

# Simulación y validación en banco de la interacción fluido-estructura en la disección aórtica

H.Y. Chen <sup>a</sup>, S.V. Peelukhana <sup>a</sup>, Z.C. Berwick <sup>b</sup>, J. Kratzberg <sup>c</sup>, J.F. Krieger <sup>c</sup>, B. Roeder <sup>c</sup>, S. Chambers <sup>c</sup>, G.S. Kassab <sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> California Medical Innovations Institute, San Diego, CA, USA

<sup>b</sup> 3DT Holdings LLC, San Diego, CA, USA

<sup>c</sup> Research Engineering, Cook Medical, Bloomington, IN, USA

**Introducción:** El flujo sanguíneo y el estrés estructural del flap en la disección aórtica aún no se comprenden bien. Utilizar simulaciones validadas de interacción fluido-estructura (IFS) para las interacciones entre flujo y flap puede mejorar el conocimiento sobre la dinámica de la disección aórtica y servir de base para el desarrollo de nuevos enfoques terapéuticos

**Métodos:** Se desarrolló un modelo computacional acoplado y bidireccional para el flujo sanguíneo y el flap. Se utilizó para ello la estrategia arbitraria de Lagrange-Euler, permitiendo la deformación de la malla del fluido. Para las simulaciones se tomó la forma de onda de un sistema duplicador de pulso.

**Resultados:** No se encontraron diferencias significativas entre el modelo de banco y la simulación para las velocidades del flujo en la luz verdadera (LV) y la falsa (LF). La dinámica del área transversal de la luz verdadera (ATLV) en los ciclos fue similar entre banco y simulación, reduciéndose al máximo junto al pico sistólico del ciclo. Las medidas distales en banco presentaron velocidades significativamente inferiores, probablemente por ser el flujo distal heterogéneo espacialmente. Se confirmó la conservación de la masa y la validez de las simulaciones. Además, se encontraron regiones con concentración de estrés en el borde del flap, en sus comisuras y a lo largo de toda la pared del vaso. El gradiente de presiones en la luz falsa sometió al flap a una fuerza resultante neta.

**Conclusión:** Los modelos de banco validaron las velocidades de flujo en luz verdadera y falsa, y la dinámica del ATLV a lo largo del ciclo cardíaco, calculados por IFS. Este modelo de IFS validado puede mejorar el conocimiento existente sobre la disección aórtica, incluyendo el estrés del flap y la perturbación del flujo que se le asocia, lo que puede orientar nuevos abordajes terapéuticos. En un futuro, pueden desarrollarse simulaciones más realistas de la disección aórtica humana y el efecto de los tratamientos actuales (como el TEVAR), utilizando la plataforma computacional del presente estudio.

**Palabras clave:** Interacción fluido - estructura, Disección aórtica, Validación

# Anillos ortogonales, marcadores de referencia y precisión de la superposición en el uso de fusión de imagen 3D para guiado de EVAR

G. Koutouzi <sup>a,\*</sup>, C. Sandström <sup>a</sup>, H. Roos <sup>b</sup>, O. Henrikson <sup>a</sup>, H. Leonhardt <sup>a</sup>, M. Falkenberg <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institute of Clinical Science, Department of Radiology, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, Gothenburg, Sweden

<sup>b</sup> Department of Vascular Surgery, Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden

**Objetivo:** Evaluar el uso de anillos ortogonales, marcadores de referencia y precisión de la superposición cuando se emplea la fusión de imagen para guiar procedimientos endovasculares aórticos (EVAR).

**Métodos:** Estudio prospectivo unicéntrico sobre 19 pacientes, en los que se utilizó la fusión de imagen 3D para guiado intraoperatorio de EVAR estándar. Se marcó la posición de las arterias renales y las zonas diana para la liberación de la prótesis con anillos ortogonales al centerline, obtenido de la tomografía preoperatoria (CT). Se usaron marcas radioopacas adosadas a la espalda como referencia para detectar posibles movimientos intraoperatorios del paciente.

Se realizó una alineación automática del 3D preoperatorio con el 3D intraoperatorio obtenido por tomografía de haz cónico (CBCT), también con evaluación 3D-3D de la alineación de las vértebras cercanas. Se consideró suficiente la alineación para EVAR si la desviación del origen de la arteria renal más baja fue inferior a 3 mm. Para la alineación final de la superposición, las arterias renales se posicionaron manualmente usando las calcificaciones de la aorta y el contorno de los vasos. La precisión de la superposición antes de liberar la endoprótesis se evaluó realizando angiografía de sustracción digital (DSA) para comparar directamente ambas imágenes.

**Resultados:** Los marcadores de referencia ayudaron a detectar fallos de alineación por movimiento del paciente durante el procedimiento. La alineación basada exclusivamente en procedimientos automáticos no fue suficiente para guiar el EVAR. La alineación manual basada en las vértebras L1-L2 sí fue suficiente en 7 de 19 pacientes (37%). Tomando el resultado final de la superposición, la mediana de error de alineación del marcador de la renal más baja frente a la DSA pre-liberación fue de 2 mm (0-5) lateral y de 2 mm (0-9) longitudinal, la mayoría en dirección caudal.

**Conclusión:** La fusión de imagen 3D puede facilitar el guiado durante los procedimientos EVAR. Los anillos ortogonales y los marcadores de referencia son útiles para visualizar las posiciones anatómicas y corregir la superposición. Sin embargo, la precisión de la imagen 3D superpuesta no siempre es ideal y se necesita un mayor desarrollo técnico de este sistema.

**Palabras clave:** Fusión de imagen 3D, tomografía de haz cónico, EVAR, marcadores de referencia, guiado de imagen

# Impacto de la anfractuosidad aórtica (*shaggy aorta*) tras la reparación abierta o endovascular de aneurismas de aorta abdominal

H. Kwon <sup>a</sup>, Y. Han <sup>b</sup>, M. Noh <sup>b</sup>, J.G. Gwon <sup>b</sup>, Y.-P. Cho <sup>b</sup>, T.-W. Kwon <sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Surgery, Hallym University Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Pyeongchon Anyang, Republic of Korea

<sup>b</sup> Division of Vascular Surgery, Department of Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Republic of Korea

**Objetivo:** Analizar el impacto de la presencia de espículo-anfractuosidad aórtica (*shaggy aorta*) en la morbimortalidad a 30 días y supervivencia a largo plazo de los pacientes sometidos a reparación de aneurisma de aorta abdominal (AAA)

**Métodos:** Estudio retrospectivo observacional sobre 447 pacientes consecutivos sometidos a reparación de AAA entre enero de 2009 y diciembre de 2012. El estudio incluyó 209 reparaciones abiertas (OR, 47%) y 238 reparaciones endovasculares (EVAR, 53 %)

**Resultados:** 48 de los 447 pacientes (11%) sometidos a reparación electiva de AAA presentaron *shaggy aorta*. Estos asociaron una morbilidad y mortalidad a 30 días significativamente superior, tanto en el grupo OR (p=.005) como EVAR (p=.007). En el análisis multivariante, los pacientes con *shaggy aorta* presentaron una morbimortalidad a 30 días 4.1 veces superior (IC95% 1.7-9.7, p=.002). El análisis de Kaplan-Meier mostró una supervivencia global disminuida a largo plazo para estos pacientes en comparación con el grupo sin *shaggy aorta* (log-rank p=.005), a causa de las comorbilidades.

**Conclusiones:** La presencia de *shaggy aorta* es un factor de riesgo importante asociado con morbimortalidad a 30 días. Debe esperarse una peor supervivencia a largo plazo en este grupo.

**Palabras clave:** Aneurisma de aorta abdominal, Shaggy aorta, EVAR, Embolización, Supervivencia

# Resultado de la preservación o no de la arteria ilíaca interna durante la reparación endovascular de aneurismas aortoiliacos

G.N. Kouvelos <sup>a,\*</sup>, A. Katsargyris <sup>a</sup>, G.A. Antoniou <sup>b</sup>, K. Oikonomou <sup>a</sup>, E.L.G. Verhoeven <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Vascular and Endovascular Surgery, Paracelsus Medical University Nuremberg, Germany

<sup>b</sup> Department of Vascular and Endovascular Surgery, The Royal Oldham Hospital, Pennine Acute Hospitals NHS Trust, Manchester, UK

**Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de la literatura para conocer los resultados de interrumpir o preservar el flujo de la arteria ilíaca interna (AII) durante el tratamiento endovascular de aneurismas aortoiliacos (EVAR)

**Métodos:** Revisión sistemática de las bases de datos MEDLINE y EMBASE para identificar estudios sobre el manejo de la AII en EVAR. La búsqueda identificó 57 artículos: 30 sobre interrupción del flujo hipogástrico (1468 pacientes) y 27 sobre su preservación (816 pacientes).

**Resultados:** La tasa ponderada de claudicación glútea a 30 días fue del 29.2% (IC95% 24.2-34.7). Los pacientes con interrupción bilateral del flujo en AII tuvieron una incidencia superior (36.5% vs. 27.2%, OR 1.7, IC95% 1.11-2.6,  $p=.01$ ). Durante una mediana de seguimiento de 17 meses, la tasa ponderada de claudicación glútea persistente fue del 20.5% (IC95% 15.7-26.2). La preservación del flujo en AII fue por técnica endovascular en el 93.9% de los casos; la mayoría (87.6%) se realizó mediante una ramificación para hipogástrica (*branch*), con éxito técnico del 96.2%. A los 30 días del EVAR, el 4.3% de los *branch* se ocluyeron. Para una mediana de seguimiento de 15 meses, la tasa ponderada de oclusión fue del 8.8% (IC95% 6.8-11.3). En los pacientes tratados mediante *branch*, el 5.2% de las AII y el 1.7% de las iliacas externas se ocluyeron. La tasa ponderada de claudicación glútea en el seguimiento de este grupo fue del 4.1% (IC95% 2.9-5.9). Las tasas ponderadas de endofugas tipo I y III relacionadas con el *branch*, y de reintervención sobre la AII revascularizada fueron del 4.6% (IC95% 3.2-6.5) y del 7.8% (IC95% 5.7-10.7) respectivamente.

**Conclusión:** La oclusión uni o bilateral de la AII en EVAR parece conllevar un riesgo importante de complicaciones isquémicas en casi un cuarto de los pacientes. La oclusión bilateral se relaciona con una tasa de claudicación glútea significativamente superior. Las técnicas de preservación de la AII representan una importante mejora en el tratamiento de los aneurismas aortoiliacos, y se han asociado con altas tasas de éxito técnico y baja morbilidad.

**Keywords:** Arteria ilíaca interna, Preservación, Interrupción, Reparación endovascular de aneurismas de aorta

# ¿Son reproducibles con resonancia magnética los parámetros hemodinámicos vasculares medidos por ecografía?

P.B. Rudolphi <sup>a</sup>, A. Recke <sup>a</sup>, E.A. Langan <sup>c</sup>, P. Hunold <sup>b</sup>, B.K. Kahle <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Dermatology, University of Lübeck, Lübeck, Germany

<sup>b</sup> Clinic for Radiology and Nuclear Medicine, University of Lübeck, Lübeck, Germany

<sup>c</sup> Department of Dermatology and Comprehensive Centre for Inflammation Medicine, University of Lübeck, Lübeck, Germany

**Objetivo/Antecedentes:** Se pueden realizar mediciones hemodinámicas rápidas en la arteria y vena femorales utilizando ecografía Dúplex. La ratio de volumen del flujo vena-arteria y el índice de flujo venoso-arterial (VAFI) están incrementados en pacientes con venas varicosas y/o enfermedad venosa crónica. El objetivo fue valorar la reproducibilidad de las mediciones de flujo ecográficas utilizando resonancia magnética en contraste de fase (MRI)

**Métodos:** Se calculó el índice de flujo venoso-arterial (VAFI) mediante mediciones hemodinámicas de volumen de flujo en la arteria y vena femorales, en siete pacientes con venas varicosas (C2, Ep, As, Pr) y 32 controles sanos, usando tanto ecografía Dúplex estándar como MRI.

**Resultados:** El VAFI medio medido por ecografía Dúplex (VAFI<sub>d</sub>) fue  $1.05 \pm 0.17$ . La misma medida utilizando MRI (VAFI<sub>mri</sub>) fue  $1.05 \pm 0.19$ . Ambos valores presentaron una correlación significativa ( $p=.0021$ ). En pacientes con enfermedad venosa, el VAFI<sub>d</sub> medio y el VAFI<sub>mri</sub> medio fue  $1.36 \pm 0.21$  y  $1.36 \pm 0.20$ , respectivamente. Por el contrario, en la cohorte de controles sanos el VAFI<sub>d</sub> fue  $1.00 \pm 0.12$  y el VAFI<sub>mri</sub> fue  $1.01 \pm 0.15$ . Según lo esperado, se encontraron diferencias significativas entre el VAFI medido en pacientes con enfermedad venosa y en controles sanos ( $p<.0001$ ).

**Conclusión:** Existe una correlación significativa entre el VAFI medido por ecografía y por MRI. Se confirmó la elevación del VAFI en pacientes con enfermedad venosa crónica

**Palabras clave:** Ecografía Dúplex, Resonancia magnética en contraste de fase, Hemodinámica venosa

# Resultados a largo plazo del uso de homoinjertos arteriales criopreservados

E. Minga Lowampa, Ch. Holemans, L. Stiennon, H. Van Damme \*, J.O. Defraigne  
Department of Cardiovascular Surgery, University Hospital Sart Tilman, Liège, Belgium

**Objetivo:** El entusiasmo inicial generado por el uso de homoinjertos arteriales criopreservados se ha visto empañado por unos resultados subóptimos a largo plazo. Es frecuente encontrar notificaciones de trombosis, pseudoaneurisma anastomótico, disrupción, degeneración aneurismática, fistulización intestinal recidivante e infección persistente en las series con seguimiento suficiente. Los autores revisan su experiencia en los últimos 15 años con estos injertos para tratamiento de infección de prótesis vascular o infección vascular primaria, investigando las complicaciones asociadas.

**Material y métodos:** Análisis retrospectivo de datos recogidos de forma prospectiva en 103 homoinjertos criopreservados implantados en 96 pacientes, entre julio de 2000 y julio de 2015. Se trataron 78 pacientes con prótesis vascular infectada (PVI), nueve con fístula aortoentérica (FAE) y nueve con infección arterial primaria (IAP)

**Resultados:** La mortalidad intrahospitalaria fue 8 de 78 (9%) pacientes con PVI, 3 de 9 pacientes con FAE y ninguno con IAP. La mediana de seguimiento fue de 49 meses. Se necesitaron reintervenciones asociadas al homoinjerto en el 29% de los pacientes con PVI y 4 con FAE, pero ninguna en pacientes con IAP. La supervivencia a cinco años para PVI, FAE e IAP fue del 53%, 44% y 90% respectivamente.

**Conclusión:** Esta serie resalta las limitaciones del uso de injertos criopreservados a largo plazo, incluyendo resultados subóptimos y escasez de material. Los autores discuten las complicaciones asociadas a los homoinjertos y sugieren algunas estrategias para minimizar sus potenciales riesgos.

**Palabras clave:** Infección vascular, Homoinjerto criopreservado, Infección protésica, Fístula aortoentérica