

## DESARROLLO Y DISEÑO DE UN STENT (SAQ) PARA EL TRATAMIENTO DE OBSTRUCCIONES ARTERIALES ATROSCLEROSAS CORONARIAS\*

Arturo Abundes Velasco,+ Germán Quintana Peña,\*\*\*\* José Navarro Robles,\*\* Alonso Autrey Caballero,\*\* Mario Vélez y Tello de Meneses,+ Mariano Ledesma Velasco,\*\* Cristina Piña,\*\*\* Raúl Reyes Ortiz,\*\*\* Víctor Bernal Dolores,++ Gela Pimentel Morales,+ Guillermo Valero Elizondo,\*\* Francisco Narváz Ovando,+++ Javier Farrell Campa,+ Rubén Argüero Sánchez.\*

## RESUMEN

En la práctica de la angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP), los problemas más importantes por resolver son la disección aguda, los resultados insatisfactorios y fundamentalmente el desarrollo de reestenosis; uno de los enfoques para resolver estas complicaciones ha sido el desarrollo de férulas endovasculares universalmente conocidas como stents (S). Esta tecnología es costosa para nuestro país, lo que estimuló el diseño y construcción de un S denominado SAQ que es motivo del estudio. Se presenta: La metodología del desarrollo, fabricación y resultados in vitro y en vivo del SAQ; los resultados ex vivo, obtenidos en arterias coronarias de cerdo y en corazón humano; los resultados de dos modelos en animales: aorta de conejo y arterias periféricas en perro. En este trabajo se demuestra que el SAQ es seguro y efectivo, con propiedades generales semejantes a los existentes en el mercado.

## SUMMARY

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A STENT (SAQ) FOR THE TREATMENT OF CORONARY ARTERY OBSTRUCTIONS

The practice of percutaneous transluminal coronary angioplasty has shown that the major complications are acute dissection as well as suboptimal results and restenosis. The effort to reduce these complications has led to create an intravascular device called Stent. The technology is complex and very expensive, for this reason we designed and made a new model of stent named SAQ. We introduce: The methodology of development, fabrication and modifications of a new intravascular device Stent SAQ. The results obtained in coronary arteries of ex vivo hearts of pigs and humans. The results in two model of animals, rabbit aorta and peripheral arteries in dogs. This investigation at this phase, shows satisfactory properties of SAQ which is secure and effective, with similar properties to the stents in use.

## RESUME

COMMENT ON A CONÇU UN NOUVEAU STENT CORONAIRE

La technologie de la préparation des stents coronaires est assez coûteuse pour notre pays. Ceci a encouragé le dessin et la construction d'un stent marqué SAQ, ce qui est l'objet de cet article. On présente ici: la méthodologie du développement, la fabrication et les résultats in vitro et in vivo du SAQ; les résultats ex vivo, obtenus dans les artères coronaires de cochons et dans le coeur humain; les résultats obtenus dans l'aorte de lapin et dans les artères

\* Trabajo que obtuvo el premio "Dr. Ignacio Chávez", en el XX Congreso Nacional de Cardiología, Sociedad Mexicana de Cardiología, celebrado en Mérida, Yucatán, del 1 al 5 de noviembre de 1997.

Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. México, D.F.

\* Director.

\*\* Jefe de Servicio.

\*\*\* Departamento de Materiales Metálicos y Cerámica, Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

\*\*\*\* Técnico en manejo de metales.

+ Médico adscrito.

++ Residente de segundo año de la especialidad de Cardiología.

+++ Pasante de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Recepción: 6 de marzo de 1998.

Aceptado: 7 de abril de 1998.

*périphériques du chien. Ces résultats montrent que le SAQ est sûr et efficace, étant issu de caractéristiques générales semblables à celles des stents qu'on trouve en commerce.*

**Palabras clave:** Desarrollo de un nuevo stent. Stent SAQ. Angioplastia coronaria transluminal percutánea.  
**Key words:** Development of a new stent. Stent SAQ. Percutaneous transluminal coronary angioplasty.

## INTRODUCCIÓN

La angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP) se desarrolló en forma muy importante a partir de los años setenta,<sup>1</sup> sus beneficios y aplicaciones están ahora claramente definidos y su mecanismo de acción se basa en la compresión de la placa ateromatosa secundaria a la expansión de un catéter con balón de angioplastia (BA).<sup>2-4</sup> Los problemas fundamentales a los que se ha enfrentado esta tecnología han sido las complicaciones agudas, los resultados subóptimos y el desarrollo de reestenosis que varía entre 30 a 50 por ciento.

El empleo y desarrollo de las férulas endovasculares conocidas mundialmente como stents tanto en arterias coronarias como periféricas, es una práctica cada día más frecuente que ha mostrado ventajas adicionales a la ACTP. Cuando se implanta un S montado sobre un BA, al expandirlo dentro de la luz vascular en las obstrucciones aterosclerosas, produce un mayor aumento del área de sección transversal arterial comparado con la ACTP aislada. Sus indicaciones inicialmente se limitaban al tratamiento de lesiones reestenóticas postangioplastia coronaria así como para el tratamiento de sus complicaciones como oclusión aguda, disección y en resultados subóptimos;<sup>5,6</sup> en los últimos años se ha demostrado en grandes series, que en lesiones aterosclerosas no tratadas previamente con ACTP se reduce la incidencia de reestenosis a cifras cercanas a 10 por ciento, dependiendo fundamentalmente de las características de las lesiones.<sup>7-9</sup> Continúan los progresos en el diseño y fabricación de estos dispositivos, así como las investigaciones clínicas de S con heparina, radioactivos, o con liberación de fármacos, con la intención de disminuir la incidencia de reestenosis.

No se cuenta hasta el momento con ningún tipo de S de manufactura mexicana; los disponibles son de importación lo que implica una enorme erogación económica a las instituciones y por ende a nuestro país, ya que el costo actual del material para realizar ACTP convencional es de aproximadamente 1,500 dólares norteamericanos, duplicándose a 3,000 ó más dólares en caso de requerir el empleo de S.

Las limitaciones de índole económica en nuestro país hacen muy difícil la aplicación de esta nueva técnica. Esto estimuló el diseño y fabricación de una férula endovascular a la que denominamos: STENT

A-Q (SAQ) y cuyo costo será sensiblemente menor.<sup>10</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las propiedades del SAQ tanto *in vitro* como en vivo se calificaron, para los propósitos de este trabajo, de la siguiente manera: MUY BUENA (si cumplía 95-100 por ciento de las pruebas efectuadas), BUENA (entre 80-95 por ciento), REGULAR (60-80 por ciento) y MALA (si en menos de 60 por ciento cumplía con las pruebas).

*Fabricación y diseño del Stent.* Iniciamos la fabricación del SAQ en mayo de 1995. En las pruebas iniciales utilizamos alambre de acero inoxidable de 0.10" de calidad médica, lo que dió como resultado que los primeros prototipos fueran rígidos y de alto perfil, pero expandían bien con BA periférica convencionales.

El SAQ para aplicación intracoronaria está fabricado con acero inoxidable 316L de calidad médica con diámetro de 0.06 de pulgada. Para su manufactura se utiliza un molde o plantilla, en donde el alambre es tejido para formar la estructura inicial del SAQ, la cual es doblada y cerrada mediante implementos técnicos apropiados sobre un eje metálico hasta lograr un perfil adecuado para ser montado y adherido a un balón de angioplastia. Los diámetros finales de expansión del SAQ son del orden de: 2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 mm, en cuanto a la longitud son de 12 y 17 mm (*Figura 1*).

Para el estudio de este dispositivo establecimos cuatro fases de investigación, las tres iniciales las realizamos en forma consecutiva y son las que se presentan en este trabajo.

### Primera fase: estudio "In vitro"

En esta fase evaluamos 300 SAQ con respecto a sus propiedades físicas y su comportamiento durante la expansión, para este fin analizamos lo siguiente:

- Firmeza de adherencia al BA colapsado.
- Capacidad de expansión a los diámetros del BA elegido (2.5, 3.0, 3.5 y 4.0 mm).
- Retroceso elástico posterior a su expansión cuantificada mediante un vernier (nomio), para ello se midió el diámetro final del SAQ con

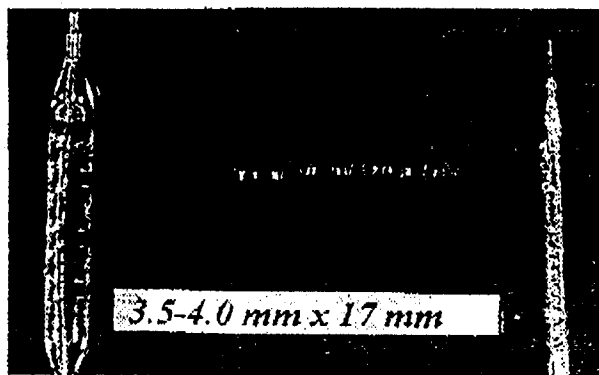


FIG. 1: Se muestra la férula endovascular (stent) SAQ montado en un catéter de balón de angioplastia, colapsado (derecha) e insuflado (izquierda), al centro un SAQ desmontado sin expandir.

el BA expandido a 10 atmósferas de presión y se comparó con la medición del SAQ con el BA colapsado.

- d) Las atmósferas mínimas de inflado del BA, para obtener la expansión total del SAQ fueron cuantificadas mediante el manómetro de insuflado del BA y un vernier.
- e) La facilidad de traslado a través del catéter guía de Myler.
- f) La cobertura porcentual del área total de la arteria cubierta con metal por la aplicación del SAQ, se calculó tomando en cuenta la longitud lineal del alambre utilizado para su fabricación, el número de vueltas del alambre en el SAQ ya fabricado, la longitud del SAQ y el espesor del alambre utilizado.

*Evaluación de las propiedades físicas:* El análisis de las propiedades físicas de SAQ se efectuó en el Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, se realizaron las siguientes pruebas:

- a) Fuerza radial en todos los puntos del SAQ, para determinar se evaluó su fuerza radial manteniendo el BA inflado a cinco atmósferas, lo que ejerció una presión sobre el SAQ de hasta 410 gr. que fue el límite de este censor utilizado.
- b) La uniformidad de apertura se evaluó observando y midiendo la distancia y uniformidad entre espira y espira, antes y después de su expansión.
- c) Elasticidad del modelo, se calculó matemáticamente de acuerdo a las características del modelo propuesto.
- d) Medición de la retracción del SAQ, se realizó al medir tanto el diámetro inicial como el final con el BA insuflado y colapsado, respectivamente.

## Segunda fase: Implante en corazón "Ex vivo"

Mediante control fluoroscópico y angiográfico se colocaron 27 SAQ en ocho corazones de cerdo y uno en un corazón humano obtenido mediante autopsia. Se evaluaron:

- a) La facilidad de paso por la guía de Myler al lecho vascular coronario, la resistencia al avance, el desplazamiento y/o deformación del SAQ.
- b) La flexibilidad y tránsito en curvas arteriales.
- c) La facilidad o dificultad de liberación del SAQ una vez expandido y su adherencia al sitio arterial tratado.
- d) La apariencia angiográfica se evaluó fluoroscópicamente antes y después del implante del SAQ, mediante inyección de material de contraste, se tomó en cuenta el diámetro final del sitio arterial tratado el aspecto de la superficie y la presencia o ausencia de extravasación del medio de contraste, defectos de llenado y calidad del flujo.
- e) En todos los casos se realizó estudio anatomopatológico de la pieza arterial.

## Tercera fase: estudio en animales

*Implante en aorta abdominal de conejos:* En cuatro conejos, entre 4.0 y 5.0 kg de peso, se implantaron cuatro SAQ, bajo anestesia general con lidocaina 9.0 mg/kg vía intramuscular, atropina 0.1 mg/kg vía subcutánea, pentobarbital sódico 20 mg/kg vía intravenosa y ketamina 25 mg/kg vía intramuscular. Se realizó disección abdominal y punción de la aorta abdominal y se canuló con una guía de Myler 8.0 Fr., a través de la cual se implantó el SAQ bajo control fluoroscópico, se evaluó el resultado angiográfico y se sacrificó al conejo mediante una dosis letal media de pentobarbital sódico por vía intravenosa (40 mg/kg). Se evaluaron los siguientes parámetros:

- a) Facilidad de paso en la aorta y su repercusión en la circulación local.
- b) Atmósferas mínimas para la expansión total.
- c) Liberación del SAQ al retiro del BA colapsado.
- d) Apariencia angiográfica final (ver inciso "d" de la segunda fase).
- e) Estudio Anatomopatológico.

*Implante en arterias periféricas de perro:* En cinco perros criollos con peso entre 12 y 20 kg, bajo anestesia general con droperidol 1.0 mg/kg vía intravenosa, pentobarbital sódico 20 mg/kg por la misma vía y sulfato de atropina 0.04 mg/kg vía subcutánea y con medicación concomitante como heparina endovenosa a dosis de 75 U/kg, dosis única y ticlopidina oral, a dosis de 125 mg cada 12 hs por ocho días

más. Con apoyo fluoroscópico y por vía femoral percutánea, se implantaron 14 stents en arterias periféricas elegidas con diámetros entre 3.0 a 3.5 mm. En el primer perro se implantaron tres SAQ (carótida izquierda, subclavia izquierda y mesentérica superior). Al segundo se le implantaron dos SAQ (subclavia derecha y arteria renal derecha). Al tercero se le implantó tres SAQ (subclavia izquierda, renal derecha y una rama de la mesentérica superior). En el cuarto colocamos tres SAQ (en arterias renales derecha e izquierda y subclavia derecha). Al quinto perro se le implantaron tres SAQ (en arterias renales derecha e izquierda, y carótida izquierda).

En las 14 arterias tratadas se evaluaron lo siguiente:

- a) Tránsito del SAQ por la guía de Myler.
- b) Facilidad de expansión.
- c) Liberación del SAQ.
- d) Apariencia angiográfica post implante.
- e) Calidad de flujo sanguíneo de acuerdo a los criterios de perfusión del estudio TIMI<sup>11</sup>
- f) Evolución clínica.
- g) Evaluación angiográfica y anatomopatológica postimplante.

## RESULTADOS

### Primera fase de estudio "In vitro"

Resultados de la evaluación de 300 SAQ.

- a) La firmeza de adherencia del SAQ al BA colapsado se calificó como regular, ya que puede requerir una presión de llenado a menos de 0.5 atmósferas de presión para lograr este propósito, lo cual es dependiente del tipo y marca de BA utilizado, no necesario en BA de alto perfil.
- b) La capacidad de expansión a los diámetros elegidos en el BA se consideró como buena, ya que se logró en forma uniforme a 10 atmósferas en el 95 por ciento de los modelos.
- c) El retroceso elástico posterior a su expansión, fue en promedio de 8.0 por ciento (buena).
- d) Las atmósferas de insuflado del BA, mínimas para la expansión total del SAQ, fueron en promedio cuatro.
- e) La facilidad de tránsito a través del catéter guía de Myler se calificó como buena, porque en la mayoría de los casos no se deformó el SAQ ni se desplazó del BA en 93 por ciento de las veces, en el resto de las pruebas, la dificultad de tránsito se debió a flexiones del catéter-guía de Myler.
- f) El SAQ cubre con metal el 15 por ciento del área tratada (Figuras 2 y 3).

Los resultados obtenidos en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la Facultad de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, fueron los siguientes:

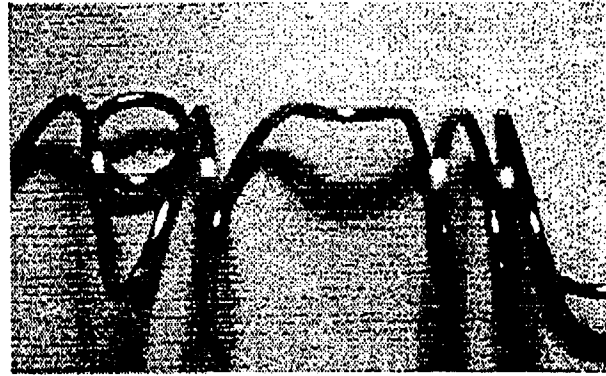


FIG. 2: Detalles del SAQ al microscopio de luz con amplificación de 2.5X.



FIG. 3: Detalles del SAQ al microscopio de luz con amplificación del 5.0X, donde se muestra la regularidad de la superficie metálica del stent.

- a) La fuerza radial que ejerce el SAQ ante una apertura con el BA insuflado a 5.0 atmósferas es igual o mayor a 410 gr/cm<sup>2</sup>, sin presentar deformaciones en su superficie.
- b) Uniformidad en la apertura: la apertura del SAQ no es uniforme, su variación depende de la densidad de las espiras y varía al ser fijado en el catéter, por lo que recomendamos que una vez que el catéter esté dentro del SAQ, se cuide que la separación de las espiras sea uniforme. Si se asegura que la apertura entre espira y espira es uniforme, la apertura del SAQ también es uniforme en toda su extensión.
- c) Elasticidad del modelo: la elasticidad del modelo es muy grande debido a que está construido con un alambre muy delgado, pero si se refiere a la flexibilidad del SAQ ya montado en el BA está limitada por la flexibilidad del mismo que lo guía a través de las arterias.
- d) La retracción varió entre seis y 16 por ciento del diámetro máximo alcanzado.

### Segunda fase implante en corazón "Ex vivo"

- La facilidad de traslado por la guía de Myler al lecho vascular coronario, se calificó como muy buena, ya que no se observaron desplazamientos ni deformaciones del SAQ.
- Flexibilidad y tránsito en curvas arteriales. Se adapta muy bien a curvas menores de 45 grados, bien a curvas entre 45 y 60 grados y es regular o mala en curvas mayores de 60 grados.
- La liberación del SAQ en el sitio elegido se calificó como buena, ya que sólo en 10 por ciento de los casos, a pesar de haber sido expandido el SAQ, se desplazó al retirar el BA.
- La apariencia angiográfica, se consideró como muy buena, porque en más de 95 por ciento de los casos intentados se logró una imagen angiográfica de permeabilidad satisfactoria, diámetro arterial normal y sin presencia de extravasación del medio de contraste, (Figuras 4 y 5).



FIG. 4: Imagen angiográfica de una arteria coronaria derecha de un corazón de cerdo "ex vivo" con un SAQ.



FIG. 5: La misma arteria mostrada en la Fig. 4 sin medio de contraste, el stent SAQ se visualiza tenuemente.

- Integridad de la pared arterial tratada, el estudio anatomopatológico de la pared arterial en la cual se implantó el SAQ, reveló que en 95 por ciento de los casos se respetó la integridad del vaso, por ello se consideró muy buena.

### Tercera fase implante en animales

*Implante en aorta abdominal de conejos:* a) Facilidad de tránsito en la aorta, se calificó como muy buena, ya que en todos los casos se logró situar el SAQ en el sitio seleccionado, aun cuando en algunos casos es necesario insuflar el balón de angioplastia a menos de 0.5 atmósferas, para obtener una adecuada adherencia.

- Atmósferas mínimas de expansión uniforme, se logró con un promedio de cuatro atmósferas.
- Apariencia angiográfica final, el SAQ se puede visualizar en forma muy tenue semejante a otros modelos similares, una vez expandido la apariencia final del sitio tratado se considera muy buena, ya que se aprecia un diámetro igual o mayor al no tratado adyacente con velocidad de flujo normal y en ningún caso se observó extravasación del medio de contraste.
- Estudio anatomopatológico, el examen demostró adecuada expansión del SAQ sin desgarros ni ruptura de la pared aórtica tratada.

*Implante en arterias periféricas de perro:* En las 14 arterias tratadas los resultados fueron los siguientes:

- Tránsito por la guía de Myler, calificada como buena (100% de éxito), siempre y cuando la guía no presentara acodamientos o fracturas, en cuyo caso se dificulta el traslado del SAQ, lo que puede deformarlo y desplazarlo del balón, ocurrió en tres ocasiones, lo que se resolvió al cambiar la guía.
- Facilidad de expansión, se calificó como muy buena, ya que en todos los casos, en promedio al insuflar el BA a 4.0 atmósferas, se logra expandirlo totalmente.
- Liberación del SAQ, se calificó como buena, ya que el retiro del BA ya retraído fue exitoso en el 85 por ciento, en dos casos se desplazó el SAQ del sitio elegido al retiro del BA, en uno por elección de una arteria mayor de 3.5 mm y en otro por expansión irregular del SAQ, debido a mala posición sobre el BA.
- Apariencia angiográfica post implante. La visibilidad del SAQ mediante fluoroscopia convencional es buena, lográndose identificarlo sin medio de contraste y por otro lado, se apreció un diámetro arterial igual o mayor al sitio adyacente tratado en la mayoría los sitios tratados.
- Calidad de flujo sanguíneo, se calificó como buena, porque en más de 90 por ciento de los casos se logró flujo TIMI 3, (Figura 6). El

tercer perro se complicó durante el procedimiento con extravasación del medio en la última arteria tratada, probablemente por tener un diámetro más pequeño que el SAQ liberado de 3.5 mm, pero sin manifestaciones clínicas.

- f) Evolución clínica. El primero, tercero, cuarto y quinto perros evolucionan sin complicaciones después de 11, nueve, ocho y siete meses, respectivamente. El segundo caso se complicó con hemorragia y un gran hematoma en la región inguinal izquierda (sitio de punción), cursó con choque hipovolémico y muerte en las primeras 24 horas, no hubo relación con los sitios de las arterias tratados con el SAQ.
- g) La evaluación anatomopatológica de las arterias subclavia y renal derecha del perro número dos, mostró integridad de la pared en el sitio implantado y buena expansión del SAQ.

### DISCUSIÓN

Uno de los problemas fundamentales de la ACTP es la elevada tasa de reestenosis en los primeros tres meses, la cual se ha reportado entre 30 y 50 por ciento.<sup>4</sup> Sin embargo, este inconveniente no ha frenado el desarrollo, perfeccionamiento y crecimiento de esta técnica. En la actualidad se emplean los S para el tratamiento de las complicaciones post-ACTP del tipo de la disección, oclusión aguda y ante resultados subóptimos.<sup>5,6</sup>

Hasta el momento solamente el implante de S aplicado en lesiones no tratadas previamente con ACTP ha demostrado reducción de la incidencia de reestenosis con significado estadístico.<sup>7,8</sup> Las indicaciones de la aplicación de S se han ampliado y cada vez es más importante el número de casos tratados. Están en estudio nuevos diseños con materiales diferentes (tantalio, platino, oro, y de material orgánico degradable, etc.), S con fármacos como la heparina, también S radioactivos, entre otros.<sup>9,12,13</sup>

Uno de los inconvenientes iniciales del uso del S era la necesidad de emplear anticoagulación intensa durante y después del procedimiento para tratar de evitar la trombosis subaguda, lo que puede incrementar el riesgo de complicaciones hemorrágicas, los días de estancia hospitalaria y los costos;<sup>12</sup> sin embargo, con el advenimiento de mejores técnicas, en la actualidad se ha logrado abatir y casi abolir esta complicación y ya no se requiere el empleo de dosis altas de anticoagulantes.<sup>14</sup>

El desarrollo del stent SAQ tiene como uno de sus objetivos fundamentales el de contar con una alternativa en nuestro país diferente a las existentes en el mercado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio destacamos que las pruebas "in vitro" mostraron que las propiedades del SAQ son satisfacto-



FIG. 6: Imagen fluoroscópica de la arteria renal izquierda del quinto perro estudiado, con medio de contraste, el stent SAQ se visualiza tenuemente, el flujo es adecuado y se calificó como TIMI-3.

rias ya que se obtiene una buena fuerza radial, la expansión se inicia con pocas atmósferas de manera uniforme, la retracción es comparada a la reportada en otros modelos, la flexibilidad es suficiente para adaptarse a las curvas arteriales, uno de los limitantes de carácter menor, es la necesidad de insuflar el balón a menos de 0.5 atmósferas para obtener una adecuada adherencia del SAQ a algunos BA de perfil más bajo.

Como resultado de este estudio, desarrollamos un protocolo en seres humanos con el SAQ aplicado en arterias coronarias, con estricto apego a la ética.

### CONCLUSIONES

- 1) El comportamiento físico del SAQ fué satisfactorio ya que se logra una expansión adecuada a bajas atmósferas, con retracción aceptable no superior a 10 por ciento y adecuada fuerza radial.
- 2) En las pruebas en corazones ex vivo demostramos buen tránsito intracoronario, adecuada expansión y en ningún caso perforación de la pared arterial tratada.
- 3) En la fase de aplicación en animales vivos, se corroboró lo demostrado en los inicios 1 y 2, además de que la calidad de flujo de sangre no se alteró y la apariencia angiográfica fue satisfactoria, sin afectar la sobrevida de los modelos en perros.

En base a todo lo anterior establecemos que el SAQ mostró propiedades físicas, tanto en modelos ex vivo como en animales de experimentación, adecuadas para ser evaluado con seguridad en el ser humano.

## REFERENCIAS

1. GRÜNTZIG AR, SENNING A, SIEGENTHALER WE: *Nonoperative dilatation of coronary artery stenosis: Percutaneous transluminal coronary angioplasty*. N Engl J Med 1979; 302:61-68.
2. ACC/AHA: *Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of American College of Cardiology/American Heart Association. Task Force on assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures*. J Am Coll Cardiol 1993; 22:2033-2054.
3. MYLER RK, SHAW RE, STELSTZER SH, HECHT HS, TYAN C, ROSENBLUM J, ET AL: *Lesion morphology and Coronary Angioplasty: Current experience and analysis*. J Am Coll Cardiol 1992; 19:1541-1552.
4. ELLIS SG, VANDORMAEL MG, COWLEY MG, DISCIACIO G, DELIGONUL U, TOPOI EJ, ET AL AND THE MULTIVESSEL ANGIOPLASTY PROGNOSIS GROUP: *Coronary morphology and clinical determinants of procedure outcome with angioplasty for multivessel coronary disease: implications for patient selection*. Circulation 1990; 82:1193-1202.
5. KIEMENEU F, LARMAN GJ, WIEKEN R, SUWARGANDA J: *Emergency coronary stenting with the Palmaz-Schatz stent for failed transluminal coronary angioplasty: results of learning phase*. Am Heart J 1993; 126:23-31.
6. SCHÖMIG A, KASIRATI A, DIETZ R, RAUCH B, NEUMANN FJ, KATUS HH, ET AL: *Emergency coronary stenting for dissection during percutaneous transluminal coronary angioplasty: Angiographic follow-up before stenting and after repeat angioplasty of the stented segment*. J Am Coll Cardiol 1994; 23:1053-1060.
7. FISCHMAN DL, LEON MB, BAIM DS, SCHATZ RA, SAVAGE MP, PENN I, ET AL: *A Randomized comparison of coronary-Stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease*. N Engl J Med 1994; 331:496-501.
8. SERRUYS PW, JAEGER P, KIEMENEI F, MACAYA C, RUTSCH W, HEYNDRICKX G, ET AL: *A comparison of balloon-expandable-stent implantation with balloon angioplasty in patients with coronary artery disease*. N Engl J Med 1994; 331:489-495.
9. TANGUAY JF, ZIDAR JP, PHILLIPS III HR, STACK RS: *Current status of biodegradable stents*. Er Dean SL, Roubin GS. Cardiology Clinics. Contemporary Interventional Techniques. Philadelphia, PA. W.B. Saunders Company, 1994; 699-711.
10. ABUNDES A, QUINTANA G, NAVARRO J, AUTREY A, ARGÜERO R, VALERO G: *Desarrollo de un stent intravascular A-Q. Resultados preliminares*. Rev Mex Cardiol 1996; (Supl 1):S60 (Resumen).
11. THE TIMI STUDY GROUP: *The Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) trial: Phase I findings*. N Engl J Med 1985; 312:932-936.
12. LINNEMEIER TJ: *Stent: Reduce restenosis at what cost?. Attempts to control complications*. Cathet Cardiovasc Diagn 1995; 34:141.
13. PEPINE C, HOLMES D, BLOCK P, BRINKER J, MARK D, MULLINS CH, ET AL ACC EXPERT CONSENSUS DOCUMENT: *Coronary Artery Stent*. J Am Coll Cardiol 1996; 28:782-794.
14. COLOMBO A, HALL P, NAKAMURA S, ALMAGOR Y, MARIELLO L, MARINI G, ET AL: *Intracoronary stenting without anticoagulation accomplished with intravascular ultrasound guidance*. Circulation 1995; 15:1676-1688.