



REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

**Reflexiones sobre una técnica quirúrgica:  
el bypass arterial**

DISCURSO DE RECEPCIÓN DEL ACADÉMICO ELECTO

ILMO. SR. DR.

**D. Carlos Carbonell Cantí**

DISCURSO DE CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO NUMERARIO

ILMO . SR. DR.

**D. Francisco Gomar Sancho**

*Leídos el 20 de septiembre de 2012*

VALENCIA

# Sumario

<b>Discurso de recepción del académico electo, Ilmo. Sr. Dr. D. Carlos Carbonell Cantí, <i>Reflexiones sobre una técnica quirúrgica: el bypass arterial</i></b> . . . . .	7
AGRADECIMIENTOS . . . . .	9
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	13
2. QUÉ ES UN BYPASS ARTERIAL. CONCEPTO Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS . . . . .	15
3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL BYPASS . . . . .	16
3.1 Alexis Carrel . . . . .	20
3.2 René Leriche . . . . .	21
3.3 Joao dos Santos . . . . .	24
3.4 Jean Kunlin . . . . .	25
3.5 René Favaloro . . . . .	27
4. CÓMO Y CON QUÉ SE HACE UN BYPASS . . . . .	34
4.1 Tipos de bypass . . . . .	34
4.2 Técnicas de anastomosis vascular . . . . .	36
4.3 Injertos y prótesis . . . . .	38
4.3.1 Arteriales . . . . .	38
4.3.2 Venosos . . . . .	40
4.3.3 Aloinjertos . . . . .	42
4.3.4 Prótesis . . . . .	43
4.4 Determinación del tamaño del injerto . . . . .	45
4.5 Suturas vasculares . . . . .	47
4.5.1 Características de los materiales de sutura . . . . .	48
4.5.2 Configuración . . . . .	48
4.5.3 Calibre . . . . .	49
4.5.4 Resistencia . . . . .	49
4.5.5 Agujas de sutura . . . . .	50
4.5.6 Condicionantes fisiopatológicas de una anastomosis arterial . . . . .	52
4.5.7 <i>Stress</i> en la anastomosis de un injerto . . . . .	52
5. POR QUÉ SE HACE UN BYPASS Y QUÉ RESULTADOS TIENE. INDICACIONES Y RESULTADOS . . . . .	53
5.1 Aspectos generales . . . . .	53
5.2 Indicaciones clínicas del bypass . . . . .	58
5.2.1 Indicaciones de bypass en arterias coronarias. Bypass aorto-coronario . . . . .	60

5.2.2 Resultados de la cirugía del bypass coronario . . . . .	63
5.3.1 Indicaciones de cirugía de bypass en troncos supraaórticos . . . . .	64
5.3.2 Resultados del bypass en troncos supraaórticos . . . . .	65
5.4.1 Indicaciones de bypass en arterias viscerales . . . . .	66
5.4.2 Resultados de bypass en arterias viscerales . . . . .	67
5.5 Cirugía del bypass en miembros inferiores. (MMII) . . . . .	68
5.5.1 Indicaciones de bypass en sector aortoiliaco . . . . .	71
5.5.2 Resultados de la cirugía del sector aortoiliaco . . . . .	73
5.6.1 Indicaciones de cirugía de bypass en sector femoro-poplíteo . . . . .	74
5.6.2 Resultados de la cirugía del sector infrainguinal . . . . .	77
5.7.1 Cirugía de los bypass distales . . . . .	77
6. COMPLICACIONES DE UN BYPASS . . . . .	78
6.1 Obstrucción del bypass . . . . .	78
6.1.1 Obstrucción precoz del bypass . . . . .	79
6.1.2 Hiperplasia intimal . . . . .	80
6.2 Infección de bypass . . . . .	87
6.3 Seudoaneurisma protésico por degeneración . . . . .	90
7. A MODO DE CONCLUSIONES FINALES . . . . .	93
8. BIBLIOGRAFÍA . . . . .	96

<b>Discurso de contestación del académico numerario Ilmo. Sr. Dr. D. Francisco Gomar Sancho . . . . .</b>	<b>101</b>
---	------------

**Reflexiones sobre una técnica quirúrgica:  
el bypass arterial**

**DISCURSO DE RECEPCIÓN  
DEL ACADÉMICO ELECTO  
ILMO. SR. DR.**

**D. Carlos Carbonell Cantí**

EXCMO. SR. PRESIDENTE DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA DE LA COMUNIDAD  
VALENCIANA,  
EXCMOS. E ILMOS. SRS. ACADÉMICOS,  
QUERIDOS COMPAÑEROS, Y QUERIDOS AMIGOS,  
SEÑORAS Y SEÑORES:

SIRVAN MIS PRIMERAS PALABRAS de agradecimiento hacia los que desde ahora son mis compañeros de Academia; su generosidad al aceptarme como nuevo académico para ocupar el sillón número 5, dedicado por primera vez a la especialidad de Angiología y Cirugía Vasculuar, representan para mí un gran honor pero sobre todo una gran responsabilidad. Esto hace que me comprometa ante ustedes a dedicar mis mayores esfuerzos al desarrollo científico y social de esta honorable y prestigiosa Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana.

Algunos de ustedes saben, por mi trayectoria biográfica, la gran satisfacción que hubiera sentido, por haber podido asistir a este acto, quien fue mi padre en la vida y mi maestro en la cirugía; de él aprendí entre otras muchas cosas su gran respeto y su gran amor por esta institución científica valenciana, de la que él fue académico numerario desde su discurso de investidura el día 30 de junio de 1966. Sirvan estas palabras de sincero homenaje al profesor Carbonell Antolí.

Permítanme que exprese mi gratitud de discípulo y amigo al profesor Pascual Parrilla Paricio, con quien por casualidades de la vida, me inicié en la cirugía cardio-vascular, en el Hospital Clínico Universitario de Valencia, hace ahora cerca de treinta y cinco años, el actualmente catedrático de cirugía de la Universidad de Murcia, no ha dejado de trasmitirme siempre su apoyo y su afecto en mi carrera profesional y universitaria.

Es un agradable deber expresar públicamente mi agradecimiento y mi sincero cariño por su amistad al Dr. Manuel Barberá Alacreu, académico numerario de esta Institución, a quien debo mucho en mi vida profesional y de quien he aprendido entre otras muchas cosas el verdadero sentido de la amistad.

Permitidme también que exprese mi profunda admiración hacia dos académicos numerarios de nuestra Academia, quienes desarrollaron de forma magistral las primeras intervenciones quirúrgicas vasculares en el ámbito de nuestra Comunidad.

El profesor Benjamín Narbona, actualmente nuestro querido decano quirúrgico, con quien conviví en diferentes periodos de mi vida y que siempre me honró con su amistad y su cariño, representa todavía con su prestigio, un importante referente quirúrgico cardiovascular tanto desde el Hospital General de Valencia, donde él trabajó, como desde los diferentes estamentos e instituciones valencianas en las que el siempre trabajó.

El profesor Fernando Gómez-Ferrer Bayo, representa para mí el concepto idealizado de la cirugía vascular, cirujano valiente, anatómicamente perfecto, técnicamente insuperable, guardo recuerdos imborrables como el haber intervenido de urgencia un aneurisma ilíaco roto, que estaba intacto, antes de que 10 alumnos de prácticas, a quien D. Fernando les estaba enseñando a tomar conciencia de las características exploratorias del aneurisma. D. Fernando, catedrático de cirugía de la Universidad de Valencia, siempre nos animó al estudio; cuando le solicitábamos una aclaración quirúrgica solía decirnos «estudia muchacho... eso que me preguntas está en los libros». Es de ley, D. Fernando, que yo le considere un pionero y un referente de la cirugía vascular valenciana.

Deseo significar mi gratitud al profesor y académico de esta Institución D. Francisco Gomar Sancho, por el esfuerzo que supone dar contestación a este discurso en representación de la Real Academia, pero sobre todo deseo hacer público mi admiración por su capacidad de trabajo, su inteligencia científica y quirúrgica y especialmente por su bien cuidada metodología investigadora. Debemos agradecer ambos que la amistad con la que se desarrollaron nuestros padres en todos los ámbitos académicos, hospitalarios y universitarios se mantenga y se potencie en beneficio nuestro y de las instituciones en las cuales ambos trabajamos.

La actual Junta de Gobierno de esta Real Academia, en reunión celebrada el día 15 de diciembre de 2011, tuvo a bien designarme para ocupar el sillón número 5 de esta prestigiosa Institución; este sillón fue ocupado anteriormente por los profesores D. Domingo Espinós Gisbert y por D. Vicente Sanchis-Bayarri Vaillant. Ambos excelentes profesionales de la histopatología el primero y de la bacteriología y epidemiología clínica el segundo. Mi deseo es estar a la altura científica de ambos.

A mis compañeros, amigos y colaboradores durante estos casi cuarenta años de vida quirúrgica, quiero daros las gracias, citarlos a todos es un riesgo que no quiero asumir; ellos saben muy bien quienes son y ellos saben también lo que les aprecio; por todo cuanto he aprendido de vosotros, muchas gracias.

A mis grandes amigos, con los que comparto mis alegrías y mis horas más felices, cuando bajo el seudónimo de *ardillas verdes*, recorremos muchos senderos de nuestra Comunidad unas veces por tierra y otras por el mar. Hoy muchos de ellos me acompañan; muchas gracias por vuestra amistad y por vuestra paciencia conmigo.

Pero sobre todo quiero agradecer en este acto institucional a mi familia, a mis dos hijos y a mis dos hijos políticos, sobre todo por darme cinco nietos de los que me siento verdaderamente orgulloso y feliz.

A Regina mi mujer, con la que he compartido casi cuarenta años de intensa vida profesional y familiar, solo decirte que sin lugar a la menor duda volvería de nuevo a vivirla contigo.





# Reflexiones sobre una técnica quirúrgica: el bypass arterial

## 1. Introducción

Soy consciente, ilustrísimos señores académicos, que en mi discurso de recepción a esta prestigiosa Academia, introduzco de forma deliberada un anglicismo, con la palabra *bypass*, que indudablemente habría rechazado si no fuese porque pese a la riqueza de nuestro castellano, donde existen conceptos como derivación, pontaje, salto, atajo, etc., tuvieran en su concepto más amplio la misma significación, importancia y utilización médica y social, que tiene la terminología anglosajona.

Lamento pues que a diferencia de la lengua francesa, donde el concepto *pontage* ha prevalecido siempre sobre la anglosajona *bypass*, no haya ocurrido con el resto de lenguas. Hacen bien los franceses en mantener su *pontage*, por algo fueron ellos los inventores.

Durante los 64 años de vigencia que tiene el bypass femoro poplíteo y los 44 años que tiene el bypass aorto coronario, sus indicaciones, aplicación, desarrollo técnico y modificaciones específicas, han permitido una simplificación técnica que ha generalizado y universalizado su utilización considerándose hoy día una de las técnicas quirúrgicas más utilizadas de cuantas se realizan en nuestros quirófanos.

Para centrar un poco el problema del que vamos a hablar, quisiera decirles que en un día como hoy y en una ciudad como Valencia, se calcula que por los diferentes equipos quirúrgicos vasculares y cardiacos se habrán realizado unos 25 bypass arteriales, unos en el sector coronario y otros en el sector de los miembros inferiores.

Soy consciente que el bypass arterial, es una técnica quirúrgica, que como tal solo ofrece un tratamiento revascularizador, no me habría atrevido a elegir este tema en mi ingreso en esta Academia, si no fuera porque considero que el bypass arterial imprime a los cirujanos que lo practican, un carácter sanador, extraordinariamente interesante que creo debo compartir con ustedes haciendo un análisis de sus características, pero sobre todo dándole a esta conferencia un cierto sentido de homenaje a una técnica quirúrgica capaz de salvar vidas, de salvar extremidades y de restablecer una calidad de vida en aquellos pacientes a quie-

nes las situaciones socioambientales actuales, convierten en víctimas de una enfermedad tan extendida como la arterioesclerosis.

No obstante debo de indicarles, que la arterioesclerosis no se cura, no desaparece; todos los esfuerzos terapéuticos que empleamos para su tratamiento, son eminentemente paliativos. Nuestro reto terapéutico ante esta enfermedad es retrasar su aparición, intentar detener el progreso de la enfermedad y minimizar sus efectos deletéreos, por ello el bypass es también un proceso terapéutico paliativo.

En el desarrollo estructural de esta conferencia he decidido dar respuesta a las 5 siguientes preguntas:

- *Qué es un bypass arterial.* Es decir concepto y antecedentes históricos.
- *Cómo y con qué se hace un bypass.* Condiciones técnicas y materiales.
- *Por qué se hace un bypass y qué resultados tiene.* Indicaciones hemodinámicas. Indicaciones clínicas y resultados.
- *Cuáles son las complicaciones más frecuentes de los bypass.*
- *A modo de conclusiones,* situación actual y futuro del bypass arterial.

Pretendo al responder a estas cinco preguntas, dos objetivos, uno establecer la importancia de la cirugía del bypass arterial periférico y coronario en los últimos 64 años y por otro lado, establecer a modo apriorístico su futuro, dadas las actuales técnicas endovasculares que incorporadas desde los años 90, es decir hace ahora 20 años, compiten en ocasiones en indicaciones clínicas con el bypass quirúrgico, e indudablemente serán un referente terapéutico vascular en los próximos años.

Una anécdota ilustra esta aseveración, para un cirujano vascular de mi generación, existía un reto quirúrgico absoluto, *el aneurisma de aorta abdominal roto*. Luchamos mucho para hacer disminuir la mortalidad quirúrgica tanto durante el acto operatorio como en el postoperatorio, con cirugías de emergencia, auténticamente a «vida o muerte». Hace unos meses un cirujano vascular, muy apreciado por mí y mucho más joven que yo, me decía en un reciente congreso en Londres, que ante esta urgencia quirúrgica él se desenvolvía mejor por vía endovascular, que por vía quirúrgica transabdominal. Todo un ejemplo de la evolución actual de esta cirugía.

Pero vayamos a responder a la primera pregunta, sin olvidar nunca lo que en una ocasión me indicó un querido profesor mío, el Prof. Gomar Guarner, *D. Paco* quien me dijo,.. Cuando hables «no olvides que la mejor manera de aburrir es intentar decirlo todo». Consciente de ello y con voluntad de no aburrirles, he dejado parte de la información en el texto escrito y tan solo deseo hablarles de los aspectos que considero

fundamentales y tal vez más amenos. Como es norma de la Real Academia no se permite exponer imágenes, por ello me veo también obligado a incluir algunas de ellas en el texto.

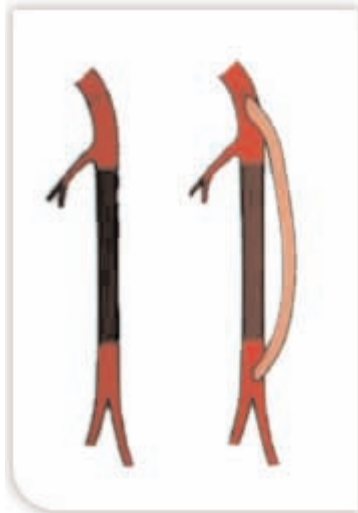
## 2. Qué es un bypass arterial. Concepto y antecedentes históricos

*Concepto:* El bypass es una técnica quirúrgica de revascularización arterial, nacida en Francia en el año 1948, por lo tanto tiene ahora 64 años, la misma edad que el que les habla.

Sin lugar a dudas esta técnica quirúrgica y todas sus variantes han representado el mayor número y por supuesto el más eficaz método de revascularización quirúrgica realizado en los últimos 50 años para el tratamiento de las enfermedades arteriales obstructivas crónicas.

El bypass consiste fundamentalmente en una derivación de sangre entre dos segmentos arteriales, intermediados por un segmento afectado, con el fin de restablecer el flujo distal a la obstrucción de la arteria y de esta manera permitir la mejor perfusión de los órganos o tejidos potencialmente hipoperfundidos como consecuencia de dicha obstrucción.

Por supuesto es una técnica quirúrgica altamente utilizada en todo el mundo desarrollado, con una difusión, efectividad, modificaciones técnicas y análisis de resultados, tan extraordinariamente activo que sin duda expresa que esta técnica ha sido durante las últimas décadas, el centro de la labor quirúrgica de los cirujanos vasculares y cardiacos.



*La arterioesclerosis*, es la enfermedad arterial crónica por excelencia, su evolución anatómica en los diferentes territorios y su expresión patológica como es *la placa de ateroma*, que crece hacia el interior de la pared arterial provocan su estrechamiento (estenosis) progresivo y llegan con frecuencia a obstruir su luz.

Pese a que la arterioesclerosis es un proceso arterial generalizado, existen territorios vasculares con especial predilección por este tipo de lesiones, las coronarias, las carótidas y las arterias de las extremidades inferiores, son sin duda, los territorios porcentualmente

más afectados, en ocasiones de forma simultánea y con frecuencia de forma secuencial.

No debemos olvidar que las armas terapéuticas más importantes que disponemos actualmente, en el tratamiento de la arterioesclerosis en general y de la obliterante en particular, son: *el control de los factores de riesgo* (Tabaquismo, hipertensión arterial, diabetes y dislipemias), la *Aspirina* como antiagregante plaquetario, las *estatinas* como estabilizadores de la placa de ateroma, los *betabloqueantes* como miocardioprotectores, el *bypass* como técnica quirúrgica revascularizadora y también por supuesto la *angioplastia/stent* como técnicas revascularizadas endovasculares.

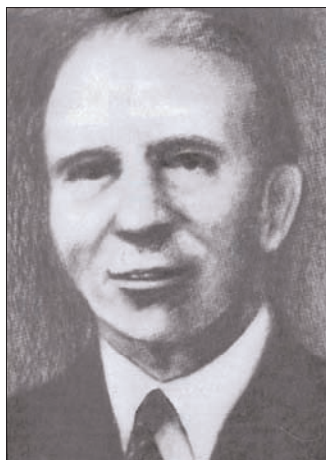
Aunque la enfermedad cardiovascular siga siendo actualmente la primera causa de muerte (33% de la población), la medicina y la cirugía han luchado frente al infarto de miocardio por obstrucción coronaria, la profilaxis de un hemiplejía severa por estenosis de la arteria carótida extracraneal y la profilaxis de la amputación de una extremidad por gangrena secundaria a obstrucciones arteriales en los miembros inferiores, por citar las más frecuentes.

### **3. Antecedentes históricos del bypass**

Pese a que Hallowell, en Inglaterra a mediados del siglo XVIII, atendió por primera vez en la historia de la cirugía, una herida de la arteria humeral mediante una sutura directa de la arteria con resultado satisfactorio, a la cirugía en las arterias se le temía por sus terribles y generalmente mortales hemorragias, por ello hasta los inicios del siglo XX, la cirugía vascular estaba representada salvo algún caso puntual, por la ligadura de las arterias y la extrema habilidad en la realización de amputaciones.

Una anécdota de esta prehistoria vascular, es la referencia a la velocidad de amputación de una extremidad, ostentando dicho récord el cirujano escocés Robert Liston (1794-1847), quien en menos de tres minutos seccionó la pierna gangrenada de un paciente, dos dedos de su ayudante y parte de la levita de un observador que al pensar que había sido herido, sufrió un colapso y murió. En los anales de las reseñas de las catástrofes médicas, figura como una intervención quirúrgica que provocó un 300% de mortalidad, la del paciente, la del ayudante por infección cadavérica unos días después y la del asustadizo observador.

Una de las primeras aportaciones en cirugía vascular en este siglo la efectuó un español, el gallego de Monforte de Lemos afincado en Madrid D. José Goyanes Capdevila, quien trató quirúrgicamente, en 1905, un aneurisma poplíteo de origen sifilítico, mediante ligadura proximal y distal del aneurisma y restableció la continuidad arterial mediante lo que llamó *arterioplastia venosa*, utilizando la vena poplíteo vecina *in situ* (es decir, sin invertir) entre ambos cabos arteriales. Realizó un segundo caso y publicó ambos en la revista científica *Siglo Médico*. Tuvo inicialmente un escaso impacto internacional, pero su trabajo consta de modo reiterado en la *Historia de la Cirugía Vascular moderna* (1).



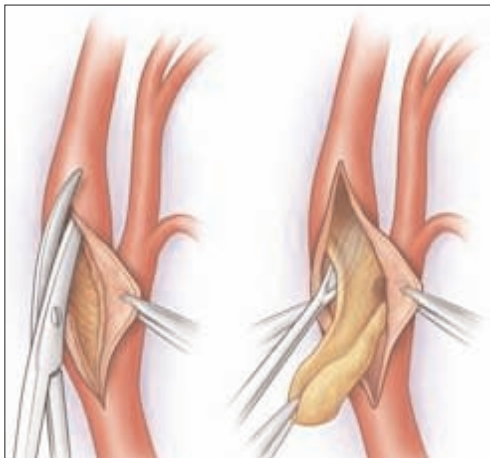
**J. Goyanes Capdevila**

La mayoría de historiadores de la medicina, atribuyen a Alexis Carrel y a René Leriche, ambos franceses, la paternidad de la cirugía vascular moderna.

Los trabajos experimentales de Alexis Carrel, iniciados en Lyon y completados en Chicago y Nueva York, sobre las suturas vasculares y trasplantes de órganos, motivo un extraordinario avance en las técnicas de sutura (Utilizando la denominada *triangulación de la anastomosis*) y en la aplicación de parches anastomóticos para facilitarlas técnicas de reimplantación arterial. Por sus trabajos le fue concedido el Premio Nobel de Medicina (1912). La vida de Alexis Carrel es absolutamente apasionante y tremendamente edificante,

A René Leriche, se le atribuye el mérito personal de crear doctrina fisiopatológica sobre la obstrucción arterial crónica, que él interpretó como una *arteritis crónica obliterante*, con efectos neuro-espásticos distales, que se debía de tratar inicialmente con resección del segmento arterial obstruido (arteriectomía), y completada con la eliminación de la inervación simpática (simpatectomía). Esta escuela nacida en Lyon y trasladada posteriormente a Estrasburgo fue considerada durante los años 30 del siglo XX, la primera escuela mundial de cirugía vascular.

Entre sus discípulos, destacan en la materia que nos ocupa, dos importantes figuras Joao dos Santos, (Lisboa), precursor y excepcional ejecutor de las técnicas de tratamiento del segmento arterial obstruido,



**Técnica de Endarterectomía (EDA)**

mediante la *Tromboendarterectomía (TEA)*, ayudando sus resultados por la incorporación de la heparina postoperatoria, técnica revascularizadoras predominante en Europa, durante los años cuarenta y cincuenta, en una Europa que salía muy diezmada de la segunda Guerra Mundial.

Otro de los discípulos de Leriche, Jean Kunlin compañero y amigo de Dos Santos, no conseguía los resultados quirúrgicos de

su amigo, las trombosis de sus endarterectomías, pese a la fijación de los planos distales (Puntos de Kunlin) y la aplicación de la heparina, lo tenían desesperado y en el laboratorio experimental del College de France ideó una técnica quirúrgica, más fácil, saltar el obstáculo que supone la obstrucción de un segmento arterial, mediante un puente (*pontage*) entre el segmento proximal y el distal.

De esta forma en 1948 en el Hospital Americano de París se desarrolló el primer bypass arterial de la historia vascular moderna, mediante la interposición de vena safena invertida entre la arteria femoral común y la arteria poplítea del miembro inferior izquierdo, en un paciente con gangrena de tres dedos, a quien Leriche había resecaado la arteria femoral superficial (arterectomía) y que su evolución con un intenso dolor permanente en reposo lo estaba condenando a la amputación de la extremidad. Kunlin consiguió al realizar el *pontage* salvar la extremidad del paciente, su vida e incluso poder realizar unos meses más tarde un segundo bypass en su otra extremidad también severamente enferma.

Estamos en el año 1948 y la supremacía de los vencedores de la II Guerra Mundial, los americanos con Michel de Bakey en cabeza, curiosamente también antiguo discípulo de Leriche en Estrasburgo, asumió la técnica de revascularización del bypass, como la más efectiva, la contribución posterior de la investigación anglo-americana en el desarrollo de prótesis arteriales artificiales (Dacrón, PTFE), y la generalización mundial de esta técnica de «pontaje», rebautizada por ellos

como *bypass*, marcaron los tratamientos quirúrgicos revascularizadores desde los años 60 hasta nuestros días.

Tras el desarrollo del *bypass* en la patología obstructiva de las arterias de las extremidades inferiores, y en la cirugía aórtica, se consiguió un nuevo hito en la cirugía vascular y cardiovascular cuando el cardiócirujano argentino René Favaloro, en el año 1968 trabajando en la Cleveland Clinic, aplicó el concepto vascular del *bypass* o pontaje, en la revascularización de las arterias coronarias, dando con ello un impulso extraordinario en el tratamiento de la cardiopatía isquémica y prevención del infarto agudo de miocardio, proceso devastador en los países occidentales desarrollados.

La salud de América, esta reflejada en la salud de sus presidentes, Eisenhower, padeció múltiples ataques cardíacos, en una ocasión, hubo de ser operado por una obstrucción intestinal y su elevado riesgo quirúrgico por cardiopatía isquémica, mantuvo al país, en crisis. El presidente Lyndon Johnson, fumaba tres paquetes de tabaco al día, su cardiopatía isquémica le llevó a la muerte en el año 1973, poco tiempo después de dejar la presidencia. La cardiopatía isquémica (el ataque cardíaco), azotaba América, la operación de Favaloro supuso un auténtico hito terapéutico.

La extraordinaria difusión de esta técnica de *bypass* coronario, la posibilidad de multi revascularización coronaria (3,4 y 5 *bypass*) en un solo acto quirúrgico, los importantes resultados obtenidos con esta técnica, la hicieron estelar en el tratamiento revascularizador a nivel médico mundial, con amplia difusión social hasta el punto de asociar *bypass* a revascularización coronaria y ser en un momento determinado motivo de orgullo para el paciente receptor y para el cirujano realizador que el paciente llevara hasta cinco o seis puentes coronarios, casi más puentes que coronarias, pero afortunadamente *todo vuelve a su cauce* y esta expresión, hablando de *bypass* es perfectamente entendible.

René Favaloro, regresó a Argentina unos años después y se encontró una nación sumida en la corrupción; en el año 2000, se suicidó disparándose un tiro en el corazón. Su carta al juez, que se encuentra en el texto merece su lectura y reflexión.

### ***Complemento histórico desarrollado***

He considerado desarrollar con mayor amplitud los orígenes históricos de la cirugía vascular moderna, en el entorno del *bypass* arterial, en el texto ofrecido de esta conferencia.



**3.1 Alexis Carrel (1873-1943)** cuya historia es atractiva desde todos los puntos de vista, estableció desde los laboratorios de investigación primero en Lyon y posteriormente en Chicago y en el Rockefeller Institute de Nueva York, los principios de las anastomosis vasculares con triangulación y eversión de la íntima, el uso de los injertos venosos en el sistema arterial, desarrolló técnicas de preservación de los tejidos, reimplantación de extremidades y trasplantes experimentales de riñón, ovarios, tiroides y corazón.

Alexis Carrel, que presenció como estudiante de medicina, el atentado perpetrado al presidente francés Sadi Carnot, y el desesperado intento quirúrgico de salvarle la vida, por un traumatismo con arma blanca que afectaba a la vena porta y que fue imposible de resolver quirúrgicamente, actuó como detonante en su investigación posterior sobre las suturas vasculares. Al ser por dos veces suspendido en su examen de ayudante quirúrgico, logró una plaza de ayudante investigador en la cátedra del profesor Testut, donde se inició en sus trabajos de investigación vascular.

En 1904 Carrel deja Francia, por motivos político-religiosos (Asistió a una curación milagrosa en Lourdes, de la que fue obligado a testificar) y se traslada a Canadá, presenta en Montreal sus trabajos sobre suturas

vasculares, durante el Congreso de la Sociedad Americana en Lengua Francesa, establece conexión con Charles Beck, cirujano de Chicago el cual le propone seguir la investigación en técnicas de suturas en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Chicago.

En este Departamento coincide con Charles Guthrie, joven graduado con cuatro años de experiencia, desde noviembre de 1904 hasta agosto 1906, durante estos 21 meses publican 22 trabajos de forma conjunta. La colaboración entre estos dos grandes investigadores, cesó cuando Charles Guthrie aceptó la cátedra de Fisiología y Farmacología



Alexis Carrel



de la Universidad de Washington en San Luis, mientras que Carrel por desavenencias económicas con la administración de la Universidad de Chicago, se desplazó al Instituto Rockefeller de Nueva York. Por sus trabajos de investigación especialmente en la preservación de órganos y trasplantes obtuvo el Premio Nobel de Medicina en 1912.

Recibe la Orden de la Legión de Honor en Francia, y cuando estalla la Primera Guerra Mundial vuelve como ciudadano francés a Lyon, donde desarrolla una ingente labor de investigación en heridas de guerra, junto con su colega americano Dankin. Entre otras aportaciones figura el diseño de hospitales de campaña en primera línea, que muchos años después representaron los famosos MASH rediseñados para la Guerra de Corea, por M. De Bakey.

Al finalizar la Primera Guerra Mundial, Carrel vuelve al Rockefeller Institute, donde investiga sobre la perfusión para mantener órganos, y con el amparo económico de Lindbergh, famoso aviador, crea la primera bomba de perfusión, denominada bomba Pyrex más conocida como bomba Lindbergh (1935), precursora de las bombas de circulación extracorpórea que dos décadas posteriores abrirían el camino de la cirugía cardiaca con circulación extracorpórea.

La historia de Alexis Carrel, está repleta de anécdotas, algunas trágicas, en 1939, a la edad de 65 años fue forzado a jubilarse del Rockefeller Institute, su cese fue muy mal asumido y abandonó los Estados Unidos marchando con su esposa a Francia.

En 1940, creó la Fundación Francesa para el Estudio de los Problemas Humanos, su relación con las autoridades políticas, necesarias para la financiación de su proyecto social, le situaron en una posición muy difícil, siendo acusado de colaboracionista. El mismo día de su acusación formal murió de un infarto de miocardio; era el 5 de noviembre de 1944. Su colaboración con el nazismo nunca fue probada.

**3.2 René Leriche.** Nacido en 1879 en Roanne, estudió medicina en la Universidad de Lyon, admirador del espíritu universitario de sus maestros entre los que se encontraban Antonin Poncet y Alexis Carrel, con quien mantuvo siempre una gran amistad, se decidió por la cirugía.

Invitado por Carrel cuando éste trabajaba en el Rockefeller Institute de Nueva York, realizó una gira por distintos hospitales americanos, donde conoció a John Murphy en Chicago, a Harvey Cushing en Boston y a William Halsted en Baltimore. Pese a la insistencia de Carrel, Leriche no abandona Francia y cuando estalla la Primera Guerra Mundial,



**René Leriche**

acude a trabajar al Hospital de guerra Campo de la Holueuse, donde envían a los heridos con graves traumatismos de extremidades. Leriche adquiere una gran experiencia en el tratamiento de las lesiones de los nervios centrales y periféricos, observa y analiza en profundidad el sistema nervioso simpático y es un estudioso del tratamiento de la neuropatía en este tipo de heridas.

En 1924, a la edad de 45 años, obtiene la plaza de profesor de cirugía en la Universidad de Estrasburgo, trabajando en el Hospital Civil, uno de los más antiguos de Europa.

Es en este clásico hospital francés, donde René Leriche trabaja profundamente a nivel quirúrgico y a nivel

experimental sobre la agresión quirúrgica desde un punto de vista vasomotor, humoral y hemático.

La Universidad de Estrasburgo se convirtió en uno de los centros quirúrgicos más prestigioso de Europa, donde las teorías de la artropatía



oclusiva y sus consecuencias espásticas y vasoconstrictoras iban a tener su origen y su extraordinaria repercusión mundial. Discípulos y visitantes importantes como Jean Dos Santos, Michel de Bakey, Jean Kunlin, René Fontaine y Charles Dubost entre otros, impulsaron la cirugía cardíaca y vascular desde este foco de especialidad que fue mundialmente

reconocida como la Escuela Quirúrgica Alsaciana.

La teoría de René Leriche sobre las obliteraciones arteriales crónicas, consistía en un fenómeno de obliteración mecánica crónica, compensado por circulación colateral, pero que el segmento obstruido ejer-

cía como consecuencia de una hipertonía simpática un efecto espástico y vasoconstrictor en las arterias más distales a la obstrucción. Por ello había que eliminar la obstrucción, lo que suponía la resección del segmento obliterado y una eliminación de la actividad simpática neurovegetativa, lo que se conseguía con una simpatectomía lumbar o torácica.

Estos dos fueron los pilares teóricos del tratamiento de las obliteraciones arteriales de origen arterioesclerótico, *arteriectomía*, es decir resección arterial del segmento obliterado, generador de espasmos arteriales a distancia y la interrupción de las vías simpáticas, mediante gangliectomías, adrenalectomías y simpatectomías.

En 1924, J. Díez (discípulo de Leriche), practica por primera vez la extirpación de una cadena simpática lumbar, como tratamiento quirúrgico a un paciente con tromboangeitis obliterante, con un resultado muy satisfactorio. Como homenaje por este hecho, René Leriche propone en el congreso de la Sociedad Internacional de Cirugía, que esta técnica reciba el nombre de Técnica de Díez.

### **Nota**

De la calidad investigadora, profesional y humana del profesor René Leriche, sirva esta anécdota: En el año 1946, la hermana del Dr. Josep Trueta, en esos momentos prestigioso ortopeda en el Hospital Radcliff de Oxford, solicitó a su hermano la intermediación para resolver un problema de dolor vascular severo en la pierna derecha que su marido venía padeciendo de forma progresiva desde hacía unos meses y que le tenía prácticamente inválido en su casa de Barcelona. Trueta no lo dudó, solicitó la colaboración de René Leriche, trabajando entonces en el Hospital Americano de París, y de su amigo y colaborador en Oxford el Dr. Robert Macintosh, considerado el padre de la anestesiología moderna. Ambos acudieron a Barcelona, pese al bloqueo internacional en aquella época, y practicaron en la Clínica Corachán una simpatectomía lumbar izquierda, con anestesia general, al cuñado de Trueta.

Durante los tres días de estancia de Leriche en Barcelona, realizó dos conferencias y dos operaciones más. A los tres meses, Macintosh y Leriche volvieron de nuevo a Barcelona, para operar al mismo paciente de una simpatectomía esta vez derecha, observando la mejoría experimentada por el paciente cuñado de Trueta. La anécdota quedaría incompleta, si no les indicara que en el mismo tiempo, trabajaba y realizaba simpatectomías lumbares con relativa frecuencia Fernando Martorell, considerado el padre de la angiología y cirugía vascular española y durante muchos años presidente de la Sociedad Internacional de Cirugía Cardiovascular.

A partir de los años 40, con motivo de la II Guerra Mundial *la escuela alsaciana de Leriche*, se desplaza a París, la cirugía de denervación simpática, establecida por la escuela sufre una rápida y progresiva expansión, no obstante el concepto de resección del segmento obstruido, arteriectomía segmentaria, como tratamiento del foco productor de los estímulos vasoconstrictores, sufre una considerable modificación, *en lugar de resecar el segmento obstruido... se intenta desobliterar*, mediante una arteriectomía y la extirpación del contenido ateromatoso y trombosado de la arteria obliterada, lo que se denominó *tromboendarterectomía (TEA)*.

Parece ser que Leriche, no llegó a practicar directamente esta técnica, pero sí sus discípulos que fueron mejorando la técnica inicial de grandes arteriotomías con la introducción de instrumental anillado (Anillos de Wolmar) lo que permitía la liberación del trombos a distancia.

La aplicación clínica de la heparina, descubierta por Mac Leo en 1916, solo pudo ser utilizada clínicamente tras su purificación por Charles y Scott y aplicada por primera vez a nivel vascular por Crawford en 1937. Su utilización generalizada solo se inició tras la II Guerra Mundial.

**3.3 Joao dos Santos** uno de los más prestigiosos discípulos de Leriche, e hijo de Reynaldo, quien junto al también portugués Egas Moniz, descubrieron y aplicaron por primera vez la arteriografía, tras un periodo de trabajo en las Azores, dirigió el Departamento de Cirugía del Hospital Universitario de Lisboa. Dotado de una calidad quirúrgica excelente, combinó la tromboendarterectomía quirúrgica (TEA), con la aplicación de heparina durante el postoperatorio, consiguiendo permeabilidades muy altas.



**Joao dos Santos**

En aquel momento, 1936, el profesor Leriche había dejado Estrasburgo para ocupar el sillón vacante de cirugía experimental del prestigioso centro investigador College de France, lógicamente ubicado en París, donde no existía plaza clínica viéndose obligado a realizar su trabajo clínico y quirúrgico en el Hospital Americano de Neuilly, hoy día un barrio al norte de París.

Dos Santos, una vez finalizada la II Guerra Mundial, en 1947 viaja a Francia, acude un día enormemente excitado a demostrar a su maestro Leriche, los resultados de haber aplicado la técnica de endarterectomía, asociada a la utilización de la heparina tanto con lavados operatorios como, durante el postoperatorio, evidenciando una permeabilidad muy considerable. Leriche, fiel a su simpatectomía y gangliectomía, observa tal vez *escéptico* el futuro que se plantea con la revascularización mediante la técnica de endarterectomía quirúrgica.

**3.4 Jean Kunlin**, el discípulo y asistente personal de Leriche, ensaya en el laboratorio experimental del College de France, las posibles mejoras de la técnica de la endarterectomía y entre otras cosas establece la fijación con puntos de las capas íntimas de la arteria distal al segmento endarterectomizado, para evitar el levantamiento o flap de la capa íntima tras el retorno del flujo arterial. Técnica quirúrgica todavía vigente y conocida como puntos de Kunlin.

Pero Kunlin no obtenía los mismos resultados que Dos Santos, incluso con la fijación de los puntos de íntima y el uso de la heparina. No obstante sus trabajos experimentales progresaban.

En el Hospital Americano de Neuilly, un paciente de 58 años, con dolor en reposo de tres meses de evolución con gangrena en el ante pie,

que presentaba por arteriografía una obstrucción de la arteria femoral superficial izquierda y había sido operado por Leriche de una gangliectomía lumbar y una arterectomía femoral, lo que impedía por tanto una endarterectomía, suplicaba una solución que no fuera la amputación.

Leriche propuso continuar con tratamiento médico. Coincidió que en mayo de 1948 Leriche acudió a Holanda a impartir unas conferencias. Jean Kunlin (1904-1991) a cargo de este paciente le propuso la única cirugía posible salvo la amputación, y realizó sobre este paciente el primer bypass de revasculariza-



**Jean Kunlin**

ción arterial de la historia, mediante la interposición de un injerto venoso de safena interna invertido entre la arteria femoral común izquierda y la arteria poplítea del mismo lado. Lo importante fue que las anastomosis en lugar de realizarse en situación término-terminal, se realizaron en situación latero-terminal, por lo que se preservaba la circulación colateral. La intervención se realizó el día 3 de junio de 1948.

Leriche a su vuelta quedó gratamente sorprendido por el trabajo de Kunlin. El paciente curó en un mes las úlceras secundarias al desbridamiento de la gangrena. Tres meses después, Kunlin le realizó un bypass contralateral, en lugar de una endarterectomía. El paciente murió unos años después de un ictus.

La escuela de Leriche se dividió en los partidarios de la endarterectomía y en los partidarios del *pontage*. Los EE.UU., flamantes vencedores de la II Guerra Mundial potenciaron de la mano de De Bakey, Cooley, Crawford, Haymovici, el *pontage*. Esta nueva cirugía de revascularización y el *pontage* francés pasó a ser conocido internacionalmente como bypass arterial. La enorme utilización y difusión de esta técnica, mucho menos compleja que la endarterectomía, relegaron a ésta a su utilización en patologías muy determinadas.

Jean Kunlin, trabajando como Jefe de Cirugía Vasculare en el Hospital Foch de Paris, recibió por su contribución a la cirugía vascular en 1962 el Premio René Leriche de la Sociedad Internacional de Cirugía. Murió a los 87 años de forma súbita.

## **Cirugía coronaria**

Cuando en 1876 Adam Hammer, estableció que el dolor de ángor precordial, se debía a una interrupción de la circulación coronaria y que el ataque cardiaco se debía a un bloqueo completo de al menos un vaso coronario, se iniciaban las bases fisiopatológicas que incitaban a un tratamiento directo de la circulación coronaria. En 1910 Alexis Carrel presentó en la American Surgical Association sus trabajos experimentales demostrando la eficacia del bypass coronario en animales, utilizando injertos desde aorta descendente hasta coronarias.

Sin embargo estas ideas quedaron durante un tiempo abandonadas a favor de las técnicas de eliminación del dolor anginoso mediante la simpatectomía torácica de los ganglios cervicales T2 a T4, propuesta inicialmente por François Frank y ejecutada en Bucarest por Ionesco en 1916, anotando una mortalidad cercana al 20%.

En 1935 Beck aplicando conceptos de que la inflamación aportaba circulación colateral sobre el miocardio publicó su famoso trabajo sobre «*The development of a new blood supply to the heart by operation*» que consistía fundamentalmente en abrir el pericardio, irritar de forma abrasiva el pericardio y depositar polvo de hueso humano, o talco como irritante. O'Shaughnessy en 1936, introdujo el epiplón mayor a través de una brecha diafragmática y otra pericárdica, con la finalidad de crear también circulación colateral que supliera la deficiente perfusión miocárdica.

En 1950 Arthur Vineburg, anastomosa la arteria mamaria interna sobre el miocardio, provocando una hematoma que en teoría sería recirculado por los sinusoides de la musculatura cardiaca mejorando así la perfusión. El canadiense Gordon Murray en 1953 publica la aplicación de la anastomosis de arteria axilar, mamaria interna y carótida en arterias coronarias en cinco pacientes, sin aparente éxito. Sidney Smith, publicó la realización de un bypass con vena safena obtenida del mismo paciente entre la aorta y el miocardio, rememorando la cirugía de Vineburg.

Robert Goetz en 1960 realizó la anastomosis entre una arteria mamaria interna y la coronaria descendente anterior, sin utilizar parada cardiaca. En 1962 los doctores Shones y Shirey de la Cleveland Clinic realizaron la primera cinecoronariografía y permitieron el conocimiento amplio de las lesiones del árbol coronario.

**3.5 René Favaloro.** Uno de los mejores amigos del angioradiólogo Dr. Mason Sones, era su compañero de Hospital el Dr. René Favaloro, el cual en mayo de 1967 interpone un segmento de vena safena interna en la coronaria derecha ocluida de una mujer de 57 años, la cual fue reestudiada al octavo día por Mason Sones, demostrándose una reconstrucción total de la arteria, con lo que el procedimiento comienza a aplicarse en la Cleveland Clinic en forma sistemática. Pero en el paciente número 15 Favaloro introduce un cambio técnico y efectúa por primera vez la anastomosis proximal en la cara anterior de la aorta ascendente, efectuando así la revascularización mediante un bypass aorto coronario. A diferencia de todos los otros procedimientos previamente señalados, el bypass aortocoronario no fue precedido por una investigación experimental en animales por parte de Favaloro. Sin embargo, tampoco fue el resultado de un hecho fortuito.





**René Favaloro (izquierda) y Mason Sones**

El bypass aorto coronario fue la consecuencia de la extensa experiencia previa de Favaloro en el tratamiento quirúrgico de la enfermedad coronaria con la endarterectomía y los implantes mamarios, de la interrelación de éste con los cirujanos vasculares que ya efectuaban revascularizaciones de las extremidades inferiores y riñones con vena

safena, y de la estrecha amistad entre Favaloro y Mason Sones, fue lo que permitió el estudio y análisis de múltiples coronariografías, situaciones todas facilitadas por el ambiente académico y clínico de la Cleveland Clinic.

Sin duda se debe a René G. Favaloro en 1968, y su trabajo en la Cleveland Clinic, el desarrollo y difusión del bypass coronario a nivel mundial al recoger 171 pacientes operados mediante la interposición aorto-coronaria de injertos de vena safena interna autóloga, en algunos casos el injerto era doble o múltiple.

En 1971, Favaloro regresó a la Argentina con el sueño de desarrollar un centro de excelencia similar al de la Cleveland Clinic, que combinara la atención médica, la investigación y la educación.

En 1975 fundó con ese propósito junto a otros colaboradores la Fundación Favaloro que además es un centro de capacitación donde estudian alumnos de diferentes partes del mundo. En 1980 Favaloro creó dentro de la Fundación un Laboratorio de Investigación Básica, sufragado con dinero propio, germen de la futura Universidad Favaloro de Buenos Aires que fue creada en 1998.

No obstante en 1992 se inauguró en Buenos Aires el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de la Fundación Favaloro, entidad sin fines de lucro. Con el lema «Tecnología avanzada al servicio del humanismo médico» se brindan servicios altamente especializados en cardiología, cirugía cardiovascular y trasplante cardíaco, pulmonar, cardiopulmonar, hepático, renal y de médula ósea, además de otras áreas. Favaloro concentró allí su tarea, rodeado de un grupo selecto de profesionales. El Centro Editor funcionó hasta el año 2000.

Hacia el año 2000, con Argentina sumergida en una crisis económica y política, como en la que nos encontramos nosotros ahora, la Funda-



ción Favalaro se encontraba endeudada en unos 75 millones de dólares, por lo que Favalaro pidió ayuda al gobierno, sin recibir una respuesta oficial.

Envió una carta al entonces presidente Fernando de la Rúa, donde solicitaba ayuda financiera expresando su cansancio por ser un mendigo en su propio país. Al solicitar en vano la ayuda financiera para su Fundación, denuncia la terrible corrupción en la que se movían todos los estratos de su País, especialmente los dirigentes políticos y empresariales y sindicatos en particular, la dicotomía exigida por los cardiólogos argentinos, para enviar pacientes a la Fundación, que el siempre rechazó, obligó al despido masivo del personal del Instituto.

El domingo 29 de julio del 2000, René Favalaro se suicidó disparándose un tiro en el corazón.

En la carta de despedida, que el Juez permitió se publicara, expresa con enorme dureza la situación agónica de Argentina en aquel periodo y pretende justificar con su extraordinario sentido de la laboriosidad y de la ética médica, su suicidio.

### **Carta al Juez**

*Si se lee mi carta de renuncia a la Cleveland Clinic, está claro que mi regreso a la Argentina (después de haber alcanzado un lugar destacado en la cirugía cardiovascular) se debió a mi eterno compromiso con mi patria. Nunca perdí mis raíces... Volví para trabajar en docencia, investigación y asistencia médica. La primera etapa en el Sanatorio Güemes, demostró que inmediatamente organizamos la residencia en cardiología y cirugía cardiovascular, además de cursos de post grado a todos los niveles.*

*Le dimos importancia también a la investigación clínica en donde participaron la mayoría de los miembros de nuestro grupo. En lo asistencial exigimos de entrada un número de camas para los indigentes. Así, cientos de pacientes fueron operados sin cargo alguno. La mayoría de nuestros pacientes provenían de las obras sociales. El sanatorio tenía contrato con las más importantes de aquel entonces. La relación con el sanatorio fue muy clara: los honorarios, provinieran de donde provinieran, eran de nosotros; la internación, del sanatorio (sin duda la mayor tajada).*

*Nosotros con los honorarios pagamos las residencias y las secretarías y nuestras entradas se distribuían entre los médicos proporcionalmente. Nunca permití que se tocara un solo peso de los que no nos correspondía.*

*A pesar de que los directores aseguraban que no había retornos, yo conocía que sí los había. De vez en cuando, a pedido de su director, saludaba*

*a los sindicalistas de turno, que agradecían nuestro trabajo. Este era nuestro único contacto.*

*A mediados de la década del 70, comenzamos a organizar la Fundación. Primero con la ayuda de la Sedra, creamos el departamento de investigación básica que tanta satisfacción nos ha dado y luego la construcción del Instituto de Cardiología y cirugía cardiovascular.*

*Cuando entré en funciones, redacté los 10 mandamientos que debían sostenerse a rajatabla, basados en el lineamiento ético que siempre me ha acompañado. La calidad de nuestro trabajo, basado en la tecnología incorporada más la tarea de los profesionales seleccionados hizo que no nos faltara trabajo, pero debimos luchar continuamente con la corrupción imperante en la medicina (parte de la tremenda corrupción que ha contaminado a nuestro país en todos los niveles sin límites de ninguna naturaleza).*

*Nos hemos negado sistemáticamente a quebrar los lineamientos éticos, como consecuencia, jamás dimos un solo peso de retorno. Así, obras sociales de envergadura no mandaron ni mandan sus pacientes al Instituto.*

*¡Lo que tendría que narrar de las innumerables entrevistas con los sindicalistas de turno!*

*Manga de corruptos que viven a costa de los obreros y coimean fundamentalmente con el dinero de las obras sociales que corresponde a la atención médica.*

*Lo mismo ocurre con el PAMI. Esto lo pueden certificar los médicos de mi país que para sobrevivir deben aceptar participar del sistema implementado a lo largo y ancho de todo el país. (PAMI Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados).*

*Valga un solo ejemplo: el PAMI tiene una vieja deuda con nosotros (creo desde el año 94 o 95) de 1.900.000 pesos; la hubiéramos cobrado en 48 horas si hubiéramos aceptado los retornos que se nos pedían (como es lógico no a mí directamente).*

*Si hubiéramos aceptado las condiciones imperantes por la corrupción del sistema (que se ha ido incrementando en estos últimos años) deberíamos tener 100 camas más. No daríamos abasto para atender toda la demanda.*

*El que quiera negar que todo esto es cierto que acepte que rija en la Argentina, el principio fundamental de la libre elección del médico, que terminaría con los acomodados de turno.*

*Lo mismo ocurre con los pacientes privados (incluyendo los de la medicina prepaga) el médico que envía a estos pacientes por el famoso ana-ana, sabe, espera, recibir una jugosa participación del cirujano.*

*Hace muchísimos años debo escuchar aquello de que Favalaro no opera más! ¿De dónde proviene este infundio? Muy simple: el paciente es estu-*

diado. Conclusión, su cardiólogo le dice que debe ser operado. El paciente acepta y expresa sus deseos de que yo lo opere. 'Pero cómo, usted no sabe que Favalaro no opera hace tiempo?'. 'Yo le voy a recomendar un cirujano de real valor, no se preocupe'.

El cirujano 'de real valor' además de su capacidad profesional retornará al cardiólogo mandante un 50% de los honorarios!

Varios de esos pacientes han venido a mi consulta no obstante las 'indicaciones' de su cardiólogo. '¿Doctor, usted sigue operando?' y una vez más debo explicar que sí, que lo sigo haciendo con el mismo entusiasmo y responsabilidad de siempre

Muchos de estos cardiólogos, son de prestigio nacional e internacional. Concurren a los Congresos del American College o de la American Heart y entonces sí, allí me brindan toda clase de felicitaciones y abrazos cada vez que debo exponer alguna 'lecture' de significación. Así ocurrió cuando la de Paul D. White lecture en Dallas, decenas de cardiólogos argentinos me abrazaron, algunos con lágrimas en los ojos.

Pero aquí, vuelven a insertarse en el 'sistema' y el dinero es lo que más les interesa.

La corrupción ha alcanzado niveles que nunca pensé presenciar. Instituciones de prestigio como el Instituto Cardiovascular Buenos Aires, con excelentes profesionales médicos, envían empleados bien entrenados que visitan a los médicos cardiólogos en sus consultorios. Allí les explican en detalles los mecanismos del retorno y los porcentajes que recibirán no solamente por la cirugía, los métodos de diagnóstico no invasivo (Holter eco, cámara y etc., etc.) los cateterismos, las angioplastias, etc. etc., están incluidos.

No es la única institución. Médicos de la Fundación me han mostrado las hojas que les dejan con todo muy bien explicado. Llegado el caso, una vez el paciente operado, el mismo personal entrenado, visitará nuevamente al cardiólogo, explicará en detalle 'la operación económica' y entregará el sobre correspondiente!

La situación actual de la Fundación es desesperante, millones de pesos a cobrar de tarea realizada, incluyendo pacientes de alto riesgo que no podemos rechazar. Es fácil decir 'no hay camas disponibles'.

Nuestro juramento médico lo impide.

Estos pacientes demandan un alto costo raramente reconocido por las obras sociales. A ello se agregan deudas por todos lados, las que corresponden a la construcción y equipamiento del ICYCC, los proveedores, la DGI, los bancos, los médicos con atrasos de varios meses... Todos nuestros proyectos tambalean y cada vez más todo se complica.

*En Estados Unidos, las grandes instituciones médicas, pueden realizar su tarea asistencial, la docencia y la investigación por las donaciones que reciben.*

*Las cinco facultades médicas más trascendentes reciben más de 100 millones de dólares cada una! Aquí, ni soñando. Realicé gestiones en el BID que nos ayudó en la etapa inicial y luego publicitó en varias de sus publicaciones a nuestro instituto como uno de sus logros! Envié cuatro cartas a Enrique Iglesias, solicitando ayuda (¡tiran tanto dinero por la borda en esta Latinoamérica!) todavía estoy esperando alguna respuesta. Maneja miles de millones de dólares, pero para una institución que ha entrenado centenares de médicos desparramados por nuestro país y toda Latinoamérica, no hay respuesta.*

*¿Cómo se mide el valor social de nuestra tarea docente?*

*Es indudable que ser honesto, en esta sociedad corrupta tiene su precio. A la corta o a la larga te lo hacen pagar.*

*La mayoría del tiempo me siento solo. En aquella carta de renuncia a la C. Clinic, le decía al Dr. Effen que sabía de antemano que iba a tener que luchar y le recordaba que Don Quijote era español!*

*Sin duda la lucha ha sido muy desigual.*

*El proyecto de la Fundación tambalea y empieza a resquebrajarse. Hemos tenido varias reuniones, mis colaboradores más cercanos, algunos de ellos compañeros de lucha desde nuestro recordado Colegio Nacional de La Plata, me aconsejan que para salvar a la Fundación debemos incorporar al 'sistema'.*

*Sí al retorno, sí a la ana-ana. Pondremos gente a organizar todo'. Hay 'especialistas' que saben como hacerlo. 'Debes dar un paso al costado. Aclararemos que vos no sabes nada, que no estás enterado'. 'Debes comprenderlo si querés salvar a la Fundación'.*

*¡Quién va a creer que yo no estoy enterado!*

*En este momento y a esta edad terminar con los principios éticos que recibí de mis padres, mis maestros y profesores me resulta extremadamente difícil. No puedo cambiar, prefiero desaparecer.*

*Joaquín V. González, escribió la lección de optimismo que se nos entregaba al recibirnos: 'a mí no me ha derrotado nadie'.*

*Yo no puedo decir lo mismo. A mí me ha derrotado esta sociedad corrupta que todo lo controla. Estoy cansado de recibir homenajes y elogios al nivel internacional. Hace pocos días fui incluido en el grupo selecto de las leyendas del milenio en cirugía cardiovascular.*

*El año pasado debí participar en varios países desde Suecia a la India escuchando siempre lo mismo.*

*¡La leyenda, la leyenda!*

*Quizá el pecado capital que he cometido, aquí en mi país, fue expresar siempre en voz alta mis sentimientos, mis críticas, insisto, en esta sociedad del privilegio, donde unos pocos gozan hasta el hartazgo, mientras la mayoría vive en la miseria y la desesperación. Todo esto no se perdona, por el contrario se castiga.*

*Me consuela el haber atendido a mis pacientes sin distinción de ninguna naturaleza. Mis colaboradores saben de mi inclinación por los pobres, que viene de mis lejanos años en Jacinto Arauz.*

*Estoy cansado de luchar y luchar, galopando contra el viento como decía Don Ata. (Atahualpa Yupanqui)*

*No puedo cambiar. No ha sido una decisión fácil pero sí meditada. No se hable de debilidad o valentía. El cirujano vive con la muerte, es su compañera inseparable, hable de debilidad o valentía.*

*El cirujano vive con la muerte, es su compañera inseparable, con ella me voy de la mano.*

*Sólo espero no se haga de este acto una comedia. Al periodismo le pido que tenga un poco de piedad.*

*Estoy tranquilo. Alguna vez en un acto académico en USA se me presentó como a un hombre bueno que sigue siendo un médico rural. Perdónenme, pero creo, es cierto. Espero que me recuerden así.*

*En estos días he mandado cartas desesperadas a entidades nacionales, provinciales, empresarios, sin recibir respuesta.*

*En la Fundación ha comenzado a actuar un comité de crisis con asesoramiento externo. Ayer empezaron a producirse las primeras cesantías. Algunos, pocos, han sido colaboradores fieles y dedicados. El lunes no podría dar la cara.*

*A mi familia en particular a mis queridos sobrinos, a mis colaboradores, a mis amigos, recuerden que llegué a los 77 años. No aflojen, tienen la obligación de seguir luchando por lo menos hasta alcanzar la misma edad, que no es poco.*

*Una vez más reitero la obligación de cremarme inmediatamente sin perder tiempo y tirar mis cenizas en los montes cercanos a Jacinto Arauz, allá en La Pampa.*

*Queda terminantemente prohibido realizar ceremonias religiosas o civiles.*

*Un abrazo a todos*

*René Favaloro*

Texto tomado de la Biografía de René Favaloro. (Fundación Favaloro, Av. Belgrano 1746, (C1093AAS) Buenos Aires, Argentina.

## 4. Cómo y con qué se hace un bypass

### *Introducción*

Para la realización técnica de un bypass arterial, con potencial éxito revascularizador, se necesitan fundamentalmente las siguientes condiciones anatómicas y hemodinámicas:

1. Realizar la anastomosis proximal, en un segmento arterial, que ofrezca las mejores condiciones anatómicas y funcionales, es decir que ofrezca una pared arterial libre de enfermedad y un flujo arterial normal. Lo que se denomina en concepto hemodinámica anglosajón «*Runn Inn* adecuado».
2. Realizar una anastomosis distal, en un segmento arterial, que ofrezca unas características anatómicas de pared arterial libre de enfermedad y por lo tanto con resistencias periféricas normales. (*Runn Off* adecuado).
3. Que las condiciones quirúrgicas del pontaje sean equilibradas en cuanto al cociente riesgo/beneficio para el paciente.

No siempre podemos encontrarnos con estas situaciones ideales, en ocasiones las arterias están tremendamente afectadas, calcificadas y las dificultades técnicas de la anastomosis es grande, es un gran placer poder hacer una anastomosis de un injerto sobre arterias libres de enfermedad, pero esto en quirófano muchas veces es una utopía.

### *4.1 Tipos de bypass*

Marcadas estas consideraciones fundamentales el bypass desde un punto de vista general, puede clasificarse como:

1. *Bypass anatómico*, es decir el bypass cuya anastomosis proximal y distal, se encuentran en el mismo eje arterial anatómico, por ejemplo un bypass aorto-femoral, femoro-popliteo, femoro tibial, subclavio humeral, etc.
2. *Bypass extranatómico*, se trata de un bypass entre dos segmentos arteriales, que no siguen el mismo eje anatómico, por ejemplo bypass femoro femoral, axilo femoral, carótido subclavio, etc.

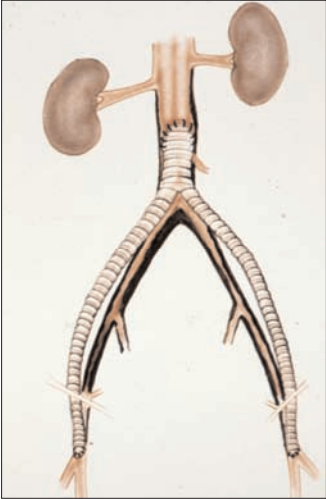
Es indudable que el bypass anatómico es el más utilizado y el de mejor pronóstico y resultados a medio y largo plazo. No obstante cuando las condiciones generales o locales del paciente no aconsejan un bypass anatómico, a modo de recurso revascularizador se utilizan estos bypass extranatómicos, con resultados muy satisfactorios a corto y medio plazo.

Es obligado recordar ante técnicas revascularizadoras en cirugía arterial periférica, que la edad de los pacientes, la consideración de cirugía paliativa del bypass en el tratamiento de arterioesclerosis ocluyente y el equilibrio riesgo/beneficio que debemos considerar siempre en este tipo de operaciones, obliga a frenar el impulso revascularizador anatómico en beneficio de utilizar técnicas quirúrgicamente menos agresivas para el paciente como suelen ser los bypass extranatómicos, pero en detrimento de una menor permeabilidad a largo plazo.

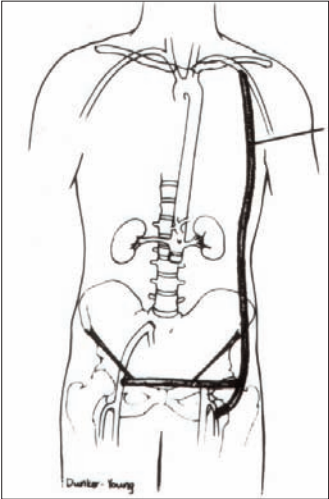
Las indicaciones del bypass extranatómico, para revascularizar los miembros inferiores en situación de isquemia crítica han evolucionado de una forma dispar desde su descripción original por Freeman y Leeds en 1952, cuando realizaron por primera vez un bypass entre la arteria femoral superficial de una extremidad derecha con la femoral común del miembro izquierdo a través de un túnel extra peritoneal y supra púbico en un paciente con oclusión del eje ilíaco izquierdo.

En 1962 Veto, publicó 10 casos operados de bypass subcutáneo transabdominal en pacientes con lesión ilíaca única y severa afectación general.

En el mismo año Blaisdell publicó la descripción de la técnica del bypass subcutáneo entre la arteria axilar y la arteria femoral, en los casos de isquemia crónica, de los miembros inferiores en pacientes con obstrucción aortoiliaca y considerados de alto riesgo quirúrgico o abdomen hostil.



**Bypass anatómico**



**Bypass extranatómico**

Sauvage y Wood, describieron las técnicas combinadas de ambos tipos de bypass extra-anatómicos, mediante la realización de bypass axilo bifemoral, en una serie de pacientes de avanzada edad y mal estado general. Apreciando más tarde que la permeabilidad aumentaba con la utilización del injerto uniaxilar hacia ambas femorales, probablemente debido al aumento del lecho distal y la consiguiente disminución de las resistencias periféricas.

Hoy día se mantiene la preferencia del bypass anatómico sobre el extranatómico, aunque este último es utilizado como elemento de revascularización primaria en algunos determinados casos y como opción de revascularización secundaria tras oclusiones unilaterales de ramas protésicas.

#### ***4.2 Técnicas de anastomosis vascular***

La unión entre dos vasos arteriales o entre un vaso y una prótesis, constituye una anastomosis y es probablemente uno de los procedimientos más frecuentes utilizados en la cirugía vascular.

Las anastomosis vasculares, pueden efectuarse de tres formas:

1. anastomosis término-terminal.
2. anastomosis término-lateral.
3. anastomosis latero-lateral.

*1. La anastomosis término-terminal*, requiere de una movilización de ambos extremos anastomóticos, para realizar una sutura inicialmente suspendida y a distancia en la cara anastomótica inferior y posteriormente tras tensar ambos cabos de sutura completar la cara superior de la misma. Es una anastomosis de cero grados de inclinación y por lo tanto de muy buen comportamiento hemodinámico, pues se altera escasamente la dirección del flujo a través de este tipo de anastomosis.

*2. La anastomosis término-lateral.* Es el procedimiento de unión más utilizado en cirugía arterial reconstructiva, especialmente en la realización de cirugía de bypass, en patología obstructiva crónica. Las condiciones técnicas de este tipo de anastomosis, nos indican la necesidad de realizar la arteriotomía con



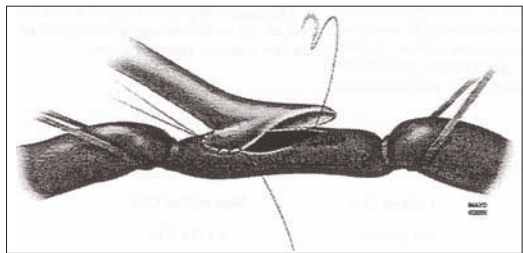


una longitud doble del diámetro del injerto protésico o venoso. La creación de esta anastomosis término-lateral deberá considerar un ángulo de salida de la misma de aproximadamente  $30^\circ$ , para de esta forma mantener el adecuado comportamiento hemodinámico. La secuencia de la sutura es común al resto de anastomosis, iniciándose en sutura suspendida a distancia entrando siempre desde la luz arterial hacia el exterior, con la finalidad de «fijar siempre la íntima con el punto» y desde la capa externa del injerto hacia la luz del mismo, continuar por el borde posterior de la unión del injerto y la arteria y completándose finalmente con el borde anterior de la anastomosis.

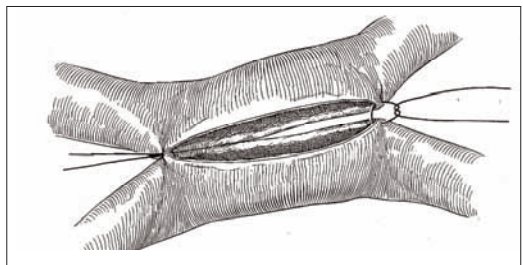
3. *La anastomosis latero-lateral.* Es raramente utilizada en cirugía de bypass convencional. Este tipo de anastomosis arterial, está indicado en muy específicas cirugías como la anastomosis porto-cava, la fístula aorto pulmonar, según las técnicas de Potts y Waterston. Pero es muy frecuentemente utilizada en la creación de fístulas arteriovenosas terapéuticas como accesos para hemodiálisis.

Aunque las pérdidas de energía pueden incrementarse varias veces por un ángulo adverso, el incremento de la pérdida de presión es tan solo de unos pocos milímetros de mercurio.

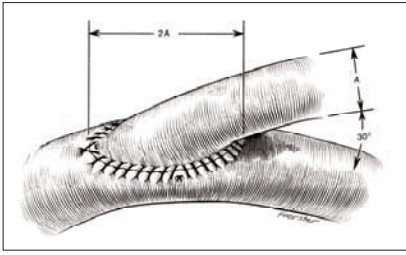
Por ejemplo desde el punto de vista de transmisión eficiente de sangre, hay poca diferencia entre que la anastomosis donante de un injerto femoro-femoral se haga con un ángulo de  $135^\circ$  (que requiere un flujo para invertirse) o a un ángulo más satisfactorio desde el punto de vista hemodinámico de  $45^\circ$ .



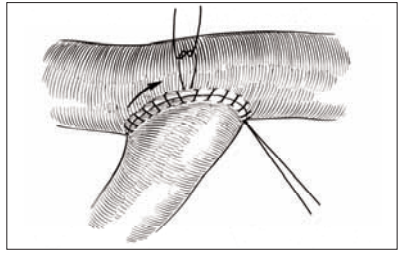
**Esquema de Bypass latero (arterial)-terminal (injerto venoso).**



**Cuanto mayor es el ángulo que forma el injerto con el vaso receptor mayores son las pérdidas de energía.**



**Calibre y angulación adecuada de una anastomosis**



**Boca anastomótica para un injerto en T**

### **4.3 Injertos y prótesis**

Las condiciones que debería reunir un sustituto arterial, bien sea injerto autólogo o protésico, son hipotéticamente las siguientes:

1. Debe ser fuerte, no costoso y susceptible de usarse durante toda la vida del enfermo.
2. Ser de inserción fácil y permanente en el vaso del huésped.
3. Ser biocompatible con el huésped y presentar una superficie luminal no trombógena, evitando la afectación de los elementos celulares sanguíneos.
4. Ser resistente a la infección
5. Presentar calibres adecuados para mejorar la congruencia anastomótica.
6. Debe permanecer permeable y presentar propiedades viscoelásticas semejantes a la arteria natural.
7. Debe ser impermeable al restablecerse el flujo.
8. No debe degenerar ni física ni químicamente con el tiempo.
9. No debe suscitar una respuesta proliferativa anormal del vaso nativo o del tejido circundante.
10. Ser resistente a la flexión adecuando el flujo.

Hoy día no existe un sustituto arterial que cumple con la totalidad de estos requisitos. Es decir no existe el sustituto arterial ideal. No obstante haremos un análisis breve de los posibles sustitutos arteriales.

## **Autoinjertos**

### **4.3.1 Arteriales**

Cuando el sustituto arterial, es una arteria sana del propio paciente, presenta una larga viabilidad, pues conserva en muchos casos una irri-

gación intrínseca intacta durante la implantación, una importante resistencia a la infección, escasa frecuencia de complicaciones pseudoaneurismáticas y una flexibilidad normal que le hace especialmente útil en la utilización de sustitutos arteriales en niños.

Actualmente el autoinjerto arterial más frecuentemente utilizado sin duda es la *arteria mamaria interna* en cirugía coronaria.

**1. La arteria mamaria interna** (arteria torácica interna), tiene un calibre muy similar al de las arterias coronarias, en torno a 2 mm. La capa interna es fina en la mayor parte de su trayecto y está separada de la media, por una lámina elástica interna muy bien definida y con escasas fenestraciones, lo que la hace muy resistente al desarrollo de fenómenos arterioescleróticos, al inhibir la migración celular y evitar así el desarrollo de la hiperplasia de la íntima.

La capa media de la arteria mamaria, es delgada con menos células de músculo liso que muestran una menor respuesta proliferativa a mitógenos, como el factor de crecimiento plaquetario.

El endotelio de la arteria mamaria tiene una producción basal muy alta de vasodilatadores, óxido nítrico y prostaciclina, con respuestas farmacológicas a la vasodilatación muy superiores a otros injertos arteriales y venosos.

La arteria mamaria interna muestra un remodelado notable en el tiempo, adaptándose a la demanda del flujo como se puede comprobar en controles coronariográficos postoperatorios.

**2. Arteria radial.** Tiene un calibre algo superior a la mamaria interna y una longitud que prácticamente permite alcanzar cualquier arteria coronaria. A diferencia de la arteria mamaria interna su capa media es bastante más gruesa y está básicamente constituida por fibras musculares lisas. Además su membrana elástica interna tiene múltiples fenestraciones, lo que la hace más susceptible a la enfermedad arterioesclerótica y a la hiperplasia intimal.

Fisiológicamente la arteria radial, debido a su mayor masa muscular genera una mayor fuerza de contracción y por ello presenta mayor tendencia al vaso espasmo que la que presenta la arteria mamaria interna. No obstante el tratamiento con nitroglicerina, es enormemente eficaz frente al vaso espasmo en la manipulación de esta arteria. También muy utilizada en diferentes grupos como injerto libre para la revascularización coronaria.

Otras arterias también utilizadas como autoinjertos, aunque con mucha menor frecuencia, son la arteria gastroepiploica, en la revascularización de segmentos coronarios postero-inferiores, la arteria ilíaca externa y la arteria femoral superficial como sustitutivos arteriales fundamentalmente en algunos casos de infección protésica o peri protésica en cirugías de revascularización aortoiliaca y en los miembros inferiores.

En todas estas arterias, los *vasa vasorum*, no pasan de la capa adventicial y se nutren sobre todo mediante difusión desde la luz arterial, por lo que su viabilidad no se ve comprometida cuando se desconectan de la arteria de la que se originan y se utilizan como injertos libres.

### 4.3.2 Venosos

Son sin duda los sustitutivos más importantes en la cirugía vascular, para las arterias de mediano y pequeño calibre, siendo su mayor representante la vena safena interna, que se usa como patrón comparativo con el resto de sustitutivos arteriales de pequeño y mediano calibre.

**1. Vena safena interna (VSI):** es una vena superficial larga de 70-80 cm y con un diámetro medio de 5,5 mm, donde en su capa íntima existen entre 8-12 válvulas bicúspides, especialmente localizadas en su porción más distal y encargadas de redireccionar el flujo en sentido centrípeto, hacia la vena cava inferior.

El espesor de la túnica media de la VSI, formado principalmente por fibras de colágeno y fibras dispersas de músculo liso dispuestas en forma circular, es mayor que el de la íntima y el de la adventicia y se le hace responsable de una escasa distensibilidad cuando la vena se arterializa y tiene que asumir presiones arteriales.

Un rasgo especial de la VSI, es el de tener fibras de músculo liso longitudinales tanto en la parte interna de la túnica media como en su parte externa, estas últimas en ocasiones incluidas en la túnica adventicia. También las fibras de colágeno y de elastina del subendotelio y las de colágeno de la adventicia tienen una orientación preferencialmente longitudinal.

Por ello el estiramiento longitudinal puede lesionar el endotelio e iniciar fenómenos de hiperplasia, así como desencadenar procesos que conducen a cambios estructurales del injerto.

En experimentación in vitro segmentos de vena safena fueron estirados longitudinalmente y se demostró que la maniobra aumenta la

expresión de metaloproteinasas, enzimas que degradan la matriz extracelular y además estimulan la proliferación celular especialmente en la capa adventicia.

Los factores de crecimiento y las metaloproteinasas actúan en conjunto favoreciendo la formación de neoíntima. Las metaloproteinasas degradan la sustancia extracelular en la cual están embebidas las células de musculo liso y las liberan del soporte que las mantiene en un estado de latencia, con baja velocidad de reproducción facilitando así su migración y proliferación.

La vena safena interna, es sometida a un cierto proceso de manipulación durante su extracción e implante como puente arterial, un ejemplo es la distensión forzada mediante la perfusión con solución fisiológica a presión alta para localizar sus ramas colaterales, ligarlas y poder seleccionar los segmentos que serán utilizados como puentes.

Experimentalmente al aplicar a la vena safena la misma presión utilizada en quirófano para distender la vena que puede llegar unos 350 mmHg, durante 2 minutos, se describió el aumento de la expresión ARN mensajero para genes que inducen la producción de factores de crecimiento celular.

La manipulación quirúrgica podría dañar el endotelio alterando su producción de factores relajantes. El óxido nítrico (ON), además de producir la relajación vascular, promueve cambios que inhiben la proliferación celular.

En segmentos de vena safena mantenidos en cultivo durante 14 días, la proliferación de la íntima es reducida significativamente con la transferencia genética de la sintetasa de ON por adenovirus.



Preparación injerto vena safena interna

Por otra parte, segmentos de vena safena mantenidos durante una hora en presencia de KETOTIFENO, una sustancia estabilizadora de la membrana de los mastocitos, aumentó la expresión de la enzima que sintetiza ON, sugiriendo su utilidad para prolongar la permeabilidad del injerto implantado.

Una vez realizada la anastomosis entre la arteria y la vena, el flujo en la vena pasa a ser pulsátil y con valores de presión arterial, habiéndose demostrado que estas dos condiciones hemodinámicas promueven cambios histológicos y funcionales en la pared venosa que favorecen el desarrollo de estenosis.

La deformación circunferencial pulsátil induce cambios en la expresión genética dirigidos a adaptar al segmento a las nuevas condiciones del flujo, lo que acarrea una agresión histoquímica al recién implantado injerto venoso.

Otro factor asociado a este fenómeno es el vaso espasmo, que se atribuye a que la contracción del músculo liso de la capa circunferencial y que puede llegar a producir una alteración del flujo arterial. Por otra parte, la contracción del músculo liso longitudinal daña por tensión a la íntima. El daño del endotelio, muchas veces inducido durante la necesaria manipulación quirúrgica, ocasiona un paso inicial en la producción de cambios estructurales y funcionales en la pared vascular que pueden conducir a la oclusión a medio plazo del sustituto arterial.

Otras venas utilizables son la safena externa y las venas del brazo básica y cefálica.

### **4.3.3 Aloinjertos**

#### ***Injerto obtenido de un individuo de la misma especie***

Actualmente carecen de aplicación en la clínica debido a su gran número de complicaciones pero antaño tuvieron gran importancia llegando a formar bancos de arterias humanas conservadas mediante desecación y congelación.

El trasplante de arterias homólogas fue uno de los primeros objetivos de Carrel que en 1908 creó un banco experimental de vasos sanguíneos. Jacques Oudot fue el cirujano vascular que por primera vez, en 1950, reemplazó una bifurcación aórtica empleando la obtenida y preservada de un cadáver víctima de un accidente de tráfico. Por siniestra paradoja, él mismo falleció al poco tiempo y a la edad de 40 años de accidente de coche a los que era gran aficionado.

Los aloinjertos arteriales pierden muy pronto el endotelio favoreciendo la formación de coágulos sobre la membrana basal expuesta, sobre todo en las zonas anastomóticas. Los aloinjertos sufren también un adelgazamiento paulatino de la pared y un rechazo autoinmunitario y se ven sometidos a procesos infecciosos con mayor frecuencia que el resto de injertos. Ocurre lo mismo con los aloinjertos venosos que

sufren gran variedad de complicaciones: dilataciones aneurismáticas, rechazo inmunológico, estenosis, proliferación fibrosa y trombosis.

En 1976 Herbert Dardick, introduce en clínica un método usado precisamente en mandriles y consistente en tratar vena umbilical humana mediante congelación, baño de glutaraldehído para eliminar su escasa antigenicidad y refuerzo externo con una malla de poliéster para evitar su dilatación y ruptura. Llegó a tener gran difusión, pero hoy día están prácticamente retirados y su utilización es excepcional.

#### **4.3.4 Prótesis**

Aunque los intentos de sustitución de los vasos sanguíneos por conductos artificiales se remonta al años 1542 en el que Vesalio realizó experimentos en animales reemplazando arterias femorales por tallos de gramíneas y a principios del siglo xx, se intentan reconstruir segmentos arteriales con tubos de cristal, marfil, plata, caucho, etc. En experimentación animal, todos ellos conducían al fracaso por trombosis o eran rápidamente rechazados.

En 1952, Voorhoeve, Blakemore y Jaretzky, publican en la revista *Annals of Surgery* un trabajo demostrando la permeabilidad de tubos de Vinyon-N como sustituto arterial en animales de experimentación, material poroso y biológicamente inerte. Este hecho fue un detonante en la investigación y comercialización de las prótesis arteriales.

Edwards y Tapp (1955), establecieron el concepto de corrugación para una prótesis que confería a los tubos protésicos una adecuada elasticidad en sentido longitudinal y trasversal. Durante la misma década y con estas características se introducen prótesis de diferentes materiales plásticos, Ivalón, Nylon y Teflón (1958).

#### **1 Dacrón**

En 1959 la compañía anglo-americana Unión Carbide, desarrolla y potencia la investigación protésica con la utilización del Dacrón. En un periodo en el que Friedman de forma irónica describe «las reuniones de cirugía vascular parecían auténticas convenciones textiles».

Las prótesis de Dacrón, hiladas tipo Woven, de muy escasa porosidad poseían poco valor biológico y eran peor toleradas que las prótesis tejidas tipo Knited, que fueron mejoradas en sus características por investigadores quirúrgicos tan importantes como De Bakey, Cooley y Szylagyi.

En 1974, Sauvage introduce el concepto de «microvello», con lo cual consigue una mejor neointima y una excelente integración de la prótesis en los tejidos circundantes. Finalmente en la década de los 80, aparecen prótesis de Dacrón impregnadas con colágenos, gelatina u otros productos que le confieren una porosidad cero, sin perder sus buenas características de aceptación biológica, no precisando precoagulación y disminuyendo de forma muy significativa la hemorragia peroperatoria tras el declampaje.

Las prótesis de Dacrón son hoy día las más utilizadas como injertos protésicos para la cirugía de los grandes vasos aorta, ilíacas, subclavia, etc.

**Dacrón. Complemento informativo.** El tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato o polietileno Tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET, Polyethylene Terephthalate) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. Algunas compañías manufacturan el PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas comerciales, por ejemplo, en los Estados Unidos y Gran Bretaña usan los nombres de Mylar y Melinex. Químicamente el PET es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres.

Fue producido por primera vez en 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras. Se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía una apremiante necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto.

A partir de 1946 se empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil ha proseguido hasta el presente. En 1952 se comenzó a emplear en forma de filme para envasar alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976. Pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para la fabricación de botellas para bebidas poco sensibles al oxígeno como por ejemplo el agua mineral y los refrescos carbonatados. Desde principios de los años 2000 se utiliza también para el envasado de cerveza.

## **2. PTFE (poli-terafluor-etileno expandido)**

Las prótesis de Dacrón no daban el resultado tan satisfactorio en los bypass por debajo de la rodilla. En 1970 Bill Gore desarrolla un tubo de politerafluoretileno expandido (PTFE), cuya estructura nodular fibrilar



proporciona una gran porosidad siendo uno de los materiales sintéticos más inertes de los conocidos hasta la fecha. Con lo cual no es fácilmente degradable poseyendo una gran biocompatibilidad sin provocar reacción tisular.

El primer implante en humanos se realizó como sustituto de vena porta en 1972 pero presentaba su escasa resistencia a la presión circunferencial determinando dilataciones aneurismáticas. La prótesis fue modificada mediante una película de refuerzo que se pega externamente mediante calor.

En 1975 se comercializa la primera prótesis vascular de PTFE por Gore-TEX, prótesis no corrugada y fina y desde 1983 las prótesis llevan un refuerzo anillado que permite una adaptación flexible a determinadas zonas anatómicas.

Son actualmente las prótesis más utilizadas en arterias de mediano calibre, en los casos de imposibilidad de injerto venoso.

#### ***4.4 Determinación del tamaño del injerto***

Cuando se ha tomado la decisión de utilizar un injerto arterial, el cirujano tiene todavía que elegir el material del injerto, el diámetro del mismo y la configuración de la anastomosis.

Debido a la importancia del radio (cuarta potencia) en la determinación de las pérdidas de energía viscosas y por la inercia el injerto seleccionado debe de ser lo suficientemente grande para transportar todo el flujo necesario en situación de reposo y sin causar una reducción significativa de la presión.

También debe ser lo suficientemente grande para acomodar cualquier incremento de flujo que sea necesario sin una reducción apreciable de la presión, es decir cualquier limitación del flujo debe de ser secundaria a la resistencia del lecho vascular periférico, pero el injerto no debe presentar resistencia propia.

El flujo sanguíneo de la arteria femoral común es de media de unos 350 ml/min en reposo y puede verse incrementado por un múltiplo de 10, durante el ejercicio. De acuerdo con la ecuación de Poiseuille, un injerto de 20 cm de longitud con un diámetro interno de 7 mm, debe ser capaz de llevar flujos de 3.000 ml/min. Con una reducción de la presión de solo 4,5 mmHg. Pero en reposo un injerto de 7 mm debería dar lugar a un gradiente de presión de solo unos milímetros de mercurio.

Luego en la mayoría de las condiciones fisiológicas, un injerto aorto femoral con ramas de 7 mm, deberían ser suficientes, limitando el flujo solo durante el ejercicio extremo.

En condiciones de flujos ideales, los injertos protésicos adquieren una capa fina (0,5-1 mm) de seudoíntima. De este modo después del implante, un injerto protésico de 6 mm podría tener un diámetro interno de 4-5 mm y un injerto de 7 mm podría tener una luz de 5-6 mm. Por esta razón parece adecuado cuando uno realiza un injerto femoro-popliteo con un injerto protésico, seleccionar un injerto con un diámetro al menos de 6 mm. De la misma forma el diámetro original de un injerto aorto femoral debería ser de al menos 7 mm.

Por otra parte el diámetro del injerto no debe ser mucho mayor que el de las arterias receptoras. Se ha visto en la clínica y en modelos experimentales, que se acumulan coágulos irregulares en las paredes internas de los injertos con un diámetro excesivo (como ocurre en los aneurismas) ya que el propio flujo intenta amoldarse al diámetro de los vasos receptores.

Una velocidad de flujo alta (cizallamiento elevado) conduce a la formación de seudoíntima fina y muy adherente.

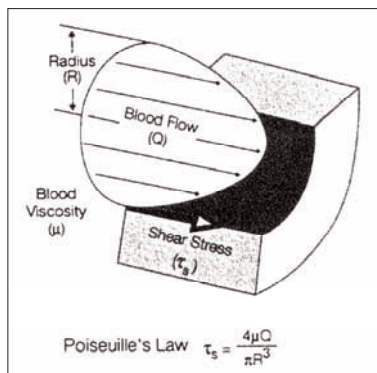
Para un volumen dado del flujo, la velocidad de cizallamiento de la pared (*stress*) es inversamente proporcional a la cuarta potencia del radio. Luego la velocidad de cizallamiento de la pared de un injerto de 7 mm sería 1,5 veces la de un injerto de 8 mm y casi 3 veces la de un injerto de 10 mm.

Luego el diámetro de un injerto protésico debería ser lo suficientemente pequeño para mantener una velocidad de flujo rápida, pero lo suficientemente grande para evitar la restricción del flujo arterial por resistencias propias.

La permeabilidad a largo plazo de los injertos venosos autólogos, está reducida por la hiperplasia de la íntima cuya aparición se ha asociado a velocidades de cizallamiento bajas.

Las velocidades de cizallamiento bajas hacen que las células musculares se hagan secretoras y favorecen la adherencia de las plaquetas.

Las velocidades de cizallamiento altas favorecen la permeabilidad continua y reducen la tendencia de la íntima a hacerse hiperplásica.



El efecto protector del cizallamiento elevado puede deberse a la supresión de liberación de endotelina I, un péptido que se encuentra en las células endoteliales y que actúa como vasoconstrictor y además mitógeno de las células musculares lisas..

Los estudios indican que los diámetros de los injertos venosos humanos, cambian con el tiempo hasta normalizar el estrés por cizallamiento.

Los injertos venosos con velocidades de cizallamiento inicialmente altas tienden a dilatarse y los que tienen velocidades de cizallamiento bajas tiende a contraerse..

Los diámetros de los injertos venosos de la extremidad inferior parecen aumentar transitoriamente en respuesta a los aumentos agudos del flujo sanguíneo, una respuesta que puede atribuirse a la liberación de óxido nítrico por el endotelio en respuesta al aumento del *stress* por cizallamiento.

Pero se ha visto que la actividad del óxido nítrico empeora significativamente en los injertos venosos (en especial en condiciones con poco flujo) una alteración que puede contribuir a la hiperplasia de la íntima.

#### **4.5 Suturas vasculares**

*Sutura*, término introducido en la lengua castellana a partir del siglo XVIII, según apunta García-Sancho Martín, deriva de la palabra latina del mismo nombre, que viene de *sutum*, supino del verbo *suere*, que significa coser. Se trata por tanto de la costura que se hace con un hilo para aproximar los bordes de una solución de continuidad, en la piel, en una mucosa, en un tejido o en un órgano, o bien para hacer una anastomosis entre órganos y tejidos.

Cuando el hilo se anuda en torno a un vaso, generalmente para evitar o controlar una hemorragia de forma definitiva, se habla de ligadura.

El objetivo principal de la sutura es iniciar y favorecer el proceso de cicatrización de las heridas. Para ello aproxima sus bordes y disminuye la tensión que tiende a separarlos, brindando un soporte externo en tanto en cuanto tiene lugar el desarrollo de las fibras colágenas que los mantendrán apuestos. Cuando esto se ha conseguido, la sutura ha cumplido su objetivo y ya no es necesaria.

La excepción lo constituyen las anastomosis cardio-vasculares donde la sutura sigue siendo necesaria y deberá permanecer pese al crecimiento de la neointima y las estructuras de cicatrización periarterial, por lo que nos vemos obligados a la utilización de suturas no reabsorbibles, que mantengan de por vida la estabilidad anastomótica, pues la

enfermedad arterial degenerativa, el flujo arterial pulsátil y las variaciones de presión arterial así lo aconsejan.

**Nota complementaria.** En la escala filogenética, la prioridad de la técnica de coser debe atribuirse a la *Oecophylla smaragdina*, una variedad de hormiga capaz de adosar hojas vegetales mediante maniobras de adosamiento, pinzamiento, sutura y pegado. Las *Oecophyllae* u hormigas tejedoras, son una hormigas africanas que se extienden hasta Australia y construyen sus nidos en las copas de los árboles.

En la Biblia, en el Libro del Génesis (capítulo 3, versículo 7) refiriéndose a Adán y a Eva con ocasión del pecado original, se dice que «abriéronse los ojos de ambos y viendo que estaban desnudos, “cosieron” unas hojas de higuera y se hicieron unos cinturones». Parece ser que se especifica que fueron ambos, lo que indica que en el arte de coser lo que sea, la igualdad entre los sexos es absoluta.

La anastomosis vascular siempre ofreció intensas dificultades a su realización, motivadas por las características de los conductos arteriales, hemorragia, trombosis, infección, etc. Lo que retrasó hasta los inicios del siglo XX, con los trabajos experimentales de Carrel sobre anastomosis y trasplante de órganos, su auténtico despegue y desarrollo.

Durante las tres primeras décadas del siglo XX, los cirujanos disponían para el ejercicio de su profesión de suturas de origen vegetal (algodón, lino), metálicas y suturas de origen animal (seda, catgut, tendón de canguro).

En 1939, se descubrieron las poliamidas (Nylon), aunque no empezaron a utilizarse hasta mediados de los cuarenta. En la década de los 50 (siglo XX), se descubren los hilos sintéticos no reabsorbibles, poliésteres como el Dacrón y el polipropileno.

#### **4.5.1 Características de los materiales de sutura**

##### **Hilos de sutura**

Los hilos de sutura poseen en general unas características físicas, físico-químicas, químicas y biológicas, de las que puede depender en gran parte su utilización.

**4.5.2 Configuración:** según el número de hilos que las componen, acabado y manipulación industrial, las suturas pueden ser clasificadas en dos grandes grupos:

**1. Suturas monofilamento** configuradas por un solo hilo, hebra o filamento. Debido a su estructura simplificada, encuentran menos resistencia cuando pasan a través del tejido que las multifilamento, y ofrecen más resistencia a alojar organismos, los cuales podrían causar infección en la línea de sutura.

Dentro de estas suturas de un solo filamento, están también las consideradas pseudo-monofilamento, puesto que constan de un núcleo central retorcido de varias fibras de poliamida recubiertos de una capa continua del mismo material. Con lo que se intenta conseguir un hilo de sutura que reúna las características de un multifilamento y monofilamento conservando las ventajas de ambos.

Las suturas monofilamento se desatan con facilidad. Requieren muchos nudos. No obstante el anudamiento de este tipo de sutura puede crear puntos débiles y facilitar su ruptura.

**2. Suturas multifilamento**, Formadas por varios hilos o hebras que pueden adoptar diversas posiciones, suturas torcidas, donde los hilos adoptan disposición espiroidea en torno a un eje longitudinal, suturas trenzadas en la que los hilos que integran la sutura están entrelazados y suturas recubiertas, en las que el manojo de filamentos que componen el hilo está rodeado en su superficie externa por una capa de material que facilita el deslizamiento mejorando de esta forma el manejo. Esta disposición permite una mayor fuerza tensil, ductilidad y flexibilidad.

### **4.5.3 Calibre**

El calibre de una sutura, expresa el diámetro y grosor del hilo de sutura, que debe ser lo más homogéneo posible en toda su longitud. Generalmente el calibre se expresa con números convencionales, entre 11/0 que indica un calibre de 0,01-0,0019 mm (microcirugía), la sutura de 0/0 que implica un grosor de 0,30 a 0,40 mm, hasta la sutura de 10, que es de 1-1,2 mm de grosor.

### **4.5.4 Resistencia**

Otra característica del hilo de sutura es la resistencia que expresa la fuerza máxima de tracción que puede soportar un hilo de sutura y viene dada por el cociente entre la fuerza aplicada y la sección transversal medida en kilopondios/cm<sup>2</sup>.

En este parámetro se miden cuatro factores, la resistencia a la tracción directa de la sutura (sin nudo) a la tracción sobre nudo quirúrgico, del engarce del hilo en la aguja y el trabajo de rotura.

Además de la resistencia a la tracción longitudinal del hilo, es muy importante también determinar la resistencia del hilo en el punto del anudado, ya que en el nudo el material de sutura se deforma y se aplasta, por lo que su resistencia en este punto es mucho menor. El cociente entre la resistencia del nudo a la tensión y la resistencia del hilo sin anudar expresado en tanto por ciento se denomina *grado de seguridad del nudo*.

La resistencia del engarce del hilo con la aguja mide la fuerza requerida para separar el hilo de la aguja en las suturas atraumáticas.

#### ***4.5.5 Agujas de sutura***

La aguja (del latín vulgar *acucula*, diminutivo de acus, aguja), es el componente del material de sutura que se utiliza para guiar y atravesar los tejidos que se han de afrontar.

Se fabrican a partir de aleaciones de acero inoxidable (aleación de hierro y carbono), lo que les confiere, junto al diseño concreto y único de algunas presentaciones comerciales, una extraordinaria capacidad de penetración y unas características de dureza y ductilidad óptimas.

Sin considerar el objeto de su uso, cada aguja quirúrgica consta de tres partes: cabeza, cuerpo y punta. Las condiciones y medidas de estas partes determinan su utilización más eficaz.

#### ***Cabeza***

Antiguamente se utilizaba la aguja traumática, que presentaba un ojo, donde la instrumentista insertaba la sutura, hoy día este tipo de agujas están en desuso.

*La aguja atraumática.* El extremo del hilo, se inserta en el interior de la cabeza de la aguja y forma un todo continuo con ella, por esta razón a la cabeza de estos modelos se le denomina engarce. Este tipo de agujas buscan una igualdad entre su tamaño y el tamaño del hilo de sutura para minimizar el daño tisular.

## Punta

*Punta cilíndrica*, aunque esta denominación está muy extendida y enraizada, no es correcta desde el punto de vista morfológico, pues la punta de la aguja no es cilíndrica sino cónica pura o cónica con algunas modificaciones.

Una variación de las agujas cilíndricas, especialmente utilizadas en cirugía vascular son las denominadas *Tapercut*, en las que su extremo cónico termina en una pequeña punta triangular de bordes cortantes, pero que no se extiende hasta el cuerpo de la aguja; este es cuadrado, por lo que la presa con el porta-agujas es más segura y además es más resistente al doblado.

Por lo tanto es una aguja que combina las características de las agujas cilíndricas con las de las agujas triangulares, mejorando el poder de penetración. Fueron creadas especialmente para vasos escleróticos y calcificados tanto para aorta y vasos periféricos como las *Minitapercut* para arterias coronarias calcificadas.

La porción calcificada de una arteria requiere este tipo de agujas que confieren sobre la pared calcificada un pequeño corte inicial y favorece la penetración para evitar el desgarro del vaso.

Las puntas triangulares no son utilizadas en anastomosis vasculares por su exceso de traumatismo, aunque en alguna ocasión se piensa en ellas, en la difícil penetración de una pared arterial severamente calcificada.

**Conclusión.** *La sutura vascular en la realización de una anastomosis vascular, debe ser monofilamento, generalmente polipropileno, de calibres comprendidos entre 7/0 para suturas muy finas, coronarias, bypass distal, fistulas arteriovenosas, con aguja cilíndrica tapercut, por las condiciones que puede ofrecer la arteria, engrosamiento y calcificación, hasta suturas de 3/0 utilizadas en la anastomosis protésica en la aorta.*

**Anécdota.** Realizar una anastomosis de injerto aorto-coronario con una sutura monofilamento de siete ceros nos puede parecer ahora normal, cuando Juan Martínez León y yo iniciamos esta cirugía en el Hospital Clínico, temíamos utilizar este tipo de sutura para tan importante y delicada anastomosis, entre una aorta poderosa y una coronaria mucho más frágil, nos quedamos muy tranquilos cuando la madre de Juan nos proporcionó unos corazones de carnero, de una carnicería de Náquera y pudimos suturar a las arterias coronarias, segmentos de vena safena obtenidos de pacientes con varices, al comprobar que suspendiendo el

corazón que pesaba cinco kilos, ninguna anastomosis realizada con prolene de siete ceros, se nos desgarró, nos convencimos psicológicamente de que se podía hacer sin ningún temor.

#### ***4.5.6 Condicionantes fisiopatológicas de una anastomosis arterial***

Acoplar un injerto rígido a una arteria distensible impone un *stress* adicional a la línea de sutura, lo que puede conducir a una hiperplasia de la íntima o a un pseudoaneurisma.

Con la introducción de las suturas sintéticas, la mayor parte de las roturas afectan a la pared arterial, las propias suturas permanecen intactas.

Si consideramos que una arteria femoral joven de unos 7 mm de diámetro aumentaría 1,32 mm con cada latido y presión de 50 mmHg, la circunferencia de un injerto de Dacrón del mismo diámetro, aumentaría solo 0,02 mm, lo cual produce *una enorme disparidad en cuanto a la distensibilidad entre ambos elementos*. A medida que estos aumentos se repiten 100.000 veces al día entraña una importante fatiga de la pared arterial.

*La elasticidad y la viscosidad*, son dos propiedades importantes de la pared arterial. Dos proteínas fibrosas, *la elastina y el colágeno*, determinan las propiedades mecánicas de la pared arterial.

Con presiones transmurales bajas (<50-70mmHg), la mayor parte de la fuerza de distensión circunferencial está sostenida por láminas compuestas de elastina, que es muy extensible. A presiones más altas, la pared arterial se estira y se reclutan gradualmente fibras de colágeno para soportar una parte cada vez mayor de la carga. Debido a que el colágeno es unas 1.000-2.000 veces más rígido que la elastina, las arterias (y también las venas), se hacen muy rígidas a presiones altas.

Luego la curva típica presión-diámetro de la arteria tiene dos fases: 1) una parte de presión baja y distensible y 2) una parte de presión alta y rígida. El módulo elástico de la pared interna también aumenta con la edad, la fibrosis, y la calcificación, factores acompañantes de la arterioesclerosis.

#### ***4.5.7 Stress en la anastomosis de un injerto***

La prótesis es un material no distensible y la arteria cambia su diámetro cerca de un 10% en cada onda de pulso, esto provoca una desigual



*compliance* que en terminología anglosajona se conoce como *Compliance mist-match*.

La *compliance* depende de la elasticidad de los vasos y se define como el porcentaje de cambio en el radio por unidad de presión, y mide la capacidad de la pared del conducto arterial de expandirse en cada contracción cardiaca. Con cada latido cardiaco la pared arterial se expande pero el injerto no. La tensión resultante sobre la línea de sutura eventualmente predispone a la aparición tardía de un falso aneurisma (Seudoaneurisma anastomótico).

En el equilibrio cicatricial de la anastomosis existe un principio básico que es el de estar libre de tensión, una excesiva tensión causa *stress* sobre la línea de sutura, una excesiva elongación aboca hacia una acoadura que predispone a la oclusión.

## **5. Por qué se hace un bypass y qué resultados tiene. Indicaciones y resultados**

### **Indicaciones de un bypass**

#### **5.1 Aspectos generales**

La indicación quirúrgica de un bypass, como método preferente de cirugía revascularizadora, a partir de los años sesenta del anterior siglo, estableció un concepto terapéutico de *reconducción* del flujo arterial a los segmentos distales a una obstrucción o incluso a una estenosis importante, solo en aquellos pacientes que presentaban sintomatología amenazante de la vida o amenazante de una extremidad.

Sin olvidar que las armas terapéuticas más importantes con las que contamos actualmente en el tratamiento de la arterioesclerosis en general y la ateromatosis en particular siguen siendo clásicamente, el control de los factores de riesgo, la utilización de la Aspirina como antiagregante plaquetario, las estatinas como estabilizadores de la placa de ateroma, los beta bloqueantes como miocardio protectores, el bypass como técnica revascularizadora, y desde los años 90 la generalización de la angioplastia/*stent*, en cualquier segmento de la anatomía.

Inicio este análisis del problema, analizando los principios fisiológicos y hemodinámicos que regulan la estenosis/obstrucción arterial y posteriormente analizando los consensos de indicación que rigen en el momento actual en los diferentes sectores donde la arterioesclerosis asienta con mayor frecuencia y también con mayor agresividad.

## **A. Indicaciones hemodinámicas**

### *Aspectos hemodinámicos de la estenosis arterial*

La mayor parte de las pérdidas de energía en el sistema arterial son debidas a la acción estenosante y obliterante de la enfermedad arterial más frecuente, la arterioesclerosis, en su forma morfológica más habitual la placa de ateroma y que suelen afectar con predilección a las arterias de gran y mediano calibre.

De acuerdo con la *Ley de Hagen-Poiseuille*, las pérdidas de energía dentro de un segmento arterial estenosado son inversamente proporcionales a la cuarta potencia de su radio y directamente proporcionales a la longitud del segmento estenosado, por ello y desde un punto de vista hemodinámico *es más grave e influyente en la severidad de la lesión, la disminución del radio de la luz del vaso, es decir el grado de estenosis que la longitud de la misma a lo largo de la arteria...*

### **Ley de Hagen-Poiseuille**

P, Diferencia de presión. Q, Flujo arterial.  $\eta$ , viscosidad. l, longitud del segmento. r, radio del vaso.

$$\Delta P = \frac{Q8\eta l}{\pi r^4}$$

Por otro lado las pérdidas de energía, varían mucho con la formas de las estenosis, siendo menor cuando la zona estenótica, provocada por la placa, ofrece una superficie uniforme y simétrica y sin embargo son mayores las pérdidas de energía cuando las estenosis son asimétricas y no uniformes como las placas de ateroma anfractuosas o ulceradas, que ofrecen una superficie de contacto al flujo extremadamente agresiva.

Aunque las pérdidas de energía en la entrada de la estenosis pueden ser apreciables, suelen ser mayores en la salida donde gran parte del exceso de energía cinética debido a la mayor velocidad del líquido durante la estenosis puede convertir el flujo laminar en un flujo turbulento, y por ello potenciar la acción trombógena local.

Para un clínico que observa la estenosis de una arteria es importante conocer su gravedad, es decir, ser capaz de calcular por el gradiente de presión entre ambos segmentos arteriales, la reducción significativa del flujo sanguíneo distal a la estenosis y por ello su importancia y gravedad.

Este factor hemodinámico adquiere una gran importancia en la determinación de las presiones arteriales segmentarias en los diversos seg-

mentos de una extremidad y permite obtener los cocientes entre estos segmentos arteriales, permitiendo de esta forma un mapa hemodinámico de la lesión.

Un ejemplo especialmente significativo, de práctica habitual, es la determinación del *índice tobillo/brazo*, que nos permite comparar la presión de una arteria supuestamente distal a una obstrucción como la arteria tibial posterior, con una arteria supuestamente indemne del proceso arterioesclerótico como es la arteria humeral del paciente. Esta determinación del índice T/B, adquiere no solo importancia diagnóstica, adquiere relevancia como factor independiente de mortalidad en la enfermedad cardiovascular.

A nivel experimental no aparecen cambios apreciables de la presión y del flujo hasta que el área trasversal de un vaso se reduce en un 75-80%. Siempre que la lesión estenosante sea simétrica y uniforme, lo que ocurre en las llamadas placas estables. Esta reducción en el área trasversal corresponde por los mecanismos compensatorios a una reducción del diámetro del 50%. Por ello el grado de estrechamiento en que la presión y el flujo comienzan a verse afectados, se conoce con el nombre de *estenosis crítica*, y en ocasiones superponible al concepto de *estenosis hemodinámicamente significativa*.

Las pérdidas de energía asociadas a los segmentos estenosados, también dependen de la velocidad del flujo sanguíneo. En sistemas con un flujo alto (resistencia baja), como las arterias renales, las carótidas y las coronarias, se producen reducciones hemodinámicamente significativas de la presión y del flujo con una estenosis menor que en los sistemas de flujo bajo.

Por ello la estenosis crítica es también muy dependiente de la resistencia periférica distal, por ello en estas arterias de flujo alto, se puede alcanzar el grado de estenosis crítica y/o hemodinámicamente significativa con disminuciones del radio del vaso menores que en otras localizaciones con mayor resistencia periférica como las arterias musculares de las piernas.

No obstante, los intentos precisos de relacionar la restricción de la presión y del flujo con el porcentaje de estenosis se ven frustrados por la geometría irregular de las lesiones arteriales y por la falta de linealidad del flujo pulsátil.

Cualquier lesión que reduzca la luz arterial un 75% de área trasversal o un 50% del diámetro del vaso debe ser sospechosa y su significación hemodinámica debe determinarse por pruebas fisiológicas objetivas.

En muchas ocasiones la estenosis arterial no es única, se encuentran afectados varios segmentos. ¿Qué determina una mayor gravedad hemodinámica, una lesión estenótica larga o una serie de estenosis en serie? lo que se conoce como estenosis en tándem.

Las resistencias de las *estenosis en tándem*, (estenosis en rosario), son aproximadamente aditivas, aunque el efecto acumulativo pueda ser algo menor de lo que podría deducirse de la suma de las resistencias individuales. Por ello múltiples estenosis no críticas pueden actuar como una estenosis crítica y provocar una insuficiencia arterial severa.

En patología arterioesclerótica, es frecuente encontrar lesiones estenosantes dobles, una accesible y la otra de muy difícil acceso, Cuando dos lesiones tiene un calibre similar, la eliminación de solo una de ellas apenas mejora el flujo sanguíneo. En las estenosis dobles con calibres diferentes se debe actuar siempre sobre la lesión más estenosante para conseguir una mejoría significativa del flujo arterial.

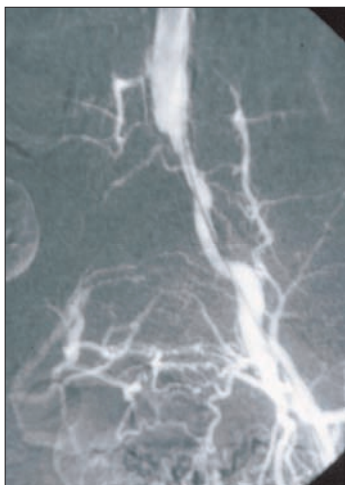
### ***B. Efectos compensatorios a la obstrucción arterial***

La arteria afectada por una estenosis, sufre un proceso de dilatación compensatoria, que se conoce como remodelado arterial, que está mediado por un factor relajante del endotelio como es el óxido nítrico y que

ha sido estudiado muy profundamente en arterias coronarias. Este remodelado arterial también puede ocurrir en arterias periféricas y se piensa que su aparición se debe a un aumento del *stress* por fricción que ofrece la placa ateromatosa en sus fases iniciales.

No obstante en determinadas localizaciones arteriales, la circulación colateral y la variación de las resistencias periféricas son los dos mecanismos moduladores más influyentes en la atenuación/compensación del fenómeno isquémico.

Los vasos de la *circulación colateral* son arterias preexistentes, de tamaño medio y grande que en situación de isquemia en el eje arterial principal y paralelo, adquieren mayor desarrollo al



**Imagen de obstrucción eje ilíaco derecha y estenosis de ilíaca izquierda. Valorar circulación colateral entre ambos ejes**

existir un gradiente de presión entre ambos segmentos arteriales, clásicamente se dividen en arteria madre, colaterales de la zona media y arteria de reentrada al eje arterial por debajo de la obstrucción.

A pesar de la expansión continua de los vasos colaterales, la resistencia que ofrece el lecho colateral siempre supera la de la arteria principal previa a la obstrucción y cuya función intenta reemplazar. Por ejemplo está calculado que para suplir las necesidades de un vaso obstruido de 10 mm como es la arteria femoral superficial, serían necesarios 10.000 colaterales con un diámetro de 1 mm para compensar adecuadamente la resistencia del vaso obstruido.

El lecho periférico distal, tiene por el contrario una resistencia generalmente alta y variable, una gran parte de estas resistencias se encuentran en las arteriolas distales y en los esfínteres precapilares. Estas *resistencias periféricas* son las auténticas reguladoras de la presión arterial (diastólica) y de la presión de perfusión. Su resistencia está controlada por el sistema nervioso autónomo, las catecolaminas circulantes, los productos metabólicos locales y ciertas influencias miógenas.

La inervación cutánea simpática tiene mucho que ver con la regulación de la temperatura corporal, los vasos dérmicos están muy bien inervados por fibras simpáticas vasoconstrictoras. Por el contrario los vasos sanguíneos dentro de los músculos esqueléticos están inervados por fibras vasodilatadoras y vasoconstrictoras, las primeras responden al *stress* emocional y las últimas a cambios posturales, pero el efecto vasodilatador más importante a este nivel lo ejercen los metabolitos producidos a nivel local que se acumulan durante el ejercicio o la isquemia. Se puede decir que el ejercicio es el mejor factor vasodilatador frente a la resistencia en la circulación del músculo esquelético.

Existe por último un fenómeno ligado a estas situaciones de isquemia que es el *fenómeno de autorregulación*, que se hace evidente por la capacidad de la mayor parte de los lechos vasculares de mantener un nivel constante de flujo sanguíneo a lo largo de una gran amplitud de presiones de perfusión. Sin embargo no hay autorregulación cuando la presión de perfusión se reduce por debajo de un valor crítico (Por debajo de 20-30mmHg, en el músculo esquelético, y por debajo de 50-60 mmHg en el encéfalo). Con estas presiones tan bajas no hay respuesta autorreguladora del flujo, es lo que se conoce como *presión crítica de cierre*.

### **Comentario:**

La *hipótesis de Leriche*, sobre el efecto neuroespástico distal de un segmento arterial obstruido, no carecía de parte de verdad. No obstante su

propuesta terapéutica consistente en la arterioctomía del segmento obstruido, (abandonada poco después) y la asociación de una denervación simpática (simpatectomía) como gesto (cirugía hiperemiante) favorece la vasodilatación al actuar disminuyendo las resistencias periféricas, pero este efecto vasodilatador solo actúa a nivel cutáneo, y casi en nada modifica las resistencias periféricas de la circulación muscular.

Sus dos discípulos Dos Santos y Kunlin, se propusieron devolver el flujo distal al segmento arterial obstruido. El primero desarrollando y puliendo las técnicas de desobliteración arterial como es la tromboendarterectomía (TEA), cuyas indicaciones actualmente quedan limitadas a estenosis arteriales de muy corta longitud (Placa de ateroma suboclusivo en bifurcación carotídea), El principal elemento quirúrgico revascularizador fue el propuesto y realizado por Kunlin en 1948 el bypass arterial.

Analizando ambas técnicas revascularizadoras, en el periodo en el que se produjeron, recién finalizada la II Guerra Mundial y conside-



Michel de Bakey

rando la enorme influencia de las naciones dominantes, hundimiento europeo y dominancia americana, con cirujanos de alto prestigio y tremenda actividad quirúrgica, De Bakey, Cooley, Crawford, Haimovicy, que se inclinaron claramente hacia el bypass, determinaron que este tipo de revascularización, fuera preeminente en la cirugía revascularizadora, frente a la técnica de endarterectomía.

El intenso desarrollo de las prótesis arteriales (*Voorhees*), contribuyó de una manera significativa al amplio desarrollo y utilización del bypass arterial.

## 5.2 Indicaciones clínicas del bypass

A finales del pasado siglo XX, las más importantes sociedades científicas vasculares y cardíacas europeas y americanas, establecieron comités de expertos que analizaron según los principios de evidencia médica, las indicaciones terapéuticas revascularizadoras, más adecuadas con el resultado de múltiples estudios prospectivos y randomizados, en cada una de las patologías y sectores afectados por la arterioesclerosis, naciendo

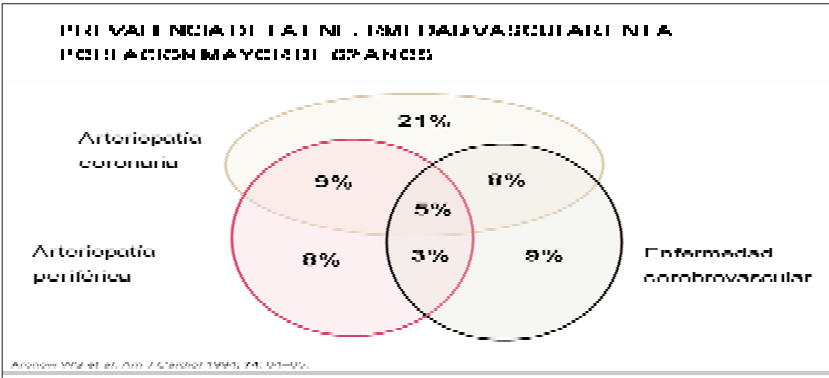
do así las Guías de la TASC, (Tras Atlantis Society Consensus). Renovadas con una periodicidad por décadas.

Pese a la bondad de los tratamientos actuales, en arterioesclerosis siempre estamos realizando un tratamiento paliativo. Pero este tratamiento paliativo, en muchos casos prolonga la vida y sobre todo su calidad. Aunque la enfermedad cardiovascular siga siendo actualmente la primera causa de muerte (33% de la población), la medicina y la cirugía han luchado frente al infarto de miocardio por obstrucción coronaria, la profilaxis de un hemiplejia severa por estenosis de la arteria carótida y la profilaxis de la amputación de una extremidad por gangrena secundaria a las obstrucciones del eje arterial de los miembros inferiores, que dio inicio a las técnicas revascularizadoras.

Toda obstrucción crónica de un segmento arterial, representaría una unidad funcional, donde existe un segmento arterial proximal «sano», lo que en terminología americana se conoce como *Run Inn*, es el potencial flujo de entrada, una circulación colateral «moderadamente compensatoria» y un segmento arterial distal a la obstrucción, *Run Off* permeable merced a la perfusión del flujo colateral, y controlado por unas resistencias periféricas, que modulan la perfusión y por tanto la clínica del paciente.

La condición fundamental en el planteamiento técnico de un bypass, es que exista un buen flujo de entrada y un buen lecho de salida, En este concepto y en su entorno, esta toda una variante de indicaciones, dificultades, variaciones técnicas, éxitos y fracasos de una técnica quirúrgica revascularizadora como es un bypass arterial.

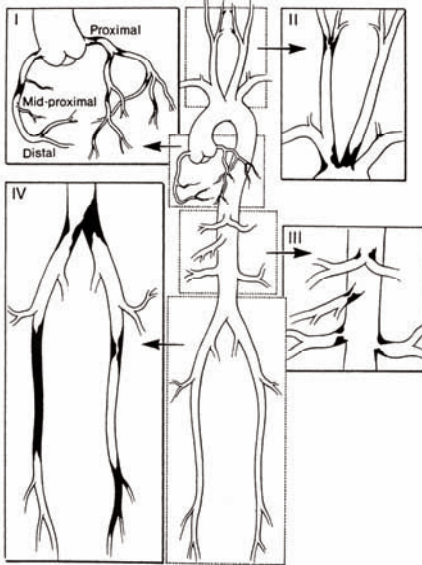
La arterioesclerosis puede afectar a cualquier territorio del organismo, pero determinados sectores arteriales, se ven especialmente afectados por el proceso, no solo en su gravedad que es común, si no especialmente por su frecuencia.



En el mapa conceptual de la arterioesclerosis, los tres sectores especialmente afectados son las coronarias, las carótidas y las arterias de los miembros inferiores, parece extraño pero así lo evidencia la epidemiología, las arterias de los miembros superiores parecen estar casi olvidadas por el desarrollo arterioesclerótico.

La implicación del proceso arterioesclerótico, en varios sectores arteriales de forma simultánea, se da en un gran porcentaje de pacientes.

**Localizaciones frecuentes de placas de ateroma estenosantes de origen arterioesclerótico**



1. Arterias coronarias.
2. Troncos supraaórticos y bifurcación carotídea.
3. Arterias viscerales.
4. Sector aortoiliaco y femoropoplíteo.

Sería pues justo analizarlas según su localización, puesto que esta técnica de cirugía de bypass ha determinado especialidades y subespecialidades, que actualmente aportan una extraordinaria experiencia.

Los bypass se pueden utilizar, como método revascularizador, en todas aquellas arterias que ofrecen necesidad de la

misma, no obstante, la patología arterioesclerótica que exige revascularización quirúrgica no obstante se centra en los tres sectores.

**5.2.1 Indicaciones de bypass en arterias coronarias. Bypass aorto-coronario**

Las arterias coronarias, primeras sector de ramas de la aorta y encargadas de la perfusión del miocardio, representan una de las localizaciones más frecuentes del proceso estenótico y obstructivo condicionado por la arterioesclerosis en su manifestación placa ateroma.

El bypass coronario, iniciado por Favaloro en la década de los 60, constituyó uno de los logros más significativos de la cirugía de revas-



cularización y de hecho para mucha gente, el auténtico concepto terapéutico de bypass.

Cabe decir que a diferencia de otras localizaciones que el bypass coronario solo puede ser realizado con injerto autólogos.

Se inició con la utilización generalizada de segmentos de vena safena que se interpone entre aorta ascendente y los segmentos permeables distales a la obstrucción, de las diferentes ramas coronarias.

Desde los años 80, la utilización de la arteria mamaria interna izquierda para revascularizar la arteria coronaria descendente anterior (ADA), es de obligado cumplimiento dada la significativa mayor permeabilidad de este injerto a largo plazo.

La arteria mamaria interna (torácica interna), arteria retro esternal y rama directa de la arteria subclavia, permite una vez liberada realizar tan solo la anastomosis distal, dado su nacimiento directo y próximo de la arteria subclavia. No configura pues un bypass típico como una interposición del injerto entre dos bocas, pero sí es una auténtica derivación arterial del flujo retro esternal y epigástrico hacia la arteria coronaria más importante.

Algunos cirujanos prefieren la utilización de injertos arteriales libres, utilizando la arteria radial, en vez de complementar la revascularización con vena safena.

La gravedad de la afectación isquémica a nivel coronario depende de varios factores:

1. *Grado de estenosis*. Es decir severidad de afectación del vaso, o de los vasos afectados, en este aspecto se debe recordar que las arterias coronarias al igual que las renales son de baja resistencia periférica, por lo que los porcentajes de estenosis se ven más precozmente sintomáticos.
2. *La extensión del miocardio afectado*, es un punto de especial significación clínica y evolutiva de la miocardiopatía isquémica.
3. *La localización de las lesiones arterioescleróticas*, es un factor determinante en la urgencia y en la actuación terapéutica. La lesión de un tronco común izquierdo, es una auténtica amenaza vital en el paciente.
4. *La sintomatología* del paciente condiciona las diferentes opciones terapéuticas y su velocidad de aplicación.

El progresivo incremento de la utilización de angioplastia/*stent*/endoprótesis y *stents* liberadores, han determinado una limitación de indicaciones de bypass coronario a las siguientes situaciones clínicas.

## ***Indicaciones aceptadas de cirugía de bypass coronario. Consenso TASC***

A. Pacientes asintomáticos o en situación clínica de angina I-II.

1. Enfermedad de tronco coronario izquierdo.
2. Enfermedad de tres vasos.
3. Enfermedad de dos vasos con afectación de la ADA.
4. Enfermedad de la descendente anterior muy proximal.
5. Enfermedad de dos vasos con severa depresión de la función ventricular en paciente diabético (arterias calcificadas).

B. Pacientes con angina inestable o clase III-IV.

1. Todas las condiciones que en angina I-II.
2. Cualquier lesión susceptible de revascularización quirúrgica no controlable con tratamiento médico o percutáneo.

En resumen las indicaciones aceptadas en la mayoría de unidades cardioquirúrgicas para indicación de cirugía o angioplastia percutánea son:

### *Esquema de indicaciones de cirugía coronaria / angioplastia /stent percutáneo*

<b><i>Bypass aortocoronario</i></b>	<b><i>Angioplastia percutánea/stent</i></b>
Lesión tronco común izquierdo	Enfermedad en 1 ó 2 vasos
Enfermedad de tres vasos coronarios	Alto riesgo quirúrgico
Cardiopatía isquémica con severa depresión FE	
Anatomía desfavorable para angioplastia percutánea	
Paciente diabético con calcificaciones	

Sergio Cánovas. *Esquemas de lecciones clínicas*. Aula Virtual. Universidad de Valencia, 2012.

La realización quirúrgica de los bypass para revascularización coronaria, han precisado siempre de técnicas de circulación extracorpórea, con parada cardiaca, que permitiera realizar las anastomosis en las mejores condiciones técnicas, evitando el movimiento.

No obstante hoy día no es infrecuente por cirujanos expertos, la realización de bypass coronarios sin precisar ni la asistencia extracorpórea, ni la parada cardiaca, tan solo la aplicación de un fijador de campo especial (Octopus), que permite realizar la anastomosis en la arteria



**Estabilizador Octopus en una anastomosis coronaria.**

coronaria sin los movimientos de la víscera cardiaca. No obstante la mala hemodinámica per-operatoria en algunos casos condiciona su utilización.

**5.2.2 Resultados de la cirugía del bypass coronario**

La cirugía de revascularización coronaria ofrece unos muy buenos resultados hoy día en pacientes con severo riesgo de muerte, si persiste su cardiopatía isquémica.

El riesgo de mortalidad quirúrgica viene determinado por unos parámetros identificados preoperatoriamente dentro de las exigencias del EUROSCORE. La mortalidad quirúrgica operatoria es de un 2-4% (hasta los 30 días de la cirugía).

La causa más frecuente de esta mortalidad global se debe a una mala respuesta a la revascularización, lo que implica un síndrome de bajo gasto cardiaco.

Los diferentes factores que intervienen en el pronóstico preoperatorio de estos pacientes se indican en la tabla:

REOPERACION	DIABETES MELLITUS-insulina
EDAD AVANZADA	EPOC SEVERO
MUJER	DISFUNCION VENTRICULAR
INSUFICIENCIA RENAL	TRONCO CORONARIO
ENFERMEDAD CEREBROVASCULAR	URGENCIA
ARTERIOPATIA PERIFÉRICA	INFARTO RECIENTE
	SHOCK

**Factores potenciales de agravamiento del pronóstico quirúrgico en CABPG. (S. Canovas. 2012).**

Ligado a los resultados de la cirugía del bypass coronarios está el concepto de permeabilidad de los injertos. La utilización de la arteria mamaria interna izquierda en la repermeabilización de la arteria descendente anterior, es como indicábamos anteriormente mandatorio, pues supone un significativo aumento de la permeabilidad del injerto (90%)

### **Tabla de morbilidad postoperatoria**

La incidencia de complicaciones quirúrgicas se indican en la tabla:

1.- Disfunción miocárdica	
2.- Infarto perioperatorio	(1-5%)
3.- Ventilación mecánica prolongada	(6%)
4.- Fallo renal agudo	(3,5-8%)
5.- Disfunción neurológica	(3%)
6.- Reoperación por sangrado	(5%)
7.- Dehiscencia esternal aséptica	(3%)
8.- Mediastinitis severa	(0,5-1%) **

\*\* Con mortalidad muy severa que alcanza el 25% de los pacientes afectados.

a los 10 años, frente a la vena safena interna en esta localización, durante el mismo periodo de tiempo, que es del 70%.

Los porcentajes de permeabilidad de los injertos coronarios se establecen en la siguiente tabla:

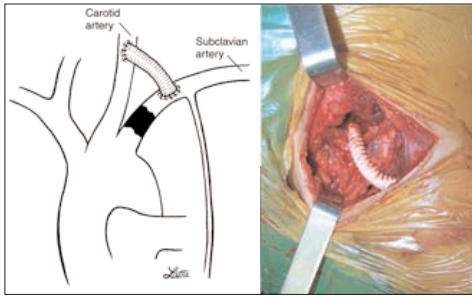
	<i>1 mes</i>	<i>5 años</i>	<i>10 años</i>	<i>15 años</i>	<i>20 años</i>
<i>Vena safena interna</i>	90%	70-80%	50%	30%	20%
			en ADA 70%		
<i>Arteria mamaria izquierda</i>			90-95%		
<i>Arteria radial</i>		90%	80%		
<i>Arteria gastroepiploica</i>		90%	60%		

#### **5.3.1 Indicaciones de cirugía de bypass en troncos supraaórticos**

La localización de la arterioesclerosis en la circulación cerebral, es frecuente y devastadora en sus consecuencias. La arterioesclerosis en los vasos arteriales intracraneales, no permiten cirugías de bypass.

Las arterias extracraneales, es decir las arterias del cuello, las carótidas y las vertebrales, en sus segmentos previos a su posicionamiento intracraneal, sí serían susceptibles de ser revascularizadas mediante bypass, pero esto solo ocurre en muy contadas y específicas lesiones generalmente aneurismáticas.

Existe una técnica quirúrgica predominante en la revascularización carotídea, como es la endarterectomía utilizada por primera vez por Eastcott, Pickering y Robb en 1954. La endarterectomía de las placas de ateroma



**Esquema e imagen quirúrgica de bypass carotídeo-subclavio.**

en la bifurcación carotídea es la técnica quirúrgica revascularizadora por excelencia en esta localización.

La utilización de bypass en este sector, es muy ocasional, y generalmente ligado a patologías aneurismáticas o a severos traumatismos de esta localización.

En ocasiones obstrucciones arteriales, del tronco braquiocefálico o de la porción proximal de la subclavia izquierda, condicionan un fenómeno de robo en las arterias vertebrales, conocido como *síndrome de robo de la subclavia*, en cuyo tratamiento revascularizador se suelen utilizar bypass extra anatómicos cortos como el carotídeo-subclavio.

### **5.3.2 Resultados del bypass en troncos supraaórticos**

La afectación preferente arterioesclerótica a nivel de la bifurcación carotídea e inicio de la carótida interna, establecen un segmento de afectación arterial corto, donde la cirugía arterial directa, como es la Endarterectomía (EDA), permite muy buenos resultados. Por ello es muy inusual la realización de técnicas de bypass en este sector arterial para el tratamiento de esta patología obstructiva.

Los resultados de la endarterectomía quirúrgica en la bifurcación carotídea ofrecen los siguientes datos:

En los *pacientes sintomáticos* con enfermedad estenótica entre el 75-99%, La mortalidad quirúrgica es del 1-3%.

La morbilidad considerada como accidente vascular cerebral (ACV) postcirugía es del 7% a los 18 meses, frente al 24% de ACV que hubieran sufrido los pacientes si hubieran continuado solo con tratamiento médico.

En los *pacientes asintomáticos*, con estenosis superiores al 75% en la arteria carótida, la mortalidad es también entre el 1-3% y la morbilidad es decir riesgo de ACV/muerte a los 5 años es del 3,8% tras cirugía y del 11% en caso de tratamiento médico.

En la cirugía de los troncos supraaórticos, como ocurre en la cirugía del tronco braquiocefálico, es más frecuente realizar bypass, que endarterectomía quirúrgica.

El bypass desde aorta torácica ascendente hacia los troncos arteriales supraclaviculares, subclavias o carótidas, es utilizado de forma excepcional en determinadas patologías oclusivas, Takayasu, Robo subclavia, implantación de seguridad de endoprótesis en aorta libre en algunos tipos de disección del arco aórtico.

La morbilidad de estas reconstrucciones transtorácicas es de un 5-10%. Con resultados de permeabilidad a 5 años del 95%. Pero es una cirugía poco frecuente.

Se prefiere la cirugía extraanatómica con trasposiciones arteriales entre la arteria subclavia entre sí, entre la arteria subclavia y la carótida o entre ambas carótidas primitivas. Esta cirugía cervical y extraanatómica es más frecuentemente utilizada con una morbilidad muy baja del 0-4% y un permeabilidad a 5 años del 85-95%.

*Esquema de resultados de cirugía bypass en troncos supraaórticos*

	<i>Morbilidad</i>	<i>Permeabilidad a 5 años</i>
Bypass transtorácico (anatómico)	5-10%	95%
Bypass entre arterias cervicales (extraanatómicos)	0-4%	85-95%

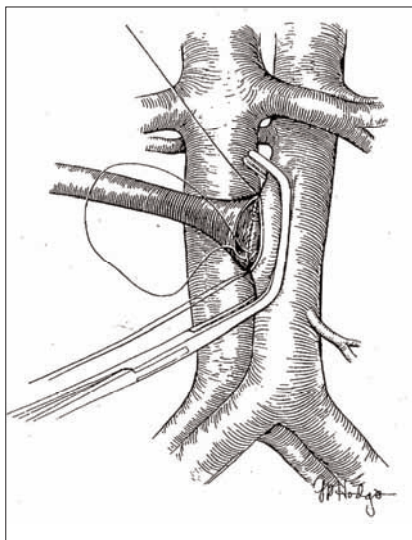
### **5.4.1 Indicaciones de bypass en arterias viscerales**

La predominancia del tratamiento endovascular (angioplastia percutánea/*stent*) en las estenosis/obstrucciones de las arterias viscerales es patente y uniformemente aceptada, la excursión quirúrgica para la revascularización de arterias anatómicamente difíciles de acceder han dado paso a la indicación primaria de angioplastias percutáneas, en detrimento de una cirugía mucho más agresiva y de mayor morbi-mortalidad.

Por ello las indicaciones de bypass en cirugía de la arteria mesentérica superior, arterias renales, arteria hepática e incluso arteria esplénica, son ocasionales, y siempre secundarias al fracaso o imposibilidad técnica de un proceso revascularizador mediante angioplastia percutánea.

Por ello la indicación primaria quirúrgicas de bypass revascularizador son individualizadas en casos muy determinados. Tan solo la realización de bypass de vecindad, como un bypass aortobifemoral, pueden en ocasiones aconsejar extender la cirugía hacia las arterias viscerales, necesitadas de una revascularización por estenosis hemodinámicamente significativas.

El futuro de la *cirugía híbrida*, es decir la que asocia procedimientos endovascular y cirugía abierta como se propone en el tratamiento de aneurismas o disecciones en el sector de la aorta visceral, permite la exclusión aórtica endovascular y la revascularización de ramas viscerales por medio de injertos tomados desde una aorta distal o de una ílica, alejadas del proceso patológico que se está tratando.



Igual puede ocurrir en los bypass realizados en la revascularización supraaórtica concomitante con un aneurisma/disección del arco aórtico, donde la endoprótesis debe anclarse en una aorta proximal sana, excesivamente próxima al nacimiento de las carótidas y la permeabilidad de los troncos se asegura mediante un bypass bifurcado desde aorta ascendente a ejes supraaórticos.

En la revascularización quirúrgica de los troncos viscerales, actualmente predomina pues una indicación de angioplastia/*stent* frente a la cirugía de bypass, a la cual solo se recurre en casos especiales.

#### **5.4.2 Resultados de bypass en arterias viscerales**

Como ya señalábamos la predominancia del tratamiento endovascular (angioplastia percutánea/*stent*) en las estenosis/obstrucciones de las arterias viscerales es patente y uniformemente aceptado, la excursión quirúrgica para la revascularización de arterias anatómicamente difíciles de acceder han dado paso a la indicación primaria de angioplastias percutáneas.

En casos especiales la cirugía de bypass aorto-renal, aorto-mesentérico, aorto-hepático como necesidad por imposibilidades técnicas de angioplastia dan los siguientes resultados:

##### ***Bypass aorto-mesentérico***

La necesidad de revascularización quirúrgica de la arteria mesentérica superior esta cargada de una importante morbimortalidad, puesto que es casi mandatorio la utilización de injertos protésicos anillados,

frente a los injertos venosos, lo que permite obviar las oblicuidades y angulaciones del injerto por las posiciones anastomóticas.

Esta revascularización por bypass puede hacer de forma anterograda, es decir desde aorta celiaca hasta mesentérica superior, por delante o por detrás del páncreas pero conlleva, como señala Mateo y O'Hara una morbilidad superior al 30% con riesgo de mortalidad que puede llegar al 20%, que se explica por el severo deterioro de estos pacientes.

### ***Bypass aorto renal***

Una cirugía mucho más accesible con diversas variantes en la revascularización del órgano, bypass aorto-renal, reimplantación arterial renal en aorta, endarterectomía e incluso bypass espleno-renal.

La preservación del parénquima renal de la isquemia, si bien no consigue un tratamiento de la hipertensión vasculorenal, que fue la motivación principal de su indicación en años anteriores, sí preserva el órgano de la isquemia y retrasa significativamente la enfermedad renal crónica y la necesidad de diálisis.

Los resultados de esta cirugía son mucho mejores que el de otras arterias viscerales. La morbimortalidad operatoria se sitúa entre el 0,8-10%, una media aceptada del 3%. La permeabilidad de los injertos a 10-15 años es del 85%, como señala Hansen y Starr.



### ***5.5 Cirugía del bypass en miembros inferiores. (MMII)***

*Indicaciones de bypass en revascularización de miembros inferiores.*

*Generalidades*

Es importante recordar que la circulación de los miembros inferiores, se inicia a nivel de la aorta lumbar, por debajo del nacimiento de las arterias renales. Por ello los ejes vasculares, que pueden verse afectados por la arterioesclerosis y que implicarán su sintomatología y sus complicaciones en las extremidades es un segmento muy largo y con múltiples y especiales localizaciones arterioescleróticas.

Clásicamente esta dividido en tres sectores pero es importante recordar que en la mayoría de casos



hasta en un 85%, la arterioesclerosis asienta en varios de ellos a la vez, con igual o diferente intensidad.

La frecuencia estimada de asentamiento del proceso arterioesclerótico obstructivo en los tres diferentes sectores es:

A. Sector aortoiliaco	30%
B. Sector femoro-popliteo	50%
C. Sector tibio-peroneo y distal	25%

La sintomatología de la enfermedad arterial de las extremidades inferiores fue inicialmente clasificada por Fontaine en cuatro estadios:

Estadio I.	Asintomático
Estadio II.	Claudicación intermitente
Estadio III.	Dolor en reposo
Estadio IV.	Alteración trófica. Gangrena

Esta clasificación clínica vigente durante mucho tiempo, fue modificada permitiendo a la sintomatología asociar un valoración hemodinámica según las presiones segmentarias, permitiendo de esta forma una cuantificación isquémica más precisa y uniforme del estado de la extremidad enferma. (Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischaemia: revised version. *J. Vasc. Surg.* 1997, 26 : 517-38).

De tal forma que la denominada Clasificación TASC-II diferencia tres grupos de pacientes con enfermedad arterial de las extremidades inferiores (EAEEII).

### 1 *Enfermedad arterial asintomática (EAA)*

Se establece este proceso cuando existen en un paciente marcadores clínicos, hemodinámicos o de imagen de afectación del árbol arterial aortoiliaco o del sector infrainguinal que afecta a la perfusión de EEII sin aparente traducción sintomatológica.

La existencia de índices tobillo/brazo por debajo de 0,9 o bien la existencia de imágenes de estenosis por encima del 50%, en algunos pacientes con adaptabilidad a la marcha.

Proceso muy frecuente, se calcula que por cada 100 pacientes que acuden a consulta por CI, existen 300 pacientes que presentan este cuadro preclínico.

### 2 *Isquemia crónica funcional. Claudicación intermitente*

La forma clínica de manifestación de isquemia en MMII más frecuente y conocida. En un 75% de estos pacientes las medidas de con-

trol de factores de riesgo, ergoterapia progresiva y medicación antiagregante permiten la mejoría clínica progresiva del paciente, sin precisar otro tipo de tratamiento quirúrgico o endovascular. Tan solo un 25% de ellos tienden hacia la isquemia crítica.

La claudicación intermitente se define como el dolor o molestia muscular en la parte posterior de la pierna generalmente, que se produce con el ejercicio, y cede con el reposo en un plazo de 10 minutos. Es reproducible.

La recomendación TASC obliga en casos de una claudicación intermitente a una adecuada anamnesis vascular, determinación de los pulsos y auscultación de los posibles soplos, pero especialmente obliga a una determinación del *índice tobillo/brazo*. (Recomendación N 11, TASC, *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2007, 33 : S1).

### 3 Isquemia crónica crítica

Se trata de un grado severo de isquemia que presenta dolor en reposo, úlcera o gangrena atribuible a una enfermedad obstructiva arterial objetivamente probada.

La isquemia crítica supone un diagnóstico clínico y también un diagnóstico que debe apoyarse en métodos objetivos para su cuantificación:

- Presión tobillo < 50-70 mmHg
- Presión dedo < 30-50 mmHg
- Tc Po2 < 30-50 mmHg (presión de oxígeno transcutáneo)

(Recomendación 73. TASC, *J. Vasc. Surg.* 2007, 45 : S).

Una vez establecidos el grado clasificatorio del paciente, su comorbilidad, su diagnóstico por la clínica, la exploración hemodinámica y la topografía lesional única o múltiple, mediante los métodos de imagen más acordes (AngioRNM, AngioTAC y Arteriografía) deben establecer los mejores criterios terapéuticos y las consideraciones que se deriven.

La gravedad y morbi-mortalidad que ofrece la intervención quirúrgica de bypass en los tres diferentes sectores, es manifiestamente diferente. La cirugía aórtica obliga a grandes incisiones abdominales, despegamientos retroperitoneales, clampajes aórticos etc. Anestesia generales de duración media de más de tres horas y generalmente control postoperatorio en salas de reanimación.

La cirugía de los sectores infrainguinales, pese a que las incisiones pueden ser amplias por la necesidad de obtención del injerto venoso, ofrecen una menor agresividad al ser muy superficiales. La anestesia generalmente loco regional (epidural, raquianestesia), permite

una menor severidad quirúrgica. La duración de la intervención quirúrgica menor de dos horas y el control postoperatorio no suele requerir asistencia en reanimación, hacen del tratamiento quirúrgico de este sector una cirugía menos agresiva que la intraabdominal.

### **5.5.1 Indicaciones de bypass en sector aortoiliaco**

Habitualmente las lesiones del sector aortoiliaco, que se suelen intuir por la disminución sensible o ausencia de los pulsos femorales, pueden estar acompañadas o no, de lesiones en sectores infrainguinales. Condicionando dos segmentos patológicos en serie. De nada serviría un tratamiento del sector distal, si el sector proximal no fuera prioritario y adecuadamente tratado.

Los protocolos de indicación actuales, nacidos de los consensos TASC, permiten determinar unas indicaciones quirúrgicas y unas indicaciones de revascularización endovascular, mediante angioplastia/*stent*. Ambos procedimientos en constante evolución, deben ser planificados, estratificados e informados al paciente antes de su aplicación.

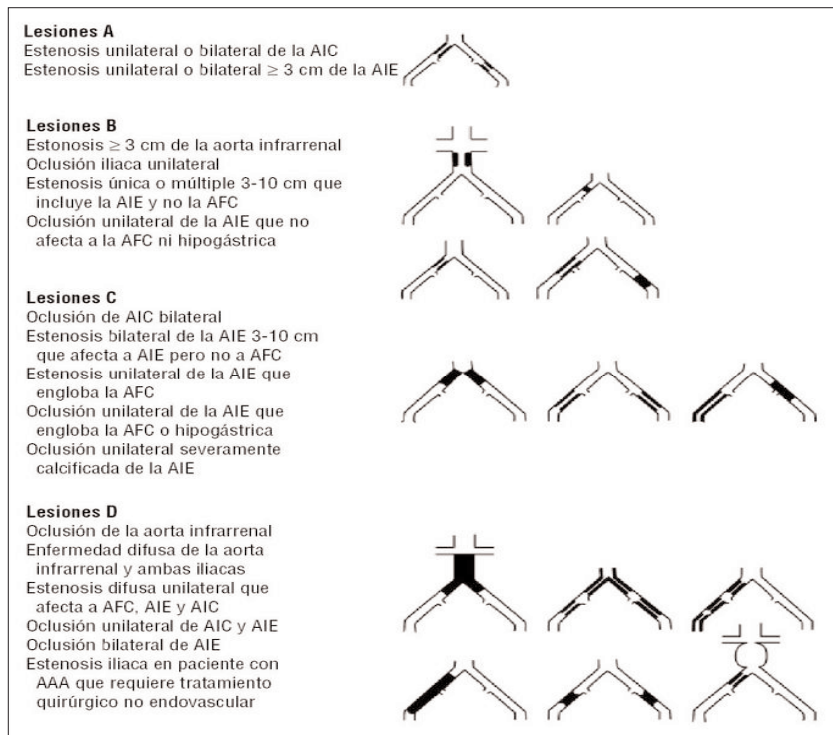
Podemos considerar que las lesiones obstructivas que afectan a la aorta lumbar y a su bifurcación ilíaca, como por ejemplo una oclusión yuxtarenal, por oclusión distal de placa y trombo proximal sobreañadido como ocurre en el Síndrome de Leriche alto, nos aconsejan un tratamiento quirúrgico revascularizador mediante un bypass aorto biilíaco o bifemoral.

Las lesiones estenóticas u obstructivas ilíacas, que condicionan la perfusión distal en ambos miembros inferiores ofrecen una importante variedad de tipos lesionales, que han sido recogidos y clasificados por expertos del TAS, determinando cuatro grupos lesionales y 13 situaciones diferentes, lo que permite una clasificación de las mismas y su indicación terapéutica.

**Conclusión.** El procedimiento endovascular es el tratamiento de elección en las lesiones tipo TASC A y la cirugía de bypass es el procedimiento de elección para las lesiones tipo TASC D. En realidad se necesitan más evidencias para hacer recomendaciones o sugerencias más firmes acerca del tratamiento para lesiones tipo B y C.

Considerar pues que una estenosis o una obstrucción, en el sector aorto ilíaco, pueda ser susceptible de un procedimiento endovascular,

## Lesiones aorto ilíacas según clasificación TASC



es ofrecer al paciente una alternativa terapéutica más confortable que la cirugía.

Pero ocurre que muchos pacientes se encuentran en los grupos B y C, donde el tratamiento endovascular, ofrece peores resultados que en el Grupo A. La toma de decisiones es en ocasiones difícil, por un lado el cirujano pretende evitar la agresividad quirúrgica ofertando una técnica endovascular, pero que si no consigue la mejoría del paciente, obligará a una revascularización quirúrgica.

**Conclusión.** Evitar en lo posible una cirugía de revascularización abdominal, si el tipo de lesión permite una adecuada angioplastia/stent. Solo cuando las lesiones son tan extensas, bilaterales y complicadas se recurre al tratamiento quirúrgico mediante bypass arterial, generalmente protésico (Dacrón, PTFE).

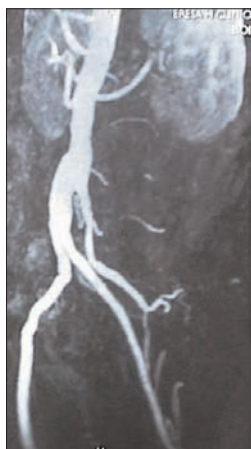


Imagen de bypass aorto-bi-femoral

Las lesiones del sector aorto ilíaco, cuando requieren cirugía de revascularización, se realizan en la mayoría de los casos mediante **bypass arterial anatómico**:

1. Aorto-femoral unilateral. Generalmente por vía retroperitoneal.
2. Aorto-biilíaco. Por vía transabdominal.
3. Aorto-bifemoral. Por vía transabdominal.

En algunos pacientes por especiales circunstancias, de gravedad, morbilidad, expectativa de vida etc. se utiliza el **bypass arterial extraanatómico**:

1. Bypass Femoro-femoral.
2. Bypass Axilo-femoral.
3. Bypass Axilo-bifemoral.

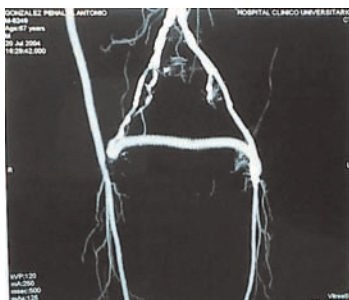


Imagen de doble bypass axilo-bifemoral

### 5.5.2 Resultados de la cirugía del sector aortoiliaco

#### Resultados de la cirugía de bypass aorto-bifemoral

Los pacientes sometidos a un bypass aorto-biilíaco (femoral), presentan una supervivencia acumulada entre 10 y 15 años menor, que sus equivalentes en edad y sexo. Es decir el proceso obstructivo en este sector es un proceso arterioesclerótico avanzado y severo.

No obstante los resultados de la revascularización quirúrgica de este sector que muy frecuentemente se ve afectado bilateralmente (ambas ilíacas), es el siguiente (De Vries):

Mortalidad quirúrgica	3,3%
Morbilidad quirúrgica	8,3%
Permeabilidad a 5 años	85-90%
Permeabilidad a 10 años	70-75%

La utilización de bypass aorto-unifemoral o de bypass ilíaco-femorales, es decir bypass anatómicos realizados generalmente por vía retroperitoneal, tienen una mayor permeabilidad que los bypass extranatómicos



femoro-femorales o axilo femorales en el tratamiento de las lesiones obstructivas de un eje ilíaco.

*Resultado del bypass extranatómico axilo-bifemoral*

Mortalidad precoz	5,3%
Supervivencia del paciente a los 5 años	43,0%
Morbilidad	10,0%
Permeabilidad a los 5 años	
Bypass axilo unifemoral	50,0%
Bypass axilo-bifemoral	60-65,0%

*Resultados del bypass extranatómico femoro-femoral*

Mortalidad	2-15%
Variable que se ve muy condicionada por la indicación de esta técnica en pacientes con mala situación general, más que por las dificultades técnicas	
Morbilidad	10%
Permeabilidad a los 5 años	83%
a los 10 años	70%

**5.6.1 Indicaciones de cirugía de bypass en sector femoro-poplíteo**

Una vez establecido que el sector proximal, el sector aorto ilíaco, está indemne o ha sido adecuadamente tratado como para permitir una correcta perfusión hacia el sector inferior, nos podremos plantear, opciones revascularizadoras más distalmente.

Cuando analizamos las lesiones oclusivas de la femoral superficial se objetivan dos características determinantes para su reconstrucción. Por un lado, se trata de una enfermedad difusa, con oclusiones habitualmente largas, superiores a los 10-15 cm de longitud, en general calcificadas y en las que coexisten las zonas ocluidas con segmentos largos de arteria afectada por la enfermedad.

Por otro lado, las lesiones más cortas ocasionan habitualmente una escasa afectación clínica, debido al importante papel de la arteria femoral profunda como fuente de circulación colateral.

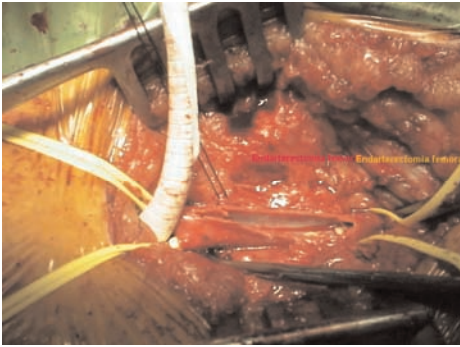
**Tabla. Clasificación TASC-II de las lesiones del sector femoro-poplíteo**

<p><b>Lesiones tipo A</b>                      Estenosis única <math>\leq 10</math> cm de longitud                      Oclusión única <math>\leq 5</math> cm de longitud</p>	
<p><b>Lesiones tipo B</b>                      Múltiples lesiones, cada una <math>\leq 5</math> cm                      Estenosis u oclusión única <math>\leq 15</math> cm que no incluye la poplítea infragenicular                      Lesiones únicas o múltiples en ausencia de continuidad con vasos tibiales para mejorar el flujo de entrada a un <i>bypass</i> distal                      Oclusión severamente calcificada <math>\leq 5</math> cm de longitud</p>	
<p><b>Lesiones tipo C</b>                      Múltiples lesiones <math>\geq 15</math> cm de longitud total                      Lesión recurrente que necesita tratamiento después de 2 intervenciones endovasculares</p>	
<p><b>Lesiones tipo D</b>                      Oclusiones de la AFS o AFC <math>&gt; 20</math> cm que incluyen la poplítea                      Oclusión crónica de la poplítea que incluye la trifurcación de los vasos distales</p>	

Por ello no es frecuente que se presente una isquemia crítica ocasionada por una oclusión segmentaria de la femoral superficial si el resto de los vasos proximales o distales se mantienen libres de lesiones.

Por último, la afectación aislada de alguno de los vasos infrapoplíteos (tibial anterior, posterior y peroneo) raras veces produce una clínica de insuficiencia arterial, y debe haber oclusiones o estenosis múltiples para amenazar la viabilidad de la extremidad.

Al igual que la clasificación por grupos TASC del sector aorto ilíaco, el sector femoro poplíteo presenta la siguiente clasificación según TASC.



**Prótesis de PTFE**

**Indicaciones de cirugía de bypass infrainguinal.** Es la técnica de elección en los pacientes con enfermedad extensa femoro poplítea y distal. Cuando la obstrucción de la femoral superficial se recanaliza en la poplítea y hay vasos distales permeables, se realizará una cirugía de derivación femoro poplítea y se efectuará la anastomosis distal en la zona supragenicular

o infragenicular.

1. Bypass femoro poplíteo a 1 porción. Con vena o material protésico.
2. Bypass femoro poplíteo a 3 porción. Preferentemente con vena safena autóloga.

Cuando la obstrucción se extiende a la poplítea infragenicular y los vasos distales, la revascularización se realiza mediante una cirugía de derivación cuya anastomosis distal se efectúa en el vaso distal en mejor estado que asegure la perfusión directa al pie.

En este caso nos referimos a una cirugía de revascularización distal

1. Bypass femoro tibial (peroneo). Siempre con vena safena.
2. Bypass poplíteo tibial (peroneo). Siempre con vena safena.
3. Bypass tibio tibial, Siempre con vena safena.

Nominados según la localización de la anastomosis proximal. En general, estas derivaciones ofrecen tasas de permeabilidad similares a las obtenidas con las derivaciones femoro poplítea, siempre que se utilice material autólogo, pero muy inferiores cuando se utilizan prótesis. No obstante, las tasas de salvación de la extremidad superan el 70% a los 5 años. (J. Serrano).

A diferencia del sector aorto iliaco, Los métodos de cirugía endovascular han tenido mayor dificultad para implantarse en el sector femoro-poplíteo y distal, precisamente por la afectación difusa de la enfermedad. Se han ensayado diferentes métodos, como la angioplastia simple, la angioplastia subintimal, la implantación de endoprotesis, la aterotomía, el láser, las prótesis cubiertas, etc., con resultados muy dispares.



En general podemos resumir que las lesiones cortas, inferiores a 10 cm, preferentemente con estenosis, son las más adecuadas para el tratamiento endovascular, en especial la angioplastia, mientras que las endoprótesis han mostrado una tasa elevada de fracturas con consecuencias clínicas relevantes. En lesiones más largas, la cirugía de revascularización utilizando vena safena interna como injerto arterial, es la mejor indicación de revascularización en este sector.

### 5.6.2 Resultados de la cirugía del sector infrainguinal

En la cirugía de bypass del sector infrainguinal, siempre es preferible la utilización de los injertos venosos autólogos antes que los injertos protésicos. No obstante no siempre la vena safena ofrece condiciones adecuadas y en esos casos se debe recurrir con preferencia al injerto protésico de PTFE.

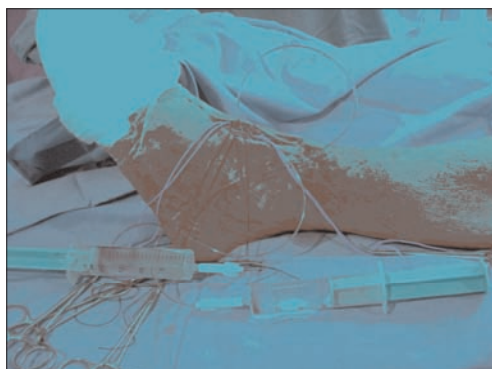
La valoración de resultados está en función de la situación clínica y del tipo de injerto empleado de tal forma que a 5 años los resultados de este tipo de cirugía son los siguientes:

- *Mortalidad quirúrgica* 1-2%.
- *Morbilidad quirúrgica* es muy variable y está en función de una serie de factores locales y generales, la severidad de afectación de los lechos distales, lesiones concomitantes distales, condiciones generales del paciente, enfermedad renal crónica (asociación de mal pronóstico), diabetes, cardiopatía isquémica asociada y accidentes isquémicos cerebrales. Por ello es difícil precisar unas cifras.
- *La permeabilidad primaria de los bypass* entre la femoral común y la poplítea proximal (supra genicular) o entre la arteria femoral y la poplítea distal (infragenicular) es el siguiente:

<i>Situación Clínica/Injerto</i>	<i>Claudicación incapacitante</i>	<i>Isquemia crítica</i>
Vena	80%	65%
PTFE supragenicular	75%	47%
PTFE infragenicular	65%	65%

### 5.7.1 Cirugía de los bypass distales

La extensión de la cirugía mas allá de la arteria poplítea, incluso hasta niveles perimaleolares y arterias del pie ha permitido un incremento en el salvamento de miembros. Todos estos bypass deben ser realizados con injerto venoso autólogos.



Su anastomosis proximal deber ser de una arteria dadora sana, bien sea la poplítea, la femoral superficial o la femoral común, mas excepcionalmente la arteria femoral profunda. Su anastomosis distal precisa siempre que sea posible de un lecho arterial que permita el relleno vascular del arco plantar.

Sus resultados son los siguientes.

Mortalidad	3-6%
Morbilidad amputaciones	9-15%
Permeabilidad al mes	82%
Permeabilidad/año	35-45%

Estos procedimientos de bypass tan distales están cargados de morbilidad. Las complicaciones más frecuentes encontradas por nosotros en una serie de 125 pacientes (Zaragoza. Hospital Peset, Valencia) han sido:

Amputaciones menores asociadas	37 casos	29,1%
Trombosis precoz del bypass	23 casos	18,11%
Salvamento de extremidad/mes		85%
Amputaciones secundarias	19 casos	15%
Mortalidad postoperatoria		6%
Problemas de herida	16 casos	12,8%
ACV postoperatorio	2 casos	1,5%
Estancia media postoperatorio: 13 días		

## 6 Complicaciones de un bypass

### 6.1 Obstrucción del bypass

Todo procedimiento de revascularización independientemente del material utilizado para ello, conduce a un daño en la pared vascular, que desencadena una serie de mecanismos destinados a la reparación tisular y recuperación de la homeostasis.

La cicatrización en general es un proceso complejo y dinámico que implica tanto la estimulación como la inhibición de células y sustancias inactivas que conducen finalmente a una cicatriz estable.

La respuesta se inicia con una reacción inflamatoria seguida de un proceso el cual pasa por diferentes fases... una primera respuesta proliferativa es seguida de una fase secretora que culmina con una fase de remodelación tisular.

La respuesta cicatricial es un hecho crucial después de un implante vascular, para conseguir un conducto permeable y funcionar. Si la respuesta biológica es desfavorable, se produce el fracaso del injerto y por tanto de la operación.

El éxito de una derivación arterial depende de la capacidad del injerto para proporcionar un flujo sanguíneo adecuado al órgano o a la extremidad y de la resistencia de ambos a la trombosis.

La existencia de errores técnicos durante la cirugía, la presencia de afectación arterioesclerótica grave en los vasos distales, el desarrollo de estenosis en las anastomosis o en el cuerpo del injerto por hiperplasia intimal, y la progresión de la enfermedad arterioesclerótica tanto en el sector proximal como en el distal son las principales causas de fracaso en los injertos y derivaciones arteriales.

### ***6.1.1 Obstrucción precoz del bypass***

La obstrucción precoz es la que se produce y por tanto se manifiesta, durante los primeros 30 días tras la cirugía. Su causa se debe atribuir principalmente a un error en la indicación quirúrgica, a un error en la técnica quirúrgica, y en menor medida a un estado de hipercoagulabilidad del paciente.

No es de extrañar, que diferentes situaciones clínicas, como la que presenta un dolor lacerante en reposo, en un paciente con una extremidad inferior contra lateral previamente amputada, y con su única extremidad inferior terriblemente isquémica mueva al cirujano vascular a intentar salvar la extremidad, menospreciando la escasa circulación distal que ofrecen las arteriografías del paciente, pensando más en el potencial beneficio de aportar sangre a unas arterias que de por sí están muy deterioradas y condenarán el buen resultado técnico de ese bypass.

La mala indicación en la revascularización de extremidades inferiores, suele venir por ese punto de orgullo quirúrgico, de intentar a la desesperada revascularizar una rama seca, que con probabilidad está pidiendo la aplicación de una técnica radical como la amputación primaria, antes que una cirugía de dudosa eficacia a corto y medio plazo.

*«Apliquemos esta importante máxima para un cirujano, para tener un buen resultado quirúrgico hay que tener primero una buena indicación, y después aplicar una buena técnica, esto normalmente nos conducirá a un buen resultado, los buenos resultados son la mejor garantía para operar más, cuanto más se opera mejores resultados».*

Hay muchos momentos en que se pueden cometer errores técnicos al realizar un bypass, la manipulación del injerto, la sutura anastomóticas, la tunelización del injerto entre los planos musculares, la rotación de la anastomosis, el clampaje arterial sobre zonas calcificadas que pueden desprender material aterogénico, la excesiva elongación del injerto tras el declampaje provocando acodamientos, etc.

El injerto venoso es sin duda el material derivativo por excelencia y la vena safena interna la más empleada para ello. La obtención quirúrgica de la vena safena, ofrece una parte importante en el cuidado y manipulación del que será el injerto.

La técnica de extracción, es una de las partes más importantes en la cirugía derivativa. La manipulación de su adventicia, la ligadura de sus ramas accesorias, el insuflado mecánico de suero para conseguir la distensibilidad, que en ocasiones debe llegar a los 150 mmHg, la perfecta hemostasia e impermeabilidad, para enfrentarse a una presión arterial sistémica elevada, *hacen de lo que llamamos obtención del injerto un tiempo fundamental y básico en el conjunto de la cirugía del bypass.*

Su manipulación como injerto durante la tunelización, evitando su rotación y ajustando su longitud en carga. Son pasos quirúrgicos fundamentales en el potencial resultado del injerto a corto y medio plazo.

El injerto protésico por otro lado, ofrece menos dificultades técnicas y son tan solo la estimación de su longitud y su adecuada tunelización, evitando su paso entre fibras musculares que pudieran actuar como elementos de pinzamiento lo que facilitaría una obstrucción precoz.

Pero la principal causa de obstrucción del bypass durante los dos primeros años de implantación es la *hiperplasia intimal*. Por encima de este periodo las trombosis de los injertos son ocasionadas generalmente por progresión de la enfermedad arterioesclerótica.

### ***6.1.2 Hiperplasia intimal***

La proliferación de células musculares lisas causando el crecimiento hiperplásico de la pared arterial, sobre todo en las anastomosis distales de los injertos protésicos o en las anastomosis proximal y distal y

cuerpo en los injertos venosos es una de las causas fundamentales de oclusión y fallo del injerto derivativo a medio plazo entre dos y cinco años.

Generalmente la hiperplasia intimal aparece en los dos primeros años desde la realización de la cirugía.

Los mecanismos fisiopatológicos que conducen a la hiperplasia intimal han sido ampliamente descritos utilizando diferentes modelos experimentales. El modelo mejor conocido y en el que trabajan multitud de líneas de investigación es *la respuesta post-angioplastia* empleando balón-catéter en rata. El tipo de lesión que se analiza no es pues absolutamente superponible al bypass, dado que la lesión por balón catéter genera un daño de distensión de la pared arterial, mientras que en los injertos la solución de continuidad de la anastomosis incide sobre toda la pared en un solo plano.

A pesar de todo el modelo de balón catéter ha brindado nuevos conocimientos relacionados con los mediadores de la emigración y la proliferación de las células musculares lisas.

Uno de los modelos experimentales más aproximados al conocimiento de la lesión reparación anastomóticas son los autoinjertos arteriales. Siguiendo este modelo experimental suceden una serie de acontecimientos que conducen todos ellos a la génesis de la hiperplasia intimal, elemento básico de los procesos de cicatrización vascular que explica la génesis de la estenosis y re-estenosis tras la reparación vascular.

Como en todo proceso de cicatrización se distinguen una serie de fases que integran el proceso de hiperplasia.

### 1. Fase hemostática

Se define como una reacción esencial biológica y fisiológica encaminada a prevenir la hemorragia y proceder a la restauración de la pared. Se inicia con la denominada hemostasia primaria, respuesta inmediata de la herida a través de dos mecanismos, uno mecánico de vasoconstricción de la pared para aproximar bordes y otro físico mediante la formación de un tapón plaquetario. Así se consigue el sellado de la lesión a nivel de las anastomosis.

A nivel del segmento injertado, el paso del primer émbolo sanguíneo arrastra las células endoteliales dañadas o muertas, exponiendo la matriz subendotelial al flujo. Esto origina la adherencia de plaquetas, para lo cual se requiere la interacción del colágeno subendotelial con receptores glucoprotéicos de la membrana plaquetaria –GPIb, GPIc, GPIIIa, GPIa, GPIIa–, factor de Willebrand y la fibronectina con agre-

gación de las mismas (Reacción mediada por el factor hístico, factor von Willebrand, fibronectina, vitronectina y la integrina GPIIb-GPIIIa).

Las plaquetas depositadas y activadas liberan factores de crecimiento que estimulan y colaboran en el inicio del proceso reparativo. (ADP que activa la vía de síntesis del ácido araquidónico para producir tromboxano A<sub>2</sub>), un potente factor quimiotáctico y mitogénico para las células musculares lisas. También las plaquetas liberan sustancias que degradan los factores inhibidores del crecimiento como el heparan-sulfato.

Una segunda etapa sin transición viene caracterizada por el depósito de fibrina y células sanguíneas (hematíes, neutrófilos, linfocitos y monocitos). Este trombo que se va originando progresivamente puede llegar a ser totalmente oclusivo, mantenerse en un tamaño determinado o no pasar de unos niveles mínimos, lo que se conoce como superficie trombogénica. Esta se caracteriza morfológicamente por un depósito de plaquetas, si éstas se depositan en monocapa, no habrá agregación y por tanto no habrá trombo.

Los factores determinantes que hacen que un trombo progrese o no, son conocidos; los más importantes son: la dilución de los mediadores, la aclaración hepática de factores de coagulación activados, aumento de inhibidores específicos, consumo de factores de coagulación y actividad fibrinolítica.

Además en esta etapa, la liberación de sustancias procedentes de los componentes del trombo (Plaquetas, leucocitos, fibrinógeno/fibrina, células endoteliales) facilita la proliferación y emigración celular, que favorece la respuesta proliferativa exuberante que se inicia a nivel de la capa muscular subyacente.

La última fase de la etapa hemostática es la trombolisis o fibrinólisis, proceso controlado por el sistema fibrinolítico en el que el plasminógeno activa la plasmina, la cual digiere a la fibrina convirtiéndola en productos de degradación solubles. Si se inhibe la fibrinólisis, el coágulo persiste y evoluciona a través de una serie de fenómenos conocidos como reorganización del trombo, lugares sobre los que se desarrollará la hiperplasia de la íntima.

## *2. Fase inflamatoria*

Tras la lisis de la fibrina la superficie luminal del injerto adquiere un aspecto diferente. Una superficie que aparecía cubierta por fibrina y células cambia siendo ahora la superficie homogénea, cubierta por una

capa amorfa (lisis de la fibrina) en la que se observan células blancas, en este tiempo van llegando leucocitos.

Estas células en las áreas de lesión, donde hay disminución y alteración del flujo (anastomosis, zonas de válvulas, etc.) se activan para iniciar un proceso mediado por moléculas de adhesión, *selectinas*, pasando a continuación a activar un sistema de adhesión más fuerte, mediado por *integrinas*, que permiten a la célula detenerse en su desplazamiento, cambiar de forma e infiltrarse en las uniones intercelulares de las células endoteliales penetrando hacia el interior de la pared vascular.

Los leucocitos que emigran realizan dos funciones. Una de ellas es que al entrar en la pared modifican la matriz subendotelial subyacente y levantan las células endoteliales posiblemente dañadas y así contribuyen a su denudación, para permitir la regeneración endotelial a partir de los extremos sanos de la arteria receptora. Otra de las funciones de los leucocitos es la de colaborar en la liberación de estímulos mitogénicos y liberar enzimas que van a permitir el inicio de la remodelación de la matriz extracelular.

### 3. Fase proliferativa

El hecho principal es la proliferación y migración de las células musculares lisas desde la túnica media hacia la íntima, con depósito de abundante matriz extracelular, resultado de la acción de varios factores de crecimiento.

Para ello hay que activar un número importante de genes, responsables de la producción de factores de crecimiento.

Se sabe que la activación de la *expresión genética* va precedida por un marcado aumento del factor de transcripción EGR-1, detectable 30 minutos en endotelio después de la lesión mecánica. El GR-1 no se expresa en la pared normal, pero se activa rápidamente después de la lesión mecánica. Este factor reconoce y se une para activar las regiones promotoras de los genes que codifican los factores mitogénico y proliferativo expresados por las células tras la lesión. También es secretado por células endoteliales y musculares lisas, expuestas a fuerzas biomecánicas de fluidos y a muchos otros antagonistas importantes.

Los factores de crecimiento producidos por el endotelio y las células musculares lisas son:

- DGF, factor de crecimiento derivado de las plaquetas. Cuando hay lesión, las células musculares lisas expresan PDGF-A y B pero solo secretan PDGF-A. Sin embargo las células solo responden con la acti-

vación de los receptores b, sensibles al PDGF-B, el cual es secretado por las plaquetas y al parecer influye más sobre la emigración que sobre la proliferación.

- FGF. Factor de crecimiento fibroblástico. Se conocen dos familias el FGF-b o básico y el FGF-a o ácido. El daño celular parece ser necesario para la liberación de FGF-b, este se localiza en la matriz extracelular y fundamentalmente ejerce un potente efecto mitogénico sobre las células musculares lisas.
- TGF-Beta (factor de crecimiento transformador beta 1) es un potente inhibidor de la estimulación de las células endoteliales causada por el FGFb, pero tiene efecto proliferativo de las células endoteliales.
- ANG II (angiotensina II). Se sabe que la angiotensina induce hipertrofia de células musculares lisas y estimula su proliferación.
- TROMBINA, se une a la matriz y es un potente mitógeno de las células musculares lisas.

Todos estos factores de crecimiento, se activan con la lesión, produciendo así una respuesta de aumento del número de células musculares lisas. Al respecto una de las controversias en investigación bioquímica actualmente es conocer si la respuesta de todas las células musculares, a la agresión endotelial es la misma, pues al parecer la reacción de estas células musculares lisas no es uniforme y aproximadamente solo el 30% de las mismas pasan a estar activadas y expresan un fenotipo sintético y se replican.

#### *4. Fase de emigración*

Cuando las células neoformadas inician un camino hacia la superficie luminal, se conoce como fase de emigración. Indudablemente con los daños celulares no solo se han afectado las células, también la matriz extracelular.

En el proceso cicatrizal, la remodelación de la matriz ha de ser un hecho fundamental para permitir el trasiego celular. Las células musculares están rodeadas de una fuerte matriz extracelular de naturaleza laminar y fibrosa aparte de la reticular, por lo que la emigración está muy dificultada. Por ello la liberación de enzimas tipo metaloproteasas (MMPs), encaminadas a la lisis al menos parcial de la matriz, permitiría la apertura de las vías necesarias para la emigración celular. Estas enzimas juegan un papel esencial en este proceso.



Una vez que el camino está preparado las células musculares comienzan su proceso de ascensión intimal donde el estímulo de PDGF y del IGF-1 inician este proceso si bien regulado con un papel crítico hacia la migración por el factor FGFb.

La emigración es una función conocida de las células musculares lisas vasculares. Se barajan múltiples factores que sin duda parecen implicados en este proceso.

*AH, ácido hialurónico.* Es conocido por ser un componente primario de la matriz extracelular de muchos tejidos, en los primeros estadios embrionarios antes de la diferenciación tisular. El AH permite la creación de un sustrato absorbente de grandes cantidades de agua, de tal forma que la matriz hidratada facilita la proliferación y la emigración celular.

Cómo actúa el AH:

- a. Reduciendo la adhesión celular a la matriz, facilitando el desanclaje parcial requerido para la mitosis y emigración celular.
- b. Incorporando grandes cantidades de agua que permiten la expansión de este espacio tisular que separa la célula de la matriz y establece rutas para la emigración.
- c. Interactuando con otras proteínas como fibronectina, vitronectina, fibrinógeno, osteopontina y tenascina.

Estas proteínas serán reconocidas por los receptores tipo integrinas, de las células musculares, que median las interacciones célula-matriz en su adhesión y emigración. Estas integrinas aumentan su expresión en tiempos muy cortos después de la lesión cuando la célula muscular está activada o es proliferante.

Desde el punto de vista morfológico, la emigración celular discurre de modo similar tanto en el modelo de autoinjerto como balón catéter.

Entre 7-10 días se empieza a observar células musculares en la superficie luminal de la lámina elástica interna, que parecen haber llegado a través de fenestraciones de la misma. En el caso del injerto, el número comienza a aumentar (sobre todo a nivel de la sutura distal) y se organiza a modo de lengüeta irregular que avanza en sentido centripeto hacia el injerto desde los extremos receptores sanos. Esto sugiere la participación de factores de quimioatracción como son los FGF-a y PDGF, además de factores autocrinos que contribuyen a facilitar la emigración.

Las células una vez han alcanzado la íntima vuelven a replicarse, hecho que se conoce como segunda mitosis. Ello puede durar desde semanas a meses, dependiendo en parte de la endotelización subyacente. Si la endo-

telización es completa en cuatro semanas se detiene, sin embargo si la endotelización no se ha completado puede persistir el crecimiento.

Todavía no se conocen los mecanismos íntimos del detenimiento de la proliferación muscular. Los mejor estudiados han sido los proteoglicanos en especial el heparán-sulfato.

Es posible (hipótesis) que el heparán-sulfato liberado por las células endoteliales pueda inhibir la proliferación de las células musculares en las regiones que comienzan a ser recubiertas por endotelio. Posteriormente las células musculares pueden en estado quiescente, sintetizar su propio inhibidor.

Para esta segunda oleada proliferativa, no se han identificado con exactitud el estímulo, a diferencia de la primera, donde las plaquetas y el tejido dañado eran unos buenos promotores. Existen una serie de factores actuando por mecanismos autocrinos o paracrinos. (PDGF-A, TGF beta, IGF-1 y receptor Ang. II, que siguen sobreexpresados después de la lesión. (Bujan Varela).

Esta fase replicativa *in situ* es importante en caso de hiperplasia intimal en un bypass, pues expresa el engrosamiento de la mioíntima sobre el elemento injertado, sobre todo si es biomaterial. Obligatoria las células musculares han de proceder de la propia neoíntima dado su alejamiento a nivel del centro del injerto de los extremos adyacentes sanos.

En esta fase el aspecto morfológico de la capa neoíntima se caracteriza por ser una capa laxa de células de aspecto estrellado y escaso componente fibrilar: esto es concordante con la secreción de una matriz rica en proteoglicanos y proteínas matriciales estimulantes tanto de la emigración como de la replicación, intentando formar un manguito celular sobre el segmento injertado que consiga la encapsulación del mismo, hecho evidente cuando es un material sintético y de menor intensidad cuando es un material biológico.

Cuando el injerto es biológico se observa que la zona injertada sufre en este primer mes un proceso de necrosis celular por invasión de macrófagos y presencia de leucocitos, que conlleva a la pérdida de células y degradación de la matriz extracelular y formación de detritus celulares que posiblemente puedan actuar como factores quimiotácticos para la progresión de las lengüetas intímales proximal y distal.

## 5. Fase secretora

A partir de este momento, las células van disminuyendo progresivamente la tasa de replicación para iniciar una fase de síntesis de matriz

extracelular. En este tiempo hay una reorientación de las células en el sentido del flujo, adquiriendo un aspecto similar a la túnica media arterial con dificultad para la formación de láminas elásticas. Hay abundante formación de fibras, pero la incapacidad para formar láminas puede estar relacionada con la presencia de altos niveles de TGFbeta. Todavía se distinguen dos poblaciones de células musculares lisas en diferente estadio funcional. Los mocitos contráctiles y los secretores estos están ubicados en la zona más profunda de la mioíntima.

## *6. Fase de remodelación*

A partir de los dos meses, la mioíntima se estabiliza, quedando constituida por una capa homogénea continua sobre la superficie del injerto y zonas de anastomosis proximal y distal, y que normalmente se extienden hasta el lugar del clampaje arterial proximal y distal, durante la intervención quirúrgica. Este es el territorio afectado por la lesión-reparación.

A partir de este tiempo la mioíntima se considera una capa estable formada por células contráctiles y matriz fibrilar densa. Esta es una etapa de retracción con respecto a las anteriores debido en parte al cambio de composición de la matriz, de ser una matriz rica en proteoglicanos y agua, va siendo sustituida por el componente fibrilar del colágeno y elásticas necesarias para cumplir el papel fisiológico de la pared arterial.

Es posible que la sustitución de la matriz rica en ácido hialurónico y pobre en colágenos pueda contribuir a la remodelación geométrica tardía, característica de la estenosis al ser sustituida esta matriz hidratada y laxa por una matriz rica en colágeno fibroso.

### *6.2 Infección de bypass*

La cirugía arterial directa, generalmente limpia, necesita en numerosas ocasiones del uso de injertos o prótesis. Precisamente su presencia es crucial en la problemática que plantea la infección en cirugía vascular. Su permanencia permite, a diferencia de la cirugía no protésica, que la infección también pueda aparecer años después de su implante.

Afortunadamente la infección de injertos y prótesis vasculares es una eventualidad poco frecuente, aparece aproximadamente en 2% de los casos.

No obstante la verdadera importancia de esta infección y que la hace altamente significativa es el elevado índice de muertes (10-30%) y el elevado índice de amputaciones de extremidad (25-60%). Dichos porcentajes variables según las circunstancias permiten indicar que mientras en una infección de prótesis aórtica peligra la vida del paciente, en las infecciones de una prótesis femoropoplítea la extremidad está abocada a la amputación.

Las repercusiones de esta infección se extienden al ámbito social y económico, La prolongación de la hospitalización, el aislamiento, el incremento de pruebas diagnósticas, las intervenciones obligadas de desbridamiento, la antibioterapia, entre otras medidas dispara en estos enfermos el gasto sanitario y afecta severamente los datos estadísticos de un Servicio.

En consecuencia la infección tras cirugía arterial protésica presenta una situación singular, escasa frecuencia, pero elevada gravedad. Ello justifica entre otras medidas preventivas, la *necesidad inexcusable de una antibioterapia profiláctica*, siendo esta una de las pocas indicaciones que existen para emplear de forma racional y científica los antibióticos profilácticos en cirugía limpia.

La utilización profiláctica de antibióticos en modo alguno debe relajar las medidas de limpieza, asepsia y antisepsia quirúrgica, que deben contemplarse en todo acto quirúrgico. Pues la profilaxis antibiótica solo es un escalón secundario, únicamente eficaz ante el cumplimiento de los primeros.

Inicialmente es importante señalar, como señala Lozano Sánchez, cómo infección y cirugía vascular tienen dos vertientes bien diferenciadas: las infecciones de la cirugía vascular y la cirugía vascular de las infecciones.

En cirugía arterial protésica la profilaxis antibiótica persigue fundamentalmente tres objetivos:

1. Evitar la contaminación de la prótesis durante su implantación (piel, tejidos, aire, etc.) así como en el postoperatorio precoz (linforrea, seroma, hematomas).
2. Prevenir la infección de la herida operatoria, para evitar que por extensión afecte a la prótesis.
3. Prevenir la contaminación diferida o tardía de la prótesis.

*Los factores de riesgo más importantes implicados en la infección quirúrgica vascular:*

La edad, es uno de los factores clásicos relacionados con la infección, a mayor edad mayor riesgo de infección, pero el modelo de regresión logística nos indica que el factor edad, está ligado a factores concomitantes, mayor estancia hospitalaria, menor movilidad, patologías graves asociadas, desnutrición, etc.

La diabetes mellitus, con los cambios tisulares causados por la neuroangiopatía diabética, y por las alteraciones sistémicas en la inmunidad, con disminución en la tasa de linfocitos H (helper) y defectos en la quimiotaxis de monocitos polimorfonucleares.

La malnutrición por un lado, muy frecuente en la patología vascular del anciano y por otro lado la obesidad, que altera profundamente también los mecanismos de defensa, tanto a nivel local como en el sistema inmunitario (disfunción de monocitos y neutrófilos), actúan como factores de riesgo significativo en la infección vascular protésica.

La ERC (Enfermedad Renal Crónica) contribuye a una mayor susceptibilidad a las complicaciones locales en las heridas, retraso de cicatrización y superficialidad del proceso. Las prótesis utilizadas en cirugía de fístulas arteriovenosas, representa un severo punto de inflexión en la frecuencia de infecciones protésicas.

*Arteriografía inguinal.* La formación de hematomas, traumatismos tisulares y posible contaminación bacteriana por la introducción de microorganismos tras la arteriografía femoral percutánea va a condicionar una mayor incidencia de infecciones quirúrgicas locales en los pacientes que en días posteriores se utiliza esta vía como lecho de llegada protésica desde la aorta o como lecho de entrada protésica hacia la arteria poplítea.

No obstante la infección en cirugía arterial derivativa más frecuente afecta a planos superficiales de la herida quirúrgica. El 90% de ellas aparecen durante el primer mes del postoperatorio y solo un 10% aparecen tardíamente.

Las infecciones protésicas se desarrollan tardíamente, aislándose como gérmenes más frecuentes los *gram positivos* (*Estafilococo aureus* y *Estafilococo epidermis*). En las infecciones precoces predomina el *Estafilococo aureus* y los aerobios *gram negativos*, con características virulentas y devastadoras.

En cirugía vascular las cifras de morbimortalidad debidas a la infección quirúrgica han sido superiores al resto de cirugías. Así mientras que las infecciones postquirúrgicas en general causan la muerte en el 0,6% de los pacientes, en cirugía vascular protésica, cirugía muy dañosa, la mortalidad por infección protésica puede llegar a alcanzar el 40-60%.

Un problema muy severo en la infección protésica, en una cirugía derivativa por obstrucción arterial segmentaria, es la tremenda cuestión de elaborar una táctica quirúrgica sustitutiva y en buscar el injerto más adecuado y resistente a la infección protésica, la cirugía extra anatómica, la trasposición muscular en la protección de la infección local y la utilización de homoinjertos criopreservados o de prótesis in situ potenciadas con materiales altamente resistentes a la infección como el baño de plata, permiten al menos una solución temporal a la infección protésica, dejando siempre en el cirujano un severo grado de inquietud ante el porvenir de esa prótesis.

### Datos de infección

<i>Prótesis</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Morbilidad amputación</i>	<i>Mortalidad</i>
Aortoiliaco	0,5-3%	10%	25%
Infrainguinales protésicos	3,6%	70%	30%
Infrainguinales distales venosos	1,3%	50%	15%

### 6.3 *Seudoaneurisma protésico por degeneración*

El seudoaneurisma, también conocido como falso aneurisma anastomótico (FAA), se produce por la solución de continuidad de la línea de sutura en una anastomosis, generalmente de pequeñas dimensiones, dando lugar a la formación de un *aneurisma perianastomótico*, que gradualmente sufre una organización fibroblástica, rodeada de tejido fibrótico y conectivo de vecindad y en contacto con la luz arterial. La inexistencia de adventicia y capa media arterial, explican su definición de falso aneurisma y explican su lento crecimiento progresivo y sobre todo su fragilidad.

Muchas causas han sido incriminadas como responsables etiológicos de la aparición de FAA, y muchas de ellas no pueden considerarse más que meras hipótesis. Esto puede parecer lógico si consideramos por un lado la gran cantidad de factores que influyen en la realización de una anastomosis:

- Patología subyacente que motivó la operación.
- Elección del injerto vascular.
- Tipo de suturas.
- Destreza técnica del cirujano.
- Condición del individuo intervenido.

Y factores que influyen en la evolución de la anastomosis:

- La progresión de la enfermedad arterial.
- La degeneración del injerto.
- La coexistencia de otras patologías.
- La longevidad del paciente.

La prótesis es un material no distensible y la arteria cambia su diámetro cerca de un 10% en cada onda de pulso, esto provoca una desigual *compliance* que en terminología anglosajona se conoce como (*Compliance mist-match*).

La *compliance* depende de la elasticidad de los vasos y se define como el porcentaje de cambio en el radio por unidad de presión, y mide la capacidad de la pared del conducto arterial de expandirse en cada contracción cardiaca. Con cada latido cardiaco la pared arterial se expande pero el injerto no. La tensión resultante sobre la línea de sutura eventualmente predispone a la aparición tardía de un falso aneurisma.

En el equilibrio cicatricial de la anastomosis existe un principio básico que es el de estar libre de tensión; una excesiva tensión causa *stress* sobre la línea de sutura, una excesiva elongación aboca hacia una acodadura que predispone a la trombosis.

Un componente importante, señalado por Courbier en las anastomosis de injertos aortofemorales y a nivel femoral, es la compresión que sobre el injerto realiza el ligamento inguinal. Un ejemplo de ello es la frecuencia de los mismos cuando el injerto se tuneliza por debajo del ligamento inguinal, bypass aorto-femoral, donde la frecuencia de FAA puede llegar a un 2,4% frente a los FAA observados en las anastomosis femorales, que no están obligadas a un recorrido por debajo del ligamento inguinal (bypass axilo-femoral o femoro femoral), cuya frecuencia de FAA es tan solo de un 0,5%.

Las suturas actuales de polipropileno, montadas con doble aguja cilíndrica han hecho disminuir sensiblemente el factor sutura como causa etiológica de los FAA. No obstante la manipulación quirúrgica de las mismas, como aplicaciones de pinzas de mosquito para separar o referenciar, pueden debilitar y fragmentar a la sutura.

La degeneración protésica jugó un papel importante, en los primeros años, según los estudios de Clagett y Carson, las prótesis de Dacrón implantadas sufren un crecimiento global, que varía entre el 8-45% con una media de crecimiento del 11% de su tamaño de implantación.

Esta dilatación del tejido protésico da lugar a un incremento del radio de la prótesis, lo que según la Ley de Laplace, provocaría un incremento

de la tensión de la pared y por lo tanto un incremento en la tensión de la sutura anastomótica. En las prótesis de las últimas generaciones, tanto en Dacrón como en PTFE, el incremento porcentual de los mismos tras la implantación a dos, cinco y diez años, está siempre por debajo del 5%, lo que prácticamente descarta la degeneración protésica como causa etiológica de los FAA.

La degeneración de la pared arterial, por la propia enfermedad arterioesclerótica o por la manipulación quirúrgica muchas veces necesaria para completar la anastomosis de un bypass, como es la asociación de una endarterectomía, limpieza ateromatosa de la boca anastomótica, como técnica complementaria a la anastomosis protésica, han sido ampliamente analizadas por McCabe, evidenciando un significativo incremento de FAA, en los pacientes que precisaron esta técnica complementaria, que si bien limpia el lecho anastomótico, también debilita la pared arterial.

La condición de hipertenso del paciente, su mal control, el tipo de anastomosis término-terminal frente a las más habituales término-laterales, también pueden intervenir en la génesis de un FAA.

Por último, la infección local de la herida quirúrgica y sobre todo la contaminación protésica, representan una agresión al injerto muy superior a los mencionados anteriormente. Evitar las colecciones hemáticas peroperatorias y en especial las linforagias en la herida operatoria, son elementos profilácticos de la infección y por lo tanto de la aparición de FAA.

Los hematomas hallados tras la previa realización de arteriografías diagnósticas o diagnósticas terapéuticas, traumatizan la pared arterial y muchas veces sin tiempo para una recuperación local, (urgencia isquémica) nos encontramos ante un campo arterial hostil, con lesiones en la pared arterial, mantenidas por placas de ateroma dislocadas, hematomas peri arteriales, que dificultan la correcta liberación de tejidos y sobre todo, la posibilidad de anastomosar un tejido protésico en un medio potencialmente favorable a la infección y también al FAA.

- La frecuencia actual de FAA es del 1-2,6% por anastomosis.
- La incidencia de aparición de FAA en troncos supraaórticos, aorta torácica, visceral, miembros superiores y poplíteos varía entre 0,2 y 1,1%.
- La localización femoral de FAA es muy superior 2,6-7,6%, en seguimiento entre 1 y 255 meses (21,5 años).

Debemos a los estudios de Courbier la amplia tunelización infrainguinal como método profiláctico en las anastomosis femorales para disminuir su incidencia actual.



## 7 A modo de conclusiones finales

Señalaba Marañón que enseñar no solo es transmitir conocimiento sobre la materia, es fundamentalmente sembrar inquietudes que induzcan a la reflexión del oyente y estimulen su investigación y profundización.

Llama poderosamente la atención, que el bypass naciera como consecuencia de una cierta incompetencia quirúrgica de un gran cirujano investigador, KUNLIN, que no conseguía los mismos resultados que sus compañeros, que practicaban de forma magistral la resolución de la obstrucción arterial mediante endarterectomía (DOS SANTOS, WOLMAR).

El momento histórico coincidente con la finalización de la II Guerra Mundial y la hegemonía americana, dictaron no caprichosamente, su inclinación al bypass arterial y los grandes cirujanos americanos potenciaron su difusión desde EE. UU. al resto del mundo. La escuela quirúrgica vascular francesa, que fue dominante durante la primera mitad del siglo XX, con su alta calidad en técnica quirúrgica, hubo de plegarse al pragmatismo americano.

La endarterectomía es una técnica quirúrgica más complicada que la interposición de un injerto a modo de bypass. Sus indicaciones y sus resultados así lo indican. No hay que olvidar nunca que en cirugía se tiende a simplificar. No obstante esta técnica hoy día es la adecuada en la cirugía de la carótida extracraneal.

El bypass actualmente sigue siendo una técnica quirúrgica de revascularización muy utilizada tanto en revascularización coronaria como en revascularización en MMII, pero carece de la exclusividad que tenía hace unos años. Muchas de las indicaciones de antes han sido sustituidas por técnicas endovasculares potencialmente menos agresivas que un acto quirúrgico convencional y que fueron iniciadas por Charles Dotter en el año 1964, dando lugar al nacimiento de la radiología intervencionista y/o de la cirugía endovascular.

Es cierto que dilatar una arteria estenosada mediante unas sondas especiales introducidas en el árbol arterial a distancia parece menos agresivo que saltarla o derivarla mediante un bypass que requiere de un acto anestésico y quirúrgico. Todo el mundo a priori así lo afirma, pero fíjense en investigación animal para crear una reacción de hiperplasia de la íntima y estudiar los fenómenos de reparación cicatricial que abocan a la obstrucción, se utiliza un modelo que es exactamente la dilatación neumática por balón, es decir se promueve la hiperplasia intimal con una angioplastia agresiva.

Esto también se apreció en la primera década de la angioplastia endovascular y por ello tuvo que completarse con la utilización complemen-

taria de *stents* que son soportes metálicos, que potencialmente impiden la reestenosis pero que trabajan en medio de un proceso de dilatación forzada de una arteria enferma por una placa de ateroma.

Son los famosos muellecitos de los que muchos pacientes ahora se pavonean y casi con displicencia te dicen: *sí, llevo tres muelles, dos en las coronarias y uno en la ingle.*

Las endoprótesis y los *stents* liberadores de fármacos han venido a responder durante la última década a las demandas de la patología obstructiva, que anteriormente se saltaba mediante la realización de un bypass convencional.

El gran impulso a mi entender en el cambio de directriz hacia las técnicas endovasculares, lo representó otro argentino, Juan Parodi, al excluir por vía endovascular un aneurisma de aorta abdominal, en junio de 1990.

En el momento actual gracias a las aportaciones ofertadas por las TASC (Comités de expertos de distintas sociedades vasculares americanas y europeas) tenemos indicaciones de revascularización exclusivas de cirugía, indicaciones exclusivas de angioplastia/*stent*. Pero existe un gran número de situaciones clínicas donde ambas técnicas son admisibles y por lo tanto compiten.

La mayoría de los Servicios de Cirugía Vascular han incorporado las técnicas endovasculares en su cartera de servicios ofertables. Efectivamente los cirujanos más jóvenes aprenden las técnicas endovasculares, tal vez más fácilmente que las técnicas quirúrgicas abiertas y por lo tanto eso les lleva a adquirir mayor experiencia en su manejo, en detrimento de la cirugía vascular clásica, donde el bypass representaba el exponente máximo de la patología revascularizadora y actualmente se indica menos y por lo tanto se realiza menos y esto puede repercutir negativamente en la formación de los residentes y de los jóvenes especialistas en cirugía vascular. Tema este intensamente debatido en la Comisión Nacional de la Especialidad.

Los cirujanos vasculares, que antes ocupaban su tiempo en la realización y perfeccionamiento del bypass arterial, ahora aprenden el manejo de un instrumental puramente radiológico, sondas, guías, introductores, prolongadores etc. El cirujano ha tenido que hacerse radiólogo para navegar por el interior del árbol arterial.

Pero en algunos casos, el radiólogo que antes disfrutaba con su misión diagnóstica ahora se convierte en terapéuta y en su navegar por el interior de las arterias, puede dilatar, colocar *stents*, ocluir vasos, desplegar endoprótesis y tratar aneurismas o incluso disecciones de aorta.

Qué le decimos a un licenciado en medicina que desea orientación vascular en su elección de MIR, debe hacerse radiólogo intervencionista y por lo tanto desarrollar la especialidad de radiodiagnóstico o debe hacerse angiólogo y cirujano vascular y desarrollar la mitad de su tiempo quirúrgico bajo la escopia de un arco radiológico en quirófano.

No es frecuente en actos como estos, hablar de aspectos económicos de un tratamiento médico, tal vez la socialización, generalización y gratuidad de nuestra sanidad, no nos hacía preocuparnos de este aspecto, pero esto no ocurre en el resto de Europa; una Europa que está a punto de intervenirnos.

El tratamiento quirúrgico de un bypass es claramente menos costoso que el tratamiento endovascular, incluyendo los periodos postoperatorios en ambos procesos, y utilizando materiales convencionales. Una prótesis bifurcada aortoiliaca, para el tratamiento quirúrgico de un aneurisma de aorta abdominal cuesta aproximadamente 1.800 €. Una endoprótesis para el tratamiento del mismo proceso aneurismático por vía endovascular tiene un coste de aproximadamente 6.000 €.

Puede nuestra sanidad permitirse el lujo de seguir permitiendo indicaciones terapéuticas alternativas, o debería exigir un acuerdo bajo un enfoque no solo clínico, también económico. Que creen que escogería el paciente si tuviera que ser él, el que asumiera la decisión terapéutica de su prótesis.

Pero no es mi intención dejarles a ustedes con la sensación de duda terapéutica, en procesos tan vitales como la revascularización arterial, más allá de lo que Marañón consideraba estimulante. Los cirujanos vasculares, volverán a encontrarse con la cirugía del bypass, en un futuro próximo merced a la denominada *cirugía híbrida*.

Una cirugía que combina actuaciones quirúrgicas y actuaciones endovasculares, como ocurre en el tratamiento combinado en los aneurismas localizados a nivel toracoabdominal, con afectación de arterias viscerales, lo que conlleva un tratamiento endovascular de exclusión mediante una endoprótesis y una revascularización quirúrgica de las ramas viscerales. O también la necesidad de fijar adecuadamente una endoprótesis a nivel del cayado aórtico, realizando previamente una cirugía de revascularización extranatómicos de los troncos supraaórticos.

Parece que en este momento el péndulo está en el lado endovascular, los que hemos estado en el lado quirúrgico hemos disfrutado y también hemos sufrido con la técnica quirúrgica del bypass, *los ciclos son así*, pero mi aventura quirúrgica en los últimos treinta años me ha unido muy estrechamente a esta técnica quirúrgica que sigo actualmente prac-

ticando. Esto me obligaba desde un punto de vista moral y ético a su más encendida defensa, sin olvidar nunca que nuestra obligación científica es la de conocer y aplicar al paciente la mejor técnica para prolongar y mejorar su calidad de vida.

Muchas gracias.

## 8 Bibliografía

1. FRIEDMAN, S. G. (2005). *A history of Vascular Surgery*. 2<sup>a</sup>. ed. Págs. 17-18. Blaukwell Publissing, Massachussets, USA.
2. CARREL, A. (1902). La technique operatoire des anastomoses vasculaires et la trasplantation de visceres. *Lyon Med.*, 98 : 88.
3. CARREL, A. (1910). Resultats eloignes de la trasplantation des veines sur les arteres. *Rev. Chir.*, XVI : 987.
4. CARREL, A. (1912). The preservation of tissues and its applications in surgery. *JAMA*, 59 : 523.
5. CARREL, A.; GUTHRIE, C. C. The trasplantation of veins and organs. *Ann. Med.* 1905, 10 : 1101.
6. VAQUERO, C.; CARREL, A. (2010). Discurso Real Academia de Medicina de Valladolid, Octubre.
7. BOUCHET, A. (1994). Les pionniers Lyonnais de la Chirurgie Vasculaire: M. Jaboulay, A. Carrel, E. Villard, R. Leriche. *Hist. Sci. Med.*, 28 : 223.
8. JARRETT, F. (1979). René Leriche (1879-1955) Father of vascular surgery. *Surgery*, 86 : 736.
9. LERICHE, R. (1917). De la sympathectomie peri-arterielle et de ses resultants. *Press Med.*, 25 : 513.
10. LERICHE, R. (1923). Les obliterations arterielles hautes (obliteration de la terminaison de l'aorte) comme cause des insuffisances circulatoires des memebres inferieurs. *Bull. Med. Soc. Chir. (Paris)*, 49 : 1404.
11. LERICHE, R. (1925). Consideration sur certaines types d'arterites oblitterantes, sur la claudicaction intermittente bilateral et sur le traitement precoce de certaines lesions arterielles. *Lyon Chir.*, 22 : 521.
12. LERICHE, R. (1940). De la reseción du carrefour aorto-iliaque avec doublé sympathectomie lombaire pour thrombose aortique. Le síndrome de l'obliteration termino-aortique par arterite. *Press Med.*, 48 : 1.

13. WERTHEIMER, P. (1956). L'oeuvre de René Leriche. *Lyon Chir.*, 52 : 21.
14. FEEMAN, N. E.; LEEDS F. H. (1952). Operations of large arteries. Application of recent advances. *Calif. Med.*, 77 : 229.
15. VETO, R. M. (1962). The treatment of unilateral iliac artery obstruction with a transabdominal subcutaneous femoro femoral graft. *Surgery*, 52 : 342.
16. BLAISDELL, F. W.; HALL, A. D. (1963). Axillary femoral artery bypass for lower extremity ischemia. *Surgery* 54 : 563.
17. SAUVAGE, R. L.; WOOD, S. J. (1966). Unilateral axillary bilateral femoral bifurcation graft. A procedure for the poor risk patient with aorto iliac disease. *Surgery*, 60 : 573.
18. PARODI, J. C.; PALMAZ, J. C.; BARONE, H.D. (1991) Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysm. *Ann. Vasc. Surg.*, 5 : 491.
19. DOTTER, C. T.; JUDKINGS, M. P. (1964). Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. Description of a new technic and a preliminary reports of its application. *Circulation*, 30 : 654.
20. TASC (Trans-Atlantic Inter-Society Consensus). (1997). Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischaemia: revised version. *J. Vasc. Surg.*, 26 : 517-38.
21. TASC (Trans-Atlantic Inter-Society Consensus). (2000). Management of peripheral arterial disease (PAD). *Int. Angiol.*, 19 (Suppl. 1) : 1-304.
22. TASC (Trans-Atlantic Inter-Society Consensus). (2000). Management of peripheral arterial disease (PAD). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 19 (Suppl A) : S1-S250.
23. TASC (Trans-Atlantic Inter-Society Consensus). (2000). Management of Peripheral Arterial Disease (PAD). *J. Vasc. Surg.*, 31 (1 part 2) : S1-S287.
24. TASC II (Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease) (2007). L. Norgren, 1\* W.R. Hiatt, 2\* J.A. Dormandy, M.R. Nehler, K.A. Harris and F.G.R. Fowkes on behalf of the TASC II Working Group. 1. Department of Surgery, University Hospital, Örebro, Sweden. 2. University of Colorado School of Medicine and Colorado Prevention Center, Denver, USA. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 33, S1-S70.
25. BHATT, D.; STEG, P.; OHMAN, E.; HIRSCH, A.; IKEDA, Y.; MAS, J. *et al.* (2006). International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *JAMA*, 295 : 180-189.

26. DE BACKER, G.; AMBROSIONI, E.; BORCH-JOHNSEN, K.; BROTONS, C.; CIFKOVA, R.; DALLONGEVILLE, J. *et al.* (2004). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Third Joint Task Force of European and other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). *Atherosclerosis*, 173 (2) : 381-391.
27. SCHILLINGER, M.; EXNER, M.; MLEKUSCH, W.; RUMPOLD, H.; AHMADI, R.; SABETI, S. *et al.* (2002). Vascular inflammation and percutaneous transluminalangioplasty of the femoropopliteal artery: association with restenosis. *Radiology*, 225 (1) : 21-26.
28. SCHILLINGER, M.; SABETI, S.; LOEWE, C.; DICK P.; AMIGHI J.; MLEKUSCH, W. *et al.* (2006). Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery. *N. Engl. J. Med.*, 354 (18) : 1879-1888.
29. ADAM, D. J.; BEARD, J. D.; CLEVELAND, T.; BELL, J.; BRADBURY, A. W.; FORBES, J. F. *et al.* (2005). Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*, 366 (9501) : 1925-1934.
30. CONTE, M.; BELKIN, M.; UPCHURCH, G.; MANNICK, J.; WHITTEMORE, A.; DONALDSON, M. (2001). Impact of increasing comorbidity on infringuinal reconstruction: a 20 years perspective. *Ann Surg*, 233 : 445-452.
31. CYMBERKNOP, L. J.; PESSANA, F. M.; ARMENTANO, R. L.; FURFARO, A. Análisis del comportamiento del flujo sanguíneo en arterias musculares: comparación funcional de modelos específicos. Resumen Tesis Doctoral. Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Universidad de Favaloro. E-mail: [ljcymber@yahoo.com.ar](mailto:ljcymber@yahoo.com.ar)
32. MIKUCKI S. A.; GREISLER H. P. (1999). Understanding and manipulating the biological response to vascular implants. *Sem. Vasc. Surg.*, 12 : 18-26.
33. SIMS, F.H.; GAVIN, J. B.; VANDERWEE, M. A. (1989). The intima of human coronary arteries. *Am. Heart. J.*, 118 : 32-38.
34. BELLON, J. M.; BUJAN, J.; HERNANDO, A. G. *et al.* (1994) Arterial autografts Role og and PTFE vascular microprosthesis. Similarities in the healing process. *Eur. J. Vasc. Surg.*, 8 : 694-702.
35. BUJAN, V. J.; BELLON CANEIRO, J. M. (2006). *Mecanismos fisiopatológicos de las estenosis y oclusiones postquirúrgicas (injertos arteriales, venosos y protésicos), en reintervenciones en el sector femoropoplíteo y distal.* Ed. Uriach, Barcelona. pp. 17-35.

36. MATEO, R. B.; O'HARA, P. L.; HERTZER, N.R. (1999). Elective surgical treatment of symptomatic chronic mesenteric occlusive disease: early result and late outcomes. *J. Vasc. Surg.*, 29, 821.
37. HANSEN, K. J.; STARR, S. M. (1992). Contemporary surgical management of renovascular disease. *J. Vasc. Surg.*, 16 : 319.
38. EASTCOTT, H. H. G.; PICKERING, G. W.; ROB C. G. (1954). Reconstruccion of internal carotid artery in a patient with intermittent attacks of hemiplegic. *Lancet*, 13 : 994-996.
39. DE VRIES, S. O.; HUNICK, M. G. M. (1997). Results of aortic bifurcation grafts for aortoiliac occlusive disease. A Meta-Analysis. *J. Vas. Surg.*, 26 : 558-569.
40. ASCHER, E.; VEITH, F. J. (2004). *Extra-Anatomic Bypasses*. Eds. Vascular Surgery Haimovici 5ª ed. Blackwell Publising. Massachussetts, pp. 625-636.
41. SERRANO HERNANDO, J. (2001). *Revascularización en la enfermedad oclusiva femoropoplítea con bypass de vena safena in situ. Análisis de sus resultados a largo plazo*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
42. JOHNSON, W. C.; LEE, K. K. (2000). A comparative evaluation of polytetrafluoroethylene, and saphenous vein bypass grafts for femoral-popliteal above-knee revascularization: a prospective randomized. Department of Veterans Affairs cooperative study. *J. Vasc. Surg.*, 32 (2) : 268-277; in TASC II (Inter-Society Consensus on Peripheral Arterial Disease) S69 *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.*, 33, Supplement.
43. ZARAGOZA GARCIA, J.; PLAZA, A.; BLANES MOMPO, I. *et al.* (2004). Bypass distales a arterias perimaleolares en isquemia crítica de las extremidades inferiores. *Angiologia*, 56 : 355-364
44. MALEK, A. M.; ALPER, S. I.; IZUMO S. (1999). Hemodynamic shear stress and its role in atherosclerosis. *JAMA*, 282 : 2035-2042.
45. THUBRIKAR, M. J.; ROBICSEK, F. (1995) Pressure-induced arterial wall stress and atherosclerosis. *Ann. Thorac. Surg.*, 59 : 1594-1603.
46. MILNOR, W. R. (1972). Pulsatile Blood Flow. *N. Engl. J. Med.*, 287 : 27-34.
47. D'ANCONA, G.; KARAMANOUKIAN, H.; RICCI, M.; SALERNO, T.; BERGLAND, J. (2004). *Intaroperative graft patency verification in cardiac and vascular surgery*. Ed. Futura Publishing Co. Armonk, NY.
48. BUJAN VARELA, J.; BELLON CANEIRO, J. M. (1999). *Mecanismos fisiopatológicos de la estenosis y oclusiones postquirúrgicas*. Uriach Ed. Barcelona, pp. 15-23.

49. GARCIA SANCHO, M. *et al.* (1998). Evolución de los materiales de sutura. En: E. Martínez Rodríguez, *Biomateriales en cirugía*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo. pp. 33-68.
50. RODRIGUEZ MONTES, J. A. (2004). Tipos y componentes del material de sutura. En: *Materiales de sutura en cirugía*. Ed. Scientific Communication Management B. Braun, pp. 91-117.
51. LOZANO SANCHEZ F. (1995). Consideraciones sobre la cirugía limpia. *Cir. Esp.* 57 : 191-192.
52. COURBIER, R.; FERDANI, M. J.; AUSSERAN, J. M.; BERGERON, P.; REGGI, M. (1992). The role of omentopexy in the prevention of the femoral anastomotic aneurysm. *J. Cardiovasc. Surg.* 33 : 149-153.
53. VAQUERO, C. (2009). *Cirugía endovascular de las arterias distales de las extremidades inferiores*. Valladolid.



**DISCURSO DE CONTESTACIÓN**

DEL ACADÉMICO NUMERARIO

ILMO. SR. DR.

**D. Francisco Gomar Sancho**



EXCMO. SR. PRESIDENTE DE LA REAL ACADEMIA DE MEDICINA,  
EXCMOS. E ILMOS. SRS. ACADÉMICOS,  
SEÑORAS Y SEÑORES:

SIN DUDA, el acto más importante que periódicamente celebra esta Real Academia es el ingreso de un académico electo. Siempre es para todos nosotros una alegría la incorporación de un nuevo académico, como lo es el Dr. Carlos Carbonell Cantí, profesor numerario de la Universidad de Valencia, pero en ese caso la alegría es doble, pues se incorpora también a la Academia una nueva especialidad médico-quirúrgica, la Angiología y Cirugía Vascolar.

Por deferencia de nuestro Presidente me ha correspondido leer el discurso de contestación. Puede resultar extraño que sea yo, siendo mi especialidad médico-quirúrgica tan distinta al del nuevo académico, pero puedo asegurarles que hay motivos más que suficientes y que me siento profundamente agradecido y honrado por esta designación. Un primer motivo es la amistad que me une al profesor Carbonell, heredada en gran parte, como el recordó, por la gran amistad y respeto mutuo que tuvieron nuestros padres.

Un segundo motivo, el más importante, es poder saldar parte de mi deuda con el profesor Carlos Carbonell Antolí, uno de los maestros que mayor huella dejaron en mi formación como cirujano. Cuando inicié mi residencia de Traumatología y Cirugía Ortopédica en el Hospital Clínico de Valencia, las normas establecían que debía realizar mi primer año de formación en el Servicio de Cirugía General dirigido por el profesor Carbonell, que entonces incluía todas las especialidades quirúrgicas menos la mía y la neurocirugía.

Como en su día recordé en mi discurso de ingreso en esta Real Academia, la acogida que tuve de su parte fue realmente extraordinaria e inolvidable; hombre de carácter entrañable me dio toda clase de facilidades para iniciarme en la cirugía, pero sobretodo me enseñó verdadero sentido de la cirugía. Sus actos quirúrgicos estaban siempre presididos por una mentalidad fisiopatológica, el «por qué» y el «cuándo» eran

tan importantes como la propia técnica, así como el estudio previo del paciente y el postoperatorio. Decía en aquél discurso que con él me aprendí a ser médico antes que cirujano. Tan cómodo estaba en su Servicio que la estancia prevista para un año se alargó hasta dos años y medio. Además, hoy tengo que confesar que estuve a punto de cambiar mi vocación de traumatólogo a cirujano vascular.

Como comprenderán esta es una tercera razón para estar hoy feliz contestando el discurso de ingreso del profesor Carlos Carbonell Cantí. La cirugía vascular no fue para mí sólo una simple atracción, sino que conseguí una aceptable casuística clínica, lógicamente dentro de los límites que se le permitía a un residente avanzado. Realicé en el último año de ese periodo formativo más de 100 fistulas arteriovenosas y resolución de sus complicaciones, en pacientes sometidos a hemodiálisis, y luego, ya en el Servicio de Traumatología, hasta que obtuve la Cátedra de Sevilla, estuve tratando todas las complicaciones vasculares de las fracturas con técnicas de bypass, tanto en troncos arteriales como en gruesos troncos venosos de los miembros inferiores.

Justificada y agradecida mi elección paso a destacar los méritos de quien es hoy el protagonista.

El profesor Carlos Carbonell Cantí, finalizó su licenciatura en Medicina y Cirugía en 1971, de forma brillante, con un excelente expediente académico, el que destaca el Premio Peregrin Casanova de Anatomía y el Premio Extraordinario de Licenciatura.

Inmediatamente se incorporó a la Cátedra y Servicio Clínico del profesor Carbonell Antolí donde adquirió una amplia formación en cirugía general. Durante esa primera etapa de su formación quirúrgica, en el Servicio del profesor Carbonell Antolí había un interés creciente en la cirugía cardiovascular tanto a nivel clínico como experimental. Gran parte de la actividad quirúrgica que D. Carlos Carbonell y del profesor Gomez Ferrer estaba dedicada a la cirugía vascular. El entusiasmo que sobre ella había en esos años contagiaba a los jóvenes cirujanos en formación; como mencioné anteriormente yo fui uno de ellos y a punto estuve de dedicarme a ella renunciado a la traumatología.

No es de extrañar que en ese ambiente clínico y científico el profesor Carbonell Cantí orientase su vocación a la cirugía cardiovascular y decidiese ampliar su formación en esta área quirúrgica para finalmente centrarse en la angiología y cirugía vascular, donde ha alcanzado las mayores cotas profesionales con una ingente labor clínica y científica, que hoy se le reconoce con su ingreso en la Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana.

Completó su formación durante el periodo 1975-1976 en calidad de Senior House Officer, en el Walsgrave General Hospital de Coventry, Inglaterra en el Servicio de Cirugía Torácica que dirigía Mr. Roger Abbey-Smith prestigioso cirujano torácico del Reino Unido.

Posteriormente, a su vuelta a Valencia se encargó de la puesta en funcionamiento de la entonces sección de Cirugía Cardiovascular dentro de la Cátedra de Cirugía que dirigía el profesor Carbonell Antolí. Sembró así el germen del actual Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Clínico.

Gracias a su labor se implementó la cirugía arterial directa desarrollando valiosos protocolos para el tratamiento de la isquemia crónica de las extremidades, la isquemia carotídea y el tratamiento de los aneurismas de la aorta abdominal.

El profesor Carbonell fue impulsor directo de la puesta en funcionamiento del primer laboratorio vascular que permitió el estudio no invasivo mediante Doppler arterial y venoso. Dicho laboratorio fue un referente nacional en el estudio de la permeabilidad de los by-pases aortofemorales demostrando la importancia funcional de la arteria femoral profunda como vía principal de irrigación de la extremidad inferior.

El desarrollo de la cirugía vascular permitió el crecimiento paralelo de otras especialidades como la radiología vascular intervencionista y junto con el Dr. Almenar del Poyo fue pionero en la realización de las primeras arteriografías y angioplastias en la Comunidad Valenciana. Hoy en día la radiología vascular intervencionista del Hospital Clínico de Valencia, es referente a nivel nacional y todo ello gracias a los cimientos puestos por el equipo del Dr. Carbonell.

Posteriormente surgió la necesidad de potenciar la cirugía cardíaca en el Hospital Clínico de Valencia. Para ello el Dr. Carbonell se trasladó al centro Jules Cantini de Marsella, Francia, donde trabajó durante 22 meses con los profesores Jean Houel y Claude Malmejac. Fue a principios de la década de los 80, cuando comenzaba el desarrollo universal de la cirugía coronaria.

A su vuelta a Valencia, su labor fundamental era la creación de un equipo que pusiera en marcha el gran reto de la cirugía cardíaca a corazón abierto en el Hospital Clínico. En este sentido fueron fundamentales algunas de las características del Dr. Carbonell, tales como la gran calidad humana y un enorme sentido de la generosidad.

Así se formaron, cirujanos, enfermeras, perfusionistas y anestesisistas, encabezados por los anestesiólogos profesor Chuliá y el Dr. Barberá. Entre todos consiguieron hacer la primera cirugía cardíaca bajo circu-

lación extracorpórea en el Hospital Clínico de Valencia en junio de 1982. Se cumplía así una de las mayores aspiraciones del profesor Carbonell Antolí.

La labor realizada permitió, además, el desarrollo de áreas médicas que hoy nos parecen cotidianas e imprescindibles tales como la ecocardiografía y la cardiología intervencionista. La introducción de la cirugía cardiaca en el Hospital Clínico, permitió que este centro fuera pionero en la realización de angioplastias coronarias en Valencia, esta vez de la mano del Dr. Luis Insa.

El Dr. Carbonell ha sido el mentor de la formación de numerosos especialistas no solo en el Hospital Clínico de Valencia, pues gracias a su entusiasmo y espíritu universitario se formaron como especialistas en diversos hospitales españoles estudiantes formados en nuestra Facultad de Medicina, a los que fue capaz de despertar su vocación en su especialidad.

Con la llegada de los nuevos tiempos el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Clínico, se estructuró en dos secciones una de Cirugía Cardiaca y otra de Cirugía Vasculat. El Dr. Carbonell circunscribió su labor asistencial a la angiología y cirugía vascular y de nuevo gracias a su capacidad de crear equipos, desarrolló una parte fundamental hoy en día en nuestro sistema sanitario como es la cirugía mayor ambulatoria y de corta estancia, en este caso, vascular, en el Hospital de la Malvarrosa.

Es actualmente un referente en su especialidad médico-quirúrgica, por lo que ha sido presidente de la Sociedad de Angiología y Cirugía Vasculat de la Comunidad Valenciana y es vocal electo de la Comisión Nacional de dicha especialidad.

Puesto que mi ejercicio profesional se ha desarrollado en otra especialidad quirúrgica no he tenido la ventura de compartir con él tan fructífera experiencia médico-quirúrgica, ni siquiera en los años que estuve en el Servicio del profesor Carbonell Antolí, puesto que coincidieron con sus años de formación en centros extranjeros. Sin embargo, sí que he tenido la oportunidad de compartir su otra faceta de su actividad profesional, la actividad universitaria. Desde que terminamos nuestra licenciatura ambos, por tradición familiar y por supuesto por vocación, no dedicamos a la docencia e investigación en la Universidad de Valencia. El profesor Carbonell Cantí hizo la tesis doctoral en 1976 y fue Profesor titular de Cirugía en 1979, yo hice lo mismo pero ambas cosas tres años después que él, exactamente la diferencia de edad que tenemos. Parecía que nos hubiesen instalado el mismo programa vital aunque

con distinta cronología. En los primeros años la convivencia universitaria estaba limitada por pertenecer a cátedras de cirugía distintas, pero en 1988 cuando regresé de Sevilla, ya estaba madura una nueva estructura docente universitaria en la que las cátedras perdían protagonismo y la docencia e investigación se concentraban en áreas de conocimiento dentro de los departamentos docentes. A partir de entonces la relación ha sido estrecha y en unas fases como simple compañero y en otras como Director del Departamento de Cirugía, he podido comprobar su amor a la Universidad, su extraordinarias cualidades docentes y su dedicación tanto a la docencia como a la investigación. Desde hace muchos años es el responsable de la docencia de su especialidad, Angiología y Cirugía Vascul ar en la licenciatura, hoy grado, y ha desarrollado una intensa actividad en la formación de postgrado, todo ello acompañado de una valiosa producción científica.

Ha dirigido 17 cursos de doctorado en la Universidad de Valencia sobre avances en Cirugía Torácica y cardiovascular. Ha sido director de numerosas tesis doctorales que obtuvieron la máxima calificación. Es autor de 67 trabajos científicos publicados en revistas de ámbito nacional e internacional, además de varios capítulos de libros y numerosas comunicaciones y ponencias en congresos nacionales e internacionales.

Durante esta dilatada trayectoria profesional ha demostrado numerosas cualidades, pero si yo tuviese que destacar algunas serían, sin menospreciar otras muchas que tiene, su gran capacidad de trabajo, su amor a la medicina y sobre todo su calidad humana. En esta última destaca su sentido de la amistad.

Es tradicional que el nuevo académico, en su discurso de entrada a la Real Academia, haga público su reconocimiento de todos aquellos que han contribuido a su formación y a alcanzar sus éxitos profesionales y científicos que la Academia le reconoce con su elección. Sin embargo, el profesor Carbonell ha querido ir más allá y su agradecimiento lo ha hecho extensivo a su grupo de inseparables amigos, «las ardillas verdes». Es evidente que el concepto de amistad lo sitúa en el primer nivel de su escala de valores.

## **Comentarios al discurso**

El profesor Carbonell, en su discurso sobre le bypass vascular, ha hecho un completo análisis del desarrollo histórico de esta cirugía y nos ha mostrado todos los secretos del bypass, sus objetivos, su téc-

nica y sus resultados, con un profundo conocimiento científico y desde la perspectiva de su gran experiencia quirúrgica con más de 6.000 intervenciones.

Es extraordinario que una técnica tan joven como el profesor Carbonell Cantí, haya alcanzado tan gran difusión y tan alto grado de eficacia.

Históricamente la cirugía vascular fue introduciéndose en los servicios de cirugía general por cirujanos avanzados. Las endarterectomías, bypasses de las arterias periféricas y las complejas cirugías de los aneurismas, fueron incorporándose al quehacer quirúrgico de estos servicios. Los éxitos de esta primera cirugía, unido a las grandes perspectivas de desarrollo que tenía, hizo que algunos se dedicasen casi exclusivamente a ella y naciera así una nueva especialidad.

España fue una de las pioneras en reconocer esta especialidad médico-quirúrgica y ya en 1978, se creó la especialidad inicialmente denominada 'Cirugía Vascular Periférica' (Angiología). Era evidente que este término no recogía una parte de su cirugía que realmente no es periférica como la aorta torácica y abdominal y los troncos carotídeos por lo que la denominación cambiaría a Angiología y Cirugía Vascular.

El espaldarazo final lo recibió esta especialidad cuando se incluyó dentro del sistema MIR con un programa propio de formación. Hoy existen en España 38 Servicios Docentes.

Hoy, la Real Academia de Medicina de la Comunidad Valenciana reconoce la importancia de esta especialidad y la incorpora en uno de sus sillones, designando para ello a quien hasta ahora era académico correspondiente, el profesor Carbonell.

Gracias a la especialización se ha conseguido en los últimos 30 años un rápido avance de las técnicas de revascularización quirúrgica arterial. Aun recuerdo el primer curso de postgrado que realicé recién licenciado, en uno de los servicios pioneros de cirugía vascular dirigido por el Dr. Barraquer, desgraciadamente fallecido a muy temprana edad, que se había formado en la Escuela de Angiología del Dr. Martorell. Entonces la endoarterectomía era una técnica vigente que competía con el bypass que casi siempre se realizaba utilizando vena safena, las prótesis ya se usaban para los bypasses desde aorta, pero eran esas primeras prótesis no tratadas con gelatina y colágeno como las actuales, con los problemas de sangrado que ya ha expuesto el Profesor Carbonell. Los bypasses que se realizaban se circunscribía al territorio de la aorta terminal hasta la poplítea proximal donde quedaba establecido el límite distal; así pacientes con graves isquemias de tipo IV con buenos pulsos femorales o con pulso poplíteo se consideraban no aptos para esta



cirugía, por los malos resultados del bypass distal y terminaban en amputación.

El desarrollo, tanto de los medios de exploración, como de la técnica quirúrgica y de las nuevas prótesis arteriales fue rompiendo las barreras de esta cirugía. Niveles de obstrucción por debajo de la poplítea hoy se resuelven con bypasses hasta el pie y se salvan miembros con isquemias avanzadas con focos de necrosis distales, con un claro beneficio para los pacientes diabéticos, antes condenados gran número de ellos a la amputación. Como hemos oído, hoy es posible revascularizar una arteria desde cualquier localización: se lleva el flujo sanguíneo desde la aorta a los miembros, desde un miembro inferior al otro, o desde un miembro superior a un miembro inferior, con una tasa de permeabilidad que supera el 75% a los 10 años en la mayoría de casos. Además no es necesario que respetemos el trayecto anatómico del vaso, si hay problemas locales o queremos minimizar la agresión quirúrgica tisular podemos hacerlo con un recorrido anatómico distinto, el llamado bypass extraanatómico tal como nos ha explicado el profesor Carbonell. Por si fuera poco, la cirugía mínimamente invasiva, con pequeñas incisiones, que ha irrumpido en los últimos años toda la cirugía, permite hoy intervenciones vasculares mucho menos agresivas, sin mayores dificultades técnicas y sin peores resultados. Incluso algunos se han atrevido a actuar sobre la aorta con cirugía laparoscópica. También la cirugía robótica empieza a ser una realidad en esta especialidad como en otras muchas.

Es de esperar que en el futuro los resultados mejoren aún más con las nuevas investigaciones dirigidas a desarrollar nuevos injertos que queden «sembrados» con células madre para que recubran la parte interior haciéndola mas fisiológica y por tanto con mejor función a largo plazo. También se trabaja en superficies más lisas que permitan un mejor flujo incluso en calibres pequeños y en prótesis que liberen fármacos que aumenten su permeabilidad.

Sin duda la estrella del desarrollo de la cirugía vascular es el bypass coronario, uno de los avances más importantes que la cirugía ha tenido desde que René Favaloro, en el año 1968 trabajando en la Cleveland Clinic, aplicó el concepto vascular del bypass o pontaje, en la revascularización de las arterias coronarias.

Con humildad que le caracteriza el profesor Carbonell ha dicho al analizar los objetivos del bypass que lo único que consigue es revascularizar, que la arterioesclerosis no se cura. Tampoco se cura la artrosis, ni otras muchas enfermedades y sobre todo no se cura la vejez, pero

afortunadamente la cirugía salva la vida resolviendo sus complicaciones y en todo caso contribuye a la salud del paciente. No debemos olvidar que hoy no se define la salud como ausencia de enfermedad, como hacía antaño, hoy la salud es la situación del bienestar físico y espiritual independiente de los hallazgos anatomopatológicos y este es nuestro objetivo. Lo importante no es la ausencia de enfermedad sino que nos sintamos sanos; en cualquier caso no estamos nadie sanos, somos todos enfermos mal explorados.

La eficacia de la cirugía del bypass arterial es indiscutible, ha salvado numerosas vidas y ha devuelto al estado de salud en su verdadero concepto a muchos pacientes.

Sin embargo, los avances de la medicina han permitido que parte de estos problemas que obligatoriamente debían ser resueltos con una cirugía de derivación vascular, hoy puedan ser resueltos de forma más sencilla, me refiero a la cirugía endovascular.

En la década de 1960 apareció un nuevo enfoque para el tratamiento de las estenosis vasculares, en 1964 Dotter y Judkins realizaron la primera «angioplastia percutánea transluminal». En la década de 1970 se aplica la técnica a la cirugía cardiaca, concretamente Andreas Roland Grünztig en 1977 realiza la primera angioplastia coronaria. El avance fue extraordinario, se conseguía la dilatación de la zona estenosada mediante balón hinchable introducido con catéter, sin necesidad de cirugía abierta. Al principio sus resultados estaban ensombrecidos por una alta tasa de reestenosis, hasta el 50%, pero este problema se minimizó con la implantación intraluminal de unos sistemas metálicos que mantienen abierta la dilatación obtenida, los conocidos *stents*. Los primeros fueron aprobados a finales de los años 80, pero eran sistemas autoexpandibles con una elevada tasa de trombosis aguda. Pero a partir de 1994, apareció el *stent* montado sobre balón de mucho mejor resultado y la cirugía endovascular se generalizó.

Era lógico que un nuevo tratamiento quirúrgico que se puede realizar de forma percutánea, sin amplias incisiones ni prolongadas anestias y con mínima estancia hospitalaria, tuviera una amplia difusión y sea hoy el tratamiento de elección en muchos problemas de obstrucción arterial en prácticamente todas las localizaciones anatómicas. Si a ello añadimos que el desarrollo de los métodos diagnósticos permitirá diagnósticos cada vez más precoces, en los que la cirugía endovascular tiene claras ventajas, es evidente que el futuro de la cirugía vascular se encuentra íntimamente ligado a los tratamientos endovasculares.

Como decía el profesor Carbonell el bypass ha perdido la exclusividad en la cirugía de la estenosis arterial, pero lo que no ha perdido es el protagonismo. En primer lugar porque los casos más difíciles necesitarán ser resueltos con bypass, además de los fracasos y las posibles complicaciones de la cirugía endovascular. En segundo lugar porque el grado de revascularización que alcanza el bypass no solo es más alto sino que además hasta ahora se ha mostrado más duradero. Los criterios de la TASC, (*Tras Atlantic Society Consensus*) establecen claramente cómo hay unas indicaciones precisas del bypass frente a la cirugía endovascular y en muchas situaciones, tanto cirugía endovascular como bypass tienen el mismo peso. Las estenosis largas y las multifocales siguen siendo patrimonio de la cirugía del bypass.

Pero aún hay otra razón importante por la que el bypass no perderá protagonismo, el aspecto conceptual de esta cirugía.

No se puede pretender enfrentar dos tratamientos que son conceptos completamente distintos. La introducción del bypass en la cirugía vascular supuso un cambio radical en esta cirugía, se pasó del concepto de tratamiento local de la lesión, equivalente a la cirugía exéretica, a un concepto funcional que es la cirugía de revascularización. Lo que importa es preservar la integridad anatómica y la función de la parte distal olvidándonos de la lesión local. El diccionario de la Real Academia de la Lengua define el término de bypass como derivación, pero en el idioma popular, muchas veces más rico que el de la Real Academia, utiliza el término de *bypasear* en el sentido de saltar o evitar, que se ajusta más al objetivo del bypass, saltar la lesión para mantener la función vascular distal. Un concepto que se ha extendido a otras cirugías como por ejemplo la mía. Durante décadas hemos estado tratando quirúrgicamente las fracturas actuando sobre el foco fracturario buscando la reducción perfecta y el íntimo contacto entre los fragmentos, sometiénolos a una compresión interfragmentaria, para que a través del foco de fractura se transmitiera la carga. Hoy se prefieren las llamadas osteosíntesis puente, que son sistemas de fijación que, sin tocar el foco de fractura, se anclan firmemente en el extremo proximal y distal del hueso, saltando las cargas transmitidas al hueso la fractura y recuperando inmediatamente la función, aunque en este caso la lesión cura espontáneamente.

La cirugía endovascular en realidad supone una regresión en el concepto del tratamiento de las estenosis vasculares, es volver al concepto de tratamiento local. Por ello, independientemente de los beneficios importantísimos que supone la mínima agresión quirúrgica, desde el

punto de vista de eficacia el bypass sigue siendo el patrón oro, aunque en la práctica clínica quede reservado a las lesiones que no alcanza a resolver la cirugía endovascular o a sus fracasos.

No son tratamientos enfrentados sino tratamientos complementarios y son absurdas las luchas por el protagonismo en la cirugía endovascular entre cirujanos vasculares y radiólogos intervencionistas. Hay que reconocer el protagonismo que desde el principio tuvieron los radiólogos intervencionistas, así en la primera mitad de la década de los 80, la mayor parte de las intervenciones fueron practicadas por ellos. Pero tras la primera implantación de una prótesis por vía transfemoral para el tratamiento de un aneurisma aórtico que efectuó Parodi en 1991, los cirujanos vasculares empiezan a incorporarla a su práctica habitual.

Es cierto que un radiólogo intervencionista tiene mejores medios técnicos y mayor entrenamiento para realizarlas, pero no es menos cierto que una técnica no justifica una especialidad, la justifica una patología en su vertiente clínica, además de la terapéutica. Los especialistas en angiología y cirugía vascular son los que valoran clínicamente el paciente y los que controlan el resultado de las distintas terapias y son los que deben dirigir el proceso y sentar las indicaciones. En cirugía tiene más importancia establecer la indicación quirúrgica que ejecutarla.

Con frecuencia la resolución de un problema vascular requiere técnicas combinadas de cirugía endovascular y bypass y no hay que olvidar que la cirugía endovascular puede tener complicaciones que requieran de la actuación inmediata del cirujano. El radiólogo intervencionista no debe ser considerado como un competidor sino como un miembro más en un equipo quirúrgico de cirugía vascular, encargado de realizar las técnicas endovasculares más complejas. El cirujano vascular tiene y debe tener cada vez más protagonismo en la cirugía endovascular.

Los servicios de angiología y cirugía vascular actuales han incorporado la cirugía endovascular como parte importante de su arsenal terapéutico. El programa de formación actual en esta especialidad así lo contempla y los cirujanos más jóvenes dedican cada vez más tiempo a las técnicas endovasculares. Le preocupa al profesor Carbonell, como nos preocupa a los cirujanos «sénior», la formación en la cirugía abierta, que tiene, y seguirá teniendo, un lugar preferente para resolver muchas patologías, especialmente las más complejas que son las que precisamente requieren una mayor experiencia quirúrgica. El crecimiento de las técnicas percutáneas en detrimento de la cirugía abierta les da menos oportunidades de formación en estas últimas, por otro lado los cirujanos jóvenes se ven más atraídos por las técnicas percutáneas,

el cirujano vascular por las técnicas endovasculares, el cirujano digestivo por la laparoscopia y el cirujano ortopédico por la artroscopia, incluso algunos renuncian a técnicas complejas que consideran obsoletas. Los que tenemos cierta edad y cierta experiencia quirúrgica y dirigimos un servicio clínico, nos encontramos cada vez con más frecuencia con la necesidad de resolver complicaciones con la cirugía clásica que los cirujanos llamados modernos no son capaces, no por falta de habilidad, sino por falta de experiencia. Con frecuencia los jóvenes cirujanos se inician en las técnicas endoscópicas sin suficiente conocimiento de la anatomía quirúrgica que se debe aprender con la cirugía abierta, otros confían en exceso en la información visual que aportan estas técnicas y le conceden mayor rango clínico al hallazgo anatomopatológico que a la interpretación fisiopatológica y a veces actúan sobre ellos sin resolver el verdadero problema clínico; no es de extrañar que cirujanos clásicos identifiquen la cirugía mínimamente invasiva con una cirugía mínimamente resolutive. En cirugía para un buen resultado requiere una buena técnica quirúrgica, pero una buena técnica quirúrgica no garantiza un buen resultado sin una interpretación clínica adecuada.

La formación que hoy debe darse a un especialista en angiología y cirugía vascular los ha recogido muy bien el nuevo académico en su discurso, debe ser global, orientada a conocer la patología vascular con una visión fisiopatológica completa, la historia natural de la enfermedad vascular, los resultados de las distintas terapias, la nueva cirugía endovascular y, por supuesto, la cirugía de revascularización mediante bypass.

Finalizo reiterando mi bienvenida al profesor Carbonell. Es un honor para esta Real Academia recibirlo como nuevo académico, igual que debe ser para él un honor pertenecer a ella. Estoy seguro que su trabajo en su especialidad quirúrgica enriquecerá enormemente la labor científica de esta institución y su disposición para ello está fuera de toda duda.

He dicho.

