

ANEXOS AL APARTADO 4

Pregunta Clínica X. ¿Cuál es el rendimiento del Doppler frente a los métodos dilucionales de screening para determinar flujo (Qa) del acceso vascular?

No se han encontrado estudios que comparando esas técnicas diagnósticas entre sí, proporcionen información de los siguientes resultados clínicos relevantes para esta pregunta: supervivencia del acceso, permeabilidad del acceso, trombosis, shunt arteriovenoso, efectos adversos o mortalidad.

Los estudios disponibles proporcionan preferentemente información sobre el desempeño de distintas técnicas (curvas ROC), o sobre la concordancia de resultados entre ellas.

Ultrasonidos Doppler comparados con la ultrasonografía dilucional

Los estudios que comparan los ultrasonidos Doppler y la ultrasonografía dilucional fueron publicados hace una década (Weitzel 2001; Schwarz 2003; Lopot 2003; Lin 2004).

El estudio de Weitzel (2001) evaluó la comparabilidad de las mediciones de flujo por ecografía Doppler con las realizadas por dilución con ultrasonidos en 24 pacientes con injertos protésicos. En ese estudio evaluaban también la reproducibilidad la técnica Doppler en 54 pares de mediciones.

Calidad baja

Las variaciones de medición Doppler eran del 4% para accesos con flujo de menos de 800 ml/min (n=17), 6% para accesos con flujo de 801 a 1600 ml/min (n=22), y del 11% para acceso con flujo de mayor de 1600 ml/min (n=15).

El coeficiente de variación medio de la medición fue de 7% para Doppler en comparación con 5% para la dilución de ultrasonido.

Los coeficientes de correlación (r) entre las mediciones de flujo de acceso por Doppler y por ultrasonografía dilucional fueron 0,79 (n=24, p<0,0001), 0,84 para accesos con flujo de menos de 2.000 ml/min (n=20, p<0,0001), y 0,91 para accesos con flujo de menos de 1,600 ml/min (n=18, p<0,0001).

Concluyen que la ecografía Doppler produce mediciones reproducibles de flujo de volumen de acceso que se correlacionan con las mediciones por dilución por ultrasonidos. El método Doppler es dependiente en el cambio inducido en la bomba -señal Doppler de acceso- y por lo tanto es inherentemente más precisa y reproducible a velocidades de flujo de sangre de acceso inferiores. Este método parece ser capaz de determinar las tasas de flujo de acceso en el rango clínicamente útil.

El estudio de Schwarz (2003) comparaba esas dos técnicas, usando como prueba de referencia estándar la fistulografía. Evaluaron 59 pacientes de hemodiálisis con fístulas en antebrazo que fueron evaluados por las tres técnicas en el siguiente orden: técnica de dilución con ultrasonidos, ecografía Doppler color y fistulografía. Diagnosticaron estenosis del acceso en 41 pacientes a quienes se realizó una angioplastia percutánea.

Calidad baja

El desempeño de ambas técnicas, evaluados por curvas ROC, fue similar: las áreas promedio bajo la curva eran de 0,79 (IC 95 %, 0,66 a 0,91) para la dilución con ultrasonidos y de 0,80 (IC

Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis

<p>95 %: 0,65 a 0,94) para la ecografía Doppler. La correlación entre la medición por dilución con ultrasonidos y las tasas de flujo sanguíneo medidas por ecografía Doppler color fue de 0,37 (Spearman=0,004).</p> <p>El valor de corte óptimo calculado para la predicción de la estenosis fue de 465 ml/min para la dilución con ultrasonidos y 390 ml/min para la ecografía Doppler.</p> <p>Ambas técnicas de ultrasonido fueron válidas para predecir la estenosis del acceso (p<0,01).</p> <p>En 13 pacientes se produjo reestenosis en los primeros 6 meses después de la angioplastia percutánea. El flujo de sangre después de la angioplastia percutánea, medido por dilución con ultrasonidos fue significativamente menor en estos 13 pacientes en comparación con los otros 21 pacientes.</p> <p>Concluyen que la monitorización del flujo de sangre de acceso para hemodiálisis por técnicas de ultrasonidos proporciona una predicción razonable del acceso estenosis y de la reestenosis.</p>	
<p>El estudio de Lopot (2003) proporciona datos de comparación de las mediciones por Doppler dúplex y por la ultrasonografía dilucional, que usaban como técnica de referencia en 27 pacientes, y encontraba una buena correlación entre ambas técnicas (r=0,8691).</p>	Calidad baja
<p>El estudio de Lin (2004) comparó la reproducibilidad y correlación de las mediciones Qa por un método Doppler de flujo de bomba variable combinado con el análisis espectral de las imágenes Duplex Doppler (VPFDUM), con el método de dilución ultrasónica, y el método de ultrasonido Doppler convencional, en 73 pacientes en hemodiálisis, 70 con fístula y 3 con injerto.</p> <p>El valor medio de Qa por VPFDUM (870,8 ± 412,0 ml/min) era muy similar al de las mediciones por dilución ultrasónica (868,6±417,9 ml/min) pero mayor que el de las mediciones por Doppler convencional (685,1±303,6 ml/min; p<0,005).</p> <p>Los valores medios de coeficiente de variación fueron similares por VPFDUM (1,6%) y dilución ultrasónica (1,4%) pero inferior a la de Doppler convencional (6,8 %, P<0,01).</p> <p>El coeficiente de correlación y el coeficiente de correlación intraclase de las mediciones repetidas Qa por VPFDUM (0,985 y 0,993, p < 0,001) fueron también similares a los de la dilución ultrasónica (0,992 y 0,995, p < 0,001), pero ligeramente superior a las de Doppler convencional (0,917 y 0,948, p <0,005).</p> <p>La reproducibilidad de la técnica VPFDUM (r=0,98, p<0,0001) y la correlación entre la VPFDUM y la dilución ultrasónica (r=0,99, p<0,0001) en las mediciones de la Qa eran buenas.</p> <p>La permeabilidad no asistida del acceso vascular a los 6 meses fue significativamente más pobre en pacientes con Qa < 500 ml / min que aquellos con Qa > 500 ml / min (13,6 % frente a 92,2 %, p<0,0001).</p> <p>Concluyen que la técnica VPFDUM es un procedimiento no invasivo, preciso y fiable para la medición Qa y para la predicción del pronóstico de acceso vascular en pacientes en hemodiálisis.</p>	Calidad baja

Ultrasonidos Doppler comparados con la termodilución	
<p>Fontseré (2013) compara la aplicación de la termodilución (TD) en la medición del Qa respecto a la ecografía-Doppler (ED), que utilizan como técnica de referencia (<i>gold standard</i>), en un estudio transversal realizado en 64 pacientes (41 varones) en programa de hemodiálisis; con media de edad de 59,9 años, 54 con FAVI y 10 con injertos de politetrafluoroetileno (PTFE). El Qa de referencia se determinó por ecografía-Doppler en la arteria humeral para las fístulas arteriovenosas y en el tramo de punción arterial para los injertos. Para el análisis de concordancia utilizaron el método de Bland-Altman y el coeficiente de correlación intraclase (CCI).</p> <p>El Qa obtenido por ecografía-Doppler resultó 1426 ± 753 ml/min para FAVI y 1186 ± 789 ml/min para injertos de PTFE. Los valores obtenidos por termodilución fueron 1372 ± 770 FAVI (sesgo 54,6; CCI 0,923) y 1176 ± 758 PTFE (sesgo 10,2; CCI 0,992).</p> <p>En el subgrupo de 28 pacientes portadores de FAVI radio-cefálicas latero-terminales el Qa obtenido por ecografía-Doppler resultó 1232 ± 767 ml/min. A nivel de la arteria radial 942 (CCI 0,805); arteria radial-cubital 1.103 (CCI 0,973); vena cefálica 788 (CCI 0,772) y con termodilución 1026 (CCI 0,971).</p> <p>Se detectaron 5 estenosis significativas; Kt posrevascularización mediante catéter balón de angioplastia: 79 litros (61; $p=0,043$) y Qa- termodilución post-angioplastia 895 ml/min (663; $p=0,043$).</p> <p>Concluyen que la termodilución es un método indirecto automatizado útil en la medición del Qa. En el subgrupo de pacientes con FAVI radio-cefálicas resultó más preciso el sumatorio de flujo obtenido en arteria radial y cubital. Sin embargo, la termodilución también presentó una excelente correlación con la arteria humeral.</p>	<p>Calidad baja</p>
<p>Sacquépée (2012) comparó la correlación de mediciones realizadas con ambas técnicas en 15 pacientes, 14 de ellos con fístula y uno con injerto protésico. Ocho eran mujeres y 7 hombres, su media de edad era de 61 años, y llevaban en hemodiálisis una mediana de 6 años.</p> <p>El promedio de flujo de acceso vascular fue 1088 ± 576 l/min medido por Doppler y 1094 ± 570 medido por termodilución.</p> <p>La comparación de los flujos de acceso obtenidos por ambas técnicas mostró una fuerte relación lineal. El promedio de tiempo para llevar a cabo una medida fue de seis minutos para la técnica de Doppler y cinco minutos para la técnica de termodilución. No observaron efectos adversos en el estudio.</p> <p>Concluyen que la termodilución es una técnica rápida, económica y puede ser realizada durante la sesión de hemodiálisis por la enfermera.</p>	<p>Calidad baja</p>
<p>Heerwagen (2011) compara el rendimiento clínico de termodilución con catéter y la ecografía Doppler de la arteria braquial para las mediciones de flujo de sangre durante procedimientos sobre accesos vasculares.</p> <p>En treinta pacientes con fístulas arteriovenosas que fueron sometidos a 46 intervenciones les medían el flujo sanguíneo acceso antes y después de cada procedimiento, usando termodilución y ultrasonido Doppler que compararon con el método de referencia, la ultrasonografía dilucional. La termodilución y el Doppler se realizaron durante los</p>	<p>Calidad baja</p>

Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis

<p>procedimientos endovasculares, mientras que el flujo por la dilución de ultrasonido se hizo en plazo de tres días del procedimiento. Los métodos se compararon mediante análisis de regresión.</p> <p>Observaron que el catéter para la termodilución no se había colocado correctamente en 8 de cada 46 (17 %) de las mediciones previas a la intervención. Las mediciones posteriores a la intervención y las medidas por ultrasonido Doppler fueron viables en todos los pacientes.</p> <p>El nivel medio de concordancia era bueno cuando se compara la medición hecha por termodilución con catéter y la medición por ultrasonografía dilucional. Sin embargo, el flujo de sangre por ultrasonografía dilucional puede diferir de la termodilución en ± 130 ml/min (± 22 %) a un nivel de flujo de 600 ml/min.</p> <p>Los resultados de la ecografía Doppler muestran un nivel moderado de acuerdo medio en comparación a la ultrasonografía dilucional. El flujo de sangre medido por ultrasonografía dilucional de ultrasonido puede diferir comparado con la ecografía Doppler en ± 160 ml/min (± 27 %) a un nivel de flujo de 600 ml/min.</p> <p>No detectaron errores de medidas sesgados sistemáticamente con ninguno de los dos métodos.</p> <p>Concluyen que en promedio, los resultados de termodilución con catéter estaban más de acuerdo con los resultados de la técnica de ultrasonografía dilucional, que los resultados de la ecografía Doppler.</p> <p>Sin embargo, teniendo en cuenta el costo y la alta tasa de fracaso técnico del sistema de termodilución, recomiendan el uso de la ecografía Doppler.</p>	
<p>El estudio de Lopot (2003) proporciona datos de comparación de las mediciones por termodilución y por la ultrasonografía dilucional, que usaban como técnica de referencia en 54 pacientes, y encontraba una buena correlación entre ambas técnicas ($r=0,9543$).</p>	<p>Calidad baja</p>
<p>Resumen de la evidencia</p>	
<p>No se han encontrado estudios que comparen los resultados clínicos de utilizar distintas técnicas de medición del flujo del acceso (supervivencia del acceso, permeabilidad del acceso, trombosis, shunt arteriovenoso, efectos adversos o mortalidad).</p>	<p>Calidad baja</p>
<p>Estudios comparativos de las mediciones del flujo del acceso muestran alta concordancia entre la ultrasonografía dilucional y los ultrasonidos Doppler, y entre la ultrasonografía dilucional y la termodilución.</p>	<p>Calidad baja</p>
<p>Valores y preferencias de los pacientes <i>No se han identificado estudios relevantes relacionados con este aspecto</i></p>	
<p>Uso de recursos y costes <i>No se han identificado estudios relevantes relacionados con este aspecto.</i></p>	

Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis

Recomendaciones [Propuesta]	
Débil	Se sugiere utilizar la ultrasonografía dilucional, o los ultrasonidos Doppler o la termodilución para determinar el flujo (Qa) del acceso vascular.
Bibliografía	
<p>Fontseré N, Mestres G, Barrufet M, Burrel M, Vera M, Arias M, Masso E, Cases A, Maduell F, Campistol JM. Practical utility of thermodilution versus doppler ultrasound to measure hemodialysis blood access flow. <i>Nefrologia</i>. 2013; 33(3):325-32.</p> <p>Heerwagen ST, Hansen MA, Schroeder TV, Ladefoged SD, Lönn L. Blood flow measurements during hemodialysis vascular access interventions--catheter-based thermodilution or Doppler ultrasound? <i>J Vasc Access</i>. 2012 Apr-Jun; 13(2):145-51.</p> <p>Lin CC, Chang CF, Chiou HJ, Sun YC, Chiang SS, Lin MW, Lee PC, Yang WC. Variable pump flow-based Doppler ultrasound method: a novel approach to the measurement of access flow in hemodialysis patients. <i>J Am Soc Nephrol</i>. 2005 Jan; 16(1):229-36.</p> <p>Lopot F, Nejedlý B, Sulková S, Bláha J. Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation. <i>J Vasc Access</i>. 2004 Jan-Mar; 5(1):25-32.</p> <p>Lopot F, Nejedlý B, Sulková S, Bláha J. Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation. <i>Int J Artif Organs</i>. 2003 Dec; 26(12):1056-63.</p> <p>Sacquépée M, Tivollier JM, Doussy Y, Quirin N, Valéry JC, Cantin JF. [Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation: blood temperature monitoring thermodilution and doppler debimetry]. <i>Nephrol Ther</i>. 2012 Apr; 8(2):96-100.</p> <p>Schwarz C, Mitterbauer C, Boczula M, Maca T, Funovics M, Heinze G, Lorenz M, Kovarik J, Oberbauer R. Flow monitoring: performance characteristics of ultrasound dilution versus color Doppler ultrasound compared with fistulography. <i>Am J Kidney Dis</i>. 2003 Sep; 42(3):539-45.</p> <p>van Hooland S, Malik J. Hemodialysis vascular access ultrasonography: tips, tricks, pitfalls and a quiz. <i>J Vasc Access</i>. 2010 Oct-Dec;11(4):255-62.</p> <p>Weitzel WF, Rubin JM, Leavey SF, Swartz RD, Dhingra RK, Messana JM. Analysis of variable flow Doppler hemodialysis access flow measurements and comparison with ultrasound dilution. <i>Am J Kidney Dis</i>. 2001 Nov; 38(5):935-40.</p>	

Tabla 1. ESTUDIOS EXCLUIDOS

Estudio	Causa de la exclusión
Hooland 2010	No compara técnicas entre sí. Artículo sobre recomendaciones de uso de la técnica Doppler de ultrasonidos.
Lopot 2004	Idéntico a Lopot 2003, aunque publicado en otra revista diferente.