82.
- NOVICK, A. C., Percutaneous Transluminal Angioplasty and Surgery of the renal Artery. *Eur. J. Vasc. Surg.*, 1994; 8: 1-9.
- SENEKOWITSCH, C.; ASSADIAN, A.; WLK, M. V.; ASSADIAN, O.; PTAKOVSKY, H.; HAGMULLER, G. W., Renal artery surgery in the era of endovascular intervention. *Vasa*. 2004; 33 (4): 226-30.
- STARNES, B. W.; O'DONNELL, S. D.; GILLESPIE, D. L.; GOFF, J. M.; ROSA, P.; RISCH, N. M., Endovascular management of renal ischemia in patient with acute aortic dissection and renovascular hipertensión. *Ann Vasc Surg*. 2001; 16: 368-74.
- ZELLER, T., Percutaneous endovascular therapy of renal artery stenosis: technical and clinical developments in the past decade. *J Endovasc Ther*. 2004; 11 Suppl 2: I196-106.

Tratamiento endovascular de las lesiones de las arterias viscerales digestivas abdominales

CARLOS VAQUERO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Las arterias viscerales digestivas abdominales son tres: el tronco celiaco, la arteria mesentérica superior y la arteria mesentérica inferior. De ellas desde el punto de vista endovascular la arteria mesentérica inferior no suele ser tratada.

Desde el punto de vista clínico, dos son el tipo de lesiones que tienen lugar en estos vasos arteriales, por una parte las lesiones oclusivas tipo estenosis y por otro lado las aneurismáticas.

De las lesiones oclusivas para su tratamiento endovascular, se siguen para sentar la indicación terapéutica los criterios clínicos iguales a la cirugía convencional, es decir la sintomatología clínica y la afectación por lo menos de dos vasos.

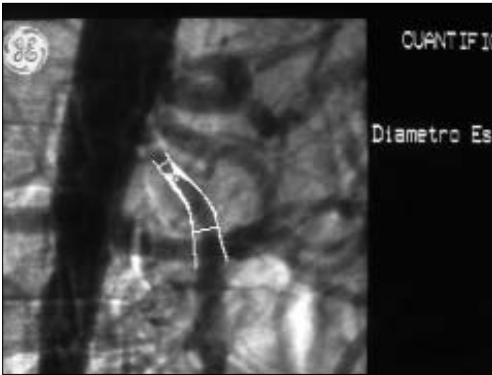
Es importante el diagnóstico previo con los medios convencionales para localizar y delimitar las lesiones, mostrándose el estudio angiográfico todavía como fundamental previo a la indicación terapéutica y al tratamiento operatorio sea convencional o endovascular.

Las peculiaridades que presenta el tratamiento endovascular tanto del tronco celiaco como la arteria mesentérica superior son las siguientes:



Aneurisma de mesentérica superior diagnosticada mediante TAC.

1. El tratamiento de las lesiones aneurismáticas, sigue siendo a este nivel una procedimiento de aplicación casi anecdótico por las dificultades que presenta la implantación de un



Estenosis arteria mesentérica.

stent cubierto para excluir el aneurisma sin desencadenar complicaciones como el cierre de ramas o la trombosis secundaria.

2. En las lesiones estenóticas, es factible sin grandes problemas técnicos, la realización de angioplastia y hasta la implantación de stent, aunque por la baja incidencia de las lesiones o las pocas indicaciones asumidas en la actualidad no suelen ser muy frecuente la realización de estos procedimientos.

3. Las complicaciones de la realización de cirugía endovascular en estos vasos suelen ser muy graves y que conllevan la muerte en ocasiones del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

- KARAMAN, K.; ONAT, L.; SIRVANCI, M.; OLGA, R., Endovascular stent graft treatment in a patient with splenic artery aneurysm. *Diagn Interv Radiol.* 2005; 11 (2): 119-21.
- KESHAVA, S. N.; FALK, A., Revascularization of aortic arch branches and visceral arteries using minimally invasive endovascular techniques. *Mt Sinai J Med.* 2003; 70 (6): 401-9.
- PETROV, I.; GROZDINSKI, L.; DZHORGGOVA, IU.; CHERVENKOV, V.; ILIEV, N.; KARAMFILOV, K.; ZAKHARIEV, T.; CHIRKOV, A., The first case of one stage endovascular treatment of the stenosis in the celiac trunk, bilateral renal arteries, and right common iliac arteries. *Khirurgiiia (Sofia).* 2003; 59 (6): 36-40.
- SALTZBERG, S. S.; MALDONADO, T. S.; LAMPARELLO, P. J.; CAYNE, N. S.; NALBANDIAN, M. M.; ROSEN, R. J.; JACOBOWITZ, G. R.; ADELMAN, M. A.; GAGNE, P. J.; RILES, T. S.; ROCKMAN, C. B., Is endovascular therapy the preferred treatment for all visceral artery aneurysms? *Ann Vasc Surg.* 2005; 19 (4): 507-15.

Cirugía endovascular de los troncos supraórticos proximales

CARLOS VAQUERO - SANTIAGO CARRERA

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

El origen de los troncos supraórticos proximales es un lugar de predilección de asentamiento de patología ateromatosa oclusiva. Sus repercusiones isquémicas cuando no existen oclusiones totales son muy bien toleradas y el tratamiento quirúrgico convencional en ocasiones conlleva un riesgo y agresión quirúrgica considerable para los pacientes. La cirugía endovascular resulta un método alternativo de sencilla ejecución, bajo riesgo y buenos resultados.

El procedimiento puede ser simple con la realización de una angioplastia o conllevar el intento de apuntalamiento de la reconstrucción endoluminal mediante la colocación de un stent

La patología se puede afectar en los siguientes vasos:

1. Tronco arterial braquiocefálico.
2. Origen de la arteria subclavia derecha.
3. Origen de la arteria carótida derecha.
4. Origen de la arteria subclavia izquierda.
5. Origen de la arteria carótida izquierda.
6. Origen de las arterias vertebrales.



Estenosis del origen de la arteria vertebral.

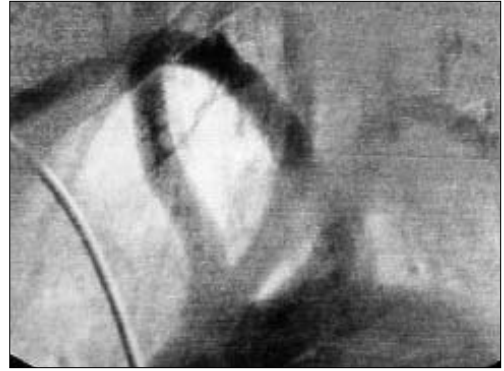
Los abordajes de todas las arterias se pueden realizar mediante un acceso femoral, llegando hasta el cayado aórtico, cateterizando con una guía el origen de los vasos utilizando previamente el catéter guía adecuado para el vaso y la morfología de las arterias. Sin embargo las arterias subclavias o el tronco bra-

quicefálico permite y además mostrándose como una vía técnicamente sencilla la radial, humeral o axilar por vía retrógrada. En todos estos casos el acceso puede realizarse por punción percutánea del vaso. En el caso de la arteria carótida la vía es retrógrada pero es de difícil ejecución sobre todo por el problema de la posterior hemostasia del vaso la técnica de punción, por lo que se suele optar si se elige esta vía por el abordaje previa disección.

Las arterias vertebrales presentan cierta dificultad técnica en su abordaje, y es donde hay que elegir el material adecuado para su realización en lo que respecta a guías y catéteres.

Las vías para su abordaje serían.

- Vía femoral. Suele ser la más frecuentemente utilizada, llegando una vez logrado el acceso vascular a nivel femoral hasta el arco con la guía hidrofílica. Una vez en este nivel se debe intercambiar la vía por un catéter angiográfico, generalmente tipo pig tail y se realiza una angiografía para obtener la información del origen de los troncos. Posteriormente se cambia el catéter diagnóstico por una guía



Paciente con disfgia lusoria tratado endovascularmente.

que a veces es necesario introducir posteriormente un catéter diagnóstico de acuerdo al vaso arterial a abordar para lograr introducir la guía en el vaso. Se introduce la guía posteriormente y una vez situada en una situación estable se suele intercambiar por una guía más rígida para posteriormente introducir con ella como soporte un catéter guía que nos servirá generalmente para las actuaciones adecuadas siendo las más frecuentes la angioplastia o la colocación de stent.

- Vía humeral: Puncionando o diseccionando el vaso se coloca un introductor y a través de él podremos realizar un estudio angiográfico que nos permitirá valorar la situación vascular. Esta vía es sencilla como abordaje de las lesiones a nivel de las arterias del miembro superior, incluidas las arterias subclavas y el tronco braquiocéfalo arterial. Esta vía solo suele requerir introducir una guía soporte del dispositivo para practicar el procedimiento terapéutico.



Colocación de una endoprótesis a nivel subclavio.

BIBLIOGRAFÍA

- COWARD, L. J.; FEATHERSTONE, R. L.; BROWN, M. M., Percutaneous transluminal angioplasty and stenting for vertebral artery stenosis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005; 18; (2): 66-7.
- DE VRIES, J. P.; JAGER, L. C.; VAN DEN BERG, J. C.; OVERTOOM, T. T.; ACKERSTAFF, R. G.; VAN DE PAVOORDT, E. D.; MOLL, F. L., Durability of percutaneous transluminal angioplasty for obstructive lesions of proximal subclavian artery: long-term results. *J Vasc Surg.* 2005; 41 (1): 19-23.
- JOO, J.Y.; AHN, J.Y.; CHUNG, Y.S.; CHUNG, S. S.; KIM, S. H.; YOON, P. H.; KIM, O. J., Therapeutic endovascular treatments for traumatic carotid artery injuries. *J Trauma.* 2005; 58 (6): 1159-66.
- GUTIÉRREZ ALONSO, V.; SAN NORBERTO, E.; CENIZO, N.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO; DEL BLANCO; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Revascularización de troncos supraórticos previa al tratamiento endovascular de un aneurisma torácico. *Técnicas Endovasculares.* 2004; 7 (3): 1109-1112. 2004.
- TAKACH, T. J.; DUNCAN, J. M.; LIVESAY, J. J.; KRAJICER, Z.; CERVERA, R. D.; GREGORIC, I. D.; OTT, D. A.; FRAZIER, O. H.; REUL, G. J.; COOLEY, D. A., Brachiocephalic reconstruction II: operative and endovascular management of single-vessel disease. *J Vasc Surg.* 2005; 42 (1): 55-61.
- VINCES, F.Y.; SPERLING, D. C., Endovascular treatment of a combined pseudoaneurysm and arteriovenous Fístula of the subclavian artery caused by a gunshot wound to the chest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 130 (1): 225-7.
- WERRE, A.; VAN DER VLIET, J.A.; BIERT, J.; BLANKENSTEIJN, J. D.; KOOL, L. J., Endovascular management of a gunshot wound injury to the innominate artery and brachiocephalic vein. *Vascular.* 2005; 13 (1): 58-61.

Tratamiento endovascular de las lesiones oclusivas de la bifurcación carotídea

CARLOS VAQUERO - JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ-FAJARDO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Es un procedimiento mínimamente invasivo que se realiza generalmente de forma percutánea, con anestesia local y sin necesidad de ingreso hospitalario, consistente generalmente en la ampliación de la luz de la arteria carótida interna mediante la colocación de un stent.

Las *indicaciones* admitidas de forma general para el tratamiento endovascular de las lesiones estenosantes a nivel de la bifurcación carotídea serían.

– Clásicas:

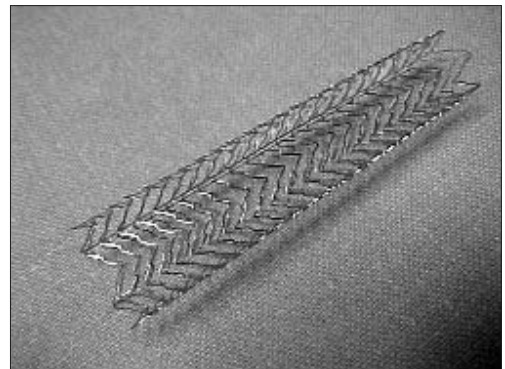
1. Lesiones estenosantes de la bifurcación carotídea en cuellos denominados hostiles, que han sufrido algún tipo de intervención abierta con cicatrices previas o aquellos que han sufrido procesos de radiación.
2. Reestenosis después de cirugía de la estenosis carotídea a los que se les aplicó la endarterectomía con cierre simple de la arteriotomía o con el cierre mediante la colocación de un parche.
3. Estenosis distales de la arteria carótida interna de difícil acceso quirúrgico.

4. Re-estenosis post stent carotídeo.
5. Estenosis críticas con oclusiones contralaterales.
6. Lesiones en tandem.

– Nuevas:

1. Todas las lesiones ateromatosas.
2. Pacientes alto riesgo.

Las *contraindicaciones* del tratamiento endovascular de las lesiones carotídeas serían:



Stent troncoarterial Stent de Carótidas
RX ACCULINK™ de Guidant.

1. Anatomía del arco aórtico y sus ramas inaccesible.
2. Oclusión total o muy cerrada de la lesión.
3. Disfunción renal grave.
4. Accidente vascular cerebral reciente de menos de 4 semanas.
5. Intolerancia a los inhibidores plaquetarios.
6. Lesiones embólicas (GSM < 25).
7. Dificultades anatómicas como kin-kink severo.
8. Calcificación masiva.
9. Experiencia limitada del equipo en endocirugía.
10. Trombo en la lesión carotídea.
11. Insuficiencia renal severa.

RIESGOS:

– anatómicos

Tortuosidad vascular previa y posterior a la estenosis.

Anomalías congénitas.

Lesiones complejas y largas.

Trombosis.

Kinking o tortuosidad de la arteria carótida interna.

Fuerte calcificación periférica en el arco aórtico, carótida común o carótida interna.

– clínicos

Mayores de 80 años.

Stroke previo.

TIAs progresivo.

Atrofia o demencia cerebral.

Los riesgos de aplicación de un stent carotídeo se incrementan con:

Tortuosidad vascular proximal y distal a la lesión.

Existencia de anomalías congénitas.

Lesiones complejas y largas.

Presencia de trombos intraarteriales.

Tortuosidad o kin-kink de la arteria carótida interna.

Presencia de calcificaciones vasculares.

TÉCNICA DEL PROCEDIMIENTO

Técnica endovascular por punción femoral:

Técnica:

Metodología:

1. Punción.
2. Cateterización.
3. Colocación catéter guía o introductor largo.
4. Cierre.

1. Punción:

– femoral retrógrada.

Introductor corto 4-5 Fr.

Introductor largo 6-7 Fr (90 cm).

– Anterógrada carótida común.

– Braquial retrógrada.

2. Cateterización:

– femoral retrógrada.

LAO +/- 30° para optimización de visualización arco aórtico.

Heparinización.

Angiografía del arco si existen problemas de cateterización.

Elección de catéter diagnóstico según las preferencias y experiencia.

• Bentson2 JB2 para troncobraquicefálico.

- Sidewinder 2 SIM2 para tronco-braquicefálico.
- Sidewinder 3 SIM 3 para tronco-braquicefálico.
- Newton IV NH4 para carótida primitiva izda.
- Newton I HNI para carótida primitiva izquierda.

Elección de la guía

La primera elección será una Terumo 0.035 stiff J tip Glide-wire.

Se avanza lo mas posible a través de la carótida externa.

Se avanza posteriormente la vaina.

Se avanza el catéter angiográfico o con su dilatador por la carótida común.

En arcos con dificultades, se intenta con un introductor de mayor tamaño de French y se deja la guía Glidewire stiff en la carótida externa.

- La punción directa de la carótida común se sigue con la colocación de un introductor de 5-6 French.

Se realiza una punción baja.

Se coloca un introductor corto de 5-6 Fr.

El procedimiento es incómodo para el paciente y el cirujano sobre todo con anestesia local.

Dificultad de hemostasia por compresión.

- El acceso de la arteria braquial se realiza en arcos bovinos con introductores de 45 cm.

Se realiza a nivel del codo por la arteria humeral.

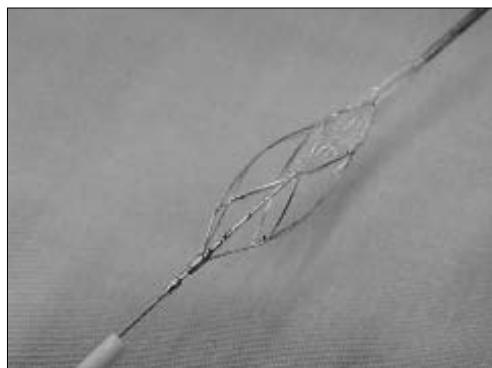
Se realiza la cateterización de la carótida común avanzando un introductor largo de 6 Fr.

Con ateromatosis del arco aórtico existe peligro de embolización en la cateterización y cambios de introductor así como los cambios de técnica.

El acceso se cierra con buena APTT y cierre del dispositivo.

Procedimiento:

1. Se realiza la punción femoral con un sistema tipo Abocatt de 16G. Se introduce la guía y se coloca un introductor del 6 ó 7 Fl.
2. Se introduce la guía de Terumo 0.035"l.
3. Se coloca un catéter diagnóstico multipropósito, Bentson 2, NewtonIV o del tipo adecuado para cateterizar la carótida.
4. Colocación de un catéter guía con un sistema de llave valvular. Se realiza angiograma carotídeo con arco 30° oblicuo.



Sistema de protección cerebral
Sistema de Protección de Carótidas
RX ACCUNET™ de Guidant.

5. Introducción del sistema guía-sistema de protección de embolización cerebral. Despliegamiento del sistema.
6. Introducción del stent (sistema monorraíl Acculink). Despliegamiento y extracción del sistema.
7. Extracción del sistema de protección previo plegado del mismo.
8. Extracción del sistema y catéter guía previo angiograma.

Sistemas de protección

Se pueden clasificar en

1. Filtros.
2. Balones oclusores.
3. Sistemas de control circulatorio.

Dispositivos:

1. Filtros: Consisten en dispositivos tipo filtro que se despliegan distalmente a la lesión y que previenen la embolización distal mediante la retención del material desprendido y que posteriormente una vez realizado el procedimiento se pueden extraer al exterior.

Accunet (GDT) (Guidant), formado por un sistema de filtro tipo canastilla que se despliega sobre una guía de forma concéntrica.

Spider, Comercializado por Ev3, es un sistema de protección cerebral basado en un sistema de embudo para captura de trombos.

Emboshield. Sistema de protección también con un dispositivo de cazoleta desplegable para atrapamiento de material trombótico es comercializado por Abbott vascular.

Angioguard (Cordis).

Emboic distal protection (Medtronic), con una cesta de malla de nitinol que permite poros de 100 micro distales.

Filterwire EX (EPI- Boston Scientific) de 80 microm los poros.

Intraguard (Intratherapeutics).

Neuroshield™ (MedNova-Abbott) con filtros de 150 microns.

Trap (Microvena) de cestilla de malla de nitinol, presentada en distintos diámetros.

E trap Filter (Metamorphic Surgical Devices).

Scion CV (Angio Pro).

Embol-X².

El sistema de protección cerebral si tomamos de ejemplo el sistema *Accunet®* comercializado por la casa Guidant, se compone de una cesta que se mantiene desplegada en una capsula de plástico. Su preparación se realiza mediante inyección de suero heparinizado por la parte distal e inferior hasta que sale una gota por la parte superior cerrando en este momento la tuerca. Se introduce el sistema de cesta en catéter empujando el mismo y controlando de forma visual. Se cierra torque. Se perfunde todo el dispositivo y se introduce la funda pelable en el dispositivo torque que servirá posteriormente para la liberación de la cesta. El sistema una vez que se introduce en el catéter guía a través de la llave valvular utilizando un sistema tubulo-canalicular, previa curvatura del floppy de forma cuidadosa. Una vez situado el sistema de protección en su situación, se despliega la cesta traccionando de la funda-catéter pelable.

A través de la guía del sistema de protección se introduce el stent (*Absolute®*) con sistema monorraíl, que una vez en posición se despliega mediante el desplazamiento de la manilla en el dispositivo una vez girado el sistema de seguro. Se retira posteriormente el sistema del stent.

El sistema de protección se retira, introduciendo el catéter de recuperación hasta que se juntan las tres marcas de la cestilla y se juntan con la distal del catéter. El sistema también se recupera con el truco de hacer girar al paciente el cuello por la elongación de la arteria. Se retira el dispositivo.

2. Balones oclusores: basado el procedimiento en el hinchado de un balón que impide el desplazamiento de material embólico distalmente a través de la arteria, pudiéndose extraer generalmente por aspiración.

Moma

Se trata de un sistema de protección cerebral consistente en la colocación de dos balones que se hinchan uno a nivel de la carótida externa y otro a nivel de la carótida común. El sistema esta formado por los dos balones situados en la parte distal de un catéter y en la zona intermedia dispone de una perforación que sirve por una parte para pasar la guía y posteriormente el stent que será colocado a nivel de la lesión y también para el aspirado del contenido.

Triactiv-FX

El sistema consiste en un dispositivo de protección basado en un balón distal. Un sistema de catéter guía es parte principal del sistema que se conecta a una bomba de aspiración y por donde se introduce la guía soporte del balón que se caracteriza por el hinchado con CO₂.

Entre otros se encontrarían los sistemas:

Guard-wire (PercuScorge/Medtronic).
Agus Voltrex System (AVS) (Kensey-Nash).

Theron Triple Coaxial Catheter System.

Endeavor (Target).

Rubicon Médico.

3. Dispositivos de control de flujo: Generalmente revertiendo el sentido de flujo y evitando la embolización al reconducir al sangre de forma temporal a territorios menos peligrosos.

Parodi Anti-Embolic Catéter[®] (Arteria. Inc). Comercializado recientemente por la casa Gore, se trata de revertir el flujo para evitar una embolización distal cerebral.

Limitaciones de los sistemas de protección cerebral:

- Accesos-imposibilidad de cruzar la lesión.
- Perfil del dispositivo o grosor del sistema.
- Intolerancia del paciente a la oclusión.
- Flujo lento.
- Complicaciones durante el intercambio con espasmo o disección.
- Recuperación subóptima.
- Incremento tiempo de implantación o procedimiento.

Las complicaciones de la técnica se podrían agrupar en los siguientes apartados:

Complicaciones del *acceso vascular*, como hematoma de la zona, trombosis arterial, pseudoaneurisma, fístula arterio venosa.

Los inherentes a la *utilización de la guía o el catéter empleado*, la disección de la pared arterial, la perforación del vaso, la embolización con repercusión neurológica (con un riesgo del 0.5-1%).

Reacciones al contraste

Entre las complicaciones que podríamos catalogar como de procedimiento estarían enmarcadas en dos grupos:

Dentro de lo que se podrían considerar *complicaciones menores* estarían:

Vasoespasma por vasos de luz reducida o empleo de sistema de protección de tratamiento 100-200 mcg de nitroglicerina.

Cuadros de hipotensión, tratados con infusión de líquidos, drogas vasopresoras.

Bradycardia transitoria o asistolia, tratados con atropina o marcapasos.

Síndrome de hiperperfusión, con control de la presión sanguínea.

Pérdida de conciencia.

Mala colocación del stent.

Entre las *complicaciones graves*

Accidente vascular grave o muerte.

Accidente vascular embólico grave.

Infarto de miocardio.

Trombosis aguda o subaguda del stent, tratada con trombolisis.

Hemorragia cerebral.

Dissección carotídea, tratada con la colocación de un stent.

Perforación carotídea.

Tratamiento:

Vasoespasma con 100-200 mcg de nitroglicerina.

Bradycardia o asistolia transitoria con atropina o colocación de un marcapasos.

Hipotensión con fluidos y vasopresores.

Síndrome hiperperfusión con el tratamiento de la hipertensión sanguínea.

La dissección carotídea colocando un stent.

Trombosis del stent mediante trombolisis.

El rescate neurológico:

Se realizará dependiendo del estado neurológico del paciente.

Tiempo límite dos horas.

Opciones:

Microcatéter con solución trombolítica.

Limpieza mecánica.

Mediante asa.

Colocación de stent carotídeo por reversión de flujo

Se describe la variante técnica con modificaciones descrita por Criado y cols y modificada por nosotros.

Se obtiene una vía venosa central por punción y generalmente la vena yugular contraletal al lado a tratar colocando un introductor de 7F.

Posteriormente se realiza una incisión vertical de unos 2 cm de longitud entre los tendones de inserción clavicular y esternal del músculo esternocleidomastoideo disecando la arteria carótida común en unos 3 cm de longitud, colocando un sistema de Rummel y realizando una punción distal a este sistema con la colocación de un introductor 7F cuya cateterización de la arteria carótida quedaría limitada a unos 2 cm por la colocación a forma de vaina de un tubo plástico que dejaría libre esos 2 cm del introductor. Se realiza la angiografía previa y posteriormente se cierra el sistema de Rummel previa realización de la conexión de la vía de acceso lateral de los introductores a través de una conexión realizando de esta forma una

inversión de flujo desde el sistema carotídeo distal a la vía venosa. Se introduce una guía de 0.14" colocándola a nivel del eje carotídeo por la carótida interna y se introduce un stent en nuestro caso preferimos el de la casa Guidant Acculink troncocónico liberando el mismo. Si es necesario se realiza una dilatación con balón. Se abre el sistema de Rummel y se cierra el circuito. Se retira el introductor realizando el cierre de la arteriotomía por punción con un punto de sutura en X. Se cierra el resto de planos.

BIBLIOGRAFÍA

- AHMANDI, R.; WILLFORT, A.; LANG, W. et al., Carotid Stenting: effect of learning curve and intermediate-term morphological outcome. *J Endovasc Ther* 2001; 8: 539-46.
- AL-MUBARACK, N.; ROUBIN, G. S.; VITEK, J. J.; NEW, G.; IYER, S. S., Carotid artery stenting: current status and future prospects. *Indian Heart J* 2001; 53: 445-50.
- BIASI, G. M.; FERRARI, S. A.; NICOLAIDES, A. N.; MINGAZZINI, P. M.; REID, D., The ICAROS registry of carotid artery stenting. Imaging in carotid angioplasties and risk of stroke. *J Endovasc Ther* 2001; 8: 46-52.
- CAVATAS Investigators Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study. (CAVATAS): a randomized trial. *Lancet* 2001; 357: 1729-37.
- CRIADO, E.; DOBLAS, M.; FONTCUBERTA; ORGAZ, A.; FLORES, A., Transcervical carotid artery angioplasty and stenting with carotid flow reversal: Surgical Technique. *Ann Vasc surg* 2004; 18: 257-61.
- Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the carotid and vertebral artery transluminal angioplasty study (CAVATAS): an randomised trial. *Lancet* 2001. 357: 1729-1737.
- Executive Committee for ACAS. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995; 273: 1421-28.
- GOLLEDGE, J.; MITCHELL, A.; GREENHALGH, R. M.; DAVIES, A. H., Systematic comparison of the early outcome of angioplasty and endarterectomy for symptomatic carotid artery disease. *Stroke* 2000; 31: 1439-1443.
- GONZÁLEZ FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; DEL RÍO, L.; DEL BLANCO, I.; CENIZO, N.; VAQUERO, C., Stent carotídeo: limitaciones y nuevos desarrollos. *Rev Esp Inv Quir.* 2004. 7, 2: 69-72.
- JORDAN, JR. W. D.; ROYE, G. D.; FISHER III, W. S.; REDDEN, D.; MCDOWELL, H. A., A cost comparison of balloon angioplasty and stenting versus endarterectomy for the treatment of carotid artery stenosis. *J Vasc Surg* 1998; 27: 16-24.
- LOZANO, F. S.; VAQUERO, C.; FONSECA, J. L.; VAQUERO, F. Y MIEMBROS SOCLACIVAS, Medicina basada en la evidencia y endarterectomía carotídea. Variabilidad de la práctica clínica en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. *Angiología* 2004; 56, 6: 549-59.
- MATHUR, A.; ROUBIN, G. S.; IYER, S. S. et al., Predictors of stroke complicating carotid artery stenting. *Circulation* 1998; 97: 1239-45.
- NAYLOR, A. R.; BOLIA, A.; ABBOTT, R. J., et al. Randomized study of carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: a stopped trial. *J Vasc Surg* 1998; 28: 326-34.
- 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: 445-53.
- OHKI, T.; MARÍN, M. L.; LYON, R. T. et al., Human ex vivo carotid artery bifurcation stenting: correlation of lesion characteristics with embolic potentials. *J Vasc Surg* 1998; 27: 463-71.
- PARODI, J. C., Is flow reversal the best method of protection during carotid stenting. *J Endovasc Ther.* 2005; 12: 166-70.
- PERLER, B. A.; DARDIK, A.; BURLEYSON, G. P.; GORDON, T. A.; WILLIAMS, M. G., Influence of age and hospital volume on the results of carotid endarterectomy: a statewide analysis on 9918 cases. *J Vasc Surg* 1998; 27: 25-33.
- QURESHI, A. I.; LUFT, A. R.; JANARDHAN, V. et al., Identification of patients at risk for periproce-

- dural neurological deficits associated with carotid angioplasty and stenting. *Stroke* 2000; 31: 376-82.
- REIMERS, B.; SIEVERT, H.; SCHULER, G. C.; TÜBLER, T.; DIEDERICH, K.; SCHMIDT, A.; RUBINO, P.; MUDRA, H.; DUREK, D.; COPPI, G.; SCHOFER, J.; CREMONESI, A.; HAUFE, M.; RESTA, M.; KLAUSS, V.; BENASSI, A.; DI MARIO, C.; FAVERO, L.; SCHEINERT, D.; SALEMME, L.; BIAMINO, G., Proximal endovascular flow blockage for cerebral protection during carotid artery stenting. *J endovasc Ther* 2005; 12: 156-65.
- ROUBIN, G. S.; GISHEL, N.; SRIRAM, I. et al., Immediate and late clinical outcomes of carotid artery stenting in patients with symptomatic and asymptomatic carotid artery stenosis: a 5-year prospective analysis. *Circulation* 2001; 103: 532-7.
- VEITH, F.T.; AMOR, M.; OHKI, T.; et al., Current status of carotid bifurcation angioplasty and stenting based on a consensus of opinion leaders. *J Vasc Surg* 2001; 33: S111-6.
- WHOLEY, M. H.; WHOLEY, M.; MATHIAS, K. et al., Global experience in cervical carotid artery stent placement. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2000; 50: 160-7.
- PARODI, J. C.; RUBIN, B. G.; AZIZADEH, A.; BARTOLI, M.; SICARD, G. A., Endovascular treatment of an internal carotid artery thrombus using reversal of flow: a case report. *J Vasc Surg* 2005; 41 (1): 146-50.
- WANG, H.; SWISCHUK, J. L.; FRASER, K.; ALVERNIA, J.; LANZINO, G., Transaxillary carotid stenting: technical case report. *Neurosurgery* 2005; 56 (2 Suppl): E441; discussion E441.

Tratamiento endovascular del aneurisma aorto-ilíaco

CARLOS VAQUERO-VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

El tratamiento endovascular del aneurisma de aorta abdominal se ha convertido en una alternativa real al tratamiento convencional desde que Juan Carlos Parodi lo propuso en 1991. Desde entonces ha habido un desarrollo no sólo de la técnica en sí, sino también y lo que parece ser más importante de los dispositivos para aplicarlo. Se han evaluado sus resultados, discutido sus complicaciones y evaluado de una forma real los procedimientos.

Indicaciones

Los aneurismas de aorta abdominal e ilíacas no tributarios de tratamiento quirúrgico convencional por alto riesgo y cumplan los criterios de selección.

REQUISITOS TÉCNICOS:

- Cuello aneurismático de por lo menos una longitud de 15 mm.
- Pacientes en los que el diámetro del cuello aórtico proximal no sea inferior por lo menos 1 mm más pequeño que el diámetro del dispositivo elegido. A nivel distal ilíaco se precisa también dispositivos con un mm superior al de la arteria. Se sue-

len sobredimensionar un 20% sobre el diámetro de la arteria.

- Excluidos los pacientes con aneurismas supra e yuxtarenal para técnicas endovasculares convencionales.
- Pacientes con una sola arteria iliaca interna permeable, que sea previsible su oclusión por el procedimiento, comprometiendo su permeabilidad, aunque este criterio esté en revisión.
- Pacientes con arteria mesentérica inferior permeable. Criterio también en revisión.
- Pacientes con lesiones muy calificadas.
- Pacientes con aneurismas con grandes angulaciones del eje aórtico.
- Pacientes con grandes tortuosidades, oclusiones totales o estenosis marcadas a nivel de las ilíacas.

REQUISITOS DEL PACIENTE:

- Excluidos pacientes con riesgo IV ASA según la American Society of Anesthesia (ASA).
- Pacientes con infección sistémica.
- Pacientes alérgicos a los medios de contraste o fármacos anticoagulantes.

tes tipo heparina, aunque la primera situación puede ser solventada mediante la utilización de sistema de contraste con CO₂ o gadolinio.

Requerimientos técnicos

Quirófano: Consideramos que es en este lugar donde se debe realizar este tipo de tratamiento por la posibilidad de complicaciones o necesidad de reconversión del método endovascular por el convencional.

La dotación debe de ser la estándar de cualquier quirófano para cirugía vascular disponiendo además de:

Arco digital de alta resolución con posibilidad de realización de substracción digital angiográfica, «road mapping» con mantenimiento de imagen, intensificador de imagen de 32 mm de diámetro que permita visualizar la aorta abdominal e ilíacas desde varios centímetros por encima del origen de las renales hasta la bifurcación de las ilíacas comunes y velocidad de disparo similar a un equipo de angiología vascular.

Mesa quirúrgica radiotransparente que permita el desplazamiento a lo largo de abdomen y región torácica del arco radiológico.

Mesas auxiliares de instrumental que permitan una extensión de metro y medio de longitud para la colocación del material endovascular.

Inyector de contraste que permita su introducción a presión controlando volumen y ml por segundo.

Métodos de evaluación previa diagnóstica

AngioTAC que comprendería el estudio desde centímetros por encima de las

arterias renales hasta las ilíacas externas en cortes de 3 mm (5 mm como máximo) y con contraste.

Angiografía convencional o Divas del sector aorto-iliaco y femoral con un catéter centimetrado colocado entre las arterias renales a la bifurcación iliaca.

Angioresonancia como alternativa a los medios anteriores.

Los métodos diagnósticos que permitan descartar o valorar otras patologías para incluir o excluir al paciente en el protocolo de este tipo de procedimientos endovasculares.

Medición de AAA

Se realiza en base a los datos obtenidos del angioTAC a cortes de 3 mm o menos y angiografía centimetrada. Es aconsejable realizar las mediciones con el sistema más preciso posible que se disponga ya sea por programa informático o utilizando sistemas de compás para valorar las distancias en relación a las regletas impresionadas en los estudios.

MEDIDAS A TOMAR

D1 diámetro de la aorta suprarenal.
D2a diámetro cuello superior infrarenal.
D2b diámetro cuello medio infrarenal.
D2c diámetro cuello inferior infrarenal.

D3 diámetro externo aneurisma.
D3a diámetro luz aneurisma.
D4 diámetro distal de la aorta antes bifurcación.
D5a diámetro iliaca primitiva derecha.
D5b diámetro iliaca primitiva izquierda.

H1 longitud del cuello proximal.

H2 longitud desde línea infrarenal hasta parte distal del aneurisma.

H3 longitud desde línea infrarenal hasta bifurcación.

H4a longitud desde línea infrarenal a bifurcación iliaca derecha.

H4b longitud desde línea infrarenal a bifurcación iliaca izquierda.

ANGULACIONES

Cuello.

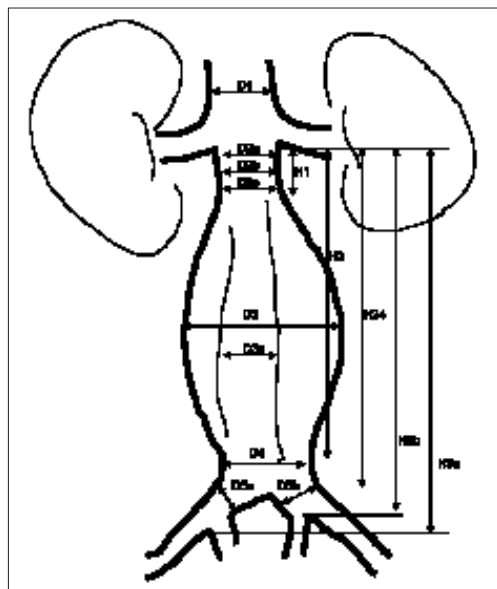
Aneurisma.

Arteria iliaca derecha.

Arteria iliaca izda.

Las mediciones se realizarán con una combinación de datos extraídos del angioTAc milimetrado y Angiografía centimetrada.

Cada modelo y dependiendo de la Casa comercial que lo distribuye exigen



Representación de las mediciones.

sobre todo al inicio de la experiencia del grupo disponer mayor o menor cantidad de datos para valorar la viabilidad de posibilidad de implantación de una endoprótesis y la selección de la misma

Las endoprótesis fenestradas exigen una mayor cantidad de información obtenida principalmente del AngioTAc milimetrado y otros medios complementarios como angiografía centimetrada y angio-Resonancia.

Anestesia

Se puede realizar con anestesia general, epidural o raquianestesia si se presume que el procedimiento durará menos de dos horas.

Se sedará y tranquilizará al paciente.

Durante el despliegamiento del procedimiento y el baloneo de la prótesis se requerirá del anestesista que baje la presión arterial sistólica 20-30 mm de Hg por debajo de la media.

La monitorización de paciente será la standard a la cirugía convencional consistente en:

- EKG.
- Pulsiosímetro.
- Presión venosa central.
- Presión arterial cruenta.
- Presión arterial incruenta.
- Sondaje vesical.

Material endovascular necesario

- Device o o sistema aplicador endovascular (endoprótesis).
- Sistema de conversión de bilateral a unilateral.
- Sistema de punción tipo Abbocath o similar.

- Introdutores: 3 arteriales de 8 Fr.
- Guías:
 - 2 Naviguías hidrofílicas tipo Terumo de 0.035" y 150 cm de longitud.
 - 2 Guías Amplatz Super Stiff de 0.035" y 260 cm de longitud.
 - Torquet para guías.
- Catéteres:
 - 1 pig-tail centimetrado de 90 cm de longitud.
 - 1 catéter recto de 90 cm de longitud.
 - 1 catéter multipropósito de 100 cm de longitud.
 - 1 catéter tipo cobra de 100 cm de longitud.
 - 1 cathéter Goose-Neck de microvena.
- Catéteres balón:
 - 1 cathéter de angioplastia ultra-thin de 9x4x120 cm.
 - 1 cathéter de angioplastia ultra-thin de 10x4x120 cm.
 - 1 cathéter de angioplastia ultra-thin de 12x4x120 cm.
- Material complementario:
 - Caja de instrumental para realizar cirugía aneurismática abdominal convencional.
 - Prótesis bifurcada distintos tamaños.
 - Prótesis lineales diferentes tamaños.
 - Medio de contraste.
 - Suero fisiológico frío.
 - Jeringas de inyección manometrada.
 - Jeringas de inyección.

Éxito

Se puede considerar desde dos aspectos o puntos de vista: técnico y clínico.

Es éxito clínico:

Cuando el dispositivo se despliega correctamente en el lugar adecuado sin ocasionar la muerte del sujeto, trombosis

del injerto, expansión aneurismática, ruptura aneurismática o necesidad de reconversión a cirugía abierta.

Es éxito técnico:

Cuando se accede al lugar de implantación a través de un punto arterial distante como la arterias femorales o ilíacas, Cuando se despliega la endoprótesis en el lugar adecuado con fijación distal y proximal del dispositivo, ausencia de fugas tipo I ó III, permeabilidad de la endoprótesis sin plicaturas, torsiones u obstrucciones.

Complicaciones:

Migración de la endoprótesis: Al perder la fijación en la pared del vaso arterial.

Rotura de la endoprótesis: Por fatiga del material, defectos de fábrica u otras causas.

Rotura saco aneurismático: Generalmente al existir fugas detectadas o no.

Trombosis de la endoprótesis con el consecutivo cuadro isquémico.

Colitis isquémica: generalmente al interrumpir la vascularización de intestino grueso sobre todo el colon sigmoide con oclusión de la arteria mesentérica inferior o ramas colaterales de vascularización.

Claudicación glútea por oclusión de las arterias hipogástricas que puede llegar a situaciones de isquemia a este nivel.

Ruptura vascular en el momento de la implantación por problemas de navegación.

Fugas o endoleaks:

Tipo I: Es cuando el contenido hemático pasa al saco aneurismático entre la endoprótesis y su anclaje proximal o distal en la pared del vaso.

Tipo II: Cuando la sangre entra a través de ramas colaterales como las arte-

rias lumbares permeables, hipogástrica o mesentérica inferior.

Tipo III: A través de las conexiones modulares de la endoprótesis o a través de defectos de la endoprótesis.

Tipo IV: A través del tejido de la endoprótesis.

Tipo V: Los no clasificados en los grupos anteriores incluido el fenómeno conocido como endotensión.

Endoprótesis:

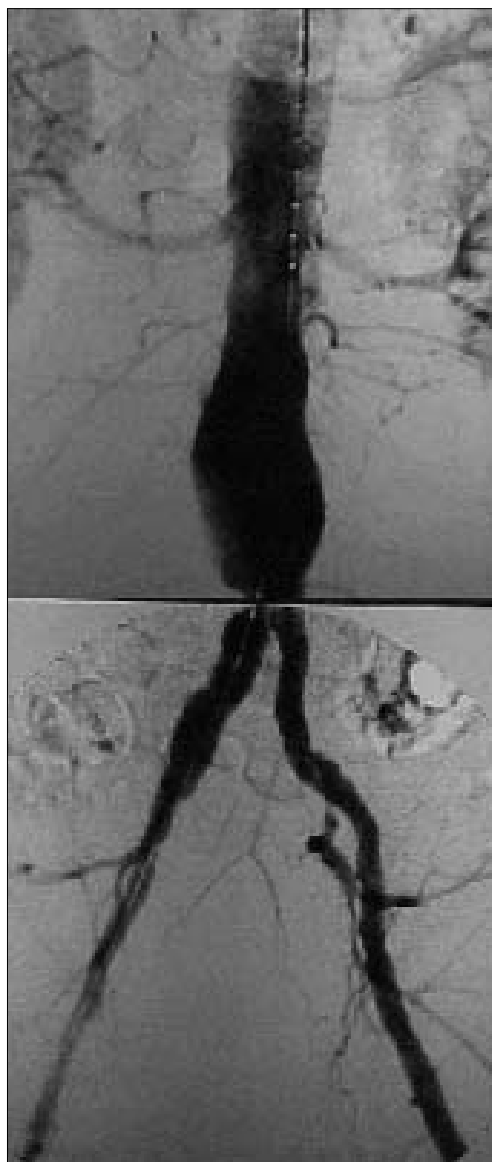
PRÓTESIS BIFURCADA TALENT

Es una prótesis modular autoexpandible con estructura interna de una malla de nitinol y cubierta externa de Dacron. La parte proximal y distal esta descubierta de dacron por lo que permite su colocación de esta zona por encima de las renales. Esta prótesis se puede suministrar por parte de la casa comercial (Medtronic^R) en el momento actual en medidas standard y fabricada a medida según la anatomía del aneurisma del paciente.

Implantación:

- Se realizará una disección de ambas femorales comunes en las regiones inguinales con disecciones rectas u oblicuas. Se realiza el control de los vasos con vesel-loops o Rummell.
- Se punciona la arteria ipsilateral a nivel de la femoral común. Se cateteriza con guía y se coloca un introductor de 8 Fr. Se pasa una guía de Terumo y a continuación se coloca un pig-tail centimetrado por encima de las renales.
- Se realiza una angiografía secuenciada desde el segmento proximal

a las arterias renales hasta las ilíacas. Se dibuja en la pantalla la silueta y las referencias del origen de las renales e ilíacas y se fija el arco de radiología.



Aneurisma de aorta abdominal de posible implantación endoprotésica.

- Se cambia la guía de Terumo por una Amplatz Super-Stiff y se retira el pig-tail.
- Se controla la posición del Device colocando el mismo debajo del aparato de radiología de tal forma que en la parte superior tienen que quedar las dos marcas en 8 una a cada lado, una intermedia en el lado contralateral que señala la pata de la prótesis de ese lado y dos inferiores de la pata del lado ipsilateral una a cada lado.
- Se prepara el Device inyectado por el conducto de la guía suero y suero frío en la cámara donde se aloja la prótesis. Se ajusta la vaina de la cámara a la punta del procedimiento.
- Se retira el introductor y se realiza una arteriotomía transversal por el lugar de entrada de la guía. Se introduce el procedimiento adecuadamente orientado y con la guía enhebrada y se va haciendo avanzar hasta llegar por encima de las renales con control radioscópico.
- Se despliega el procedimiento deslizando la vaina sobre el vástago central que se mantiene fijo hasta liberar la primera fila de soporte metálico, se coloca la prótesis de tal forma que a partir de aquí se coloque en el origen de las renales y la parte liberada al estar descubierta de tela a nivel de estas arterias, se despliega la segunda fila y a partir de aquí el resto de la endoprótesis hasta liberar el extremo distal que a veces para su total desplegamiento hay que retirar unos milímetros todo el sistema.
- Bajado el vástago azul se sitúa el balón señalado por dos marcas radiopacas en los lugares a balonear en la parte superior de la prótesis, en la zona sin recubrir de tela en zonas intermedias, en la pata sobre todo en su extremo. No se balonea en la zona del muñón de la pata contralateral para no cerrarla. Se balonea con presión manual durante varios segundos. Se retira el sistema una vez introducido el balón en la vaina.
- Se punciona la femoral común contralateral, se coloca un introductor de 8 Fr y se pasa una guía de Terumo intentando con control fluoroscópico introducir la guía por el muñón de la pata contralateral. Si no se consigue se puede dirigir la maniobra con catéteres rectos, cobra o multipropósito. Cuando se consigue pasar la guía, se controla la correcta posición girado un catéter en el interior de la luz tipo pig-tail o acodado. Se cambia la guía Terumo por una Amplatz Super-Stiff retirando el catéter.
- Se retira el introductor, practicando una arteriotomía transversal por el lugar de penetración en la arteria de la guía, pasando a través de la misma el sistema portador de la pata contralateral que ha sido preparado previamente con suero como el sistema principal. Se posiciona la primera fila alámbrica entre las dos del muñón de la endoprótesis y se despliega de la misma forma que el cuerpo principal de la endoprótesis deslizando la vaina sobre el eje del sistema hasta liberarlo en su totalidad.

- Se procede a balnear la rama sobre todo a nivel de la unión del muñón y rama hinchando el balón con contraste rebajado (2 partes de contraste y 8 de suero) y la parte distal.
- Se vuela a colocar en el lado ipsilateral un catéter pig-tail centimetrado y se realiza angiografía de control de toda la extensión de la endoprótesis para verificar el resultado del procedimiento.
- Se cierran las arteriotomía y las regiones inguinales.

Alternativa de colocación de endoprótesis MONOILÍACA.

Se realizarán incisiones (oblicuas) en la regiones inguinales, disecando los ejes arteriales femorales y controlando las arterias.

Se colocarán los introductores de 8 Fr en cada región inguinal. Se realizará el estudio angiográfico. Se coloca posteriormente una guía de Amplatz.

Se introduce el cuerpo de la endoprótesis previa arteriotomía trasversal. Se desliza el dispositivo hasta llegar por encima de las arterias renales. Se despliega el procedimiento haciendo deslizar la vaina desplegando la endoprótesis. Se reeditúa a nivel adecuado la endoprótesis para dejar libre el ostium de las renales haciendo coincidir las marcas radiopacas por debajo del límite inferior de la imagen radiológica de estos vasos. Se despliega en su totalidad. Se colocan las extensiones necesarias para excluir la totalidad de la formación aneurismática. Para colocar las extensiones se hacen coincidir las marcas radiopacas entre sí de las distintas extensiones secuenciales. Se realiza el sellado de la endoprótesis con la pared del vaso mediante la coaptación mediante un balón de baja presión.

Se coloca un ocluser de acuerdo al tamaño del vaso, introduciendo una guía hasta el lugar donde se colocará. Se introducirá el introductor específico llegando al lugar de colocación del ocluser y se retirará posteriormente el dilatador y la guía. Se introducirá por la parte posterior del introductor el ocluser que viene precargado en un cartucho. Se desplazará el mismo empujándolo mediante un empujador. Cuando se llega con el ocluser al borde de la vaina del introductor se retira esta manteniendo firme el empujador y liberando el ocluser.

Se complementa la implantación mediante la realización de una angiografía de control.

Para finalizar se realizará un by-pass fémoro-femoral por técnicas convencionales. Se cierran las incisiones de planos superficiales y piel.

Ancure EVT

Actualmente Retirada del mercado.

La prótesis de EVT se caracterizaba por ser una prótesis o modular con dos stent proximal y distal, un cuerpo liso y patas



Dispositivo de la endoprótesis ACURE EVT de Guidant.

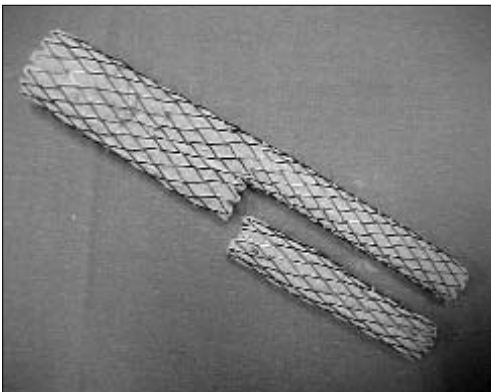
corrugadas. En el extremo aórtico el anclaje aparte de la fuerza radia, la coaptación por balón se realiza por 8 ganchos que emergen del stent. En la parte distal de las prótesis aórticas rectas es el mismo sistema y en las patas es un stent con 3 ganchos.

Aneurex

El abordaje inguinal es común al del sistema anterior, igual que la punción, introducción de guías y catéteres, junto con el mapeo angiográfico.

La orientación de la prótesis se realiza con control fluoroscópico orientándola de tal forma que la parte distal del sistema donde se encuentra el cono romo metálico se visualice con un orificio central y una muesca cuneiforme que se orientará al lado contralateral. Se visualizará debajo de esta cápsula tres marcas más y en la parte media dos marcas que se completan con dos distales.

- Se introduce a través de la guía Amplatz Super Stiff previa arteriotomía el dispositivo hasta colocar el cono romo por encima de las arterias renales. Se orienta el dispositivo



Endoprótesis modular de Aneurex.

visualizándose el agujero y la muesca orientada al lado contralateral. Se aprieta el botón del sistema de desconexión que retrae la cabeza del cono y las vainas metálicas o runners. Se despliega el procedimiento haciendo rotar el sistema utilizando el dispositivo a acoplar en el modelo antiguo o la rueda del moderno hasta lograr desplegar unos centímetros por encima de las renales y a continuación se posiciona el límite superior por debajo del nacimiento de estas arterias desplazando hacia abajo los 2-3 cm que se habían posicionado por encima. Se verá una L invertida con la orientación del extremo del segmento horizontal hacia el lado contralateral y el vertical en el centro con el extremo orientado distalmente. Se va desplegando lentamente el procedimiento y se visualiza como se despliega el muñón de la rama contralateral por las marcas que sirven de indicadores. Se continúa desplegando el sistema hasta que el cobertor esté justo por debajo del marcador radiopaco del injerto. Esta posición es crucial y debe ser cuidadosamente chequeada por fluoroscopia para asegurar el correcto desplegamiento del sistema.

- La pata contralateral se coloca introduciendo el dispositivo portador una vez cateterizado el muñón de la rama con una guía Amplatz Super Stiff a través de ella. Se despliega como el sistema principal o utilizando dispositivo complementario o el nuevo sistema rotando la rueda del sistema. La marca indicadora del sistema debe de quedar en medio de las cuatro marcas del muñón de la rama.

Lifepath

Suministrada por la casa Baxter y actualmente retirada del mercado, era una endoprótesis modular formada por una estructura alámbrica de Elgiloy cubierto por una tela de poliéster entrelazados entre sí. El sistema se compone de un cuerpo con dos patas cortas a las que posteriormente se añaden dos extensiones que quedan implantadas distalmente a nivel iliaco. El dispositivo principal formado por el cuerpo y las dos patas cortas se coloca a través de un introductor, liberando posteriormente la endoprótesis que queda fijado a la pared de la aorta mediante sellado por balón. Posteriormente se coloca una de las ramas que también son fijadas mediante balón y al final se coloca la pata contralateral cuya guía de aplicación se puede colocar a través de la luz mediante un sistema direccional de pase de guías. A estos módulos se pueden añadir prolongaciones tanto a nivel proximal como distal.

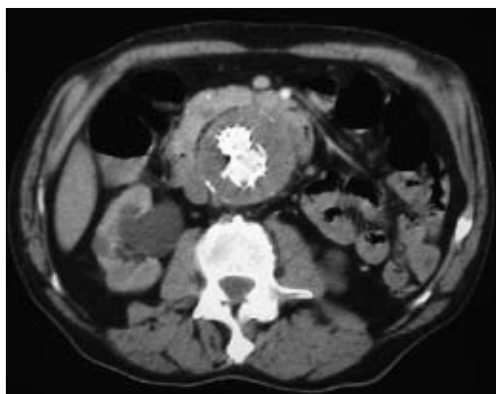


Imagen de TAC de la implantación de una endoprótesis donde se aprecia las dos ramas ilíacas a nivel del interior del aneurisma aórtico abdominal.

Excluder

Desarrollada y comercializada por la casa Gore, la endoprótesis Excluder en un sistema modular formado por una estructura externa de alambre de nitinol cubierta su superficie interna de politetrafluoroetileno expandido (PTFEe) la unión entre ambos componentes es de propileno etileno florinado (FEP) sin sistema de sutura. El despliegamiento de la endoprótesis es mediante balón que va incorporado al sistema. La prótesis lleva incorporados diferentes marcadores para identificar su situación tanto en la colocación como en su posicionamiento.

El sistema puede introducirse por el lado ipsilateral por introductores de 18F y el lado contralateral, es decir la rama complementaria por un introductor de 12 F. El sistema que se hace avanzar hasta el lugar de su colocación por una guía 0.035 está cubierta de una vaina que se despliega de forma rápida mediante la tracción de un botón que a su vez retira un hilo y despliega la endoprótesis de forma autoexpandible. Marcadores incorporados en los extremos de la prótesis facilitan la visualización precisa de la colocación. La rama contralateral se coloca mediante la introducción del dispositivo en el muñón de la pata contralateral y por donde previamente se había introducido una guía.

Zenith

Suministrada por la firma Cook, el sistema es un dispositivo modular formado por una estructura de múltiples stents en Z de acero cubiertos internamente por una tela de poliéster woven fijada por cosido. La característica es que el cuerpo

tiene un segmento de stent de gran longitud no cubierto de tela que permite la colocación del procedimiento por encima de las arterias renales fijándose por fuerza radial y los ganchos de las barbas del primer stent.

El introductor del sistema se desliza por una guía Amplatz Súper Stiff hasta su posicionamiento en el lugar adecuado. La prótesis se despliega retirando la vaina salvo el primer stent que se hace retirando el alambre fijador. La colocación se controla con los marcadores radiopacos que lleva la prótesis a nivel los stents incluso el distal de oro a nivel del muñón de la pata contralateral. Las patas y las prolongaciones se colocan introduciendo los aplicadores por el interior de los muñones previamente cateterizados por guías.

Cook dispone en el momento actual para casos muy seleccionados de prótesis fenestradas es decir con orificios o escotaduras que permiten tratar aortas aneurismáticas abdominales con afectación del segmento aórtico en la emergencia de los vasos viscerales tronco celiaco, arteria mesentérica superior y arterias renales. La implantación de estas prótesis con diferencias en el diseño de las convencionales de esta misma empresa al disponer de un número mayor de módulos o segmentos, exige una perfecta mediación de las estructuras con delimitaciones milimétrica del origen de los vasos viscerales. La fijación de la endoprótesis a nivel de la encrucijada vascular se completa con la colocación de stent fijadores a nivel de las arterias renales.

Endologix sistema powerlink

Endoprótesis distribuida inicialmente por la casa Bard, posteriormente por IZASA y en este momento con distribución europea por Edwards, es una prótesis no

modular monopieza formada por una estructura autoexpandible del derivado del acero y con malla romboidal con una cubierta externa de PTFE. Existiendo versiones de colocación supra e infrarenal. Se puede suministrar extensiones proximales y distales de las ramas.

Previamente a la colocación se deben apretar firmemente las llaves blanca y roja del Dispositivo y se irriga la luz y la rama lateral del dispositivo.

Para su implantación es necesario introducir una guía tipo Terumo por la rama ipsilateral y un lazo por la contralateral, previa punción de las arterias y colocación de introductores. Se hace avanzar la guía hasta capturar el extremo flexible por el lazo que se extrae por la rama contralateral. Se fijan las dos ramas de la guía Terumo equidistantes en el paño estéril y se introduce un catéter de pig-tail para realizar un angiograma con el fin de localizar y marcar las arterias renales e ilíacas y femorales, fijando desde este momento la mesa operatoria y el arco de radiología. Se pasa el catéter de doble luz desde el lado contralateral a ipsilateral colocando el marcador en la bifurcación iliaca procurando que los orificios estén laterales. Se retira a continuación la Guía de Terumo y se introduce la guía del dispositivo por la luz central del catéter de doble luz y una guía tipo Amplatz por el lado lateral. Se introduce la guía Amplatz por la luz del dispositivo y se aproxima el conjunto. Se retira el catéter de doble luz por la rama contralateral sujetando las guías y se retira el introductor de 21 F. Se introduce el dispositivo y se mantienen la rama lateral en la parte media sin rotar. Se aplica una suave tracción desde la guía del dispositivo en la rama contralateral. Se pasa el dispositivo de la bifurcación. Se afloja y se retrae la llave de color blanco del dispositivo y se

libera la rama contralateral. Hay que asegurarse que las ramas están separadas. Se empuja la llave blanca hasta la posición inicial y se retira suavemente la guía contralateral hasta que los 4 marcadores queden alineados. Se coloca la prótesis en la posición deseada, considerando que el marcador grande superior indica el final de la prótesis. Se afloja la llave roja. Se liberan 2/3 partes del cuerpo de la prótesis empujando el estilete metálico del final del dispositivo. Se para en este momento y se recoloca la prótesis si fuera necesario. Se despliega la rama contralateral, retirando suavemente de la guía del dispositivo. Se extrae el protector por el introductor contralateral. Manteniendo el marcador en la misma posición, se completa la liberación del cuerpo de la prótesis. Se despliega la rama ipsilateral retrayendo la llave Roja. El marcador grande superior debe moverse suavemente dentro de la prótesis hacia abajo. Si se siente resistencia hay que parar. Se introduce ligeramente la llave roja y se vuelve a retirarla suavemente rotándola ligeramente a su vez. Se completa la liberación retirando la llave blanca. Una vez que la rama ipsilateral esté desplegada, se retira el dispositivo. Se realiza para terminar un angiograma final usando la técnica habitual. Se verifican los sellados superiores e inferiores. Si fuera necesaria se colocan extensiones.

Anaconda

Es una endoprótesis modular. La estructura metálica es de nitinol, mezcla de níquel y titanio y con carácter autoexpansible y la cubierta en tejido de políester tipo woven. El alambre de nitinol está procesado de tal manera que el dispositivo cuenta con las propiedades súper elás-

ticas del material y no la memoria termal, por lo que es innecesaria la perfusión de solución salina fría durante la colocación. Se encuentra todavía en fase de desarrollo y se basa en un concepto desarrollado por el Profesor Lutz Lauterjung del Klinikum Grosshadern de Munich en Alemania. La endoprótesis es preciso colocarla bajo control fluoroscópico por lo que tiene incorporados marcadores de identificación bajo los Rayos X.

En la parte superior del injerto se encuentra un anillo flexible que está estructurado de múltiples anillos de alambre de nitinol el cual tiene que conferir un cierre hermético sobre la pared del vaso. La fuerza radial de este anillo le permite actuar como sistema de anclaje además del cierre hermético de la prótesis sobre la pared del vaso anteriormente comentado.

La colocación se realiza a través de la arteria femoral o arteria iliaca haciendo avanzar el sistema sobre una guía de alambre endoluminal hasta el lugar exacto de su colocación. El anillo proximal o superior está conectado al cuerpo central del siste-



Imagen Radiológica de una endoprótesis.

ma de colocación por una serie de alambres de control, lo que permite reposicionar el dispositivo, incluso después de retirar el tubo de introducción. El extremo proximal en silla de montar permite colocar el dispositivo incluso por encima de las arterias renales alineando la parte más elevada en las partes anterior y posterior de la arteria y las partes deprimidas a nivel del orificio de las arterias. La colocación del sistema bifurcado se coloca mediante el posicionamiento de un alambre guía en el muñón contralateral de la bifurcación antes de la colocación del dispositivo. El alambre tiene un pequeño pero potente imán con un revestimiento de parylene fijado al mismo con una sutura corta flotante. Se introduce un alambre con un imán de polaridad opuesta fijado en la punta a través de la arteriotomía contralateral avanzándolos hasta que los dos imanes se pegan. Avanzando el alambre guía inicial, el segundo alambre guía es tirado a través del ramal contralateral, proporcionando una vía de acceso para el ramal contralateral del stent graft. Solamente el ramal bifurcado de poliéster tiene un soporte (stent) si el cuerpo bifurcado ni el tubo recto principal tienen un soporte completo. Esta reducción de material permite colocar estos dispositivos mediante introductores más pequeños que los de cualquier otro sistema. Los tubos y cuerpos bifurcados no llevan un soporte o stent completo, se eliminan la rotura de suturas conocidas en otros sistemas donde el stent está cosido al injerto de poliéster.

Aorfix

De reciente aparición en el mercado y de uso clínico esta comercializada por ANSON MEDICAL y LOMBARD MEDI-

CAL PLC. Esta diseñada fundamentalmente para la implantación de casos de cuellos angulados y arterias tortuosas al permitir angulaciones sin colapsarse el dispositivo. Dispone de ganchos de anclaje el dispositivo.

El dispositivo formado por tela de poliéster y soportado con anillos metálicos de nitinol reforzados en la parte proximal y distal del dispositivo. El sistema dispone de unos marcadores de tantalum para su perfecto posicionamiento mediante fluoroscopia. El sistema es bifurcado formado fundamentalmente por dos piezas de segmento central y una rama ipsilateral y por otro lado rama contralateral.

Fortron

Comercializada por CORDIS en su línea endovascular, es un dispositivo modular con estructura metálica. Posee una prolongación proximal para fijación suprarenal de configuración cilíndrica.

Trivascular

Comercializada por Boston Scientific, en fase de investigación con aplicación clínica se caracteriza fundamentalmente por no llevar un soporte metálico si no plástico que se inyecta como polímero líquido que posteriormente solidifica creando una estructura de múltiples anillos.

BIBLIOGRAFÍA

- BALM, R.; KAATEE, R.; BLANKENSTEIN, J. D.; MALI, W.; EIKELBOOM, B. C., CT-angiography of abdominal aortic aneurysms after transfemoral endovascular aneurysm management. Eur J Vasc Endovasc surg. 1996; 12: 182-8.

- CUYPERS, P.W.; LAHEIJ, R. J.; BUTH, J., On behalf of the EUROSTAR Collaborators. Which factors increase the risk of conversion to open surgery following endovascular abdominal aortic aneurysm repair? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000; 20: 183-9.
- FISHER, R. K.; BRENNAN, J. A.; GILLING-SMITH, G. L.; HARRIS, P. L., continued sac expansion in the absence of a demonstrable endoleak is an indication for secondary intervention. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000; 20: 96-8.
- GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; BARRIO, C.; DEL BLANCO, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Estrategia en cirugía endovascular. *Técnicas endovasculares.* 2000; 3, 4: 236-42.
- GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ FAJARDO, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento de las lesiones ocluyentes de la arteria iliaca común. Uso de stent cubierto en patología iliaca. en *Cirugía endovascular del sector aorto-iliaco.* Fernández Valenzuela Valentín. J Uriach & Cía S.A. 2001. pp. 209-215.
- HADDAD, F.; GREENBERG, R. K.; WALKER, E.; NALLY, J.; O'NEILL, S.; KOLIN, G.; LYDEN, S. P.; CLAIR, D.; SARAC, T.; OURIEL, K., Fenestrated endovascular grafting: The renal side of the story. *J Vasc Surg.* 2005; 41 (2): 181-90.
- HALLISEY, M. J.; PARKER, B. C.; VAN BREDA, A., Current status and extended applications of intravascular stents. *Curr. Opin Radiol.* 1992, 4: 7-12.
- HARRIS, P. L.; BUTH, J.; MIALHE, C.; MYHRE, H. O., Norgren L. The need for clinical trials of endovascular abdominal aortic stent-graft repair: The Eurostar project. *J Endovasc Surg.* 1997; 4: 72-9.
- HARRIS, P. L., The highs and lows of endovascular aneurysm repair: the first two years of the Eurostar Registry. *Ann R Coll Surg Engl.* 1999; 81: 161-5.
- HOFFMANN, R. R.; MINTZ, G.; DUSSAILLANT, G.; POPMA, J.; PICHARD, A.; SATLER, L.; KENT, K.; GRIFIN, J.; LEON, M., Patterns and mechanisms of In-stent restenosis: A serial intravascular ultrasound study. *Circulation.* 1996; 94 (6): 1247-54.
- KARCH, L. A.; HODGSON, K. J.; MATTOS, M. A.; BOHANNON, W. T.; RAMSEY, D. E.; MCLAFFERTY, R. B., Adverse consequences of internal iliac artery occlusion during endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg.* 2000; 32: 4.
- MALIAN, M.; LANGE, T.; IVANCEV, K.; LINDBLAD, B.; BRUNKWALL, J., Reduced pulsatile motion of abdominal aortic aneurysm after endovascular repair. *J Vasc Surg.* 1998; 27: 624-31.
- MATSUMURA, J. S.; PEARSE, W. H.; MCCARTHY, W. J.; YAO, J. S., Reduction in aortic aneurysm size: early results after endovascular graft placement. *EVT Investigators. J. Vasc Surg.* 1997, 25: 113-23.
- MAY, J.; WHITE, G.; YU, W.; WAUGH, R.; STEPHEN, M.; HARRIS, J., A prospective study of anatomopathological changes in abdominal aortic aneurysm following endoluminal repair: is the aneurysmal process reversed? *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1996, 12: 11-7.
- MIALHE, C.; AMICABILE, C.; BECQUEMIN, J. P., Endovascular treatment in infrarenal abdominal aneurysms by the Setnor system: preliminary results of 79 cases. *J Vasc Surg.* 1997; 26: 199-209.
- PARODI, J. C.; PALMAZ, J. C.; BARONE, H. D., Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg.* 1991; 5: 491-9.
- RESCH, T.; IVANCEV, K.; BRUNKWALL, J.; NIRHOV, N.; MALINA, M.; LINDBLAD, B., Midterm changes in aortic aneurysm morphology after endovascular repair. *J Endovasc Ther.* 2000; 7: 279-85.
- RHEE, R. Y.; ESJANDARI, M. K.; ZAJKO, A. B.; MAKAROUN, M. S., Long-term fate of the aneurysmal sac after endoluminal exclusion of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2000; 32: 4.
- SAPOVAL, M. R.; CHATELLIER, G.; LONG, A. L.; ROVANI, C.; PAGNY, J. Y.; RAYNAUD, A. C.; BEYSSEN, M. B.; GAUX, J. C., Self-expandable stents for the treatment of iliac artery obstructive lesions: Long-term success and prognostic factors. *AJR* 1996; 166: 1173-9.
- SCHIRINK, G. W. H.; AARTS, N. J. M.; VAN BOECKEL, J. H., Endoleak after stent-graft treatment of abdominal aortic aneurysm: a meta-analysis of the clinical studies. *Br J Surg.* 1999; 86: 581-7.
- SINGH-RANGER, R.; MCARTHUR, T.; LEES, W.; ADISESHIAH, M., A prospective study of changes in aneurysm and graft length after endovascular exclusion of AAA using balloon and self-expanding endograft systems. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000; 20: 90-5.

SULTAN, S.; EVOY, D.; NICHOLLS, S.; COLGAN, M. P.; MOORE D.; SHANIC, G., Endoluminal stent grafts in the management of infrarenal abdominal aortic aneurysms: a realistic assessment. *Eur J Vasc Endovasc surg.* 2001, 21: 70-4.

WEVER, J. J.; DENIE, A. J.; BLANKENSTEIJN, J. D.; BROEDERS, J.; MALI, M.; EIKELBOOM, B. C., Dilatation of the proximal neck of infrarenal aortic aneurysm after endovascular AAA repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2000, 10: 197-202.

WOLF, Y. G.; HILL, B. B.; RUBIN, G. D.; FOGARTHY, T. J.; ZARINS, C. K., Rate of change in abdominal aortic aneurysm diameter after endovascular repair. *J Vasc Surg.* 2000; 32: 108-115.

ZARINS, C. K.; WHITE, R.; SCHWARTEN, D.; HODGSON, K. J.; FOGARTHY, T. J., For the investigators of the Medtronic AneuRx Multicenter Trial. AneuRx stent graft versus open surgical repair of abdominal aortic aneurysms: multicenter perspective clinical trial. *J Vasc Surg.* 1999, 29: 292-308.

Tratamiento endovascular de las lesiones de la aorta torácica

CARLOS VAQUERO - VICENTE GUTIÉRREZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Introducción

En la última década, se han desarrollado nuevos procedimientos que han revolucionado el tratamiento de la patología de la aorta torácica. Las técnicas endovasculares con una menor agresividad quirúrgica, han permitido tratar pacientes con alto riesgo quirúrgico, presentando este perfil ya sea por el tipo de patología de la que son portadores, mal estado general de los enfermos, patología asociada o la edad de los mismos. La patología aórtica tratada mediante esta técnica, es muy variada y corresponde a la aneurismática de la aorta torácica, la disección tipo B de este sector aórtico cuando se presenta de forma aguda o ya crónica, la ruptura traumática aórtica, la reestenosis de la coartación de aorta, el hematoma parietal, la úlcera aórtica o la ruptura aneurismática. El procedimiento se basa en el despliegamiento intravascular dentro de la luz arterial a nivel del segmento patológico de un stent cubierto que excluye la lesión por el sistema de recubrimiento interno, reconstruyendo con la endoprótesis la pared y la luz del vaso. El dispositivo se coloca mediante un abordaje mínimo quirúrgico de las arterias o en algunos casos por punción de las mismas, enmarcándose el procedimiento que

lo que se podría considerar cirugía mínimamente invasiva.

Se centra en:

1. Roturas traumáticas de la aorta torácica.
2. Aneurismas de la aorta torácica y ruptura del mismo.



Aneurisma fusiforme torácico con trombo mural.

3. Ulceras vasculares.
4. Disecciones aórticas (Tipo B).
5. Hematomas parietales.

Dispositivos disponibles:

Valiant-Talent de Medtronic.
 Excluder torácica o TAG de Gore.
 Endofit de Biomed.
 Aorfix.
 Evita.
 Relay de Bolton Médical.
 TX₁ y TX₂ de Cook.

Protésis torácicas

ENDOPRÓTESIS TALENT

Prótesis autoexpandible con estructura de malla alámbrica de nitinol y cubierta externa de poliéster. Es distribuida por Medtronic®. Los extremos proximales distales de la endoprótesis están descubiertos y permite una mejor fijación a la pared del vaso por fuerza radial sin necesidad de ganchos. La fijación de la estructura metálica al poliéster por sutura. Su adaptación a la pared de la endoprótesis por baloneamiento de la misma. Su orientación se consigue por la visualización fluoroscópica de las marcas laterales. El modelo actual ofertado por la empresa es el modelo Valiant® que va montado en un sistema de liberación Xcelerant, de retroceso de vaina por giro de un mango rotatorio que le hace mas seguro, preciso y menos dificultosa su liberación.

Tratamiento del Aneurisma Disecante de Aorta mediante prótesis de Talent

Evaluado el caso mediante Tomografía axial computarizada, estudio angiográfico

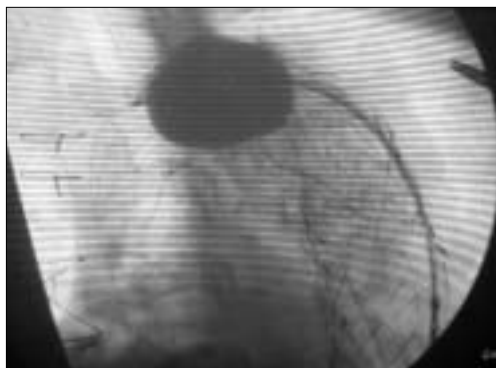


Imagen de disección de aorta.

y ecografía transesofágica y detectados los lugares de entrada de la disección, se procede con anestesia general a colocar la endoprótesis.

Se introduce una guía Terumo por humeral izquierda por punción del vaso colocando un introductor del n.º 7. Servirá esta guía para marcar el origen de la subclavia izquierda y colocación de un pig tail para control angiográfico. Previa disección de la región inguinal de una de las arterias femorales con continuidad con la luz verdadera del pseudoaneurisma se punciona la misma colocando en la luz del vaso una guía de Terumo que llega a la aorta ascendente, se reemplaza la misma por un catéter multipropósito y posterior reemplazamiento de la guía de Terumo por una de Amplatz. Se realiza el angiograma de control y posteriormente se

introduce el dispositivo soportado sobre el Amplatz una vez retirado el introductor previamente colocado y realizada una arteriotomía transversal. Se irriga la luz del conducto por donde se introducirá la guía y se rellena por la llave lateral de suero frío el habitáculo de la prótesis. Se desliza el procedimiento sobre la guía amplatz hasta llegar con el extremo proximal de la endoprótesis dos centímetros proximales al nacimiento de la subclavia izquierda marcada por la guía de Terumo. Se despliega el procedimiento deslizando la vaina sobre el empujador de la endoprótesis de Talent liberando la primera fila de stents que corresponden a los no cubiertos, posicionando posteriormente la prótesis y se despliega toda la endoprótesis. Se mantiene la presión arterial sistólica del paciente alrededor de los 80-90 mm de Hg. Se balonea para su sellado la parte proximal y distal con contraste rebajado con 3 partes de contraste y 7 de suero, y aquellos anillos que se visualicen como no desplegados totalmente. Se controla en todo momento con la Ecografía transesofágica las aperturas y rupturas aórticas junto con su perfecto sellado. Se retira el Device previo recubrimiento del



Sellado mediante balón de una endoprótesis torácica implantada.

empujador con la vaina y recubrimiento del balón. Se colocan las extensiones necesarias solapando las prótesis y posteriormente se controla el procedimiento con un angiograma de control. Se retiran las guías y catéteres y se procede a cerrar las arteriotomía o comprimir la arteria humeral puncionada.

EXCLUDER TORÁCICA O TAG GORE ENDOPRÓTESIS

La característica de esta endoprótesis es que se libera de la parte central a la periférica de forma rápida por tracción de un hilo que libera la camisa que recubre el procedimiento. Su liberación se realiza en segundos. Se recomienda introducir la prótesis vía arterial a través de un introductor, puesto que no hacerlo así se puede dañar el hilo tractor o liberador y romperse provocando o una liberación prematura o posteriores liberaciones incompletas. El modelo actualmente actualizado es el denominado TAG.

ANACONDA TORÁCICA

Todavía en fase de desarrollo.

E-VITA

Comercializada por JOTEC GMBH. Se comercializa con distintas configuraciones con las características de flexible, precisa en su colocación y efectiva.

ENDOFIT

Comercializada por la casa Biomed-Endomed es una endoprótesis de tela de

PTFE y stents independientes a lo largo del dispositivo. Se caracteriza por su flexibilidad y adaptación a la arteria. Dispone de un stent proximal libre de fijación.

ZENITH

El modelo TX₁ comercializado por COOK. Endoprótesis tubular con la característica de un stent distal de fijación. En el momento actual se ha presentado la nueva prótesis TX₂.

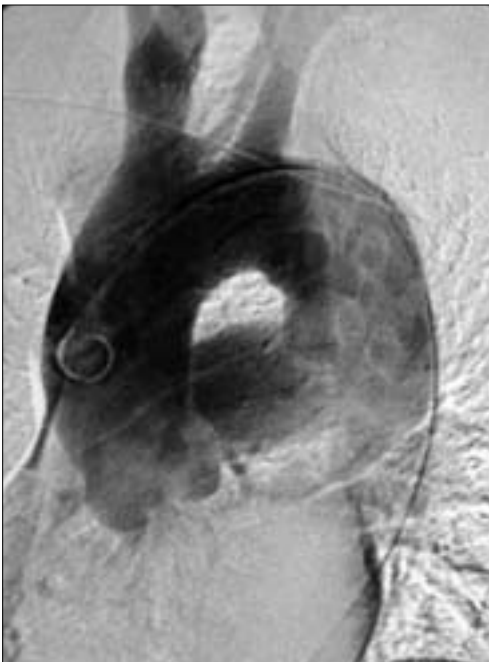
RELAY

Comercializada por Bolton Médical es una endoprótesis de anillos de nitinol y tela de poliéster woven que dispone de

un soporte helicoidal dispuesto a lo largo de la endoprótesis y el fabricante la muestra como muy adaptable a tortuosidades arteriales incluidas las del arco aórtico y la región del istmo aórtico. Dispone la endoprótesis una zona proximal de fijación y coaptación al vaso no fijada al resto de la prótesis salvo por la tela pero no por la estructura metálica que la da el carácter de adaptación. En la parte proximal posee una zona alineamiento de soporte metálico libre de tela.

Tratamiento endovascular de la patología de afectación aórtica y abdominal

Los procesos vasculares que afectan a la aorta torácica y abdominal conllevan en



Aneurisma sacular torácico tratado endovascularmente.



Estudio mediante reconstrucción de TAC tras la implantación de una endoprótesis.

si mismo una gran gravedad por el vaso afectado, la extensión de las lesiones que suelen implicar arterias como las viscerales tronco celiaco, arteria mesentérica y arterias renales o los denominados troncos supraórtico además de poder estar implicada la arteria medular que conlleva en ocasiones su oclusión terapéutica graves repercusiones para el paciente como la muerte o la paraplejía.

El tratamiento de este tipo de enfermos requiere una especial evaluación y una planificación del tratamiento si este es factible. La exclusión de las lesiones de la arteria aorta implica en ocasiones también las de los vasos anteriormente referenciados con la necesidad de añadir a los procedimientos endovasculares otros revascularizadores desde el punto de vista convencional considerando lo que se denomina como procedimiento híbrido con revascularizaciones previas o posteriores a la aplicación del tratamiento endovascular a este tipo de arterias.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRACHINA, S. J.; DEL RÍO, L.; MARTÍN-PEDROSA, M.; TORRES, A.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL BLANCO, I.; GUTIÉRREZ, V.; BARRIOS, A. B.; CARRERAS, S.; VAQUERO, C., Rotura traumática de la aorta torácica. Tratamiento convencional frente a tratamiento endovascular. *Angiología* 2001; 53, 5: 374.
- DEL RÍO, L.; GONZÁLEZ FAJARDO, J. A.; ESPINILLA, A.; MARTÍN, M.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CARRERA, S.; GUTIÉRREZ, V.; VAQUERO, C., Procedimientos endovasculares y cirugía convencional de la aorta torácica y abdominal: implicaciones para la formación e indicación quirúrgica. *Angiología* 2002; 54 3: 210.
- DEL RÍO, L.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; ESPINILLA, A.; DEL BLANCO, I.; MARTÍN, M.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CARRERA, S.; GUTIÉRREZ, V.; VAQUERO, C., Procedimientos Endovasculares y cirugía convencional de la aorta torácica y abdominal: Implicaciones para la formación e indicación quirúrgica. *Rev Esp Inv Quir.* 2002; 5, 2: 93.
- DEL RÍO, L.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; SAN ROMÁN, J. A.; MARTÍN, M.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; BARRIOS, A.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Complicaciones neurológicas asociadas a la disección aórtica. *Angiología* 2001, 53, 5: 361-362.
- GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; DEL RÍO, M.; MARTÍN, M.; SAN JOSÉ, I.; TORRES, A.; IBÁÑEZ, M. A.; VAQUERO, C., Endovascular Stent-graft placement for the treatment of acute thoracic aortic dissection. *EndoCardioVascular WEB Magazine.* 2002; 6, 3: 35-37.
- GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; SAN ROMÁN, J. A.; SERRADOR, A.; ARREBA, E.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Utility of intraoperative transesophageal echocardiography during endovascular stent-graft repair of acute thoracic aortic dissection. *Ann Vasc Surg.* 2002; 16, 3: 297-303.
- GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de la disección aguda de la aorta torácica. Monitorización con ecografía transesofágica. En *Síndrome aórtico agudo*. Vilacosta I, San Román JA. Proas Science SA. Barcelona. 2001, pp. 301-308.
- GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; VAQUERO, C., Utilidad de la ecocardiografía transesofágica durante el tratamiento endovascular de disecciones aórticas torácicas. *Archivos de Cirugía Vascul.* 2001; 10, 4: 279.
- GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; VAQUERO, C., Utilidad intraoperatoria de la ecocardiografía transesofágica durante la reparación endovascular de la disección de aorta torácica aguda mediante la utilización de stent recubierto. *Angiología* 53, 5: 365. 2001.
- GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; BARRIO, C.; DEL BLANCO, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Estrategia en cirugía endovascular. *Técnicas endovasculares.* 2000; 3, 4: 236-242.
- GUTIÉRREZ-ALONSO, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; MARTÍN-PEDROSA, M.; TORRES, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de los aneurismas de aorta torácica descendente. *Técnicas endovasculares* 2002; 5 :480-486.
- GUTIÉRREZ-ALONSO, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; MARTÍN-PEDROSA, M.; TORRES, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Aproximación a través del tronco braquiocefálico como método de ayuda en el tratamiento

- endovascular de los aneurismas de aorta torácica descendente. *Técnicas endovasculares* 2003; 6, 2: 760-766.
- MALINA, M.; SONESSON, B.; IVANCEV, K., Endografting of thoracic aortic aneurysms and dissections. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2005; 46 (4): 333-48.
- MARTÍN-PEDROSA, J. M.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; GUTIÉRREZ, V.; SAN ROMÁN, J. A.; SERRADOR, A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Utility of intraoperative transesophageal echocardiography during endovascular stent-graft repair of acute thoracic aortic dissection. *International Angiology*. 2001; 20, supply 1.2.
- MARTÍN-PEDROSA, J. M.; GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; BARRIOS, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERAS, S.; ARREBA, E.; VAQUERO, C., Disección aórtica recidivante. Corrección endovascular. *Técnicas Endovasculares*. 2001, 4, 2: 57-60.
- MARTÍN-PEDROSA, J. M.; GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; BARRIOS, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERAS, S.; ARREBA, E.; VAQUERO, C., Corrección endovascular. *Técnicas Endovasculares. Casos Clínicos* 2001. 4, 2: 57-60.
- MARTÍN-PEDROSA, M.; GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de la disección aórtica recidivante. *Rev Esp Inv Quir*. 2002, 5, 2: 109.
- SAN JOSÉ-BARRACHINA, I.; GUTIÉRREZ, V.; DEL BLANCO, I.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; TORRES, A.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; BARRIOS, A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Rotura traumática de la aorta torácica. Tratamiento endovascular vs tratamiento convencional. *Rev Esp Inv Quir*. 2002; 5, 2: 104.
- TORRES, A.; MARTÍN, M.; GUTIÉRREZ, V.; SAN ROMÁN, A.; DEL RÍO, L.; SAN JOSÉ, I.; IBÁÑEZ, M. A.; GONZÁLEZ, J. A.; DEL BLANCO, I.; ALONSO, M. I.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de recidiva de coartación de aorta. *Angiología* 2002; 54, 3: 233.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N., Valoración de la isquemia medular tras el sellado intraluminal de la aorta toraco-abdominal del conejo, mediante endoprótesis. *Rev Esp Inv Quir*. 2003; 6, 4: 189-193.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N.; DIAGO, M. V., Valoración hemodinámica de las repercusiones del sellado endovascular de un vaso arterial a nivel de las colaterales. aorta toraco-abdominal del conejo, mediante endoprótesis. *Rev Esp Inv Quir*. 2003; 6, 4: 194-197.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DIAGO, V.; CARRERA, S., Endovascular Surgical Training in Spain. *EndoCardioVascular WEB Magazine*. 2002; 6, 3: 5-7.
- VAQUERO, C.; NUÑO, J.; PIQUERAS, J. M.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; DIAGO, M. V.; AGUDO, J., Carrera S. Prevention of the endoleak type II, in the endoprostheses implantation with the injection into the thrombotic substance into the aneurysmatic sac. *Sp J Surg Res*. 2004; 7, 2: 61-64.
- VAQUERO, C.; NUÑO, J.; SAN NORBERTO, E.; GONZÁLEZ, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; DIAGO, M. V.; AGUDO, J.; CARRERA, S., Study of the compliance of the aneurysm wall with different diameter, in a «in vivo» model in the pig. *Sp J Surg Res*. 2004, 7, 1: 24-26.

Tratamiento endovascular del aneurisma poplíteo

CARLOS VAQUERO - SANTIAGO CARRERA

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

El aneurisma de arteria poplíteo es una entidad nosológica caracterizada por la dilatación de la arteria y cuya complicación más frecuente suele ser la trombosis del mismo y por lo tanto la oclusión a este nivel de la arteria.



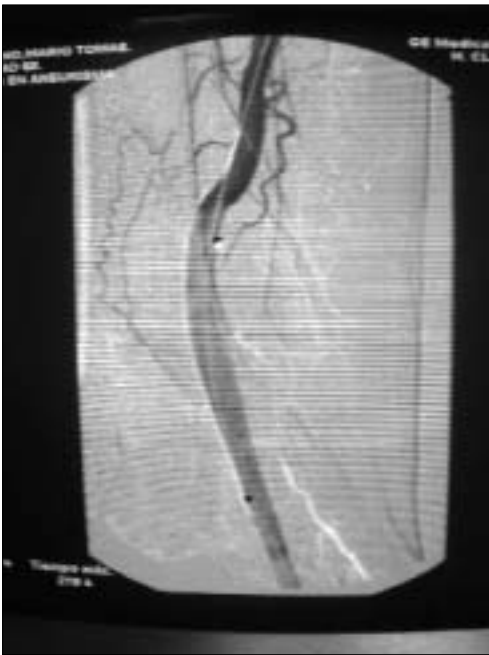
Imagen de aneurisma a nivel de primera porción de poplíteo.

Los aneurismas suelen presentar una morfología fusiforme y tanto su ubicación como extensión puede ser variable presentándose en algunos casos afectando a toda la arteria y en otros casos mostrándose como formas más limitadas.

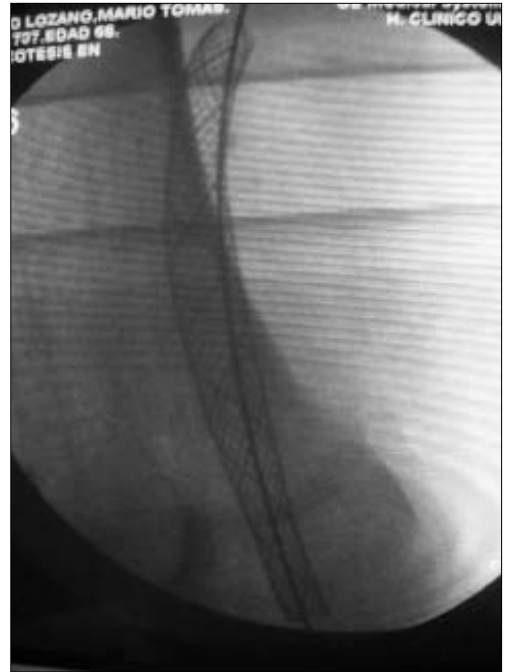
El tratamiento convencional ha sido el quirúrgico, utilizando para su abordaje generalmente dos tipos de vías una la posterior y otra la lateral interna, sustituyendo en muchos casos la arteria por material protésico o por sustitutivo venoso generalmente la vena safena antóloga colocada de forma invertida.

El tratamiento endovascular es posible mediante la colocación de endoprótesis o stent cubierto que excluye la zona aneurismática. La vía para su implantación suele ser la femoral mediante punción o en muchas ocasiones el abordaje directo quirúrgico de la arteria femoral superficial llegando a la zona aneurismática de forma retrógrada. La exclusión se realiza de forma retrógrada colocando endoprótesis tipo Wallgraft[®] o Hemobanth[®] o Viabanth[®]. La exclusión debe comprender la implantación de la endoprótesis de zonas proximal y distal sin patología aneurismática. A veces por la extensión de la lesión exige la implantación de varias prótesis escalonadas colocando por regla general

primero las distales y posteriormente las proximales. La colocación de las prótesis exige la medición de la extensión de la lesión, el calibre y colocar las endoprótesis sobredimensionando un 20-30% el calibre de la arteria. Se debe tener en consideración que la implantación de endoprótesis de Wallgraft[®] implica que su longitud dependerá de la capacidad de desplegamiento y expansión radial.



Aplicación de una endoprótesis a nivel del aneurisma poplíteo.



Visualización de la endoprótesis colocada a nivel del miembro inferior.

BIBLIOGRAFÍA

- BACHARACH, J. M.; SLOVUT, D. P., Endovascular therapies for vascular disease. *Am Heart Hosp J.* 2003; 1 (1): 69-76.
- MICHAELS, J., The future of endovascular aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2005; 30 (2): 115-8.

Tratamiento endovascular de los traumatismos vasculares

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

El traumatismo vascular consiste en una pérdida de continuidad de la pared vascular debido a una agresión del vaso. Las causas más frecuentes que producen traumatismos vasculares son los accidentes domésticos, los de tráfico y los iatrogénicos.

Desde el punto de vista endovascular es posible el sellado del vaso mediante la colocación endoluminal de una endoprótesis que obtura la pérdida de continuidad del vaso.

Las situaciones más frecuentes donde es posible la aplicación de terapia endovascular a nivel de los traumatismos son.

1. *Rotura de la aorta torácica* postraumática generalmente por accidentes de tráfico y en rara ocasión por precipitaciones. La lesión se sitúa generalmente después del origen de la arteria subclavia izquierda que ocasiona una ruptura generalmente contenida del vaso a veces con hematoma intramural y que suele afectar a la íntima y parte de la capa media. Su tratamiento consiste en la implantación de una endoprótesis que selle el vaso y donde se suelen obtener excelentes resultados.
2. *Pseudoaneurismas* postraumáticos, generalmente ubicados a nivel ilio-

femoral y de causa iatrogénica en muchas ocasiones por cateterismos diagnósticos o terapéuticos cardiacos. El tratamiento en esta ubicación suele ser la implantación de una endoprótesis generalmente Hemobanth® o Viabanth® implantada desde el lado contralateral.



Rotura de aorta tratada mediante procedimientos híbridos.

3. *Fistulas arterio-venosas*, también generalmente de origen iatrogénico y también con ubicación femoral. Su tratamiento endovascular consiste con la implantación de una endoprótesis también con abordaje contralateral a nivel arterial.



Fístula arterio-venosa post-traumática tratada con procedimientos endovasculares.

Los mecanismos que más frecuentemente producen traumatismos vasculares susceptibles de cirugía endovascular con su sellado con stent son:

1. Iatrogénicos fundamentalmente derivados de actuaciones de cateterismo vascular para actuaciones a nivel cardiológico, u obtención de muestras sanguíneas en las unidades de vigilancia intensiva o reanimación quirúrgica.
2. Accidentes de tráfico que producen roturas parciales de la pared del vaso o roturas de la pared con desprendimiento intimal.
3. Agresiones generalmente con objetos punzantes.
4. Laborales con lesiones limitadas de los vasos.
5. Deportivos, siempre con lesiones no muy extensas y con solución de continuidad del vaso.

Los vasos mas frecuentemente afectados son:

1. Vasos femorales sobre todo por lesiones iatrogénicas.
2. Aorta torácica por el traumatismo de rotura tras accidente de tráfico.
3. Ilíacos en los procedimientos endovasculares.
4. Arteria humeral por lesiones iatrogénicas y accidentes domésticos.
5. Troncos supraórticos, sobre todo tras agresiones.

BIBLIOGRAFÍA

- BANSAL, N. O.; BHATIA, V.; VISWANATHAN, V.; SREEKANTH, S., Percutaneous closure of iatrogenic femoral arteriovenous Fístula using endovascular covered stent. *J Assoc Physicians India*. 2005; 53: 150-2.
- BARRACHINA, S. J.; DEL RÍO, L.; MARTÍN-PEDROSA, M.; TORRES, A.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL BLANCO, I.; GUTIÉRREZ, V.; BARRIOS, A. B.; CARRERAS, S.; VAQUERO, C., Rotura traumática de la aorta torácica. Tratamiento convencional frente a tratamiento endovascular. *Angiología* 2001; 53, 5: 374.
- GUTIÉRREZ-ALONSO, V.; IBÁÑEZ, M. A.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; TORRES, A.; DEL BLANCO, I.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de pseudoaneurisma de arteria femoral superficial. *Técnicas Endovasculares* 2003; 6, 4: 891-893.
- JOO, J. Y.; AHN, J. Y.; CHUNG, Y. S.; CHUNG, S. S.; KIM, S. H.; YOON, P. H.; KIM, O. J., Therapeutic endovascular treatments for traumatic carotid artery injuries. *J Trauma*. 2005; 58 (6): 1159-66.
- LAWLOR, D. K.; OTT, M.; FORBES, T. L.; KRIBBS, S.; HARRIS, K. A.; DE ROSE, G., Endovascular management of traumatic thoracic aortic injuries. *Can J Surg*. 2005; 48 (4): 293-7.

- SAN JOSÉ-BARRACHINA, I.; GUTIÉRREZ, V.; DEL BLANCO, I.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; TORRES, A.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J.A.; BARRIOS, A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Rotura traumática de la aorta torácica. Tratamiento endovascular vs tratamiento convencional. *Rev Esp Inv Quir.* 2002; 5, 2: 104.
- SAN NORBERTO, E. M.; GUTIÉRREZ, V. M.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N.; BRIZUELA, J. A.; MENGIBAR, L.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; DEL RÍO, L.; DEL BLANCO, I.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Tratamiento endovascular de la ruptura traumática de la aorta torácica: descripción de un caso y revisión de la literatura. *Rev Esp Inv Quir.* 2005; 8, 3: 193-7.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; URIEN, L. M.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J.A.; CARRERA, S.; DEL BLANCO, I.; IBÁÑEZ, M. A.; TORRES, A., Pseudoaneurisma de subclavia derecha tratado endovascularmente y reconvertido a técnicas endovasculares. *Técnicas endovasculares* 2004; 7: 1061-4.
- VINCES, F.Y.; SPERLING, D. C., Endovascular treatment of a combined pseudoaneurysm and arteriovenous Fístula of the subclavian artery caused by a gunshot wound to the chest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005; 130 (1): 225-7.
- WERRE, A.; VAN DER VLIET, J.A.; BIERT, J.; BLANKENSTEIJN, J. D.; KOOL, L. J., Endovascular management of a gunshot wound injury to the innominate artery and brachiocephalic vein. *Vascular.* 2005; 13 (1): 58-61.

PROCEDIMIENTOS
ENDOVASCULARES
VENOSOS

Tratamiento endovascular de las lesiones oclusivas venosas

CARLOS VAQUERO - NOELIA CENIZO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Las lesiones oclusivas parcial o totalmente de los vasos venosos se deben fundamentalmente a las siguientes causas etiológicas.

1. Compresiones externas de los grandes vasos por tumoraciones u otras causas.
2. Fibrosis por flebitis que dejan estenosis residuales.
3. Tumores compresivos o invasivos de estos vasos de órganos de la zona.

A veces se requiere fundamentalmente a nivel de la vena cava o de los grandes troncos venosos mantener la permeabilidad o aumentar la luz venosa por lo que puede estar indicado la implantación de un sistema de soporte de la luz como es un stent.

Las características de la navegación a nivel del sistema venoso son las siguientes:

1. Son sistemas de bajo flujo.
2. La dirección siempre tiene que ser anterógrada por la presencia de válvulas en el sistema venoso.
3. Los vasos tienen un calibre mayor que los arteriales por lo que precisan dispositivos de mayor tamaño.

4. La pared venosa, fundamentalmente en los segmentos sanos es más flexible y por lo tanto menos rígida que la arterial por lo que al intentar dilatar o colocar un sistema tipo stent hay que tener en consideración este aspecto y el de sobredimensionado del sistema a aplicar.
5. Las venas se incrementan de tamaño de distal a proximal por lo que el anclaje de disminución del calibre de la luz del vaso no se da en el sistema venoso.
6. Los fenómenos trombóticos de las venas son mas frecuentes que



Estenosis de la vena subclavia tratada endovascularmente.

los arteriales por su bajo flujo y situaciones de trombogenicidad de la pared.

La sistemática de implantación es la genérica aplicada a nivel arterial

Tratamiento de la trombosis venosa

Se trata de colocar un catéter entre la zona trombosada, hinchar dos balones uno proximal y otro distal e inyectar fármacos trombolíticos con la intención de lisar el trombo. Existe un dispositivo diseñado para este fin denominado Treillis 8 dual.

BIBLIOGRAFÍA

- BECQUEMIN, J. P., Endovascular Treatment of Carotid Disease. In: Hallett, J.; Mills, J. L.; Earnshaw, J. J.; Reekers, J. A., editors. *Comprehensive Vascular and Endovascular Surgery*. Spain: Mosby; 2004.
- HARTUNG, O.; OTERO, A.; BOUFI, M.; DECARIDI, G.; BARTHELEMY, P.; JUHAN, C.; ALIMI, Y. S., Mid-term results of endovascular treatment for symptomatic chronic nonmalignant ilio caval venous occlusive disease. *J Vasc Surg*. 2005; 42 (6): 1138-44.
- OGUZKURT, L.; TERCAN, F.; YILDIRIM, S.; TORUN, D., Central venous stenosis in haemodialysis patients without a previous history of catheter placement. *Eur J Radiol*. 2005; 55 (2): 237-42.
- PIERI, S.; AGRESTI, P.; CARNABUCI, A.; PIZZARELLI, S.; IANNIELLO, S.; DE'MEDICI, L., Endovascular treatment of benign superior vena cava syndrome: venographic patterns and implications for treatment. *Radiol Med (Torino)*. 2005; 110 (4): 359-369.
- VAN SAMBEEK, M.; VAN DIJK, L. C.; HENDRICK, J. M., Abdominal Aneurysm-EVAR. In: Hallett, J.; Mills, J. L.; Earnshaw, J. J.; Reekers, J. A., editors. *Comprehensive Vascular and Endovascular Surgery*. Spain: Mosby; 2004.
- WELLS, S. A., *Current Problems in Surgery*. Mosby Ed. St Louis. 1992.

Procedimientos oclusivos de los vasos venosos. Filtros de vena cava

CARLOS VAQUERO* - MARÍA VICTORIA DIAGO**

* *Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

** *Servicio de Cirugía General
Hospital de León*

Son sistemas que se colocan en el interior de la vena cava con objeto de poder atrapar y retener los trombos sanguíneos que se desplazan de las zonas periféricas a las ramas periféricas de la arteria pulmonar y que de esta forma se evitaría la embolia de pulmón

El dispositivo generalmente consta de un sistema alámbrico metálico que permite el paso de la sangre y atrapa los trombos que intentan pasa a su través.

Se han diseñado numerosos dispositivos a lo largo de la historia, sobreviviendo la filosofía a lo largo del tiempo pero con posibilidad de aplicación mas limitada

Las indicaciones de la colocación de un filtro serían.

1. Embolia de pulmón o trombosis venosa profunda donde ha fracasado el tratamiento anticoagulante.
2. Contraindicaciones a la anticoagulación en las circunstancias anteriores por antecedentes de hemorragia o cirugía reciente.
3. Profilaxis con la existencia de un trombo flotante, aunque esta indicación no es aceptada de forma generalizada.

4. Poblaciones de alto riesgo de embolismo pulmonar como pacientes con hipertensión pulmonar, reserva cardiaca reducida, proyecto de realización de cirugía por obesidad mórbida o cirugía espinal de reposo e inmovilización prolongada.
5. Alergia a los anticoagulantes.

PROCEDIMIENTO GENÉRICO DE IMPLANTACIÓN

De forma genérica el filtro se coloca accediendo al sistema venoso por punción y cateterización venosa por la técnica del Seldinger con punción de la vena, introducción de una guía y posterior colocación de un introductor por donde posteriormente se desplazará el aplicado hasta alcanzar la altura de las venas renales que se controlan angiograficamente o mediante IVUS y se dispara el sistema con la liberación del filtro por debajo de la afluencia de las venas renales. Posteriormente se retira el aplicador.

Cuando se desea retirar el filtro en los modelos temporales, se accede a la vena

de la misma forma y posteriormente se engancha el filtro mediante asa o sistema de recuperación plegando el mismo generalmente en un catéter y retirando el dispositivo.

Filtros de cava

Son sistemas metálicos que introducidos intraluminalmente sirven para evitar el desplazamiento de material embólico a través del sistema venoso hacia el pulmón en la embolia de pulmón.

Sistemas de filtros:

Permanentes:

Una vez colocados no están diseñados para su retirada. Su aplicación tiene carácter de definitivo.

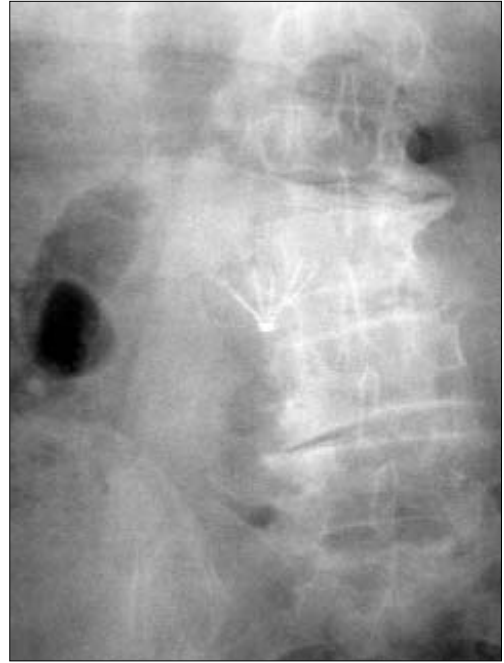
Temporales:

Son recuperables una vez que ha pasado el tiempo que se ha considerado como adecuado en su función preventiva.

Modelos de filtros:

Mobbin-Udin. Modelo clásico y uno de los primeros comercializados, era un filtro permanente en forma de paraguas con una tela perforada por agujeros. Hoy día no se utiliza.

Recovery[®] Filter Sytem comercializado por Bard Peripheral Vascular, esta formado por un sistema de 10 alambres de nitinol con disposición en patas de araña, la



Filtro de Mobbin-Udin implantado.

mitad cortos y la otra mitad largos terminando estos últimos en ganchos. Es posible su recuperación mediante un sistema en forma y disposición de paraguas que logra el atrapamiento del filtro su plegado y su extracción al introducirlo en un catéter recuperador.

Filtro SIMON de nitinol de la casa Bard, de dos niveles y forma cónica. Es un filtro permanente que se puede introducir por vía femoral, yugular o antecubital.

Filtro ALN de la casa ALN de acero y con diseño cónico. Se puede introducir por vía femoral, yugular o braquial y puede tener un carácter temporal o permanente.

Vena Tech LP Filter de Braun, de estructura cónica y de material de alambre Phynox se puede colocar por vía

femoral o yugular es de colocación permanente existiendo dos modelos el LP y LGM.

Boston Scientific 12-F Greenfield Filter de forma cónica fabricado en dos versiones una de acero y otra de Titanio alloy se colocan de forma permanente por vía femoral o yugular.

Cook Inc Bird's Nest Filter, de carácter permanente fabricado en acero se puede colocar por vía femoral o yugular.

Cook Inc Günther Tulip filter, cónico de conicromo de colocación permanente o temporal se coloca por vía femoral o yugular.

Cordis endovascular TrapEase Filter de nitinol, formado por una doble cesta de colocación permanente por vía braquial, yugular o femoral.

Cordis endovascular OptEase Filter, para implantación permanente o femoral, formado por una doble cesta de material de nitinol se puede colocar por vía femoral, yugular o braquial.

Rafael Medical Safeflo fabricado de nitinol tiene una forma irregular formado por un doble anillo y una espiral puede tener un carácter su implantación perma-

nente o temporal y se puede colocar por vía yugular o femoral.

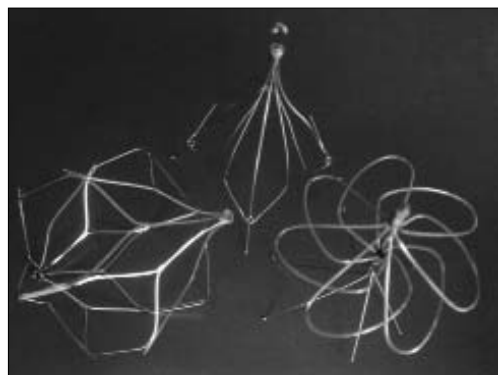
Cook Inc Celect Filter de forma cónica y de estructura de conicromo se puede colocar para su implantación permanente o temporal por vía femoral o yugular.

Rex Medical Option, de estructura de nitinol y en forma de cúpula para su implantación permanente o temporal se implanta por vía femoral, yugular o braquial.

Rex Medical Option LT, también de forma de cúpula y estructura de nitinol se puede colocar por vía yugular, femoral o braquial de forma permanente o temporal.

Complicaciones

1. Ineficacia al no prevenir el tromboembolismo pulmonar.
2. La trombosis secundaria de la zona de implantación del filtro, con oclusión de la vena cava.
3. La embolización de material trombotico generado a su nivel.
4. La perforación de la vena cava.
5. El desplazamiento del filtro hacia cavidades cardiacas.



Distintos tipos de filtros de vena cava.

BIBLIOGRAFÍA

- ASCH, M. R., Inicial experience in humans with a new retrievable inferior vena cava filter. *Radiology* 2002; 225: 835-844.
- BROUNTZOS, E. N.; KAUFMAN, J. A.; VENBRUX, A. C.; BROWN, R. P.; HARRY, J.; KINST, T. F.; KLESHINKI, S.; RAVENSCROFT, A. C., A new optional vena cava

filter: Retrieval at 12 weeks in an animal model. *J Vasc Interv Radiol.* 2003; 14: 763-772.

DECOUSUS, H.; LEIZOROVICZ, A.; PARENT, F.; PAGE, Y.; TARDY, B.; GIRARD, PH.; LAPORTE, S.; FAIVRE, R.; CHARBONNIER, B.; BARRAL, F. G.; HUET, Y.; SIMONNEAU, G., A clinical trial of vena caval filters in the prevention of pulmonary embolism in patients with proximal deep-vein thrombosis. *N Engl J Med* 1998; 338: 409-415.

ROSENTHAL, D.; WELLONS, E. D.; LEVITT, A. B.; SHULLER, F. W.; O'CONNOR, R. E.; HENDERSON, V. J.,

Role of prophylactic temporary inferior vena cava filters placed at the ICU bedside under intravascular ultrasound guidance in patients with multiple trauma. *J Vasc Surg* 2004; 40: 958-64.

SING, R. F.; ROGERS, F. B.; NOVITSKY, Y. W.; HENIFORD, B. T., Optional vena cava filters for patients with high thromboembolic risk: questions to be answered. *Surg Innov.* 2005 Sep; 12 (3): 195-202.

Tratamiento por radiofrecuencia de las varices

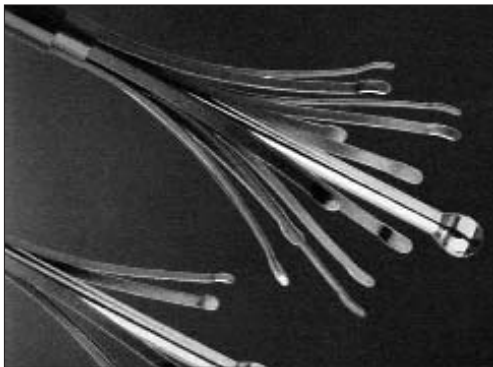
CARLOS VAQUERO - JOSÉ ANTONIO BRIZUELA

*Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

La técnica consiste utilizando la radiofrecuencia como fuente de energía y una vez que se introduce una sonda en el interior de la vena, se realiza una esclerosis con cierre del conducto.

Procedimiento técnico

El abordaje vascular se realizados con un catéter venoso central estándar de colocación PERIFÉRICA (Arrow International, PC-01451, Peripheral Inserted Central Venous Catheter, Radiopaque



Dispositivo empleado en radiofrecuencia.

Polyurethane with Blue FlexTip® 4 Fr. x 21-1/2» (55 cm), 2400 Bernville Road Reading, PA). Tras lavar la extremidad y en un ambiente estéril, se infiltra con anestesia el lugar de la punción. Se localiza la safena interna y se procede a introducir la vaina del catéter bajo guía ultrasonográfica (Sonosite® Plus 180, 21919, Bothell, WA). La técnica de Seldinger es la de elección en la mayoría de los casos. De existir dificultad técnica en la punción, se realiza un abordaje quirúrgico de la vena. El sitio de punción preferido suele ser algunos centímetros por debajo del cóndilo femoral medial. Debido a las características sonográficas del catéter, se logra localizar ecográficamente la punta del mismo en la unión safeno-femoral (USF) y practicar una retracción de 1cm. desde este punto. Logrado esto se procede a la oclusión de la USF mediante compresión del transductor sobre ésta área hasta que no se visualiza flujo en la caja de color del ecógrafo. Se eleva el miembro para producir un drenaje de la sangre venosa superficial completandose la tarea con expresión del muslo y pierna con vendaje elástico de Esmarch®.

BIBLIOGRAFÍA

- LURIE, F.; CRETON, D.; EKLOF, B.; KABNICK, L. S.; KISTNER, R. L.; PICHOT, O.; SCHULLER-PETROVIC, S.; SESSA, C., Prospective randomized study of endovenous radiofrequency obliteration (closure procedure) versus ligation and stripping in a selected patient population (EVOLVE Study). *J Vasc Surg.* 2003 Aug; 38 (2): 207-14.
- MERCHANT, R. F.; PICHOT, O.; MYERS, K. A., Four-year follow-up on endovascular radiofrequency obliteration of great saphenous reflux. *Dermatol Surg.* 2005 Feb; 31 (2): 129-34.
- SADICK, N. S., Advances in the treatment of varicose veins: ambulatory phlebectomy, foam sclerotherapy, endovascular laser, and radiofrequency closure. *Dermatol Clin.* 2005 Jul; 23 (3): 443-55.
- SALLES-CUNHA, S. X.; COMEROTA, A. J.; TZILINIS, A.; DOSICK, S. M.; GALE, S. S.; SEIWERT, A. J.; JONES, L.; ROBBINS, M., Ultrasound findings after radiofrequency ablation of the great saphenous vein: descriptive analysis. *J Vasc Surg.* 2004 Dec; 40 (6): 1166-73.
- WEISS, R. A., Comparison of endovenous radiofrequency versus 810 nm diode laser occlusion of large veins in animal model. *Dermatol Surg.* 2002; 28: 56-61.
- WEISS, R. A.; WEISS, M. A., Controlled radiofrequency endovenous occlusion using a unique radiofrequency catheter under duplex guidance to eliminate saphenous varicose vein reflux: a 2-year follow-up. *Dermatol Surg.* 2002 Jan; 28 (1): 38-42.

Tratamiento por láser de las varices

R. MARTÍNEZ SANZ - R. DE LA LLANA DUCRÓS

*Instituto Canario Cardiovascular
Universidad de La Laguna. Tenerife*

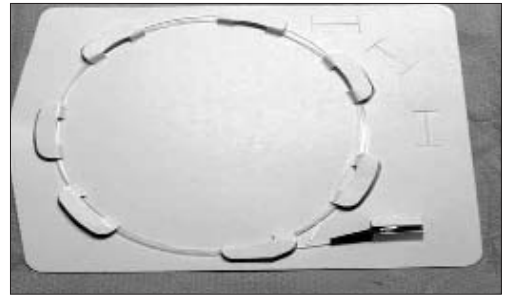
El tratamiento quirúrgico clásico de las varices de los miembros inferiores consistente en la safenectomía interna y/o externa, varicectomía e interrupción de los puntos de fuga venovenosos ha demostrado una gran eficacia y una menor tasa de recidivas que la crosectomía (ligadura y corte del cayado safena) o la llamada cura hemodinámica (método CHIVA).

Sin embargo, este sistema es muy agresivo con los tejidos peri-varicosos, llevan una recuperación lenta, precisan habitualmente anestesia epidural o general y un mayor o menor grado de hospitalización. Por ello, se han ideado diferentes alternativas menos invasivas, como la introducción de espumas en varices tronculares y safenas, o el empleo de sondas intravenosas de radio frecuencia.

Desde hace media docena de años se está empleando una fuente de energía distinta, el láser, para provocar en el endotelio daño térmico, que induzca a su retracción y fibrosis y en la mayoría de los casos a su completa desaparición.

Características técnicas del aparato de Láser:

Multidiodo™ endoláser, es un Láser de diodo que en la forma endovascular traba-



Fibra de endoláser, de 600 micras.

ja con una energía de 6 –12 vatios, una anchura de pulso de 50-400 ms, y una longitud de onda es de 810-980 nm.

Procedimiento:

El procedimiento es ambulatorio. Se marcan las varices y el trayecto safeno con lápiz dermatográfico (Richard-Allan™) guiado por eco-doppler, señalando los puntos de fuga, en bipedestación. Una vez monitorizado, se sitúa la mesa quirúrgica en posición de Trendelenburg a 20°. Se aplica povidona yodada. Los trayectos venosos rectilíneos y las safenas son abordados bien percutáneamente (aplicando en el punto de punción un spray de lidocaina) con aguja con vaina de teflón del 16 G, o bien con mini incisiones



Técnica de introducción percutánea del endoláser en la safena interna en el muslo izquierdo.

y ganchos de Müller para introducir un catéter semiflexible de 5 Fr. y por él hacer avanzar la fibra óptica de 400- 600 micras. Después de introducir la fibra aplicamos

anestesia local tumescente de lidocaína 0'25 % perivenosa. Comenzamos a aplicar la energía láser que oscila entre 12W en safenas, 8 en venas safenas anteriores o accesorias y en la vena de Giacomini y 6 en las demás venas. Se retrocede con la fibra a 1-2 mm. por segundo, según el calibre del vaso. Si es posible, hacemos control eco-doppler de la posición de la fibra, la cual se aproxima hasta 1-2 cm de la unión safeno-femoral, sobre todo en personas muy obesas, para estar seguros de su posición intravenosa, dado que en los no obesos, la luz roja de la punta de la fibra óptica se ve translúcida a través de la piel. Las venas tortuosas o muy superficiales se pueden extraer con técnicas microquirúrgica de Müller o bien se aplica esclerosante en espuma.



Imagen preoperatorio y postoperatoria de un mes de evolución después de tratamiento con endoláser.

BIBLIOGRAFÍA

- ANASTASIE, B., Láser endoveineux: resultants. *J Mal Vasc* 2002; 27 (supl 1): 15-8.
- BUTLER, C., Prosp rand trial. Babcock vs pin stripping. *Phlebology* 2002; 17: 56-63.
- CHANG, C. J.; CHUA, J. J., Endovenous láser photo-coagulation (EVLP) for varicose veins. *Lásers Surg Med* 2002; 31: 257-62.
- MARTÍNEZ SANZ, R.; DE LA LLANA, R.; NASSAR, M. I.; GARRIDO, P.; LACRUZ, A.; NAHARRO, L.; MARINERO, A. M., Thermosclerosis by endolaser in the treatment of varicose disease. Abstract on the 54 th European Society for Cardiovasc Surgery meeting. Athens 2005. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2005; 4 (suppl 1): 99.
- MIN, R. J.; KHILNANI, N.; ZIMMET, S., Endovenous láser treatment of saphenous vein reflux longterm results. *J Vasc Interv Radiol.* 2003; 14: 991-6.
- MIN, R. J.; ZIMMET, S. E.; ISAACS, M. N.; FORRESTAL, M. D., Endovenous láser:treatment of the incompetent greater saphenous vein. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12: 1167-71.
- NAVARRO, L.; BONÉ, C., L'énergie láser intraveineuse dans le traitement des troncs veineux variqueux:raport sur 97 cas. *Phlebologie* 2001; 3: 293-9.
- NAVARRO, L.; MIN, R. J.; BONÉ, C., Endovenous láser a new minimally invasive method of treatment for varicose veins-preliminary observations using an 810 nm diode láser. *Dermatol Surg* 2001; 27: 117-22.
- PROEBSTLE, T. M., Endovenous treatment of the lesser saph veins with LEV. *Dermatol Surg* 2003; 29: 357-61.

ACCESOS PARA HEMODIÁLISIS

Abordajes endovasculares para hemodiálisis

CARLOS VAQUERO - LOURDES DEL RÍO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Los abordajes vasculares para hemodiálisis siguen siendo unos procedimientos imprescindibles para un adecuado tratamiento de los enfermos nefrológicos que padecen cuadros de insuficiencia renal siendo en la mayoría de los casos imprescindibles para su vida. Sin embargo las características de estos pacientes y la necesidad urgente, inmediata o a largo plazo del tratamiento de hemodiálisis condiciona la estrategia en la realización de los accesos vasculares tanto en lo que se refiere a la técnica como en el momento de practicarla.

Los factores que condicionan la realización de uno u otro procedimiento se podrían enumerar en los siguientes apartados:

1. Necesidad del procedimiento de hemodiálisis a corto, medio o largo plazo.
2. Edad del paciente.
3. Enfermedad base que condiciona el estado de los vasos.
4. Esperanza de vida del paciente.
5. Características anatómicas del paciente como obesidad o constricción.
6. Estado vascular de los vasos.



Kit de un sistema de catéter de hemodiálisis.

Accesos endovasculares

ACCESOS VASCULARES TEMPORALES

Consistente en la punción de los vasos a nivel yugular o femoral colocando un catéter temporal que suele durar de días a meses.

ACCESOS VASCULARES PERMANENTES

Con la colocación generalmente a nivel yugular un catéter permanente o por disección o punción del vaso. Entre los más frecuentes se encuentra el Perm-cath, Tesio y otros de uso más infrecuente.

Los catéteres permanentes endovasculares los suele indicar el nefrólogo cuando el mismo prevé una diálisis inmediata y que se puede prolongar de forma crónica valorando la posibilidad de colocación de un catéter permanente con el mismo esfuerzo y riesgo que uno permanente. En algunas ocasiones por ejemplo cuando se prevé una hemodiálisis no muy prolongada o en pacientes con malas condiciones técnicas de realización de una conexión arteriovenosa, se indica de entrada la colocación de un catéter endovascular permanente. Existen referencias en la literatura donde se indica que con la colocación de los catéteres permanentes se obtienen mejores resultados que con los accesos arteriovenosos como es el caso de los diabéticos.

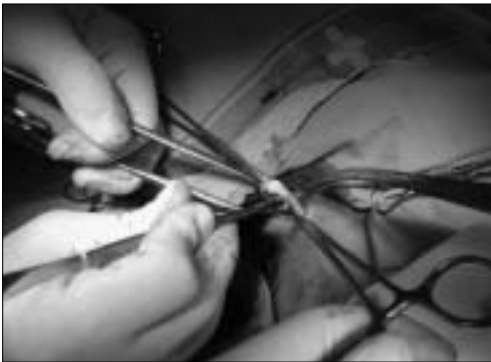


Imagen de la implantación quirúrgica de un catéter permanente.

Sistema de aplicación

Por lo general hay que seguir las instrucciones del fabricante del modelo del dispositivo que se va a colocar. Existen dos posibilidades básicas de aplicación a nivel yugulo subclavio:

- Por punción: en situación de Trendelenburg con una infiltración de anes-

tesia local en la zona inferior del cuello y un giro de la cabeza al lado contralateral al de la colocación, se punciona la vena yugular al nivel más proximal posible, una vez controlada la situación por la obtención de sangre venosa por aspiración se coloca una guía que servirá de soporte al introductor del sistema que generalmente es pelable y que se retira una vez introducido una nueva guía hidrofílica y el sistema de catéter del dispositivo. Se puede abrir previamente un mm de piel para facilitar la penetración. Se pueden realizar los controles oportunos mediante fluoroscopia simple o con contraste. Algunos dispositivos, requieren la colocación de dos vías. Se procede finalmente a la fijación del sistema.

- Por disección: Se realiza una infiltración anestésica en la base del cuello a nivel de la inserción baja del músculo esternocleidomastoideo. Se procede a realizar una incisión de unos 2 cm longitudinal y se procede a disecar la vena yugular externa, utilizando esta si tiene un calibre adecuado, o la yugular inter-



Imagen de la implantación de un catéter temporal de hemodiálisis.

na. Se controla con lazos vessel-loop y se procede a la colocación del dispositivo por canulación venosa, ligando generalmente la parte distal de la vena y realizando una tenotomía para introducir el dispositivo. Se realiza una ligadura no estenotante de la vena y el sistema canalicular. El sistema antes de la introducción a nivel venoso se ha pasado por una pequeña incisión de la piel al tejido celular subcutáneo y posteriormente por un túnel subcutáneo. Se controla la adecuada colocación del dispositivo y se procede a cerrar las incisiones y a fijar los catéteres.

Se aconseja siempre su colocación con control radiológico fluoroscópico sobre todo para controlar la situación del catéter y más concretamente su extremo. Siempre los dispositivos deben de estar adecuadamente irrigados con suero heparinizado y cebados para evitar la introducción de aire al sistema venoso.

Complicaciones de la técnica

- Rupturas venosas, que se solucionan o con compresión las más pequeñas o con abordaje y reparación quirúrgica las más grandes.
- Neumotorax, por punción o ruptura pleural.
- Colocación anómala del catéter, o colocándose a nivel yugular retrógrado, a nivel subclavio retrógrado o formándose plicaturas o bucles y hasta nudos impidiendo su función.
- Trombosis secundaria del sector venoso.

Otros lugares de colocación de catéteres es a nivel femoral, que se realiza en situaciones excepcionales cuando se han agotado las posibilidades de la extremidad superior.

BIBLIOGRAFÍA

- BLAKE, P. G.; HURAIB, S.; WU, G.; ULDALL, P. R., The use of dual lumen jugular venous catheter as definitive long term access for haemodialysis. *Int J Artif Organs* 1990; 13: 26-31.
- CANAUD, B.; LERAY, H.; BÉRAUD, J. J.; MION, CH., Accès vasculaire temporaire du périphérique au central, du temporaire au permanent. *Néphrologie* 1994; 15: 53-9.
- CANAUD, B.; SAUNIER, F.; BÉRAUD, J. J.; JOYEUX, H.; MION, C., La canulation yugulaire interne avec deux cathéters silastic. Une nouvelle méthode d'accès vasculaire pour hémodialyse. *Néphrologie* 1986; 7: 5761.
- DAMMERS, R.; HAAN, R. W.; PLANKEN, N. R.; VAN DER SANDE, F. M.; TORDOIR, J. H. M., Central vein obstruction in hemodialysis patients: Results of radiological and surgical intervention. *Eur J Vasc endovasc Surg* 2003; 26: 317-21.
- DAVIDSON, I., On call in Vascular Access. Surgical and radiological procedures. Landes Company, Georgetown, Texas, USA. 1996.
- DONNELLY, P. K.; HOENICH, N. A.; LENNARD, T. W. J.; PROUD, G.; TAYLOR, R. M. R., Surgical management of long term central venous access in uraemic patients. *Nephrol Dial Transplant* 1988, 3: 57-65.
- DUNCAN, N. D. C.; SINGH, S.; CAIRNS, T. D. H.; CLARK, M.; EL-TAYAR, A.; GRIFFITH, M.; HAKIM, N.; HAMADY, M.; MCLEAN, A. G.; PAPALOS, V.; PALMER, A.; TAUBE, D., Tesio-Caths provide effective and safe long-term vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 2816-22.
- DUNEA, G., Vasculorama: highlights from the vascular access literature. *The Journal of Vascular Access*. 2000; 1: 41.
- DUNN, J.; NYLANDER, W.; RICHIE, R., Central venous dialysis access: experience with a dual-lumen, silicone rubber catheter. *Surgery* 1987; 102, 5: 784-9.
- GIBSON, S. P.; MOSQUERA, D., Five years experience with the Quinton Permcath for vascular access. *Nephrol Dial Transplant* 1991; 6: 269-74.

- HAMER, R.; TAGBOTO, S., Superior vena caval obstruction following central venous cannulation. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 258.
- HENRY, M. L., Vascular access for hemodialysis. *WL Gore & Associates Inc. USA* 1997.
- HENRY, M. L., Vascular access for hemodialysis. *VI. WL Gore & Associates Inc. USA* 1999.
- JEAN, G.; CHAZOT, C.; VANEL, T.; CHARRA, B.; TERRAT, J. C.; CALEMARD, E.; LAURENT, G., Central venous catheters for hemodialysis : looking for optimal blood flow. *Nephrol Dial Transplant* 1997, 12: 1689-91.
- LABEUEW, M.; CAILLETTE, A.; GIMENEZ, E.; TABAKIAN, A., Cathéters centraux: un abord temporaire pour un usage définitif? *Néphrologie* 1994, 15: 91-4.
- MCLAUGHLIN, K.; JONES, B.; MACTIER, R.; PROTEUS, C., Long-term vascular access for hemodialysis using silicon dual-lumen catheters with guide-wire replacement of catheters for technique dsalvage. *Am J Kidney Dis* 1997; 29, 4: 553-9.
- MICKLEY, V., Surgical alternatives to central venous catheters in chronic renal replacement therapy. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: 1045-51.
- MOSS, A. H.; MCLAUGHLIN, M. M.; LEMPERT, K. D.; HOLLEY, J. L., Use of a silicone catheter with a Dacron cuff for dialysis short-term vascular access. *Am J Kidney Dis* 1988; 12, 6: 492-8.
- PAGE, B.; LEGENDRE, C.; SOUISSI, M.; MOREAU, J. F., Doubles cathéters fémoraux tunnellisés : accès vasculaire de secours pur l'hémodialyse. *Néphrologie* 1994; 15: 83-5.
- PURCHEZ, T.; MORINIÈRE, PH.; FOURNIER, A.; PIETRI, J., Use of Permcath (Quinton) catheter in uraemic patients in whom the creation of conventional vascular access for haemodialysis is difficult. *Nephron* 1989; 53: 297-302.
- Schwab SJ, Buller GL, McCann RL, Bollinger RR, Stickel DL. Prospective evaluation of a dracon cuffed hemodialysis catheter for prolonged use. *Am J Kidney Dis* 1988; 11, 2: 166-9
- SHUSTERMAN, N. H.; KLOSS, K.; MULLEN, J. L., Successfull use of double-lumen, silicone rubber catheters for permanent hemodialysis access. *Kidney Int* 1989; 35: 887-90.
- SULKOWSKI, U.; SCHULTE, H., Arguments in favour of a homologous concept for hemodialysis access procedures. Feasibility and results. *Eur J Vasc Endovasc surg.* 2003; 26, 96-9.
- TOULON, J.; BROYET, C.; DIAB, N.; FAVRE, J. P.; GOURNIER, J. P.; JURINE, J.; BARRAL, X.; BERTHOUX, F., Trois ans et demi d'expérience en hémodialyse avec 37 Permcath sans infection ou thrombose définitive. *Néphrologie* 1994, 15: 95-100.
- TWARDOWSKI, Z. J., Vascular access for hemodialysis: an historical perspective of intravenous catheters. *The Journal of Vascular Access.* 2000; 1: 42-5.
- TYNAN-CUISINER, G.; BERMAN, S. S., Advances in endovascular techniques to treat failing and failed hemodialysis access. *J Endovasc Ther.* 2004; 11 Suppl 2: III 34-9.

Tratamiento endovascular de las complicaciones de los accesos de hemodiálisis

CARLOS VAQUERO - LOURDES DEL RÍO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Los accesos de hemodiálisis fundamentalmente por fibrosis de la pared del vaso, generalmente el venoso, sufren procesos de estenosis por fibrosis de la zona. Por otro lado en las zonas de punción, es posible que se puedan desarrollar procesos estenóticos por los procesos de cicatrización tras el traumatismo vascular postpunción.

Las técnicas a emplear serían:

1. Angioplastia simple de la lesión, mediante la utilización de balones de alta presión. La técnica sería la punción de la fístula o acceso, cateterización y colocación de un introductor de 6F, colocación en la estenosis de una guía y la colocación de un balón de angioplastia de alta presión que se hincha con jeringa de presión.

Los balones más frecuentemente utilizados son:

Conquest de Bard que puede llegar a 30 atmosferas.

Marauder.

BlueMax 20.

Powerflex Extreme.

Workhorse.

Powerflex P3.

En las fibrosis organizadas con engrosamiento de la pared y con dificultades a la dilatación con el procedimiento Standard la utilización de cutting balón que permite seccionar las zonas indura-



Acceso de hemodiálisis que presenta una estenosis susceptible de tratamiento endovascular.

das puede mostrarse como una buena alternativa técnica

2. Colocación de un Stent en los casos que sea necesario estabilizar la dilatación previa. No existe una especial predilección para la selección del stent. Sin embargo hay que considerar que las lesiones estenosantes suelen ser fibrosas e induradas por una parte, donde los stent expandibles por balón serían los más indicados, pero por otra se necesita a nivel de la implantación cierta flexibilidad de la zona y más cuando las lesiones estenóticas se ubican en los segmentos de anastomosis de los accesos. El criterio de elección se basará en el tipo de lesión, extensión, ubicación y posibilidades técnicas. Los stent a implantar se recomiendan que se extiendan más a allá de las lesiones, sobre todo considerando que los segmentos arterializados deberán ser punccionados para obtener el componente hemático a dializar.

BIBLIOGRAFÍA

- GUERRA, A.; RAYNAUD, A.; BEYSSEN; PAGNY, J. Y.; SAPOVAL, C. A., Arterial percutaneous angioplasty in upper limbs with vascular access devices for hemodiálisis. *Nephrol Dial Transplant* 2002; 17: 843-51.
- MICKLEY, V., Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the surgeon's point of view. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 309-11.
- TESSITORE, N.; LIPARI, G.; POLI, A.; BEDOGNA, V.; BAGGIO, E.; LOSCHIAVO, C.; MANSUETO, G.; LUPO, A., Can blood flow surveillance and pre-emptive repair of subclinical stenosis prolong the useful life of arteriovenous fistulae? A randomized controlled study. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 2325-33.
- TYNAN-CUISINER, G.; BERMAN, S. S., Advances in endovascular techniques to treat failing and failed hemodialysis access. *J Endovasc Ther.* 2004; 11 Suppl 2: 11134-9.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, J. A.; GUTIÉRREZ, V.; CARRERA, S.; DEL RÍO, L.; BLANCO, I.; IBÁÑEZ, M. A.; CENIZO, N.; SAN NORBERTO, E. M., Brizuela. Prevención tromboembólica del acceso vascular. *Angiología* 2005 57 (supl 2): S243-S252.
- YOFFE, B.; BEHAR, D. J.; SCHEINOWITZ, M.; RABIN, A. M., A new mechanical device for declotting of hemodialysis access grafts. *J Endovasc ther* 2005; 12: 215-23.

Tratamiento endovascular de las angiodisplasias

CARLOS VAQUERO - MARÍA ANTONIA IBÁÑEZ

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

Las angiodisplasias o malformaciones congénitas de los vasos sanguíneos es una patología que se muestra con gran polimorfismo tanto desde el punto de vista clínico como patogénico que en muchos casos no es aconsejable el tratamiento quirúrgico de los mismos pero en

otros requiere una acción terapéutica o excluyendo parte de los vasos ya sea cerrando su puerta de entrada o provocando su trombosis, requiriendo en algunos casos su exéresis parcial o total si es posible del proceso malformativo. La cirugía endovascular permite realizar actuaciones con objeto lograr los objetivos terapéuticos planteados:



Aneurisma iliacoal que se le ha aplicado coils en su interior.



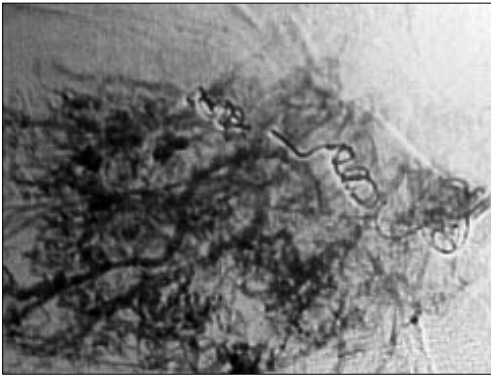
Angiodisplasia pélvica tratada con la implantación de coils.

Entre las posibilidades terapéuticas endovasculares se encontrarían las siguientes:

1. Oclusión del origen de los vasos aferentes de la malformación mediante la implantación de un

stent cubierto a nivel del vasos troncular del que depende desde el punto de vista circulatorio la angiodisplasia.

2. La inducción de la trombosis de los vasos de la malformación con la colocación de los mismos de material trombogénico:



Angiodisplasia tratada con coils.

- a) Coils de diferentes tamaños y estructuras. Se implantaran un número de coils de acuerdo al tamaño de la angiodisplasia, lo mismo que se seleccionarán para la implantación tamaños y

formas de acuerdo a las características de la lesión.

- b) Substancias adhesivas tipo cianocrilato que logran ocluir la lesión total o parcialmente además de una acción complementaria trombogénica.
- c) Inyección de sustancias trombogénicas en el interior de los vasos afectados.

Este tipo de técnicas se pueden complementar o ser complementarias con la cirugía convencional.

La trombosis o oclusión de los vasos puede dar lugar complicaciones entre las que se encontrarían la necrosis del territorio lesional.

BIBLIOGRAFÍA:

- JOYCE, P. F.; SUNDARAM, M.; RIAZ, M. A.; WOLVERSON, M. K.; BARNER, H. B.; HOFFMAN, R. J., Embolization of extensive peripheral angiodysplasias. The alternative to radical surgery. *Arch Surg.* 1980; 115 (5): 665-8.
- WEINGARTEN, A.; DOYON, D.; ROCHE, A.; CURET, P.; HARRY, G., Highly selective arteriography and embolization in the treatment of angiodysplasias with shunt, in the limbs (author's transl) *J Radiol Electrol Med Nucl.* 1978; 59 (8-9): 471-7.

Otras aplicaciones terapéuticas de la tecnología endovascular

CARLOS VAQUERO* - JAVIER AGUDO**

* *Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

** *Departamento de Histología y Biología Celular
Universidad de Valladolid*

Las técnicas que permiten introducir catéteres hasta lugares concretos del sistema vascular que irrigan un determinado territorio, son adecuadas para la administración de determinadas sustancias, fármacos, productos e incluso células que permiten a veces actuaciones a nivel del propio vaso o su contenido, o a nivel del parénquima o tejido perfundido.

Tipos de actuaciones:

Terapia génica.

Terapia celular.

Administración de fármacos.

Enzimas.

La administración se puede realizar o por:

1. Vía arterial.
2. Vía venosa.

La forma de introducirlos:

1. De forma libre en suspensión acuosa.
2. Adherido a sistemas como stents.

LOS PRODUCTOS A PERFUNDIR SERÍAN:

1. Células

Hay en este momento líneas de investigación encaminadas a inducir la angiogénesis y por lo tanto una neovascularización del tejido mediante la siembra de células madre pluripotenciales que pueden llegar a constituir neoconductor. En esta terapia se incluye.

Las células progenitoras endoteliales, células hematopoyéticas, células mononucleares de médula osea, células mesenquimatosas, mioblastos de músculo esquelético y otras células.

2. Proteínas

Algunas proteínas en el cuerpo pueden ayudar a accionar el nuevo crecimiento de los vasos y que así aumente la fuente del oxígeno al tejido fisquémico. Tales proteínas angiogénicas incluyen el factor endotelial del crecimiento, el factor endotelial vascular del crecimiento (VEGF) y el factor del crecimiento

del fibroblastos (FGF). Se pueden estimular por factores como el EW-A-401. Existen varios ensayos clínicos que evalúan esta posibilidad en el momento actual utilizando diferentes factores forma como el VIVA, FIRST, AGENT, TRAFFIC, RAVE o NIH-ZFT esponsorizados por diferentes compañías y casas comerciales.

3. Terapia génica

Angiogénesis es un proceso natural en el cuerpo que implica el crecimiento de los vasos sanguíneos nuevos. Varios estudios científicos que implican los ensayos de la terapia con genes para la enfermedad cardiovascular en seres humanos están en curso y parecen muy prometedores. Sin embargo, la terapia génica todavía necesita muchas mejoras antes de que se convierta en tratamiento rutinario para la enfermedad cardiovascular en la clínica. La administración de un plásmido con el gen VEGF o el Ad5FGF-4, modificación del gen FGF están entre estas posibilidades.

BIBLIOGRAFÍA

- ANNEX, B. H., Therapeutic angiogenesis for PAD. *ENDOASCULAR TODAY*. 2004 (SUPPL)17-19.
- ETON, D.; YU, H.; WANG, Y.; RAINES, J.; STRIKER, G.; LIVINGSTONE, A., Endograft technology: a delivery vehicle for intravascular gene therapy. *J Vasc Surg* 2004; 39: 1066-73.
- HUNT, B. J.; POSTON, L.; SCHACHTER, M.; HALLIDAY, A., An introduction to vascular biology. Cambridge University Press. Cambridge 2002.
- MATSUHASHI, T.; KRAITCHMAN, D. L., Therapeutics angiogenesis. *Endovascular today* 2005; 7: 17-21.
- OPIE, S. R.; DIB, N., Local endovascular delivery, gene therapy, and cell transplantation for peripheral arterial disease. *J Endovasc Ther*. 2004; 11 Suppl 2: 11151-62.
- PEDEN, E.; ZHOU, W.; BUSH, R. L.; LUMSDEN, A. B.; LIN, P. H., The case for thrombolysis for iliofemoral venous thrombosis. *Semin Vasc Surg*. 2005; 18 (3): 139-47.
- SPIES, C.; SNELL, R. J., Therapeutic angiogenesis for the treatment of PAD. Where do we stand. *Vascular Disease Management* 2005; 6: 144-51.
- VEDANTHAM, S.; RUNDBACK, J. H.; COMEROTA, A. J.; HUNTER, D. W.; MEISSNER, M. H.; HOFMANN, L. V.; HORNE, M. 3RD; GLOVICZKI, P.; ANDREWS, R. T.; FAN, C. M.; HUME, K. M.; GOLDBERGER, S. K.; TAPSON, V.; RAZAVI, M. K.; MIN, R. J., Development of a research agenda for endovascular treatment of venous thromboembolism: proceedings from a multidisciplinary consensus panel. *J Vasc Interv Radiol*. 2005; 16 (12): 1567-73.

Programa de adiestramiento en técnicas endovasculares para angiólogos y cirujanos vasculares

CARLOS VAQUERO

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid

La *competencia* en el área de los procedimientos endovasculares se soporta en dos campos:

- *Campo de los conocimientos*: El nivel cognoscitivo se soporta en la adquisición de una información sobre el campo de estudio a desarrollar. Es el considerado nivel teórico de los aprendizajes y comprende en la adquisición de toda información que se requiera para llevar a cabo cualquier actividad, en este caso de cirugía endovascular. Comprende el conocimiento de la patología a tratar, la anatomía de las estructuras involucradas en la actuación tanto a nivel diagnóstico como terapéutico, los medios diagnósticos, la interpretación de la información recogida, la adecuación de las actitudes a desarrollar a criterios de consenso y el conocimientos de los protocolos de los procedimientos terapéuticos.
- *Campo de las habilidades*: Consiste en adquirir unas habilidades basadas en un profundo conocimiento teórico tanto del material a utilizar como el de las técnicas a desarrollar. Se

adquiere con la repetición de las maniobras previa apreciación de su ejecución por personal experto. En unos primeros momentos de su realización práctica este aprendizaje estará soportado en una monitorización continuada, posteriormente en una autorización a distancia y posteriormente sólo en la consulta de los puntos dudosos en su desarrollo.

Niveles de conocimientos y habilidades:

1. BÁSICO

Conocimientos generales, consistentes en el conocimiento exhaustivo del material, las técnicas básicas de acceso, abordaje y navegación vascular. Como técnicas básicas estaría la angioplastia iliaca y/o colocación de stent iliaco.

2. INTERMEDIO

Conocimientos especiales que como técnicas intermedias, se enmarcaría la cirugía endovascular de la arteria renal.



Jornadas sobre procedimientos endovasculares.

3. AVANZADO

Conocimientos avanzados que permitan realizar técnicas complejas solucionar complicaciones. Se enmarcarían en este campo la técnica del stenting carotídeo, el tratamiento endovascular del AAA, del AAT y ATA. El tratamiento de las angiodisplasias.

Desarrollo de una estrategia para su aprendizaje específico

Los procedimientos endovasculares son procedimientos técnicos incluidos en el campo de competencias de la especialidad de Angiología y Cirugía Vasculare e incluidos en su programa de formación. Por este motivo su aprendizaje tanto desde el punto de vista técnico como teórico se debe de realizar durante el desarrollo del programa de esta especialidad de acuerdo con el desarrollo de los programas de formación de Médicos Residentes de la Especialidad. Sin embargo se puede considerar que el aprendizaje de estas técnicas incluidas en la actividad profesional de esta especialidad, por los continuos cambios téc-

nicos que se han ido aportando en su área de competencias merezca una especial atención en la formación y capacitación de los nuevos especialistas con el desarrollo de reuniones de carácter científico. Estas se podrían concretar en Cursos, Reuniones científicas incluyendo Foros de debate, simposium, mesas redondas y aportaciones tipo comunicación.

Cursos: entendiendo como reunión científica donde un profesorado experto enseña a un colectivo de alumnos, contenidos tanto teóricos como prácticos de un área de conocimiento y donde los segundos se puede decir que no tienen o son escasos sus conocimientos.

Curso de iniciación o básicos: deberían de comprender la adquisición de conocimientos teóricos en especial inicialmente el material utilizado, las técnicas básicas y comunes en la mayoría de los procedimientos endovasculares, conceptos teóricos base de patología vascular. Se completa con la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos sobre procedimientos sencillos como la angioplastia y colocación de stent.



Impartición de la parte teórica en un curso.

Curso de perfeccionamiento donde se contemplan aspectos más avanzados y técnicas más complicadas como son los procedimientos a nivel renal, a nivel carotídeo, el tratamiento de aneurismas sencillos tanto a nivel periférico como aórtico abdominal o torácica.

Curso de excelencia para la adquisición de conocimientos sobre patología complicada tales como el tratamiento de las angiodisplasias, patología aneurismática complicada y en especial los casos conflictivos como los que afectan a ramas viscerales, los que implican procedimientos híbridos o abordajes o situaciones que requieran especiales conocimientos o habilidades.

Estancias en unidades asistenciales con un adecuado número de procedimientos semanales.

Se trata de participar pasiva y activamente en el diagnóstico, indicación terapéutica y realización del procedimiento endovascular.

Se podría considerar que estas estancias deberían de tener una duración mínima de un mes.

Participación en Foros científicos: Tipo Simposios, Mesas Redondas, Jornadas,

Seminarios, Congresos con una adecuada dedicación al campo de la cirugía endovascular. Según el nivel científico, independientemente del nivel científico alcanzado y desarrollado, pueden ser:

- Nacionales, generalmente con un nivel más adecuado a los que se inician en esta técnicas. Aunque en muchas ocasiones los procedimientos son en teoría de menor entidad y la experiencia mostrada menos amplia, captan mejor la realidad de la actividad profesional real.
- Internacionales, participando en teoría los profesionales más experimentados y figuras más relevantes en el campo endovascular. Sin embargo no dan en muchas ocasiones una perspectiva real de la situación. En estos foros suelen participar de forma muy frecuente profesionales con escasa o nula experiencia sobre el tema, pero que se muestran como teóricos discusores que en muchas ocasiones confunden más que informan con sus consideraciones.

Herramientas

Laboratorios de Adiestramiento.

Prácticas en modelos plásticos.

Prácticas en modelos hidrodinámicos.

Adiestramiento en modelos simuladores informáticos.

Prácticas en modelos animales.

Cursos, work-shop y talleres con gran componente práctico.

Participación en procedimientos con enfermos.



Adiestramiento en un curso con simuladores.



Adiestrando a los residentes en técnicas endovasculares en quirófano experimental.

Foros de formación en Internet.
Debates de casos clínicos.

Foros científicos tipo Congreso, Seminario, simposio, jornadas, etc...
Asistencia y participación en Reuniones científicas de discusión de aplicación de técnicas endovasculares.

Programa

Material.

Sistemas punción.
Introdutores.
Guías.
Catéteres.

Accesos vasculares.
Navegación vascular.
Angioplastia como técnica.
Stent.
Endoprótesis.
Sistemas radiológicos vasculares.
Ultrasonidos a nivel vascular. Ecodoppler.
IVUS.
Planificación de la cirugía endovascular.
Cirugía endovascular del sector iliaco.
Cirugía endovascular de las arterias periféricas.
Cirugía endovascular de las arterias renales.

Cirugía endovascular de las arterias digestivas.

Cirugía endovascular de los TSA.

Cirugía endovascular de la bifurcación carotídea.

Endocirugía de la patología de la aorta torácica.

Endocirugía de los aneurismas aorto-iliaco.

Acceso para hemodiálisis.

Catéteres.

Recuperación FAVIS.

Filtros de vena cava.

Sistemas desobstructivos endovasculares.

Oclusión vascular. Ocluidores, coils y colas.

Técnicas especiales.

Angioplastia subintimal.

Endarterectomía retrógrada.

Crioplastia.

Cutting balón.

Angioplastia láser.

Aterectomía.

Trucos.

Adiestramiento y entrenamiento de las técnicas endovasculares.

Protección radiológica.

Niveles de competencia

Nivel I

Capacitación para:

Punción de vasos.

Cateterizar vasos.

Colocación de introductores.

Introducción e intercambio de guías.

Introducción y colocación de catéteres de angiografía.

Realización de angiografía manualmente y con inyector.

Colocación accesos vasculares por punción.

Realización de angioplastia ilíacas.

Colocación de stent y endoprótesis ilíacas.

Nivel II

- Todos los procedimientos de nivel I.
- Realización de procedimientos a nivel renal.
- Realización de procedimientos a nivel arterial infrainguinal.
- Medición e indicación de endoprótesis para el tratamiento del AAA.
- Colocación de endoprótesis en AAA con anatomía no complicada.
- Implantación de endoprótesis en patología aórtica sencilla.
- Stent carotídeo por técnica disección carotídea y reversión de flujo.
- Embolización con coils de angiodisplasias.
- Cirugía endovascular de los vasos periféricos del miembro inferior.
- Tratamiento endovascular del aneurisma poplíteo.

Nivel III

- Todos los procedimientos de Nivel I y Nivel II.
- Stent carotídeo con sistema protector.
- Colocación endoprótesis en aortas aneurismáticas con anatomía complicada.
- Implantación de endoprótesis en patología aórtica torácica complicada.

Colocación de endoprótesis fenestradas.

Procedimientos híbridos a nivel aorta abdominal y aorta torácica y troncos supraórticos.

BIBLIOGRAFÍA

- MARTÍN, R. C. 2ND.; KEHDY, F. J.; ALLEN, J. W., Formal training in advanced surgical technologies enhances the surgical residency. *Am J Surg* 2005; 190 (2): 244-8.
- VEITH, F. J., Metamorphosis of vascular surgeons to endovascular specialists: must vascular surgery have an independent board and can we get there? *J Endovasc Ther* 2005; 12 (3): 269-73.
- WORATYLA, S. P.; RASMUSSEN, T. E.; O'DONNELL, S. D.; PARKER, M. V.; GOFF, J. M.; GILLESPIE, D. L.; RISCH, N., Reviw os standards for competence in catheter-based endovascular procedures: a resource and strategy for the interventional vascular surgeon. *Vasc Endovasc Surg* 2003; 37: 39-46.
- HSU, J. H.; YOUNAN, D.; PANDALAI, S.; GILLESPIE, B. T.; JAIN, R. A.; SCHIPPERT, D. W.; NARINS, C. R.; KHANNA, A.; SUROWIEC, S. M.; DAVIES, M. G.; SHORTELL, C. K.; RHODES, J. M.; WALDMAN, D. L.; GREEN, R. M.; ILLIG, K. A., Use of computer simulation for determining endovascular skill levels in a carotid stenting model. *J Vasc Surg* 2004; 40: 1118-25.
- MC CHESNEY, C., CAS training programs. *Endovascular Today* 2004; 10: 20-2.
- VAQUERO-PUERTA, C.; NUÑO-GONZÁLEZ, J.; GUTIÉRREZ-ALONSO, V.; CARRERA, S.; GONZÁLEZ-FAJARDO, J. A.; SAN NORBERTO-GARCÍA, E. M.; AGUDO-BERNAL, J., Evaluación del adiestramiento y capacitación en técnicas endovasculares en simuladores. *Angiología* 2004; 56, 4: 381-9.

Métodos de adiestramiento en técnicas endovasculares

CARLOS VAQUERO

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular
Hospital Clínico Universitario de Valladolid*

La dilatación intraluminal de las arterias y la posterior aplicación de sistemas de contención parietal tipo stent o remodelación arterial tipo endoprótesis, requieren independientemente de asimilar una nueva concepción de los procedimientos terapéuticos vasculares adiestramiento en procedimientos de punción vascular, para acceder a la luz de los vasos, introducción de introductores y guías y otros dispositivos que nos van a permitir dilatar la luz de los vasos, implantar stent o como anteriormente se reseñaba prótesis endovasculares. Estas técnicas requieren un conocimiento perfecto de los procedimientos, adquirir unas determinadas habilidades técnicas y asimilar una actuación con visión indirecta bajo medios fluoroscópicos con la utilización del arco de Rayos X.

Modelos de adiestramiento en técnicas endovasculares

El adiestramiento en las nuevas técnicas se podrían clasificar en:

I. MODELOS BIOLÓGICOS:

Representados por aquellos que utilizan seres vivos. A su vez se podrían clasificar en:

1. Adiestramiento en situaciones de aplicación terapéutica en pacientes. Este método de aprendizaje, evidentemente no se debe de practicar hasta que no existan las máximas garantías para el paciente, aunque hay que reconocer que el el más utilizado. Conlleva muchas consideraciones éticas en su aplicación y desarrollo y sólo serían paliadas si se desarrolla con una tutorización que garantice el seguro y adecuado desarrollo del procedimiento.

2. Modelos experimentales animales, basados en la utilización de animales de experimentación. Esta utilización está regulada por la Ley que regula la utilización de animales de laboratorio para investigación y otros fines científicos incluidos los de docencia. Evidentemente su uso debe de estar restringido y ceñido a lo estrictamente necesario. Se debe de utilizar la especie biológica más adecuada para el desarrollo del procedimiento. Este método puede ser el adecuado entre el paso de de utilización de modelos no biológicos y la aplicación de la técnica en el paciente.

Modelos animales

Antes de concretar los posibles modelos animales, hemos de considerar

determinados aspectos que consideramos básicos en el desarrollo de modelos animales de adiestramiento de entrenamiento para procedimientos endovasculares como serían:

- *Accesibilidad del modelo*: es un aspecto importante a la hora de seleccionar el modelo el de la manejabilidad del mismo. Un animal que presenta dificultades en su utilización por su agresividad, excesivo tamaño o peso pueden ser razones para ser excluido en su uso en determinados medios con infraestructura limitada.
- *Económico*: su costo no puede ser muy elevado teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos los recursos económicos son limitados y más para el desarrollo de tareas docentes o de adiestramiento.
- *Fácil manejo*: adecuado para poderlo utilizar por personal no excesivamente entrenado en manejo de los animales, pero que sin embargo deben de poseer unos mínimos conocimientos sobre experimentación animal, si es posible contar con el concurso de un veterinario y preferentemente con la experiencia de haber realizado algún curso o programa de capacitación en la utilización de animales de laboratorio.
- *Fácil anestesia*: Aspecto de especial relevancia teniendo en cuenta que la actual legislación sobre la utilización de los animales de laboratorio exige que los procedimientos deben de realizarse sin provocar dolor en el animal. La anestesia requiere en la mayoría de los casos teniendo en cuenta que se precisa analgesia e inmovilización del animal, que sea general con intubación y ventilación asistida. La intubación en muchos animales no entraña dificultad pero en otros resulta muy dificultosa, y para determinadas personas poco entrenadas, imposible lo que conlleva irremediablemente si pierde la respiración espontánea, la muerte del animal.
- *Mínimos requerimientos de infraestructura*: tanto a nivel del alojamiento del animal como a nivel del habitáculo para desarrollar el procedimiento deben de disponer de un material mínimo como es en el caso del alojamiento un lugar adecuado a la especie de que se trate sin olvidar de que debe de poseer la autorización administrativa pertinente y en el caso del habitáculo que disponga de los requerimientos mínimos como son mesa de quirófano o similar radiotransparente, fuentes de iluminación, aparato de radiología tipo arco, bisturí eléctrico, aspirador, aparato de anestesia e instrumental mínimo además de los dispositivos endovasculares a utilizar tales como agujas de punción, introductores, guías, catéteres, balones de angioplastia, stents y endoprótesis. Además debe de disponerse de medios de protección radiológica tales como delantales, guantes y protectores de cuello.
- *Aceptable posibilidad de eliminación del modelo*: aunque detalle a primera vista irrelevante, es preciso disponer del medio para eliminar el modelo en la mayoría de los casos y siguiendo la legalidad vigente como cadáver que debe ser eliminado por incineración o por cualquiera de los sistemas disponibles en las ciudades.

Especies animales

Se podrían utilizar la siguientes:

CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*).

Una de las especies mas utilizadas en experimentación animal. Se emplea en todo tipo de estudios. Su obtención suele a ser a partir de granjas con garantías en la reproducción, pero son las mismas que lo crían para el consumo humano. Su precio suele ser más bajo adquirido en estas granjas que los de otros animales de experimentación, por lo que hay una tendencia a su empleo y a la vez hace que sea poco rentable la reproducción en los animalarios de investigación.

Existen diferentes clasificaciones de las razas de conejos, unas según su tamaño, otras según su utilización y otras mezclan las anteriores. Nosotros vamos a hacer referencia a las utilizadas en experimentación animal.

GIGANTE DE FLANDES, es un animal posiblemente de origen americano, aunque se cría con bastante popularidad en Bélgica. Es una raza de gran tamaño. Existen diversas tonalidades de pelo como la grisácea, azulada, blanco puro y negro. Es una animal muy susceptible a las enfermedades con crecimiento lento y presenta dificultades para la reproducción por su escasa tasa de fecundidad.

NUEVA ZELANDA BLANCO, es un animal muy utilizado en experimentación animal. Su pelaje es blanco. A diferencia del anterior es un animal muy fértil y prolífico. Su temperamento es algo nervioso.

CALIFORNIANO, presenta un cuerpo largo y cilíndrico. El pelaje es blanco con

manchas sobre el hocico, orejas, rabo y patas. Tiene un temperamento nervioso.

AZUL DE BEVEREN, su tamaño es mediano. Presentan una alta fertilidad.

GIGANTE DE ESPAÑA, es una raza de gran tamaño, producto de un cruce entre el conejo común y el gigante de Flandes. Presenta dos variedades de color el leonado y el blanco. Es una raza muy prolífica teniendo un número de gazapos que oscila de 8 a 10. Es un animal muy vivaz que esta siempre en movimiento por lo que requiere un mayor espacio en la jaula.

GATO (*Felis catus*).

Animal que presenta una gran arraigo social a pesar de las peculiaridades de su carácter. Utilizado fundamentalmente en estudios fisiológicos y especialmente cardiovasculares. Su precio es elevado y más teniendo en cuenta la recomendación comunitaria y prohibición española de utilizar los de procedencia doméstica. A veces presenta difícil reproducción. Su manejo si no se esta entrenado puede resultar difícil y peligroso.

En la clasificación de las razas se suelen seguir criterios de longitud del pelo, de esa forma les hay de pelo largo y pelo corto. Otros de los criterios seguidos es el color del pelaje o manto. En experimentación animal se suelen utilizar gatos productos del cruce entre varias razas. Un cruce muy utilizado es el de la raza Europea y el gato Abisinio.

EUROPEO, gato que presenta diferentes tonalidades, les hay marrones, rojos o atigrados. Es un gato de pelo corto dócil y de una aceptable corpulencia.

ABISINIO, también es un gato de pelo corto. Les hay marrones y rojos.

PERRO (Canis familiaris).

Es uno de las especies animales que más ha contribuido al desarrollo de la ciencia en biomedicina. Presenta por su arraigo social y sobre todo la docilidad de determinadas razas el mayor rechazo en su empleo no sólo por los entornos antiviviseccionistas. Utilizado en múltiples experiencias y en especial las quirúrgicas. Su procedencia solía ser la recogida callejera, pero lo mismo que sucede con el gato esta obtención ha quedado prohibida por la Directiva de la Comunidad Económica Europea y la legislación española al respecto. Su estabulación requiere más amplios espacios y una mayor infraestructura. Su obtención se realiza a través de los centros de cría. Existe en el momento actual una tendencia de su reemplazo por animales menos apreciados utilizados como fuente de consumo humano, reservando al perro para experimentos muy específicos y que sería imprescindible su utilización.

Se pueden utilizar todas las razas para experimentación animal dependiendo de sus características y de los modelos experimentales que se quieran desarrollar. Las razas mestizas siempre que no procedan de la recogida callejera de animales vagabundos pueden ser utilizados en determinados experimentos. Sin embargo criterios de homogeneidad y criterios sanitarios hacen preferible la utilización de razas concretas. sin lugar a dudas el animal que mejor se presta a los condicionamientos de la experimentación animal es el Beagle.

BEAGLE, es una raza de perros de pequeño tamaño, resistente a las enfermedades y de gran docilidad. Esta especie se utiliza en la caza formando parte de jaurías sobre todo para la caza del zorro. Sus especiales cualidades le hacen presen-

tarse como un animal no sólo idóneo para este deporte o la experimentación animal sino también últimamente como animal de compañía.

CERDO (Sus domesticus).

El cerdo doméstico es una especie introducida en la experimentación animal recientemente. El cerdo en parte pretende sustituir al perro en algunos experimentos quirúrgicos, presentando como ventajas su menor costo, la posibilidad de obtener animales muy homogéneos, su relativo fácil manejo, estabulación y cuidados y sobre todo el menor aprecio social por lo que tiene una cierta permisibilidad por parte de los movimientos antiviviseccionistas y también una similitud de bastantes órganos con respecto al ser humano.

Las especies domésticas sobre todo las de carne han sido muy utilizadas. Sin embargo es el denominado vulgarmente como «mini-pig» el más apreciado para la experimentación animal por su pequeño tamaño y gran resistencia aunque su coste sea más elevado.

HAMPSHIRE, es una raza originaria de Inglaterra mostrándose muy prolífica. Su empleo es la producción cárnica. Su color suele ser negro con bandas blancas.

LANDRACE, son animales largos de forma fusiforme. Su color es rosado.

DUROC-JERSEY, se caracteriza por su elevada precocidad y fecundidad. Su capa es roja formada por piel rosada cubierta de cerdas de color rojo, finas y derechas.

YORKSHIRE, es una animal largo, ancho que posee buena alzada. Generalmente su capa es blanca y sin ninguna mancha sobre la piel.

ÓVIDOS. (Ovis aries).

La oveja y el carnero se han utilizado preferentemente en estudios cardiovasculares y de cirugía experimental a nivel cardíaco. Son animales muy pacíficos, poco agresivos cuya dificultad de manejabilidad lo representa su tamaño y alguna de las características de su aparato digestivo especialmente por la rumia relacionado este aspecto sobre todo con la anestesia.

Se tienden a buscar para experimentación animal razas de reducido volumen por lo problemas que el espacio representan en la estabulación.

Dentro de las razas las hay de carne y de producción de lana. La península ibérica tiene una larga tradición en la producción de estimadas razas. La elección de unas u otras para la experimentación animal, dependerá de los fines de las mismas. Para la cirugía son mejores las de producción de lana que presenta poca grasa, pero esta misma lana puede llegar a ser un inconveniente en otro tipo de investigaciones.

MERINO, es una raza de capa blanca, de larga vida, resistente y reproducción de uno o dos corderos. Su producción es fundamentalmente para lana.

Su reproducción es lenta pero con alta tasa de supervivencia de los corderos.

SUFFOLK, se destina fundamentalmente para la producción de carne. Se distingue porque su cabeza es de color negro. su reproducción es rápida pero con una alta tasa de fallecimientos entre su descendencia.

BÓVIDOS (Bovidae, bovinæ)

La vaca y más concretamente la ternera es una animal que se ha utilizado profusamente para los estudios cardiovascu-

lares que han ido desde desarrollos de corazones artificiales, válvulas cardiacas, prótesis vasculares como sistemas de asistencia circulatoria. Su costo es elevado y requiere instalaciones más sofisticadas para su empleo.

Las razas de empleo cárnico o lechero suelen ser las más adecuadas para este empleo y muy especialmente las de tamaño reducido y mansedumbre. Entre estas nos encontraríamos:

FRISONA, es una vaca de producción láctea con capa negra y blanca y con aspecto representativo de este tipo de animales. Su procedencia principal es holandesa.

PARDO ALPINA, es una raza de color pardo y que es conocida como vaca suiza.

SIMMENTHAL, de origen suizo su color de pelo es rojo claro dando un aspecto amarillento. Se emplea para producción cárnica y también lechera.

CHAROLESA. Es una raza de color de pelo blanquecino y de origen francés. Su producción es lechera. Los terneros al nacer pesan unos 45 Kg.

JERSEY, es una raza de producción fundamentalmente lechera. Su color de capa es torda isabelina.

BRETONA, es una raza de pelaje predominantemente negra. Su utilización es fundamentalmente para la producción de leche.

PRIMATE (Primata).

Los considerados inferiores son los más utilizados. Se hacen imprescindibles en ciertos estudios, Pero contados centros tienen acceso a ellos por su servidumbre en la servidumbre en la estabula-

ción, mantenimiento y sobre todo por el elevado precio, ya que su procedencia es de capturas del medio natural (selva). Difícil su reproducción en cautividad sobre todos los superiores.

Son bastantes las razas utilizadas en experimentación animal aunque algunas por unos u otros motivos como tamaño, posibilidades de adquisición o adaptación a los modelos experimentales son más frecuentemente usadas. De entre ellas podríamos destacar:

MACCACUS RHESUS, desde el punto de vista histórico uno de los más conocidos por el desarrollo en ellos de los trabajos relacionados con el descubrimiento del factor Rh de los grupos sanguíneos y también de la puesta a punto de la vacuna contra la poliomielitis

MACCACUS FASCICULARIS, también denominado macaco de Java. Su más fácil adquisición, el carácter menos agresivo y especialmente su tamaño y menor parecido a la especie humana le han colocado como uno de los más utilizados en experimentación animal.

SAIMIRI SCIURENS, de origen suramericano se conoce vulgarmente como mono ardilla y se ha utilizado también por su pequeño tamaño y características biológicas.

PAPIO. Utilizado en investigaciones de reproducción y cirugía experimental. Su mayor parecido a la especie humana hacen que las investigaciones sean más fácilmente extrapolables a la especie humana pero a la vez aumenta la controversia de su uso. Su mayor tamaño y más difícil manejo hace que su empleo sea más restringido.

2. MODELOS NO BIOLÓGICOS

Suelen ser modelos de simulación aprovechando sistemas mecánicos, electrofisiológicos, programas informáticos o de realidad virtual como más novedosos. Deberían ser imprescindibles antes del empleo de cualquier procedimiento novedoso. Entre estos estarían:

- Sistemas de adiestramiento en procedimientos endovasculares con control radiológico:

El aparato de fluoroscopia, puede ser obviado, si no se dispone de él, teniendo en cuenta su elevado precio y sobre todo por lo que representa su utilización en los que respecta a la radiación de la persona que lo emplea, utilizando un sistema de cámara de televisión en color o en blanco y negro que obteniendo imágenes de transiluminación permiten simular la imagen radiológica. Es preciso una fuente de iluminación colocada debajo del modelo de simulación (aorta, ilíacas, troncos supraórticos, etc.) y sobre el que se coloca cubriéndolo un difusor de luz para que la imagen que obtenga la cámara de televisión sea la de sombra en todo semejante a la radiológica.

Los modelos de entrenamiento suelen ser tubulares, contruidos en cristal o plástico, generalmente transparente, duros o flexibles y que semejan al árbol vascular a veces con su patología como suele ser la aneurismática. Estos modelos a veces están unidos a sistemas de perfusión de fluidos ya sean mediante bombas simples o peristálticas que simulan a la circulación sanguínea y que les confieren un mayor realismo. A veces es posible determinar constantes como presión o frecuencia de pulso. Los modelos para una mayor aproximación a la realidad se le puede añadir

otros elementos como los óseos que si se les aplica métodos radiológicos son muy similares a las situaciones biológicas. Estos modelos suelen ser puncionados en zonas más blandas de goma o plástico flexible por donde se pierde el líquido que circula por el sistema con situaciones similares a las reales. Existen muchos modelos, algunos elaborados de forma artesanal y otros comercializados

MODELOS

Los modelos para el aprendizaje de técnicas endovasculares, van de los muy sencillos hasta otros más sofisticados desde el punto de vista tecnológico. De la misma forma existen modelos de costo reducido a otros de elevado precio, por lo que sólo es asequible para instituciones o centros de gran poder económico. Sin embargo consideramos que los modelos deben desarrollarse de acuerdo a las necesidades que plantea el adiestramiento y en muchas ocasiones los desarrollados por cada centro o grupo de trabajo son más adecuados que los comercializados. Vamos a describir los que nosotros hemos tenido acceso, hemos adquirido o hemos fabricado, pero con el ánimo de seguir desarrollando los modelos que en cada momento sean necesarios para el adecuado entrenamiento de los facultativos que se inician en las técnicas o para el entrenamiento puntual de los procedimientos que vayan emergiendo en cada momento.

Tubos de plástico o de silicona

Son los modelos más sencillos y están constituidos por un simple tubo que permite su punción y posterior utilización de

procedimientos de cateterismo de las técnicas endovasculares. Estos modelos se pueden complementar con un circuito que permita el paso de líquido a veces coloreado por el conducto y de esta lograr situaciones lo mas parecidas a las reales. Generalmente el dispositivo esta formado por un simple tubo lineal o curvado de plástico o silicona que en ocasiones se le puede dotar de formas que semejan el sistema vascular. Los tubos suelen ser transparentes lo que permite el seguimiento por parte del alumno del desplazamiento o situación de los dispositivos. Este dispositivo para lograr un máximo aprovechamiento requiere una monitorización y tutorización de un experto que logre el mayor aprovechamiento por parte del alumno en su adiestramiento, ya que por su sencillez tiene una baja aceptación y apreciación en su utilización dado que suscita una escasa incentivación en el campo de las motivaciones.

Modelos de punción

Son modelos de goma que semejan extremidades, generalmente las superiores con una textura muy parecida a la piel. Debajo de esta cubierta van colocados conductos plásticos que permiten la punción recordando a los conductos vasculares tanto arteriales como venosos que discurren con una gran aproximación topográfica en unos modelos que semejan fielmente las estructuras anatómicas reales. Por estos conductos se puede hacer circular líquidos coloreados simulando situaciones más reales. Si por los conductos arteriales se hace circular el líquido impulsado por una bomba peristáltica la aproximación a la realidad les muestran más efectivos en el objetivo del entrenamiento.

Simuladores anatómicos de navegación

Son modelos plásticos semejando al árbol vascular y que permite acceder a ellos con los mismos dispositivos a los utilizados en la práctica asistencial diagnóstica y terapéutica. Permiten un entrenamiento más real al poder desarrollar la secuencia de desarrollo de los procedimientos y una navegación a través del interior de los diferentes sistemas tubulares que reproducen los vasos. Los sistemas en ocasiones son maquetas de igual tamaño y disposición de ángulos y curvas de los vasos, en otras ocasiones a estas cualidades se añaden a los modelos para acercarlos más a la realidad, elementos complementarios tales como los óseos, siluetas corporales o sistemas de almohadillado semejando a la piel y tejidos adyacentes.

Simuladores hidrodinámicos

La variante a los simuladores anatómicos es que se añaden circuitos de líquido circulando por los conductos y que semejan a la circulación sanguínea. Estos líquidos que se les pueden dar la coloración y hasta



Modelo hidrodinámico de adiestramiento.

las características de la sangre puede ser impulsados por simples bombas o por bombas peristálticas que les hacen más reales. Permiten la punción de los vasos en trayectos siliconados y el discurrir del fluido permite reproducir situaciones semejantes a las reales. A los sistemas hidrodinámicos se les puede añadir sistemas de monitorización que permitirá controlar presiones intravasculares, ciclos de frecuencia circulatoria de las bombas y otros parámetros objetivos.

Modelos plásticos aneurismáticos de patología vascular

Son modelos que reproducen el sector aorto-iliaco desde la zona suprarenal a la distal de la bifurcación iliaca. Su mate-



Modelo plástico de las arterias abdominales y torácicas.

rial de construcción suele ser plástico o de vidrio y permite desplegar los procedimientos endovasculares para el tratamiento del aneurisma de aorta abdominal a disponer de dilataciones semejantes en forma y tamaño a las aneurismáticas. Otros modelos semejan a la aorta torácica mostrando también zonas dilatadas creadas a el mismo nivel que más frecuentemente se presentan a nivel clínico. A veces para extraer los dispositivos implantados en el ensayo los simuladores disponen de mecanismos o sistemas que permiten la apertura de su luz recuperando dispositivos.

Simuladores virtuales informáticos

SIMULADORES DE PACIENTES VIRTUALES

Formados por programas de ordenador que a forma de un juego permite crear situaciones virtuales sobre la base de casos prácticos ficticios. El operador va aportando actuaciones en el procedimiento y el programa del ordenador va respondiendo sobre lo adecuado o no de la técnica practicada o lo incorrecto del procedimiento. De la misma forma el programa del ordenador señala las repercusiones que la actuación del operador ha tenido sobre el paciente virtual y solicitando actuaciones sobre las complicaciones que se van produciendo y que van desde discretos problemas hasta el fallecimiento del paciente virtual.

Este tipo de simuladores en nuestro ámbito presenta un interés relativo. El hecho de ser modelos teóricos mas próximo a la solución de problemas virtuales con poco atractivo desde el punto de vista del desarrollo de las habilidades les hace poco demandados. Levantan la curiosidad



Simulador informático de adiestramiento.

inicialmente, pero una vez conocido su funcionamiento no logran mantener un algo grado de aceptabilidad que les hagan realmente útiles como herramienta cotidiana de trabajo en el entrenamiento. Sin embargo consideramos estos medios como muy válidos a la hora de realizar evaluaciones del grado de adiestramiento de los profesionales en fase de formación como es el colectivo de residentes.

SIMULADORES DE HEMODINÁMICA DE SEGMENTOS VASCULARES

El sistema por nosotros utilizado consta de un ordenador con un programa de realidad virtual con la representación de un vaso. Es sistema dispone de un periférico de tipo tubular en cuyo interior se encuentran unos sensores que son capaces de determinar posicionalmente diferentes utensilios utilizados en las técnicas endovasculares tales como guías o catéteres. Estos sensores pueden ser colocados en diferentes instrumentos ofertando el sistema múltiples posibilidades desde el punto de vista de la simulación. El sistema nos trasmite una imagen que es representada en la pantalla del ordenador constituyendo un siste-

ma sencillo pero efectivo de entrenamiento. Existe la posibilidad de incluir diferentes escenarios de entrenamiento recordando muy variados segmentos vasculares que semejan en todas las condiciones reales desde el punto de vista anatómico. A estos sistemas se les puede incluir situaciones de dificultad que les hacen más reales y semejantes a las reales. El problema fundamental que presenta el desarrollo de estos medios es el coste económico y no especialmente el del material informático empleado si no más bien el costo del desarrollo del programa informático que puede ascender a cantidades elevadas.

Este sistema suele gozar de una mayor aceptación por el perfil de juego que presenta, su fácil manejo y la disponibilidad en su utilización.

El navegador informático

Consiste en un modelo plástico con sensores en sus contornos y en el ostium del origen de las ramas colaterales y terminales. Estos sensores están conectados a un ordenador. De la misma forma el sistema dispone de sondas con sensores en sus extremos y que de la misma manera están conectados a un ordenador. El software del programa del ordenador permite navegar por el modelo introduciendo la sonda por los diferentes orígenes de las arterias. La visualización de la navegación se realiza en el monitor del ordenador que permite una imagen similar a la fluoroscópica y con las mismas prestaciones de un aparato de rayos X.

Simuladores de fluoroscopia

Son sistemas que permiten mediante cámaras de TV y trasladando la imagen a



Pantalla donde se visualiza la simulación de la imagen angiográfica simulada.

un monitor de TV lograr imágenes por transiluminación parecidas a las que ofrecen los aparatos de Rayos X. Exigen estos sistemas un modelo plano radiotransparente con contornos discretamente opacos a la transiluminación para localizar los límites del vaso. Permiten una utilización ilimitada al estar exentos de cualquier exposición radiológica.

Simuladores con sistemas fluoroscópicos de Rayos X

El sistema comprende un sistema tubular semejando el árbol vascular incluido en un contenedor similar a un tronco humano. A nivel de las regiones inguinales existen orificios donde se accede a los conductos y por donde se introducen los sistemas endovasculares de navegación. El sistema de fluoroscopia consiste en un arco de radiología portátil en todo semejante al utilizado en los quirófanos donde se realizan técnicas endovasculares intervencionistas. A este conjunto de simulación se le pueden añadir elementos como los óseos (columna vertebral, pelvis osea, etc.) que confieren a la imagen mayor realidad. De la misma

forma se pueden agregar sistemas hidrodinámicos e incluso modular aspectos como la presión arterial, frecuencia de bombeo que pueden ser monitorizados por métodos electrofisiológicos. Su utilización en el tiempo no puede ser muy extensa al utilizar rayos X y por lo tanto exponerse a la radiación. Esto exige además el empleo de métodos de protección radiológica como mandiles, guantes, protectores de cuello.

Modelos biológicos inertes

Consiste en la utilización para los fines de entrenamiento de la utilización de los dispositivos para procedimientos endovasculares en segmentos arteriales patológicos obtenidos de sujetos a los que se les ha amputado un miembro o de autopsias de cadáveres. En ambos casos sería preciso obtener una autorización previa del paciente o de los familiares del cadáver para la utilización de estos segmentos arteriales con fines docentes, aunque a primera vista los problemas éticos no parecen presentar una especial relevancia. La prácticas que se podrían realizar serían por una parte la penetración mediante guías de sectores ocluidos o estenosados o la angioplastia mediante balón de segmentos estenosados o la colocación de los mismos mediante stents. Estos modelos los consideramos como mas apropiados para conocer el mecanismo de actuación de los procedimientos comprobando la acción de los mismos. Después de la aplicación del procedimiento se puede abrir el vaso, visualizar y comprobar su estado.

Modelos del futuro

Teniendo en consideración el claro desarrollo de la informática y la robótica,

no es muy arriesgado presagiar que el futuro de la cirugía y por lo tanto su adiestramiento se va a sustentar en estos campos. Posiblemente los robots serán los que realicen las técnicas quirúrgicas del futuro y a la precisión de estos elementos mecánicos habrá que añadir la que le otorgue el soporte informático que les dirija una vez que los mismos hallan sido programados por el cirujano. La imagen obtenida por cámaras de televisión, posteriormente digitalizadas y con un soporte de realidad virtual parecen apuntar al futuro de la cirugía. Nuestros esfuerzos en el momento actual están encaminados en el desarrollo de este tipo de procedimientos, pero que sin embargo necesitaran de un entrenamiento previo si algún día llega a generalizarse su empleo.

SISTEMÁTICA DE TRABAJO

Todos los procedimientos deben de ser precedidos de un aprendizaje teórico del mismo, comprendiendo su funcionamiento y asimilando sus características técnicas. De la misma forma creemos que es fundamental saber las indicaciones de cada sistema puesto que en ambos soportes, indicación y adecuada implantación se va a basar el éxito de cada procedimiento.

Consideramos fundamental que el alumno esté asesorado y ayudado por un monitor que inicialmente le vaya indicando paso a paso su utilización. Los grupos de trabajo no deben de ser numerosos no pasando de 5 personas, pero tampoco consideramos que lo ideal sean puestos de trabajo individuales. Dos o tres personas creemos que es el número ideal de trabajo.

El sistema de monitor y grupo reducido es ideal para el trabajo práctico con

simuladores en Cursos y Jornadas de adiestramiento, sin embargo consideramos que en el adiestramiento de perfeccionamiento o formación continuada puede una sola persona adiestrarse al desarrollar únicamente el campo cognoscitivo de las habilidades. La aportación de esquemas o rutinas de trabajo son una adecuada herramienta, que se pueden facilitar en tarjetas con pasos numerados y plastificadas para facilitar su utilización.

Modelos de futuro:

Teniendo en consideración el claro desarrollo de la informática y la robótica, no es muy arriesgado presagiar que el futuro de la cirugía se va a sustentar en estos campos. Posiblemente los robots serán los que realicen las técnicas quirúrgicas del futuro y a la precisión de estos elementos mecánicos habrá que añadir la que le otorgue el soporte informático que les dibuja una vez que los mismos hallan sido programados por el cirujano. La imagen obtenida por cámaras de televisión, posteriormente digitalizadas y con un soporte de realidad virtual parecen apuntar al futuro de la cirugía. Nuestros esfuerzos en el momento actual están encaminados en el desarrollo de este tipo de procedimientos, pero que sin embargo necesitaran de un entrenamiento previo si algún día llega a generalizarse su empleo.

Requerimientos específicos de los modelos para los procedimientos endovasculares

TAMAÑO DE LOS VASOS:

Aspecto de especial relevancia o importancia dado que el entrenamiento

requiere unos vasos adecuados en tamaño que permita en todos los casos su punción y posteriormente su cateterismo por los diferentes sistemas de navegación. Este requerimiento restringe para su uso una gran parte de las especies animales de laboratorio clásica, permitiendo su utilización aunque de una forma limitada animales de especies domésticas. Se puede considerar que el modelo de adiestramiento animal en este aspecto ideal y equiparable al sistema vascular del humano no existe, siendo imposible desarrollar procedimientos endovasculares adaptados concretamente a una determinada especie animal.

POSIBILIDAD DE DESARROLLO DE MODELOS PATOLÓGICOS:

Aspecto muy importante en lo que respecta al entrenamiento sobre todo de las formas aneurismáticas tanto a nivel del aneurisma torácico como abdominal. De la misma forma que sería extremadamente importante disponer de modelos de estenosis vascular y más concretamente a nivel arterial.

Prácticas de aprendizaje

Se podrían resumir fundamentalmente en:

PRÁCTICA DE PUNCIÓN

Quizá los más sencillos. Se requiere un animal de medio o gran tamaño entrando en este perfil el perro y el cerdo fundamentalmente. Gato y conejo y los roedores no es posible su utilización por no captar la pulsación por

tacto y no existir procedimientos adecuados al tamaño de los vasos. En el perro y cerdo es posible la captación de la pulsación y sobre todo la disección vascular a tres niveles como son el cervical a nivel de los vasos carotídeo, a nivel inguinal con lo que respecta a los vasos femorales y arteria humeral en las patas anteriores. Permite la punción y colocación de introductores más pequeños que los utilizados en la práctica clínica humana. La oveja o carnero, sobre todo el enano puede ser un modelo alternativo para estas prácticas.

PRÁCTICA DE NAVEGACIÓN

Es posible introducir guías y catéteres a través de los vasos de animales como el cerdo, perro, oveja o carnero y la ternera y acceder por canulación a arterias ramas de los grandes troncos arteriales como los vasos del cuello o las ramas viscerales. La navegación suele ser más sencilla al manejar vasos sanos libres de patología oclusiva o estenótica. La variabilidad de especie de los vasos puede ser un pequeño handicap en el entrenamiento al requerir una habituación previa a los territorios vasculares. Es preciso utilizar en estos modelos de entrenamiento fluoroscopia para el control de navegación lo que limita en tiempos el entrenamiento a no ser posibles tiempos prolongados a la exposición de los rayos X.

PRÁCTICA DE OCLUSIÓN VASCULAR

Complementaria a la anterior se puede practicar en las mismas especies animales. Consiste en introducir catéteres y posteriormente inyectar diferentes materiales o para ocluir los vasos catete-

rizados de forma selectiva siempre bajo control fluoroscópico.

PRÁCTICA DE ANGIOPLASTIA

Se puede realizar en el perro y en el cerdo en determinados sectores como el iliaco, inicio de los denominados en la especie humana troncos SUPRAÓRTICOS, a nivel de las renales y otras arterias viscerales. Aunque es posible utilizar las guías y catéteres utilizados en la especie humana, los catéteres de angioplastia deben de limitarse a calibres más reducidos. No es posible realizar las prácticas sobre lesiones al no ser posible desde un punto de vista práctico desarrollar las mismas, pero si que sirve el adiestramiento para adquirir los hábitos de secuencia metodológica para la realización de este tipo de procedimientos.

COLOCACIÓN DE STENT Y ENDOPRÓTESIS LINEALES

En este tipo de entrenamiento hay que contar con el soporte económico o de facilitación de los diferentes dispositivos por su excesivo coste y aún así los procedimientos siempre estarán limitados en el número. Un dispositivo implantado no puede ser reciclado y por lo tanto las experiencias estarán limitadas. Las prácticas exigen un adecuado tamaño entre el stent o endoprótesis lineal y el vaso donde se implanta por lo que es necesaria una planificación previa para seleccionar los procedimientos en longitud y tamaño de acuerdo con el tamaño del vaso donde serán colocados. Igual que en las prácticas anteriores es preciso la utilización de aparatos de fluoroscopia con las limitaciones anteriormente comenta-

das. El cerdo y perro presentan limitaciones en el tamaño de las arterias. La oveja y el carnero ofrece arterias de calibre mayores pero insuficientes. Quizá la ternera puede ofertar tamaños acordes con los humanos.

Colocación de endoprótesis para el tratamiento de la patología aneurismática:

Si se considera necesario un modelo aneurismático de tipo fusiforme o saciforme, quizá a nivel de los animales que puedan ofertar un tamaño adecuado de acuerdo a los procedimientos standarizados existentes en el mercado, no queda más remedio que su creación mediante procedimientos quirúrgicos lo que conlleva una realización previa con una servidumbre metodológica compleja que puede hacer cuestionar la rentabilidad de todo el procedimiento en cuanto a la inversión de esfuerzos y beneficio obtenido en una sesión de entrenamiento. El cerdo y el perro han sido los animales más utilizados para desarrollar estas formaciones con sutura de parches a nivel aórtico que evoluciona a formaciones aneurismáticas, colocación de material biológico cuya pared degenera y se dilata y la sutura de formaciones saculares a nivel aórtico que ofertan de entrada una dilatación del segmento vascular. Sistemas de dilatación, estenosis o inducción de cambios hemodinámicos han ofertado resultados poco homogéneos. Sin embargo si el entrenamiento se centra en colocar uno, no consideramos estrictamente necesario implantarlo en formaciones aneurismáticas salvo que sean modelos de investigación para valorar situaciones hemodinámicas o de comportamientos biológicos tras la implantación de estos procedimientos.

Procedimientos endovasculares

La dilatación intraluminal de las arterias y la posterior aplicación de sistemas de contención parietal tipo stent o remodelación arterial tipo endoprótesis, requieren independientemente de asimilar una nueva concepción de los procedimientos terapéuticos vasculares adiestramiento en procedimientos de punción vascular, para acceder a la luz de los vasos, colocación de introductores y guías y otros dispositivos que nos van a permitir dilatar la luz de los vasos, implantar mecanismos de contención parietal o como anteriormente se reseñaba prótesis endovasculares. Estas técnicas requieren un conocimiento perfecto de los procedimientos, adquirir unas determinadas habilidades técnicas y asimilar una actuación con visión indirecta bajo medios fluoroscópicos con la utilización del arco de Rayos X.

El adiestramiento en estas técnicas puede realizarse por diferentes vías, sin ser las mismas excluyentes si no más bien complementarias. Desde el aprendizaje teórico de la utilización del material, sus indicaciones, los procedimientos, hasta la adquisición de destrezas ya sea en sistemas de entrenamiento mecánico, en animales o incluso en el propio paciente, pueden ser etapas a desarrollar.

Los medios de simulación no biológicos, pueden mostrarse como excelentes sistemas de entrenamiento que faciliten este aprendizaje, posibiliten el mismo con un ahorro de otros medios biológicos y por supuesto reduciendo hasta límites tolerables los riesgos que en el paciente se pudiera dar en la curva de aprendizaje por parte del cirujano.

En muchos casos estos medios de aprendizaje son desconocidos por un

porcentaje muy alto de profesionales de la Angiología y Cirugía Vascular y quizá hayan sido las propias casas que comercializan los procedimientos las que han mostrado algunos de estos sistemas como medios de demostración y aunque más bien orientados a mostrar el producto o el funcionamiento del mismo, han orientado en las posibles prestaciones que pueden aportar estos medios para la enseñanza y señalar el potencial que estos métodos pueden ofertar.

Estos medios didácticos inicialmente no fueron admitidos por un pequeño colectivo de cirujanos muy aferrados a los procedimientos clásicos quirúrgicos y con cierto rechazo a los endovasculares, comportamiento que por otra parte ha ido también parejo con ideas mucho más tradicionales en los aspectos docentes con una base de maestro *que hace* y discípulo *que ve y aprende* y donde técnicas novedosas o filosofías más vanguardistas donde el facultativo que se forma *hace* bajo la tutoría del experto, han topado con su impermeabilidad a la penetración de conceptos más novedosos. Sin embargo hay que comprender que la llegada de nuevas técnicas crea inseguridad e incertidumbres a aquellos profesionales por diversos motivos se encuentran con menos posibilidades de adaptación a las nuevas tecnologías, y que como autojustificación a veces les llevan a aferrarse de una forma numantina a procedimientos superados, rechazando los más novedosos cimentando su argumentación en tópico o en bases poco concluyentes.

Consideramos adecuado el desarrollo de las siguientes fases formativas:

1. Aprendizaje y comprensión teórica de funcionamiento de los procedimientos.
 2. Adiestramiento con tutorización con un monitor experto en las técnicas.
 3. Adiestramiento personalizado con cada procedimiento con el fin de conseguir habilidades.
- Dentro de un proceso formativo la secuencia de aprendizaje, independientemente que se tengan conocimientos previos, consideramos adecuada la siguiente:
1. Práctica de preparación de los distintos procedimientos con lavado, irrigación, heparinización, etc.
 2. Práctica de punción y cateterización mediante la técnica de Seldinger.
 3. Colocación de introductores.
 4. Cambio de introductores de diferentes tamaños.
 5. Colocación de diferentes tipos de guías y navegación con las mismas.
 6. Colocación y retirada alternativa de diferentes tipos de catéteres de angiografía y navegación respetando la secuencia metodológica en cada caso.
 7. Técnicas de cateterismo selectivo de ramas vasculares arteriales.
 8. Maniobras de captura de guías y catéteres utilizando lazos o asas.
 9. Técnicas de colocación de mecanismos interruptivos venosos.
 10. Adiestramiento en técnicas fluoroscópicas simuladas con manejo del procedimiento en el campo y atención a la pantalla.
 11. Utilización de diferentes sistemas especiales existentes en el merca-

- do como los catéteres de doble luz, los direccionales, etc.
12. Técnica de la angioplastia. Manejo de la jeringa de presión.
 13. Técnica de la embolización vascular.
 14. Colocación del stent, tanto los soportados por balón como los autoexpandibles.
 15. Colocación de endoprótesis lineales.
 16. Colocación de endoprótesis para el tratamiento del aneurisma de aorta torácica y prolongaciones. Técnica del sellado.
 17. Colocación de endoprótesis bifurcadas para el tratamiento del aneurisma de aorta abdominal con sus prolongaciones. Técnica del sellado.
 18. Técnicas de angiografía simulada.
 19. Técnica de angiografía con dióxido de carbono (CO₂).
 20. Técnica de compresión y sistemas de obturación arterial.

BIBLIOGRAFÍA

- DEL PINO, L. M., Realidad virtual. Editorial Paraninfo. Madrid 1995.
- EDITORIAL. Surgical simulation and virtual reality: The Coming revolution. *Annals of Surgery*. 1998; 228, 5: 635-7.
- GUTIÉRREZ, V.; DEL RÍO, L.; MARTÍN, M.; BARRIOS, A.; DEL BLANCO, I.; GONZÁLEZ, J. A.; CARRERA, S.; VAQUERO, C., Estrategia en cirugía endovascular. *Técnicas endovasculares*. 2000; 3, 4: 236-42.
- HARRELD, M. R.; VALENTINO, D. J.; KARPLUS, W. J., The virtual aneurysm. *Virtual reality in endovascular therapy*. *Stud Health Technol Inform*. 1996; 29: 12-20.
- MARESCAUX, J.; MUTTER, D.; SOLER, L.; VIX, M.; LEROY, J., L'université virtuelle appliquée à la téléchirurgie: de la télé-éducation à la télé-manipulation. *Chirurgie*. 1999; 124: 232-239.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ-PERA, J., La cirugía experimental en el contexto de la investigación quirúrgica. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1986; 24: 211-7.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, E., Anestesia en animales de experimentación. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1993; 31, 1: 85-98.
- VAQUERO, C.; DIAGO, M. V.; VERRIER, A.; GONZÁLEZ, J.; RODRÍGUEZ, L. A.; GUTIÉRREZ, V., Cirugía experimental en el marco hospitalario. *Rev toxicol*. 1989; 6 (2). 266.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, E., Anestesia en animales de experimentación. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1993, 31, 1: 85-98.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, E., Ética y experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1994; 32: 75-83.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, E., La utilización de primates en la investigación biomédica. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1991; 29: 341-9.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, J., MÉTODOS alternativos a la experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1990; 28: 381-8.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V., Justificación de la existencia de una normativa y legislación actualizada en experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1990; 28: 259-67.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; DIAGO, M. V.; GONZÁLEZ, E., El cerdo como animal de experimentación. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1997; 35: 43-9.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; DIAGO, M. V.; GONZÁLEZ, E., La utilización de roedores en la investigación biomédica. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1995; 33: 7-16.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V.; GONZÁLEZ, E.; DIAGO, M. V., El futuro de la experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1996; 34, 209-16.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V., Adecuación de las diferentes especies animales a la experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1991; 29: 149-55.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V., Justificación de la existencia de una normativa y legislación actualizada en experimentación animal. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1990; 28: 259-67.
- VAQUERO, C.; RODRÍGUEZ-TOVES, L. A., Nuevas perspectivas de la experimentación animal en nuestro medio. *Anal Acad Med y Cir Vall*. 1989; 27: 71-5.
- VAQUERO, C., Alternativas a la utilización de animales de laboratorio en investigación biomédica. *Rev Axis*. 1991; 16: 14-5.
- VAQUERO, C., Conceptos básicos en medicina y cirugía experimental. Secretariado de Publicaciones. Valladolid 1998.

- VAQUERO, C., Contribución histórica de la cirugía experimental al conocimiento científico quirúrgico, en Lecciones de Cirugía. Varios autores. Secretariado de Publicaciones. Valladolid 1992.
- VAQUERO, C., El futuro de la Angiología y Cirugía Vascular. *Rev Esp Inv Quir.* 2000; 3, 2: 99-100.
- VAQUERO, C., Fundamentos básicos de experimentación animal. Reprografía Mata. Valladolid 1989.
- VAQUERO, C., Introducción a la cirugía experimental. Lorca Marín Ed. Murcia. 1986.
- VAQUERO, C., La complementaridad entre la experimentación humana y animal. *Rev.Axis* 1990; 13.
- VAQUERO, C., La experimentación animal en el marco hospitalario. en *Introducción a la experimentación y Protección animal*. Pérez García CC, Díez Prieto I, García Partida P. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. 1999.
- VAQUERO, C., La Experimentación animal en el marco hospitalario. *Rev Esp Inv Quir.* 1999; 2, 2: 73.
- VAQUERO, C., La experimentación animal practicada sin dolor. *Rev Axis.* 1990; 13.
- VAQUERO, C., La utilización de animales de laboratorio en la investigación biomédica. *Rev Esp Inv Quir.* 2000; 3, 3: 181-83.
- VAQUERO, C., Manual de experimentación animal. Secretariado de Publicaciones. Valladolid. 1994.
- VAQUERO, C., Metodología de la investigación en cirugía, en *Investigación en cirugía*. J. Rodríguez Montes y col. Editorial Ceura, Madrid 1987.
- VAQUERO, C., Modelos experimentales en investigación. *Rev Esp Inv Quir.* 2000; 3, 3: 171-80.
- VAQUERO, C.; RODRÍGUEZ-TOVES, L. A., Nuevas perspectivas de la experimentación animal en nuestro medio. *Anal Acad Med y Cir. Vall.* 1989; 27: 71-5.
- VAQUERO, C.; GONZÁLEZ, E., La utilización de primates en la investigación biomédica. *Anal Acad Med y Cir Vall.* 1991; 29: 341-9.
- VAQUERO, C.; GUTIÉRREZ, V., «Adecuación de las diferentes especies animales a la experimentación animal». *Anal Acad Med y Cir Vall.* 1991; 29: 147-55.
- VAQUERO PUERTA, C., La experimentación animal en el marco hospitalario. en *Introducción a la experimentación y Protección animal*. Pérez García, C. C.; Díez Prieto, I.; García Partida, P., Secretariado de Publicaciones. León. 1993
- DAYAL, R.; FARIES, P. L.; LIN, S. C.; BERNHEIM, J.; HOLLENBECK, S.; DE RUBERTIS, B.; TROCCIOLA, S.; RHEE, J.; MC. KINSEY, J.; MORRISSEY, N. J.; KENT, K. C., Computer simulation as a component of catheter-based training. *J Vasc Surg.* 2004; 40: 1112-7.

Protección contra las radiaciones ionizantes

IGNACIO HERNANDO

*Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica
Hospital Universitario Río Hortega
Valladolid*

Introducción

En los últimos días de 1895 W. Roentgen dio a conocer una nueva clase de radiaciones, que se producían al aplicar una diferencia de potencial eléctrico a un tubo de descarga, a las que denominó rayos X. Apenas unos meses después, Becquerel descubrió la radiactividad natural de las sales de uranio.

La aplicación práctica de los rayos X en diferentes campos se produjo de manera muy rápida. De hecho, el propio Roentgen adelantaba en su informe original la posibilidad de obtener «interesantes imágenes» de los huesos de la mano. A lo largo de 1896 eran ya muy numerosos los laboratorios en los que se había empezado a producir y a utilizar rayos X. Pero también en ese mismo año las revistas científicas recogieron informes sobre la aparición de al menos 23 casos de radiodermitis.

En el período 1911-1914 se encuentran documentados 54 casos de cáncer mortal radioinducido, y otros 198 de cáncer no mortal. De hecho, antes del comienzo de la primera Guerra Mundial, se conocían prácticamente todos los efectos perniciosos de las radiaciones ionizantes, salvo los genéticos que no se identificarían hasta 1928.

La aparición de importantes secuelas para la salud humana como consecuencia de la utilización de unas radiaciones que, por otro lado, se revelaban como sumamente productivas y cargadas de aplicaciones interesantes, indujo el desarrollo de técnicas de protección, técnicas que a finales de los años veinte constituían ya un marco normativo básico. Dicho marco normativo seguiría creciendo, especialmente después de la segunda guerra mundial, hasta alcanzar el notable desarrollo actual.

Para comprender cabalmente los diferentes elementos de protección contra radiaciones ionizantes conviene recordar previamente algunos aspectos básicos de las propiedades físicas de tales radiaciones y de sus mecanismos de interacción con la materia en general y con los sistemas biológicos en particular. Para cuantificar esas interacciones, habrá que introducir las magnitudes dosimétricas y sus unidades. A partir de todos esos conceptos se podrá abordar la normativa específica hoy día existente en los ámbitos internacional, de la Unión Europea y español.

Los diferentes campos en que se utilizan de uno u otro modo radiaciones ionizantes son muy variados y relativamente alejados entre sí. En un tratamiento general del tema como el que aquí se hace no

es posible profundizar en las técnicas concretas de radioprotección para cada una de las aplicaciones. Pero si es posible, para completar una primera aproximación al problema, abordar los aspectos globales de protección operacional e ilustrarlos con algunos ejemplos.

El mecanismo de acción de las radiaciones ionizantes

Átomos y radiación

La materia, en su estado «normal», está compuesta por átomos y moléculas. Cada átomo comprende un pequeño núcleo con carga eléctrica positiva en torno al cual se distribuyen un cierto número de electrones con una carga negativa que compensa exactamente la del núcleo (Fig. 1). El número de cargas positivas en el núcleo (protones) determina completamente las propiedades químicas del átomo. Por otro lado, resulta que la unión entre unos átomos y otros para formar moléculas, y también la unión de estas moléculas entre sí para dar lugar a estructuras más complejas, se establece a partir de las fuerzas que aparecen entre los electrones periféricos.

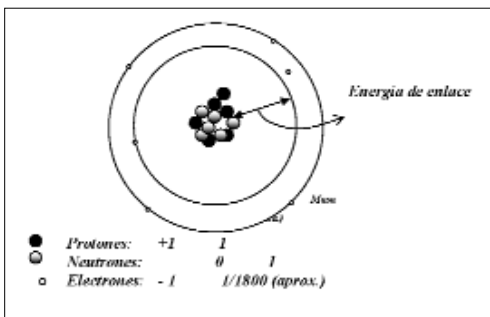


Figura 1. Estructura de un átomo.

Estructuras como la descrita para el átomo son relativamente estables. Pero, si se aporta por algún procedimiento la energía suficiente, es posible, entre otras cosas, arrancar alguno de los electrones que circundan el núcleo (Fig. 2). Entonces el átomo se convierte en «ionizado»: ya no es eléctricamente neutro sino que presenta una carga eléctrica neta¹. Como consecuencia, las fuerzas que lo unían a otros para formar una molécula, o las que unían la molécula de la que forma parte con las vecinas, cambiarán. En algunas ocasiones eso podrá ser el origen de un microscópico cambio químico, o bioquímico si se trata de un sistema biológico.

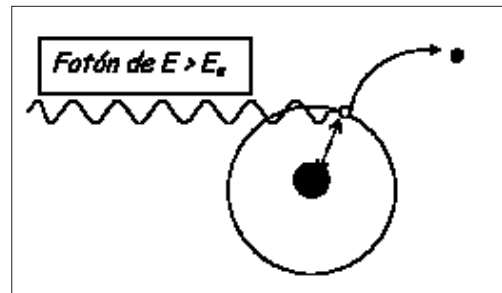


Figura 2. Interacción ionizante de un fotón de radiación con un átomo.

Fenómenos de esta índole ocurren continuamente en los sistemas reales. Y por múltiples causas. El procedimiento de aporte de energía puede ser químico, eléctrico, térmico, etc. Y, en ocasiones, el agente que transporta la energía puede ser algún tipo de radiación.

¹ Para completar el esquema, hay que señalar que la absorción de energía no siempre conduce a la ionización. A veces el resultado es una excitación, esto es, un incremento de la energía del sistema sin expulsión de electrones. Aunque el fenómeno no es irrelevante, en este contexto es menos importante que la ionización y se puede ignorar en el marco de la descripción que aquí se hace.

Justamente se designan como radiaciones ionizantes aquellas cuya energía es suficientemente grande como para causar la ionización de los átomos o moléculas que componen la materia.

Existen radiaciones de muchos tipos, pero vale la pena centrar de momento la atención en las llamadas radiaciones electromagnéticas. Tales radiaciones son, para la Física clásica, ondas que se propagan por el espacio a la velocidad de la luz, con una frecuencia y longitud de onda determinadas. Pero, desde principios de este siglo, se sabe que la idea de continuidad que la imagen ondulatoria sugiere no es completamente correcta: las radiaciones electromagnéticas están cuantizadas, en el sentido de que se transmiten en pequeños paquetes, llamados *fonones*, cada uno de los cuales transporta un cuanto de energía proporcional a la frecuencia de la onda.

La interacción de la radiación electromagnética con la materia se produce justamente a través de esos fonones. La energía característica de cada uno de ellos hace que se comporten de modo muy diferente los diversos tipos de radiaciones electromagnéticas, las cuales conforman un amplio espectro de fenómenos que va desde las ondas de radio hasta los rayos gamma pasando por las microondas, la radiación infrarroja, la luz visible, la ultravioleta y los rayos X.

La luz visible viene a estar en el centro de ese espectro y puede considerarse como un límite que separa las radiaciones electromagnéticas ionizantes de las no ionizantes. La energía de los fonones de luz visible se sitúa aproximadamente entre 2 eV y 3 eV², valor insuficiente para causar ioniza-

ciones, o cambios de estado, en la mayor parte de los sistemas. Los rayos X que se usan en radiodiagnóstico alcanzan energías entre 10000 y 50000 veces mayores (se entiende que por fotón), y son capaces de ionizar cualquier átomo con el que interactúen. Los rayos gamma que se usan en gammagrafía industrial alcanzan energías del orden del millón de eV. Por el contrario, las microondas de un horno doméstico, aún participando de la misma naturaleza que los rayos X o los rayos gamma tienen energías características de una fracción minúscula de eV.

Además de radiaciones electromagnéticas, las sustancias radiactivas emiten al desintegrarse otros tipos de radiaciones, de naturaleza corpuscular como la radiación alfa o beta (Cuadro 1). Dado que

Cuadro 1. Radiaciones ionizantes: tipos y características principales

Partículas α

*Emitidas por radionucleidos pesados
Dotadas de alta masa y de carga eléctrica
(Son núcleos de Helio: $2\text{p}^+ + 2\text{n}^0$; masa = 4 u.a./carga = +2)
Muy poco penetrantes (Blindaje fácil)
Peligrosas si se incorporan al organismo (contaminación)*

Neutrones

*Emitidas en reacciones nucleares
Masa alta. Sin carga eléctrica (masa = 1 u.a./carga = 0)
Penetrantes. Difíciles de detectar*

Radiación β^+/β^- (electrones/positrones)

*Emitidas por muchos radionucleidos
Emitidas también por ciertos aceleradores de electrones
(generalmente con energía mayor)
Masa ligera. Cargadas (masa = 1/1836 u.a./carga = -1)
Capacidad de penetración limitada (depende de energía)*

Rayos γ /rayos X

*Naturaleza electromagnética, idéntica a la de la luz, rayos U.V., etc., pero con una energía mucho mayor asociada a cada fotón individual
Emitidos por muchos radionucleidos
Producidos también en aceleradores (con muy alta energía) y en tubos de rayos X (con energía relativamente menor)
Masa nula en reposo. Carga eléctrica nula
Muy penetrantes*

² eV es el símbolo de electrón-voltio. Un electrón voltio es la energía que adquiere un electrón al ser acelerado en un campo de 1 voltio y es una unidad muy utilizada en Física Atómica.

esas partículas están dotadas de masa, y en muchos casos de carga eléctrica, interactúan con la materia de manera algo distinta que los fotones, que no tienen ni masa ni carga, pero son fuertemente ionizantes, debido a la cantidad de energía que transporta cada una de ellas.

En todos los casos, el mecanismo de acción que permite comprender los efectos de las radiaciones sobre la materia es el asociado a la cesión de energía, en el nivel atómico o subatómico, de las primeras a la segunda. Cuando la cantidad cedida es suficiente, se produce la ionización.

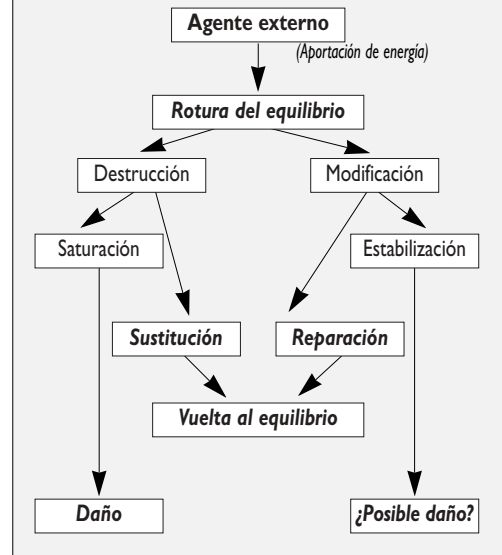
La interacción con los sistemas biológicos

No hay ninguna diferencia en los mecanismos fundamentales de la interacción de la radiación a escala atómica por el hecho de que incida sobre seres vivos o inertes. La especificidad de los efectos resultantes proviene exclusivamente de la complejidad estructural de los primeros.

Los sistemas biológicos están constituidos por moléculas formadas por un número muy elevado de átomos. Los equilibrios establecidos entre átomos y moléculas son muy delicados, esto es, la diferencia de energía entre unos estados y otros funcionalmente muy diferentes es pequeña. En esas condiciones, y como es lógico, tales sistemas han desarrollado complejos mecanismos de automantenimiento.

Cuando actúa sobre ellos un agente externo puede alterar el equilibrio (Véase Fig. 3). Si la energía es suficiente, la alteración puede conducir a la destrucción de una estructura (molécula, estructura celular, célula) o bien a su modificación. Para el primer supuesto, el organismo suele tener mecanismos de

Figura 3. Modelo esquemático de acción de un agente externo sobre un sistema biológico



sustitución de las estructuras destruidas. Pero también es verdad que cuando el volumen de material destruido es muy grande o cuando el ritmo a que se destruye supera la capacidad de reconstrucción, el daño puede hacerse permanente. Del mismo modo, los sistemas vivos son capaces en muchas ocasiones de detectar las modificaciones de estructuras vitales y de repararlas. Pero cuando no sucede así, se puede producir la estabilización de tales modificaciones, con posibles consecuencias a largo plazo.

En cualquier caso, es fácil intuir que, para sistema biológico y un tipo de radiación dados, cuanto mayor sea la cantidad de energía cedida mayor será la incidencia sobre dicho sistema y más importante, o más probable, el daño producido.

Dosis de radiación

Puesto que el posible daño producido por la radiación depende de la cantidad de energía cedida por ésta al medio sobre el que actúa, una manera razonable de aproximarse a los efectos de la radiación sobre cualquier sistema es tratando de cuantificar la cantidad de energía depositada por unidad de masa. Tal cosa es precisamente la *dosis absorbida*, o simplemente *dosis*. La dosis absorbida se mide en *grays (Gy)*. A veces se emplea todavía una unidad más antigua, el *rad*, cuyo valor es tal que $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

Pero el efecto de la radiación sobre los seres vivos no depende sólo de la cantidad de energía depositada. Algunos tipos de radiación son más «dañinos» que otros. Por ejemplo, para una misma dosis de rayos X y de partículas alfa, el efecto biológico producido por éstas es unas veinte veces mayor. De ahí surge el concepto de *dosis equivalente*, que no es más que la dosis absorbida afectada por un factor que tiene en cuenta la «malignidad» del tipo de radiación que produce la dosis. Es decir,

$$H = w_R * D_R$$

donde D_R es la dosis absorbida debida a un cierto tipo de radiación R, H la dosis equivalente y w_R el factor de ponderación para el tipo de radiación R. En el Cuadro 2 se dan algunos de los factores de ponderación más comunes.

La dosis equivalente se mide en *sieverts (Sv)*. También se puede encontrar a veces en una unidad más antigua, el *rem*, cuya equivalencia es $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Es preciso decir que en una gran parte de las aplicaciones, tanto médicas como industriales, etc., la exposición de perso-

Cuadro 2. Factores de ponderación para el paso de dosis absorbida a dosis equivalente

Tipo de radiación	Factor w_R
Rayos X, rayos γ ; partículas β , electrones	1
Neutrones	5-20
Partículas α	20

nas se produce casi exclusivamente a radiaciones cuya eficiencia biológica es tal que el factor de paso de dosis absorbida a dosis equivalente es 1. O dicho de otra manera, la dosis absorbida expresada en *grays* y la dosis equivalente expresada en *sieverts* coinciden en valor numérico³.

Por otra parte, la exposición a radiaciones de seres humanos rara vez es uniforme a todo el cuerpo. Ello conduce al concepto de *dosis efectiva*. Se asigna un coeficiente de ponderación a cada parte del cuerpo y se define como dosis efectiva la media ponderada por esos coeficientes de las dosis recibidas en todo él. La dosis efectiva se mide también en *sieverts* o en *rems*. Esto es:

$$E = \sum_T w_T * H_T$$

donde H_T es la dosis equivalente en cada órgano o tejido T, E es la dosis efectiva y w_T es el factor de ponderación asignado a cada tejido. En el Cuadro 3 se dan los fac-

³ En muchas ocasiones la cuantificación de la radiación X o gamma se da en una magnitud, poco recomendable pero de larga tradición, que es la *exposición*, la cual se suele medir en *roentgens (R)*. Aquí bastará recordar que, cuando incide sobre tejido muscular o sobre agua, una exposición de 1 R viene a producir una dosis no lejana de 1 rad (0,01 Gy) o, si se prefiere, una dosis equivalente próxima a 1 rem (0,01 Sv).

Cuadro 3. Factores de ponderación de cada tejido (ICRP 60)

Tejido u órgano	Factor W_T
Gónadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mama	0,05
Hígado	0,05
Esófago	0,05
Tiroides	0,05
Piel	0,01
Superficie ósea	0,01
Resto	0,05

tores de ponderación para tejidos actualmente recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Dado el carácter probabilístico de los efectos de la radiación, a veces interesa valorar una magnitud adicional: la *dosis efectiva colectiva*, que es la suma de las dosis efectivas que afectan a una determinada población, procedentes de una determinada fuente. Se mide en *sievert-hombre*, o en *rem-hombre*.

Los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

Mecanismos básicos:
efectos directos e indirectos

Si los átomos y moléculas afectados por la radiación se encuentran en una célula viva, ésta puede sufrir daños, bien directamente si la molécula es crítica para su función, bien indirectamente por cambios químicos que se propagan de unas moléculas a las adyacentes, como en el

caso de producción de radicales libres. Dado que del orden de un 70% de la masa de una célula está constituida por agua y que el número de moléculas críticas en ella es lógicamente pequeño, se puede suponer fácilmente que la mayor parte de los daños de la radiación serán indirectos.

De los distintos daños que la radiación puede provocar en las células, por vía directa o indirecta, el más importante es el producido en el ADN. Cualquier daño en el ADN puede imposibilitar la supervivencia o la reproducción de la célula, pero con frecuencia ésta logra reparar tales daños. Si la reparación no es perfecta, el resultado puede ser una célula viable pero modificada.

No se debe olvidar que la aparición y proliferación de una célula modificada está sometida a la influencia de otros cambios celulares habidos antes o después de la exposición a la radiación. Tales influencias son comunes e incluyen la exposición a otros elementos cancerígenos o mutagénicos.

Efectos deterministas y efectos estocásticos

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)⁴ clasifica los efectos de las radiaciones ionizantes en dos grandes categorías: *efectos deterministas* (antes llamados también «ciertos») o «no estocásticos») y *efectos estocásticos* (probabilísticos).

⁴ La Comisión Internacional de Protección Radiológica, conocida normalmente por sus siglas en inglés, ICRP, es un organismo de carácter independiente, al que se suele reconocer la máxima autoridad científica en los aspectos relacionados con la protección radiológica.

Efectos deterministas

Si el número de células, de un órgano o tejido, muertas o inutilizadas para la reproducción o el funcionamiento normal es suficientemente elevado, habrá una pérdida de función del órgano: éste es un efecto determinista. La pérdida de función será tanto más importante cuanto mayor sea el número de células afectadas.

Muchos órganos y tejidos no se ven afectados por pequeñas reducciones del número de células disponibles, pero si la reducción es suficientemente grande se producirán condiciones patológicas clínicamente observables, tales como pérdida de función del tejido o aparición de reacciones conforme el organismo intenta reparar los daños.

En estas condiciones, para individuos sanos, la probabilidad de que se produzca un perjuicio por esta causa será cero a dosis por debajo de un determinado umbral (que suele estar en algunos cientos o miles de milisieverts). Por encima de ese umbral, el efecto se manifiesta en los diferentes individuos con una probabilidad que aumenta muy rápidamente con la dosis hasta alcanzar el 100%. Del mismo modo, su gravedad en un individuo dado es también más importante al crecer la dosis.

En resumen, las características principales de los efectos deterministas son la *existencia de un umbral* por debajo del cual no se produce jamás el efecto y la *relación entre gravedad del efecto y dosis* por encima de ese umbral. A ellas se puede añadir una tercera: la *aparición relativamente temprana* de estos efectos.

Además de la pérdida de células funcionales en el tejido u órgano, pueden producirse daños en los vasos sanguíneos que lo irrigan, lo que daría lugar a daños secundarios en el tejido. También puede

haber una sustitución de células funcionales por tejido fibroso, con la consiguiente degradación funcional del órgano.

Algunos efectos deterministas de naturaleza funcional pueden ser reversibles, siempre que no alcancen un nivel de gravedad demasiado elevado. Es el caso de la reducción de algunas secreciones glandulares (p. ej.: salivares o tiroideas) o de determinadas reacciones vasculares (p. ej.: eritema o edema subcutáneo).

Otros efectos deterministas bien conocidos son la producción de cataratas radioinducidas (con un umbral para exposición única situado entre 2 Gy y 10 Gy) y la esterilidad temporal o permanente (con umbral bajo, del orden de 0,15 Gy, para la primera, en el hombre, y de algunos grays, tanto para el hombre como para la mujer, en la segunda).

Cuando no es un conjunto pequeño de órganos los expuestos a radiaciones ionizantes sino que todo el cuerpo o una gran parte de él recibe dosis importantes, se produce el llamado el *síndrome de radiación*. En su variante más frecuente, en la que los daños afectan fundamentalmente al proceso de generación sanguínea por destrucción de la médula ósea, un valor de 3 Gy-5 Gy de dosis aguda a todo el cuerpo da lugar a la muerte del 50% de los individuos en un plazo de 60 días. Si se aplican cuidados médicos intensos ese umbral pueden incrementarse en unos 2 Gy.

Efectos estocásticos

Una célula somática modificada puede conservar su capacidad reproductiva y dar lugar a un clon de células modificadas que, con el tiempo, pueden resultar en un cáncer. También la modificación de una célula germinal en las gónadas podría transmitir

información incorrecta a la descendencia y, con ella, tal vez un perjuicio grave. Este tipo de efectos, que están caracterizados por la imposibilidad de predecir de ningún modo su aparición en un individuo concreto, sólo pueden recibir un tratamiento probabilístico, no sólo a nivel subcelular, sino también en términos macroscópicos. La Comisión Internacional de Protección Radiológica les asigna el nombre de efectos estocásticos.

La respuesta del organismo al desarrollo de un clon de células somáticas modificadas es compleja. Es fácil que el desarrollo inicial del clon resulte inhibido, salvo que sea favorecido por algún agente adicional. Aun así, lo más probable es que cualquier clon que consiga sobrevivir sea eliminado o aislado por las defensas del organismo. Pero si sobrevive, tras un período prolongado y variable conocido como *período de latencia*, puede dar lugar a una situación maligna en la que no se controle el desarrollo y proliferación de células modificadas, esto es, a un cáncer.

Hay que reseñar desde el primer momento que los cánceres inducidos por la radiación no se diferencian en nada de los provocados por otras causas, lo que hace muy difícil identificarlos y encontrar una relación entre dosis y aparición de la situación maligna.

En todo caso, la Comisión Internacional de Protección Radiológica cree poco probable que los mecanismos de defensa sean absolutamente eficaces, de modo que, incluso a dosis muy pequeñas, siempre que exista la posibilidad de formación de un clon de células modificadas, no se puede descartar completamente la aparición de un cáncer. Por ello *no se puede establecer un umbral* para este tipo de efectos⁵. En otras

palabras, se acepta que, al menos determinados tipos de cáncer, pueden tener su origen en el daño producido a una única célula.

La probabilidad de que se produzca un cáncer estará, en principio, relacionada con la dosis. No así la gravedad del mismo, que dependerá exclusivamente del tipo y de la localización. El proceso parece ser aleatorio, aunque distintos individuos pueden presentar en alguna medida distinta sensibilidad a la inducción de cáncer por radiación. Algunos individuos con enfermedades genéticas poco corrientes pueden ser considerablemente más sensibles que la media.

En el análisis de los efectos de la radiación no se puede olvidar que cualquier ser humano está sometido a la radiación natural y recibe por ello dosis variables, según zonas y actividades, en valores equivalentes que no suelen ser muy inferiores a 1 mSv. En casi todas las situaciones reales de exposición a radiaciones de origen artificial, con excepción de algunos accidentes graves y del tratamiento de pacientes con radioterapia, los individuos reciben dosis equivalentes a lo largo de períodos prolongados de tiempo y a tasas anuales que no suponen una adición significativa a la dosis corporal total debida a las fuentes naturales. El incremento de dosis a partir de fuentes artificiales varía típicamente desde una pequeña fracción de la dosis anual procedente de fuentes naturales hasta diez veces esta dosis.

va vigente en todos los países, es preciso notar que existen otras alternativas que, en los últimos años, han cobrado relevancia. Según algunas de ellas, que podrían ser sometidas a comprobación experimental en los próximos años con nuevas técnicas de dosimetría molecular, sí existiría un umbral de dosis para los llamados efectos estocásticos.

⁵ Aunque ésta es la teoría más aceptada en la comunidad científica y, en todo caso, es la base de la normati-

Sobre la base de estas consideraciones, la Comisión Internacional de Protección Radiológica propone aceptar como hipótesis, para la evaluación de los riesgos y para fundamentar las normas de protección, la existencia de una *relación lineal entre la dosis equivalente y la probabilidad de aparición de cáncer radioinducido*⁶. A partir de esa hipótesis y de los datos epidemiológicos, relativamente consistentes, de que se dispone para dosis altas (explosiones de Hiroshima y Nagasaki, pacientes tratados, accidentes, etc.), se pueden establecer factores de riesgo. El factor de riesgo aceptado por la Comisión es, para la población general, de $5 \cdot 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Por otra parte, en el momento actual, no existe ninguna evidencia consistente de que la radiación provoque en el individuo expuesto otros efectos estocásticos además de cáncer.

Pero sí es preciso tomar en consideración los *efectos estocásticos genéticos*, efectos que tendrían su origen en la irradiación de las células germinales del individuo expuesto y que no se manifestarían en él sino en su descendencia. La evaluación del riesgo de aparición de estos efectos es aún más difícil que en el caso de los efectos somáticos. Para dosis y tasas de dosis bajas se cree que la probabilidad global es algo menor que la de inducción de cáncer en el propio indivi-

duo expuesto; pero hasta la fecha, aunque hay fundadas razones teóricas para predecir su existencia, nunca se han podido demostrar en seres humanos de manera fehaciente.

Efectos de la exposición prenatal

Un caso especial, que desde luego no debe clasificarse entre los riesgos genéticos, es el de los efectos producidos por la radiación sobre embriones o fetos. Tales efectos dependen mucho del momento en que se produce la irradiación.

Cuando el número de células es reducido y de naturaleza muy poco diferenciada, el efecto de cualquier daño a las mismas se manifestará, con toda probabilidad, en la no implantación o en la muerte no detectada del embrión. No es probable, por ello, que la irradiación en las tres primeras semanas desde la concepción de lugar a efectos estocásticos en el nacido vivo.

Entre la tercera semana y el final de la gestación (organogénesis) pueden producirse malformaciones, como efecto determinista con un umbral de aproximadamente 0,1 grays.

Durante ese mismo período es probable que la exposición a la radiación pueda provocar efectos estocásticos que den como resultado un incremento de la probabilidad de cáncer en el nacido vivo. Pero los datos disponibles no son consistentes y existe un alto grado de incertidumbre. No obstante, parece que el coeficiente nominal de probabilidad de muerte será, como mucho unas pocas veces mayor que en la población general.

⁶ La llamada hipótesis lineal es la más sencilla de las posibles. Los datos epidemiológicos correspondientes al ser humano no son lo suficientemente precisos como para confirmar o excluir tal relación. Los estudios de cultivos celulares y de organismos simples suelen mostrar relaciones dosis-efecto curvilíneas para radiaciones de baja transferencia de energía lineal, con una pendiente menor para bajas dosis que para dosis altas. Si se pudiera extrapolar este comportamiento a la exposición de seres humanos, cosa en la que muchos radiobiólogos no están de acuerdo, la hipótesis lineal supondría, de hecho, una sobreestimación de los riesgos.

Criterios generales de protección radiológica

Objetivos de la protección radiológica

Todo el mundo está expuesto a radiaciones procedentes de fuentes de radiación naturales y artificiales. El marco básico de la protección radiológica tiene que incluir necesariamente valoraciones tanto de tipo social como científico, porque su finalidad principal es proporcionar un nivel adecuado de protección para el ser humano, pero sin limitar indebidamente aquellas prácticas beneficiosas que inevitablemente dan lugar a la exposición a radiación.

Dado que existen umbrales para los efectos deterministas, es posible evitar esos efectos restringiendo las dosis recibidas por las personas. No es posible, sin embargo, evitar del todo los efectos estocásticos, porque no se puede invocar para ellos un umbral. La finalidad de la protección radiológica es evitar la aparición de efectos deterministas manteniendo las dosis por debajo de los umbrales aplicables y asegurar que se toman todas las acciones razonables para reducir la inducción de efectos estocásticos.

La exposición de personas a radiación puede ser de tres tipos:

- *Exposición ocupacional*: es la recibida en el lugar de trabajo y principalmente como consecuencia de dicho trabajo.
- *Exposición médica*: es la exposición de un individuo como parte de su diagnóstico o tratamiento.
- *Exposición del público*: es cualquier otro tipo de exposición distinto de los anteriores.

En el control de la exposición ocupacional es posible normalmente adoptar medidas en tres puntos:

- En la *fente de radiación*, fijando sus características, su blindaje y sistemas de contención.
- En el *entorno de trabajo*, mediante la utilización de sistemas de ventilación, blindajes adicionales, etc.
- En el *individuo*, estableciendo prácticas de trabajo y exigiendo el uso de prendas y equipos de protección individual.

En el control de la exposición médica, los controles también se aplican en esos mismos tres puntos, pero de manera adaptada a la función primaria de diagnóstico o tratamiento.

En la exposición del público es deseable que todos los controles se apliquen en la fuente. Sólo excepcionalmente, y si los anteriores no pudieran hacerse efectivos, deberían aplicarse controles al medio ambiente o al individuo.



Equipo de protección radiológica.

El sistema de protección radiológica

El sistema propuesto por la Comisión de Protección Radiológica para conseguir

los objetivos antes señalados en aquellas prácticas que suponen exposición de personas a radiaciones ionizantes se basa en tres criterios básicos, conocidos como:

- Criterio de justificación
- Criterio de optimización
- Criterio de limitación de dosis individuales

Se comentan a continuación cada uno de ellos.

Criterio de justificación

No se deberá adoptar ninguna práctica que suponga la exposición a radiaciones ionizantes salvo que dicha práctica implique un beneficio para los individuos expuestos o para la sociedad, que sea suficiente como para compensar el detrimento⁷ causado.

Este es un criterio básico. En particular, implica que cuando una práctica no está justificada, en el sentido indicado, no tiene sentido ningún análisis posterior ni cabe preguntar si se efectúa en buenas o malas condiciones de protección radiológica. Sencillamente, no se debe llevar a cabo.

Criterio de optimización

En cualquier práctica que conlleve la exposición a radiaciones ionizantes, tanto *las dosis individuales como el número de personas expuestas* y, en su caso, la probabili-



Sistema de control de radioprotección.

dad de que se produzcan estas exposiciones, *deben mantenerse tan bajos como sea razonablemente alcanzable*, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.

Es decir, no es un objetivo correcto en protección radiológica tratar de eliminar cualquier exposición y hacer nulas las dosis. Pero tampoco es válido dar por buena una práctica por el hecho de que las dosis recibidas estén por debajo de los límites a que se hará referencia en el apartado siguiente. En teoría es preciso buscar ese valor óptimo que maximiza beneficios y minimiza el detrimento, teniendo en cuenta no sólo la exposición a las radiaciones sino también todos los demás factores.

En la práctica, la optimización mediante análisis de coste-beneficio resulta muy dificultosa, cuando no imposible. Por ello, en épocas recientes, se sugiere recurrir a procedimientos de *restricción de dosis* que permitan, para una práctica dada, establecer niveles, generalmente muy inferiores a los límites, por debajo de los cuales se acepte que las dosis están optimizadas.

Criterio de limitación de dosis individuales

La exposición de individuos a radiaciones ionizantes estará limitada, de modo

⁷ El concepto de detrimento es un concepto complejo introducido por la Comisión de Protección Radiológica y que tiene en cuenta tanto la probabilidad de que se produzca un daño como la gravedad del mismo.

que en ningún caso se superen unos determinados valores máximos. De este modo se garantiza que ninguna persona individual se vea sometida a riesgos considerados inaceptables, bajo ninguna circunstancia.

Los límites de dosis que se aplican son distintos para la exposición ocupacional (profesional) y para la exposición del público. De todos modos debe advertirse que, en ambos casos, a efectos de comparación con el límite, no se computan entre las dosis recibidas aquellas que tengan su origen en la radiación natural o en exposiciones médicas del propio individuo.

La hipótesis lineal sin umbral

Todo el sistema de protección radiológica actual, descrito en los párrafos anteriores, está basado en la llamada «hipótesis lineal sin umbral» (LNTH) para los efectos estocásticos, según la cual la probabilidad de tales efectos es proporcional a la dosis y no existe ningún valor de ésta por debajo del cual la antedicha probabilidad pueda considerarse nula. Esta hipótesis tiene sólidas bases radiobiológicas y ventajas desde el punto de vista regulador. Sin embargo, y por razones fundamentales, resulta imposible de confirmar en términos epidemiológicos.

Quizá por ello, en los últimos años se han formulado hipótesis diversas, algunas incluso contrarias. Entre estas últimas se incluyen las que introducen el concepto de «hormesis», y asocian efectos protectores de la salud a las bajas dosis de radiación. Otras proponen aceptar, de modo explícito o encubierto, un umbral. Pero antes de que estas ideas puedan ser una alternativa normativa real a la hipótesis

lineal se hacen necesarios desarrollos muy considerables en microdosimetría y radiobiología.

Aplicación del sistema de protección radiológica en la legislación española

La legislación española, siguiendo las directivas europeas correspondientes, incorpora los criterios descritos en los apartados anteriores. Es decir, es obligado someter cualquier actividad a los criterios de justificación y de optimización ya comentados. El núcleo central de dicha legislación se encuentra en el Reglamento sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes⁸.

En cuanto a los límites de dosis que figuran en ese Reglamento se pueden resumir en la tabla que sigue a continuación:

	Miembros del público	Trabajadores profesionalmente expuestos
– Límite anual de dosis efectiva (mSv)	20 ⁹	1
– Límite anual de dosis al cristalino (mSv)	150	15
– Límite anual de dosis a la piel (mSv)	500	50

⁸ Aprobado por R.D.783/2001 (B.O.E. 29.07.2001)

⁹ En realidad, el Reglamento establece un límite para profesionales de 50 mSv por año, sujeto a la condición adicional de que la dosis en 5 años no supere el valor de 100 mSv. Esto, en la mayor parte de los casos, equivale a un límite práctico de 20 mSv por año, y para tal límite han de diseñarse en general las instalaciones y las prácticas. No obstante, debe notarse que el límite anual puede lle-

Estos límites generales se complementan con otros especiales¹⁰. Sólo se hace referencia aquí a uno muy relevante, el que afecta a las mujeres gestantes.

En el caso de mujeres gestantes profesionalmente expuestas a radiaciones, debe garantizarse que el feto, desde el diagnóstico del embarazo hasta el final de la gestación, no recibe más de 1 mSv.

Es preciso indicar que, hasta la reciente aprobación del Reglamento citado, los límites de dosis eran más altos. El límite para trabajadores era de 50 mSv anuales, sin restricciones adicionales a cinco años, y el límite de dosis para el público era de 5 mSv en un año.

Había también una limitación trimestral de dosis para las mujeres en condiciones de procrear, que de acuerdo con las recomendaciones de la ICRP y de la Directiva europea, ha desaparecido.

Consistentemente con esa reducción del límite de dosis al público, también se ha reducido el límite de dosis al feto.

Desde un punto de vista técnico, también cabe señalar que, a efectos de comparación con los límites, las dosis ahora se computan en años naturales, en lugar de en períodos consecutivos continuos de doce meses.

Protección radiológica operacional

Como se ha dicho anteriormente, las medidas de protección radiológica se han

gar hasta los 50 mSv. La dosis al público también puede superar en un año el valor de 1 mSv, con permiso especial del Consejo de Seguridad Nuclear, y siempre que no se superen 5 mSv en 5 años.

¹⁰ Existen otros más específicos que afectan a los estudiantes y también a los trabajadores que hayan de participar en operaciones especiales. Será preciso consultarlos en los casos en que resulten aplicables.



Guantes de radioprotección.

de adoptar en varios niveles, siendo el primero de ellos el que afecta a las propias fuentes radiactivas. Tal aspecto abarca tanto al diseño y fabricación de los equipos como al proyecto y construcción de las instalaciones. Estas cuestiones quedan en cierta medida fuera del alcance directo del usuario final y para ellas se suele contar con la participación directa o al menos con el asesoramiento de expertos en la materia. Por ello quedarán fuera de esta exposición de carácter general.

Tal vez valga la pena resaltar exclusivamente que en los momentos en que se decide instalar o modificar una instalación con riesgo radiológico asociado, se debe recurrir a dichos expertos y se debe exigir, tanto al fabricante de los equipos como al diseñador y al constructor de la propia instalación, el cumplimiento de las normas de protección radiológica y el suministro de especificaciones, certificados y manuales, adecuados al tipo actividades que se vayan a desarrollar en ella.

Se suele describir bajo el epígrafe de protección radiológica operacional el conjunto de medidas que se toman durante la explotación de la instalación y que están destinadas a garantizar de la

mejor manera posible la puesta en práctica de los ya comentados criterios de justificación, optimización y limitación de dosis. Aunque algunas de ellas ya vienen determinadas en la fase de diseño, lo cierto es que siempre es preciso que los usuarios las mantengan en vigor y se responsabilicen de su aplicación de manera constante y eficaz.

Tipos de instalaciones radiactivas

La clase y características de las medidas a tomar vienen determinadas por el tipo de instalación y de actividades que en ella se lleven a cabo. Y estas pueden ser muy variadas, por lo que, en primer lugar, se dará un breve repaso a los tipos más comunes de instalaciones radiactivas.

Aplicaciones industriales de las radiaciones ionizantes

Se emplean radiaciones ionizantes en técnicas analíticas (difractometría y espectrometría de rayos X, estudios de transporte con marcadores radiactivos, medidas de densidad y de humedad, calibración de espesores, etc.) en muchas aplicaciones industriales. Algunas de estas técnicas analíticas se emplean, en continuo, para el control de procesos. Y también se emplean fuentes radiactivas para controlar niveles de fluido y uniformidad en láminas de diversos materiales.

Algunos elementos radiactivos entran a formar parte de la fabricación de productos, tales como pinturas radioluminiscentes, camisas de incandescencia, detectores de humo, etc. Se pueden emplear emisores de radiación para esterilizar productos y para polimerizar plásticos.

En último término, pero no precisamente por falta de importancia, hay que citar el papel de la radiactividad en la producción de energía; y no sólo en lo que a centrales nucleares de potencia se refiere, sino también en lo relativo a centrales isotópicas como las empleadas en tecnología espacial.

Aplicaciones agrarias de las radiaciones ionizantes

Los ámbitos de aplicación en el mundo agrícola son quizás menos extendidos pero se basan en potencialidades semejantes. También se emplean trazadores para estudios de transporte y asimismo se utilizan en desinfección y desinsectación, en control de plagas y para la inducción de mutaciones genéticas en procesos de selección y mejora de especies.

Aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes

Las aplicaciones de elementos emisores de radiaciones ionizantes en medicina son en general ampliamente conocidas. Tanto las asociadas a técnicas diagnósticas (equipos de rayos X, con sus variantes de tomografía computarizada, etc., así como gammacámaras, analizadores de R.I.A. y otros empleados en medicina nuclear), como las empleadas en radioterapia (aceleradores de partículas, bombas de Cobalto, fuentes para braquiterapia, etc.).

Clasificación de las instalaciones radiactivas

La gran variedad de instalaciones apuntada precisa una clasificación, no por el tipo de aplicación a que está cada una destinada

sino por el nivel de riesgo radiológico asociado, y también a efectos de vigilancia por parte de la autoridad competente.

La legislación española¹¹, siguiendo un esquema similar al de otros países, establece una clasificación de las instalaciones en los siguientes términos:

- *Instalaciones nucleares*: Centrales y reactores nucleares. Fábricas que utilicen combustibles nucleares para producir o procesar sustancias nucleares. Instalaciones de tratamiento o reprocesado de combustibles nucleares. Instalaciones donde se almacenen sustancias nucleares
- *Instalaciones radiactivas*: Instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear. Instalaciones que contengan o donde se utilicen, fabriquen o manipulen sustancias radiactivas o aparatos emisores de radiaciones ionizantes, salvo en los casos reglamentariamente exentos.

Las instalaciones radiactivas (I.R.) se subclasifican, a su vez, como sigue:

- *I. R. de 1.ª categoría*: Fábricas de producción de uranio y torio. Fábricas de combustible nuclear. Instalaciones industriales de irradiación.
- *I. R. de 2.ª categoría*: Instalaciones donde se manipulen o utilicen actividades por encima de unos valores reglamentariamente establecidos.

Instalaciones con aparatos de rayos X que funcionen a una tensión de pico superior a 200 kV.

Aceleradores de partículas y fuentes de neutrones.

- *I. R. de 3.ª categoría*: Instalaciones donde se manipulen o utilicen cantidades de radiactividad limitadas. Instalaciones con aparatos de rayos X que funcionen a no más de 200 kV de pico..

La clasificación de las instalaciones radiactivas esta relacionada con el nivel de riesgo que cada una de ellas lleva asociado, y también con el grado de vigilancia y control que ejerce en cada caso la administración y el organismo regulador, esto es, el Consejo de Seguridad Nuclear.

Con la excepción de las instalaciones de radiodiagnóstico médico, el resto de las instalaciones radiactivas está sometido a un régimen de autorizaciones. Las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear requieren diversas autorizaciones: previa, de construcción, de explotación, de desmantelamiento y de clausura. Las instalaciones radiactivas con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales precisan una *autorización de funcionamiento*. También es preceptiva, en su caso, la correspondiente autorización de *modificación*, de *cambio de titularidad* o de *clausura*.

La valoración de las solicitudes es competencia del organismo regulador, el Consejo de Seguridad Nuclear, cuyo informe negativo es siempre vinculante, aunque sea un órgano de la administración quién otorga la autorización. Las resoluciones de autorización incluyen normalmente una lista de especificaciones que, en la práctica, suponen un complemento y una interpretación de la legis-

¹¹ –Ley 25/1964, sobre Energía Nuclear.

– Ley 15/1980, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.

– R.D. 1976/1999, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

– R.D. 1891/1991, sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

lación general para el caso de cada instalación en particular.

La excepción citada para las *instalaciones de radiodiagnóstico médico* hace referencia a que éstas no precisan obtener autorización explícita, sino que están sometidas a un *régimen de declaración y registro*. El titular debe presentar una documentación, reglamentariamente especificada, que incluye los certificados de proyecto y de verificación de la instalación, extendidos por un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica (SPR/UTPR) legalmente reconocidos, que de alguna manera garantizan el cumplimiento de las normas básicas de protección radiológica sin intervención, caso por caso, del organismo regulador. Naturalmente éste puede en cualquier momento establecer condiciones concretas de funcionamiento.

Elementos de protección radiológica operacional

Aunque la protección específica necesaria en cada tipo de instalación radiactiva puede variar considerablemente, tanto cuantitativa como cualitativamente, de unos casos a otros, algunos elementos de protección operacional son básicos y se encuentran en todas ellas. Se discuten brevemente a continuación.

Trabajadores profesionalmente expuestos

La legislación española establece que en toda instalación radiactiva es obligado clasificar como *trabajadores expuestos (TE)* a aquellos que, como consecuencia de su actividad en la misma, no es improbable que puedan recibir dosis por encima de los límites de dosis establecidos para el

público, esto es, por encima de 1 mSv en el caso de la dosis efectiva, o por encima de un décimo de los límites para profesionales en lo que se refiere a la dosis en cristalino o en extremidades. Bastarían los sistemas de protección del público para aquellos que no puedan alcanzar dosis de ese nivel, los cuales no precisarían, en ese sentido, clasificación especial.

Pero hay que señalar que la expresión «no es improbable» no siempre es fácil de aplicar en las situaciones reales (piénsese en los casos de accidente o en la posibilidad de un funcionamiento anómalo de la instalación). Por ello las recomendaciones más recientes de la ICRP sugieren que la clasificación no trate de ceñirse estrictamente a una regla cuantitativa sino que se haga con criterios globales y que tenga en cuenta la experiencia acumulada y una valoración por parte de los responsables de la protección radiológica.

Cada uno de los trabajadores profesionalmente expuestos a radiaciones ha de estar incluido en uno de los dos grupos siguientes:

- *Categoría A:* Pertenecen a ella aquellos para los que no es improbable recibir dosis superiores a 3/10 de alguno de los límites anuales de dosis.
- *Categoría B:* Pertenecen a ella aquellos para los que resulta muy improbable recibir dosis superiores a 3/10 de ninguno de los límites anuales.

En cualquier caso, la clasificación de un profesional como TE implica acciones concretas en, al menos, tres aspectos:

- *Formación específica en protección radiológica:* Es preciso que los TE

tengan una formación adecuada a los riesgos que corren y a las responsabilidades que asumen en la instalación. Tal formación puede estar incluida total o parcialmente en los estudios asociados a su titulación o especialidad; pero la que no lo esté ha de darse con anterioridad a la incorporación al trabajo.

- *Vigilancia médica*: Todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes estarán sometidos a vigilancia médica por parte del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales correspondiente. En el caso de los trabajadores de categoría A, la vigilancia ha de comenzar antes de iniciar su actividad en la instalación y, después, con periodicidad al menos anual. Para los de categoría B, la vigilancia puede ser equivalente a la establecida para el resto de los trabajadores. Cabe señalar que hasta la aprobación de la nueva normativa, la vigilancia sanitaria de los TE debía llevarse a cabo por un *Servicio Médico Especializado (SME)* específicamente homologado por la autoridad sanitaria para esa función. Con la aprobación del nuevo Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, esta exigencia se ha eliminado, aunque los SME autorizados pueden continuar indefinidamente desarrollando su labor. Además, la vigilancia específica se ha restringido al caso de los trabajadores expuesto de categoría A.
- *Vigilancia dosimétrica*: Es obligatorio que todos los TE sean sometidos a una vigilancia, por alguno de los métodos reglamentarios y con mayor o menor intensidad según el grado de riesgo, que permita medir

o estimar las dosis a que se ven sometidos como consecuencia de su trabajo.

Por otra parte, la legislación vigente exige que algunas de las personas que trabajan en instalaciones radiactivas, en función de las tareas que desempeñan y de su responsabilidad en ellas, estén en posesión de una *licencia de supervisor o de operador*, otorgada, bajo ciertas condiciones, por el Consejo de Seguridad Nuclear.

En todas las instalaciones salvo en las de radiodiagnóstico médico tales licencias son personales y específicas para una determinada instalación y tienen una duración limitada en el tiempo. En las de radiodiagnóstico, en lugar de licencias, es preceptiva una *acreditación* genérica para un cada tipo de instalación y de duración ilimitada.

Clasificación de las zonas de trabajo

En toda instalación radiactiva es preceptiva la clasificación de las diferentes áreas en función del riesgo radiológico asociado, con los siguientes criterios:

- *Zona de libre acceso*: Es aquella en la que es muy improbable recibir dosis superiores a 1/10 de los límites anuales de dosis para profesionales. No precisa medidas especiales en materia de protección radiológica.
- *Zona vigilada*: Es aquella en la que no es improbable recibir dosis superiores a 1/10 de alguno de los límites anuales pero es muy improbable recibir dosis por encima de los 3/10 de esos límites.

- *Zona controlada*: Es aquella en la que no es improbable recibir dosis superiores a 3/10 de alguno de los límites de dosis para profesionales.

Dentro de las zonas controladas puede haber zonas con clasificación más restrictiva:

- *Zona de permanencia limitada*: Es aquella en la que existe un riesgo de superar alguno de los límites anuales de dosis, si se permanece en ella durante períodos prolongados de tiempo.
- *Zona de acceso prohibido*: Es aquella en la que, en una exposición única de corta duración, se puede superar alguno de los límites de dosis anuales.

La aprobación del nuevo reglamento introducirá seguramente una clasificación adicional, de *zona de permanencia reglamentada*, intermedia entre la de permanencia limitada y la de acceso prohibido.

Las recomendaciones más recientes de la ICRP sugieren que también en la clasificación de zonas se utilicen criterios cualitativos que tengan en cuenta la experiencia acumulada y no sólo límites cuantitativos de muy difícil evaluación.

Las zonas vigiladas y controladas deben estar señalizadas con carteles de estructura, color y características reglamentadas, indicativos de su clasificación y de la clase de riesgo asociado (radiación externa, contaminación, etc.).

Vigilancia médica de los trabajadores profesionalmente expuestos

Como ya se ha indicado en el apartado dedicado a clasificación de los trabajadores,

todos los TE deben someterse a vigilancia médica, de manera general los de categoría B, y de modo más específico los de categoría A. Estos, desde antes de su incorporación efectiva, y de forma periódica, al menos anual, durante todo el tiempo que permanezcan en esa categoría.

La vigilancia médica de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes se realizará por el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales correspondiente, aunque, como herencia del pasado, también puede ser llevada a cabo por los SME existentes.

El sistema de vigilancia se instrumenta a través de exámenes de salud realizados conforme a protocolos establecidos y tiene su soporte en un *historial médico* abierto a cada TE y que habrá de contener, al menos, lo siguiente:

- Información respecto a sus destinos laborales y exposiciones previas a radiaciones ionizantes.
- Resultado del examen de salud previo y de los posteriores.
- Registro de las posibles exposiciones sufridas por el trabajador como consecuencia de procedimientos de diagnóstico o tratamientos médicos.
- Historial dosimétrico de toda su vida profesional.

En el caso de los TE de categoría A, es obligatoria una clasificación explícita de cada uno de ellos en uno de los grupos siguientes:

- *Aptos*
- *Aptos en determinadas condiciones*
- *No aptos*

La declaración de un TE de categoría A como no apto es vinculante tanto para el

propio trabajador como para el titular de la instalación.

Vigilancia dosimétrica de los trabajadores profesionalmente expuestos

Las dosis que reciben los trabajadores de una instalación pueden tener su origen en fuentes externas de radiación o bien en la incorporación al organismo de materiales radiactivos existentes como contaminantes en el aire, en las superficies de trabajo, etc. La medida de unas y otras se conoce como *dosimetría externa* e *interna*, respectivamente.

La dosimetría externa se puede llevar a cabo a partir de la realización de medidas ambientales con equipos fijos o portátiles (dosimetría de área), o también mediante dosímetros individuales que el trabajador porta consigo, a lo largo de la jornada laboral, generalmente prendidos a la ropa de trabajo.

Los dosímetros individuales para dosimetría externa pueden ser de película fotográfica o, muy frecuentemente en España, de *termoluminiscencia*. Unos y otros han de ser leídos en centros autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear. Existen ya desde hace algunos años otros dosímetros, basados en dispositivos electrónicos de estado sólido, que poco a poco se irán generalizando y que presentan ventajas en cuanto a la posibilidad de obtener información inmediata y en tiempo real por parte del propio usuario y en cuanto al control automatizado y a distancia.

De acuerdo con la legislación vigente, el uso de *dosímetros personales* es obligatorio para los trabajadores profesionalmente expuestos y clasificados en *categoría A*. Tales dosímetros han de ser

leídos con periodicidad mensual, como mínimo.

En el caso de los TPE de categoría B no es obligatoria la utilización de dosímetros personales, pero sí lo es la evaluación de las dosis que reciben, por ejemplo a través de medidas de dosimetría ambiental, al menos con periodicidad anual: en muchos casos, resulta práctico asignar dosímetros personales también a estos trabajadores.

Las dosis debidas a la incorporación de radiactividad al organismo son en general más difíciles de determinar y se suelen evaluar indirectamente a partir de la medida de la concentración de contaminantes en las zonas de trabajo. También es posible controlar la contaminación radiactiva incorporada a los individuos analizando muestras de orina, sangre, heces, etc.

Todas las dosis recibidas por un trabajador profesionalmente expuesto quedarán registradas en su historial dosimétrico. Este historial es individual para cada trabajador y estará siempre a su disposición.

Elementos para la reducción de dosis

La aplicación de elementos para la reducción de dosis ha de estudiarse de manera específica para cada instalación. En los párrafos que siguen sólo se pretende apuntar algunas de las variables más generales a considerar, así como esbozar una manera posible de abordar el problema.

Número de personas expuestas

El diseño de las instalaciones, y los procedimientos de trabajo, han de plan-

tearse como objetivo que el número de personas, trabajadores o no, expuestos a la radiación o a la contaminación radiactiva sea mínimo.

La variable tiempo

Dado un determinado nivel de radiación o de contaminación, la dosis que reciben las personas expuestas a él es *proporcional al tiempo* que permanecen en esas condiciones. Cualquier medida tendente a reducir dicho tiempo redundará en una disminución de las dosis totales. Una buena parte de la optimización de las prácticas puede basarse en la racionalización de los modos de trabajo para limitar los tiempos de exposición.

La variable distancia

Cuando se trata de una fuente emisora de radiación X o gamma, de pequeño tamaño (puntual o casi-puntual), las tasas de dosis son *inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia* respecto de ella. Dicho de otra manera, si todas las demás condiciones permanecen fijas, una persona expuesta verá como la dosis que recibe se reduce en un factor cuatro cuando se aleja al doble de distancia, en un factor nueve si triplica la distancia, etc. Buena parte de los dispositivos de manipulación a distancia obtienen su ventaja de esta circunstancia.

Cuando las fuentes no son puntuales, o cuando se trata de emisores de radiaciones corpusculares o causantes de contaminación, la relación no es tan simple, pero, aún así, el alejamiento será en general una práctica ventajosa.

La utilización de blindajes

En múltiples ocasiones es necesario el uso de blindajes, esto es, de barreras construidas con materiales diversos cuyo objetivo es detener y absorber toda o una parte importante de la radiación emitida de modo que no alcance a los seres humanos o que lo haga suficientemente atenuada.

Los blindajes pueden ser estructurales, esto es, incorporados a los elementos constructivos de la propia instalación, pueden ser móviles, e incluso pueden ser de uso personal, en forma de prendas (delantales, guantes, gafas, etc.).

Cabe señalar que no todos los blindajes son válidos para cualquier situación. Es preciso aplicar un *criterio técnico* para que el uso de blindajes no sea incorrecto, o incluso contraproducente. Es conocido el papel que ha jugado el plomo como material de blindaje en instalaciones de radiodiagnóstico médico: en muchas ocasiones se emplea en forma de delgadas láminas de unos pocos milímetros de espesor en las paredes de la sala, y también incorporado a tejidos para fabricar delantales u otras prendas, con una eficacia muy alta en la atenuación de los rayos X. Sin embargo, no suele resultar práctico cuando se trata de blindar una fuente gamma de alta energía, por ejemplo, de Cobalto-60. Es más, si la fuente es un emisor de radiación beta, también de alta energía, el uso exclusivamente de plomo resultará inconveniente. También será ineficaz cuando se trate de fuentes de neutrones.

La protección radiológica del paciente

Para finalizar esta exposición, vale la pena hacer referencia a un hecho: la expo-

sición a radiaciones ionizantes de los seres humanos como consecuencia de procedimientos médicos es, con gran diferencia, la causa que más contribuye a la dosis colectiva global (Fig. 4). Nunca se ha recomendado la imposición de límites para las dosis que un paciente puede recibir en tales procedimientos porque, al revertir el beneficio del diagnóstico o del tratamiento en el propio individuo irradiado, se estaría limitando ese mismo beneficio. Pero son válidos, y de manera especialmente importante por la razón apuntada, los criterios de justificación y de optimización.



Figura 4. Distribución de las dosis efectivas medias en la población.

En ese sentido, a principios de 1996 se publicó por primera vez en España un Real Decreto¹² que incorporaba el concepto de niveles de referencia para las dosis impartidas en procedimientos de radiodiagnóstico, niveles por encima de los cuales debe entenderse que la instalación está funcionando indebidamente y precisa intervención correctora. Dicho texto legal ha sido sustituido recientemente por otro¹³, actualizado y acorde con las directivas europeas, que contempla la obligatoriedad de establecer en cada instalación un programa de garantía

de calidad, orientado a la protección radiológica del paciente.

También, y en esa misma línea de desarrollo legislativo, se han publicado sendos Reales Decretos^{14,15} que abordan los mismos aspectos de protección radiológica de los pacientes, centrados igualmente en los procedimientos de calidad, y referidos al ámbito de la medicina nuclear y al de la radioterapia.

Salvo que en el futuro se llegue a demostrar que sí existe un umbral para los efectos estocásticos de las radiaciones ionizantes, cosa poco probable a corto plazo, la hipótesis, no probada pero con un fuerte respaldo tanto científico como social, de que cualquier dosis de radiación, incluso pequeña, resulta potencialmente nociva, obligará a prestar una atención creciente a la protección radiológica de los pacientes, sin que ello suponga descuidar la protección de los trabajadores y del público.

Dispositivos más utilizados protección radiológica

DELANTALES:

Son laminas de material que impide el paso de la radiaciones a través de ellos. Se fabrican de distintas formas siendo los más simples los que tienen forma de delantal. Existen otros con recubrimiento casi total del cuerpo y algunos formados por dos piezas. El material mas antiguo para su fabricación fue el plomo, habiéndose susti-

¹² R.D. 2071/1995, sobre criterios de calidad en radiodiagnóstico.

¹³ R.D. 1976/1999, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.

¹⁴ R.D. 1841/1997, por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear.

¹⁵ R.D. 1566/1998, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia.

tuido mas recientemente por otros de menor peso y mayor protección. Como características deseables deben de ser ligeros, flexibles y adaptables al cuerpo.

GUANTES: De material elástico, a semejanza de los delantales se fabricaban de plomo siendo en este momento de otros materiales mas flexibles y ligeros. No obstante no se ha conseguido una adaptabilidad a la mano semejante a los guantes quirúrgicos convencionales.

GAFAS: De cristales que permiten la protección de las estructuras oculares a la radiación en especial cornea y cristalino.

PROTECTOR DE CUELLO: Fabricados con material parecido a los delantales, sirve para la protección cervical y muy especialmente el tiroides.

CONTROLADORES DE RADIACIÓN RECIBIDA: Son sistemas de medición de la radiación recibida y acumulada. Existen diferentes modelos para colocarlos a nivel de las zonas mas expuestas del cuerpo en especial los dedos y antebrazos existiendo formas de anillo, brazalete o placa.

BIBLIOGRAFÍA

Se indican a continuación algunos textos legales que contienen lo más importante de la normativa española sobre protección radiológica y, también, algunas referencias en las que se puede encontrar información básica sobre el tema. En alguna de ellas se puede encontrar una bibliografía más extensa.

Ley 25/1964, de 25 de abril, sobre energía nuclear (B.O.E. 4 mayo 1964).

Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del C.S.N. (B.O.E. 25 abril 1980).

Real Decreto 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos (B.O.E. 18 septiembre 1990).

Real Decreto 1891/1991, de 30 de diciembre, sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico (B.O.E. 3 enero 1992).

Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada (B.O.E. 16 abril 1997).

Real Decreto 1841/1997, de 5 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear (B.O.E. 19 diciembre 1997).

Real Decreto 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia (B.O.E. 28 de agosto de 1998).

Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas (B.O.E. 31 de diciembre de 1999).

Real Decreto 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico (B.O.E. 29 de diciembre de 1999).

Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (B.O.E. 29 de julio de 2001).

Directiva 96/29/Euratom del Consejo, de 13 de mayo de 1996, por la que se establecen normas básicas relativas a la protección de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes (D.O.C.E. L159/1, de 29 junio 1996).

Directiva 97/43/Euratom del Consejo, de 30 de junio de 1997, relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas (D.O.C.E. L180, de 9 julio 1997).

ICRP pub 60. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica 1990. Traducción oficial de la Sociedad Española de Protección Radiológica. Madrid, 1995.

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources. Safety Series 115. Vienna, 1996.

INSALUD. Manual General de Protección Radiológica. Madrid, 1993.

Consejo de Seguridad Nuclear. Radiación: Dosis, Efectos, Riesgos. Madrid, 1989.

Consejo de Seguridad Nuclear. La Protección Radiológica en la industria, la agricultura, la docencia o la investigación. Madrid 1991.

Organización Mundial de la Salud. Manual on radiation protection in hospitals and general practice. Ginebra, 1974.

WOOTTON, R., Radiation protection of patients. Cambridge University Press, London 1993.

ORTEGA, X., Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos (2 vol.). Ediciones UPC, Barcelona, 1996.

Conceptos y términos endovasculares

ACORTAMIENTO: la capacidad de acortarse un sistema que de plegado pasa a una situación de expansión o desplegamiento.

ADAPTABILIDAD: cualidad que tienen los sistemas de adaptarse al lugar de implantación.

ANGIOPLASTIA: desde el punto de vista endovascular se reconoce como la maniobra que amplía la luz de un vaso, mediante su dilatación utilizando un balón.

ALTA PRESIÓN: se utiliza para definir las características de balones, generalmente de angioplastia, que permite transferir una fuerza radial utilizada en las mayorías de las veces para ampliar la luz de los vasos.

ATP o PTA: angioplastia.

AUTOEXPANDIBLE: que se libera y expande por sus cualidades materiales.

BAJA PRESIÓN: se utiliza este término para describir las características de los balones que no transfieren gran presión en su función compresiva.

BALONEO: actuación que se realiza mediante balón para intentar ampliar un espacio mediante balón, abrir un dispositivo o coaptarle a una pared vascular.

CATÉTER: sistema tubular que se introduce en el interior de los vasos y que servirá para desplazar líquidos, guías u otros dispositivos.

CATÉTER DE INTERCAMBIO: catéter que sirve para cambiar los distintos sistemas que se utilizan para navegar o el sistema que se implanta.

CATÉTER DIAGNÓSTICO: fundamentalmente soporta el desplazamiento de líquidos generalmente contraste.

CATÉTER GUÍA: sirve fundamentalmente como soporte de conducción de dispositivos.

CENTIMETRADO: se hace referencia a un catéter que tiene unas marcas radiopacas colocadas distantes 1 cm entre cada una de ellas. Se utiliza para medir estructuras mediante fluoroscopia.

COAPTAR: se entiende cuando un dispositivo toma contacto íntimo con la cara interna de la pared de un vaso sin espacio real entre ambos.

CONTRASTE: material generalmente líquido y opaco a los Rayos X que sirve una vez introducido en un conducto o cavidad visualizar mediante fluoroscopia el espacio que lo contiene.

CRIOPLASTIA: método de angioplastia que combina la fuerza radial de un balón y el efecto del frío a través del contenido inyectado en el interior del mismo.

DEVICE: término anglosajón que define un dispositivo para realizar una técnica endovascular, generalmente la implantación de un stent o una endoprótesis.

DISPOSITIVO: equivalente a device. Representa un sistema mecánico que sirve para realizar cirugía endovascular.

ENDOPRÓTESIS: también denominado stent cubierto, es un dispositivo tubular compuesto por una estructura metálica cubierta por una plástica.

FRENCH: medida de grosor de los procedimientos. (1 French equivale a 0.33 mm equivalente a 0.031 pulgadas ó 3 French: 1mm).

FLUOROSCOPIA: sistema que permite la valoración de estructuras con la utilización de Rayos X y que puede ser visualizado en una pantalla.

FUERZA RADIAL: la capacidad que tiene un sistema de autoexpansión para ejercer fuerza hacia la parte exterior.

GAUGE: G. (20 G equivalen aproximadamente a 0.035 pulgadas (“) o a 0.89 mm).

GUÍA: sistema alámbrico que se utiliza para penetrar a través de las lesiones y posteriormente ser soporte para su introducción dentro del vaso de dispositivos utilizados en técnicas endovasculares.

HIDROFÍLICO: la capacidad que tiene un sistema para avanzar por el

medio sanguíneo. La hidrofiliidad de un material facilita la penetración, avance del sistema al ser la sangre un medio acuoso.

INCH (PULGADA): sistema de medida fundamentalmente utilizado para medir el grosor de las guías.

INTERCAMBIO: cambiar un dispositivo por otro.

INTRODUCTOR: sistema que sirve para introducir dispositivos a través de un vaso, lográndolo generalmente con estanqueidad, es decir sin pérdida hemática.

LIBERACIÓN: situación por el que un determinado sistema se libera de su sistema de porte.

LINKS O FUGAS: lugares donde no existe una situación de hermeticidad y cierre total y por donde entra o sale la sangre.

MARCADORES RADIOPACOS: sistema radiopaco a los que se les dota al material utilizado en los procedimientos endovasculares para detectar la situación una vez introducidos en el vaso mediante fluoroscopia.

MODULAR: compuesto por varios segmentos.

MONORRAÍL: sistema por el que el procedimiento avanza sobre una guía pero sólo introducido un segmento tubular corto del mismo.

NAVEGAR: es el hecho de introducir, avanzar y llegar desde los puntos de abordaje a los de la lesión.

NEGOCIAR: la acción de conseguir un objetivo endovascular generalmente por cateterización.

NITINOL (aleación de titanio y níquel): utilizado de material de construcción de la parte metálica de los sistemas.

PERFIL: se trata de definir el grosor del sistema que se va a utilizar para realizar el procedimiento.

PREFORMABLE: que se le puede conferir una forma determinada con un determinado gesto técnico.

PULGADA: Medida para representar el tamaño de las guías.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA: concepto relacionado con la protección que deben de tener los operadores para no ser afectado por la radiación radiológica.

RADIOPACIDAD: capacidad de un dispositivo de poderse observar mediante la utilización de Rayos X.

ROAD MAPPING: estrategia que se realiza con el aparato de radiología para tener una orientación de la disposición de los vasos o características morfológicas de las lesiones. Permite en base a una imagen anteriormente obtenida, actuar posteriormente a tiempo real.

SELLADO: acción que se crea al coaptar de forma hermética el procedimiento y la pared del vaso.

STENT: sistema metálico tubular, a veces mallado en ocasiones helicoidal que permite el mantenimiento de las estructuras vasculares sujetas mediante el sistema tras su implantación a nivel endoluminal manteniendo la permeabilidad del vaso.

STENT CUBIERTO: cuando el stent además del soporte metálico una cubierta plástica creando un aislamiento más o menos estanco entre la luz y la pared del vaso.

STENTING: término anglosajón utilizado por algunos para hacer referencia que una lesión se ha tratado mediante la colocación de un stent.

TEFLONADO: cualidad que se les da a los sistemas endovasculares para que exista un menor rozamiento y se avance mejor con ello en el interior de los vasos.

TERUMO: se hace referencia a una guía hidrófila generalmente de 0.035" y que ha tomado el nombre de una casa comercial que mas la ha comercializado (Terumo[®]) aunque también sean comercializadas por otras firmas.

TORSIÓN (torque): capacidad que tienen los dispositivos de torcerse o girarse sobre su eje longitudinal.

