

Investigación

La punción a favor del flujo en la medida del flujo del acceso con métodos dilucionales, ¿un sesgo asumible?

M^a Luz Sánchez Tocino (FRIAT “Las Encinas”. Ciudad Rodrigo. Salamanca y FRIAT “El Castañar”. Béjar. Salamanca.); **Antonio López González** (Hospital Universitario A Coruña); **Alberto Sánchez Martín** (FRIAT “El Castañar”. Béjar. Salamanca), **Silvia Villoria González** (FRIAT “Las Encinas”. Ciudad Rodrigo. Salamanca), **Vega Turrión Cabezas** (FRIAT “Los Pinos”. Medina del Campo. Valladolid), **María Gascón Colorada** (FRIAT “El Castañar”. Béjar. Salamanca), **Marina Burgos Villullas** (FRIAT “Los Pinos”. Medina del Campo. Valladolid), **M^a Del Pilar Núñez García** (FRIAT “Los Pinos”. Medina del Campo. Valladolid.) y **Hortensia Sánchez Tocino** (Hospital Río Hortega. Valladolid).

Artículo ganador del Premio de Investigación de la Fundación Renal Íñigo Álvarez de Toledo (Friat)

RESUMEN

La medida del flujo del acceso vascular a través de métodos dilucionales exige la punción de la aguja arterial a contraflujo, las últimas recomendaciones de canalización del acceso, defienden la punción a favor de flujo. **Objetivo:** Cuantificar el error de medición generado por la punción a favor y analizar su repercusión clínica. **Material y métodos:** Estudio transversal multicéntrico. Se analizaron medidas de flujo con Termodilución y Ultrasonografía dilucional con punción a favor y contraflujo. Se utilizó el método Bland-Altman, el coeficiente de correlación intraclase y el índice Kappa para contraste con Eco-Doppler. **Resultados:** 37 fístulas analizadas. La punción a favor de flujo respecto a contraflujo generó medidas que sobrestimaban en un 65% con Termodilución y 59% con Ultrasonografía Dilucional. El coeficiente de correlación intraclase fue 0,831 para Termodilución y 0,724 para Ultrasonografía Dilucional. Los límites de concordancia de Bland-Alman se estimaron en [-484,30ml/min, 612,62ml/min] y [-542,53ml/min,566,89ml/min] respectivamente. El grado de acuerdo clínico entre ambos modos de punción para catalogar a las fístulas con flujo menor de 500ml/min fue del 95% (Índice Kappa=0,841) para Termodilución y del 91% (Índice Kappa=0,760) para Ultrasonografía Dilucional. El grado de acuerdo con Eco-Doppler fue del 86% (Índice Kappa=0.586) y 92% (Índice Kappa=0.720) con Termodilución y

Ultrasonografía Dilucional del 78% (Índice Kappa=0.349) y 81% (Índice Kappa=0.400) utilizando la punción a contraflujo y a favor de flujo respectivamente. Se registraron un 11% de incidencias utilizando la punción a contraflujo. **Conclusión:** La punción a favor de flujo presenta un sesgo no despreciable siendo mayor en flujos altos. Clínicamente, el grado de concordancia con ambos métodos dilucionales en los distintos tipos de punción y Eco-Doppler es bueno para descarte de intervención. **Palabras clave:** Punción acceso vascular, Flujo acceso vascular, Termodilución, Ultrasonografía dilucional, Ecografía-Doppler.

INTRODUCCIÓN

La detección precoz de la disfunción de la fístula arteriovenosa (FAV) es uno de los retos a los que se enfrentan las unidades de hemodiálisis (HD). Para ello, en la mayoría, se desarrollan programas estructurados de seguimiento y monitorización del acceso vascular (AV) bajo el amparo de las recomendaciones de las principales guías clínicas^(1,2). El objetivo de estos programas es mantener una buena calidad de diálisis y evitar la trombosis. Ambos factores se ven condicionados por la aparición de estenosis, los programas de vigilancia del AV, irán encaminados a la detección precoz de la misma, pues su pronta corrección mediante tratamiento percutáneo o revisión quirúrgica, consigue evitar la infradiálisis y el uso de catéter venoso central reduciendo la tasa de trombosis^(3,4).

Dentro de los programas de seguimiento, el uso de la Ecografía Doppler (ED), así como de los métodos dilucionales de screening para la determinación indirecta del flujo sanguíneo (Q_A) de la FAV, es creciente. Por un lado, la ED, además de permitir la medición del Q_A de manera directa⁽⁵⁾, su perfil coste-efectividad lo ha convertido en la estrategia diagnóstica de primera elección ante toda sospecha de estenosis, desplazando el uso de la fistulografía, considerada como gold estándar, solo a casos en los que el ED no sea concluyente y haya sospecha persistente de estenosis significativa⁽¹⁾. Por otro lado, la fácil aplicación y precisión de los métodos dilucionales, así como, la escasa variabilidad interobservador, hacen que sean las técnicas más utilizadas para la medición del Q_A ⁽⁴⁾.

La primera determinación indirecta del Q_A a través del principio de dilución fue descrita en 1995 por Krivitski⁽⁶⁾, siendo el punto de partida del desarrollo de varias técnicas que permiten su cálculo durante la sesión de hemodiálisis. Hoy en día, dos de los métodos más extendidos y con rendimiento equivalente son la ultrasonografía dilucional (UD) y la termodilución (TD)^(7,8,9,10,11). En ambos, el Q_A se calcula de manera indirecta través

de la cuantificación de la recirculación existente con y sin inversión de las líneas sanguíneas de hemodiálisis.

Uno de los requerimientos de ambos métodos dilucionales es la punción de la aguja arterial a contraflujo, es decir, en dirección proximal a la anastomosis. Las condiciones de mezcla entre el flujo sanguíneo de la FAV con el indicador utilizado (temperatura en TD o suero salino en UD) es el principal argumento de este requisito. En TD, si no se cumple esta premisa, en la descripción del método se refiere la posibilidad de generar un canal de flujo directo entre la cánula arterial y venosa resultando los valores de medida de recirculación incorrectos por falta de mezcla^(10,11,12). Igualmente en la validación de la medida por UD, se describe la existencia de una mayor turbulencia al estar las líneas invertidas que hace que la mezcla de sangre y bolo salino sea más adecuada⁽⁶⁾. Sin embargo, estas directrices chocan con los recientes estudios que relacionan una menor supervivencia del AV con la punción de la aguja a contraflujo⁽¹³⁾, de manera que las últimas recomendaciones de las guías del AV es la punción de ambas agujas a favor de flujo⁽¹⁾. Son varios los autores que han validado los métodos estudiando la relación entre dos^(14,15,16) o entre los tres⁽¹⁷⁾, pero no se especifica la colocación de la aguja arterial en el momento de la medición. Si bien, para UD algún autor ha referido que el sentido de la aguja arterial es un factor condicionante en la medición del flujo del acceso⁽¹⁸⁾, no conocemos referentes que midan la concordancia de resultado de medida según la punción de la aguja arterial en TD y, en ninguno de los casos, se ha analizado el impacto clínico de la metodología de punción en la medición del Q_A .

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue cuantificar el error de medición generado por la punción a favor de flujo en la aplicación práctica de los métodos dilucionales y analizar su repercusión clínica en contraste con ED. Los objetivos secundarios fueron valorar el comportamiento del Q_A en una media de seguimiento y evaluar el impacto del método de punción sobre las presiones dinámicas del AV, las incidencias en la manipulación del mismo y la adecuación de la diálisis durante la sesión en la que se realizan las medidas.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio observacional y de corte transversal, realizado de enero a marzo de 2017, en 37 pacientes de tres centros periféricos de Castilla y León de la FRIAT, portadores de FAV en programa de hemodiálisis periódica que dieron su consentimiento.

Se definió como criterio de inclusión un período de maduración de la FAV superior a un mes. Se excluyeron las FAV en las que la aguja venosa de retorno sanguíneo se puncionaba en una vena distinta a la arterializada ya que imposibilita la medición del Q_A con métodos dilucionales.

Como variable primaria, se midió el Q_A vascular mediante dos métodos dilucionales (termodilución y ultrasonografía dilucional) y ecografía doppler, tanto con la punción de la aguja arterial a contra flujo como a favor de flujo. En el 100% de las fístulas (37) se pudo medir el Q_A con TD (utilizando los dos modos de punción) y con ED. En cuanto a la UD, el 13% (5 de 37) de las FAV mostraron una lectura errónea por causa desconocidas en alguno de los modos de punción por lo que fueron excluidas del análisis con este método.

Como variables secundarias se recopilaron; recirculación y presiones dinámicas con líneas de hemodiálisis en posición normal e invertida para TD, complicaciones con la punción, tiempo necesario para realizar la medición y KT de la sesión medido mediante dialisancia iónica. Todas ellas fueron recogidas utilizando la punción de la aguja arterial a contraflujo y a favor de flujo. Como datos complementarios, se recogieron las variables demográficas (edad y sexo), otras variables relacionadas con la FAV (tipo acceso vascular y tiempo del mismo).

Los parámetros de estudio se recogieron en la historia clínica informática mediante el programa Nefrosoft® V.6.5.6.

Medidas del flujo vascular

Todas las determinaciones con métodos dilucionales se realizaron en los primeros 90 minutos de tratamiento para evitar influencias en la medida del Q_A producidas por los cambios de volemia⁽⁴⁾. El flujo de bomba fue 250 ml/min, valor dentro de los rangos recomendados en ambos métodos (200 a 350 ml/min)^(12,19) y que nos garantizaba la obtención de flujo necesario para realizar la medida en posición invertida. En TD, el ratio de ultrafiltración durante la medición fue constante, al igual que en la UD, donde además se suspendieron las infusiones que pudieran alterar la dilución a medir⁽¹⁹⁾. En la medida de lo posible, se mantuvieron las mismas condiciones térmicas ambientales. Las medidas fueron tomadas por el mismo personal en cada centro y las punciones se realizaron por trabajadores experimentados.

Ultrasonografía dilucional: Para el cálculo de Q_A por UD, se precisó de un monitor externo, Nephoflow®, colocando un sensor Doppler en cada línea de diálisis y administrando un bolo de 10 mililitros suero fisiológico isotónico (indicador) durante 3-5

segundos en la cámara venosa, con las líneas en posición normal e invertida. El Q_A se calcula automáticamente través del software incorporado al monitor externo mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = Q_b \times (Sv/Sa - 1) = Q_b \times (1/R-1)$$

Donde Q_b es el flujo efectivo de sangre, Sv/Sa es el ratio entre las áreas registradas por los 2 sensores Doppler en las líneas venosa y arterial, respectivamente, después de la inyección del bolo del indicador y R es la recirculación existente con las líneas sanguíneas invertidas. Se realizaron tres mediciones consecutivas, calculándose la media.

Termodilución: Para obtención las medidas de TD, se utilizó el sensor de temperatura sanguínea BTM® (*Blood Temperature Monitor*) incorporado en los monitores de hemodiálisis 4008 y 5008 de Fresenius. El proceso de determinación se inicia a partir de la producción de un bolo de temperatura secundario a la disminución autolimitada (± 2 °C durante 2 minutos) de la temperatura del líquido de diálisis. Inicialmente, este descenso térmico es captado por el sensor de temperatura de la línea venosa y, después de viajar por la circulación cardiopulmonar del paciente, regresa ya reducido hacia el dializador y es captado por el sensor de temperatura de la línea arterial. La cuantificación del último bolo de temperatura arterial en relación con el bolo de temperatura venoso generado inicialmente, permite calcular el porcentaje de recirculación existente con las líneas de hemodiálisis en configuración normal; el mismo procedimiento se efectúa con las líneas de hemodiálisis en configuración invertida. A partir de ambos valores de recirculación, el Q_A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = \frac{(Q_S - TUF) \cdot (1 - R_X - R_N + R_X \cdot R_N)}{R_X - R_X \cdot R_N - \left(\frac{Q_S - TUF}{Q_S} \right) \cdot (R_N - R_X \cdot R_N)}$$

Donde Q_S es el flujo efectivo de sangre (ml/min); TUF es la tasa de ultrafiltración (ml/min); R_N es la recirculación obtenida con las líneas de hemodiálisis en posición normal y R_X es la recirculación obtenida con las líneas de hemodiálisis en posición invertida. Tal y como especifica el método, se realizaron dos mediciones de R_N , calculándose la media y una de R_X , para aplicar a la fórmula.

Ecografía doppler: Para la obtención de datos mediante ecografía doppler se utilizó un ecógrafo marca Mindray modelo Z6 con sonda lineal L14-6P. Las medidas se

realizaron, para fístulas nativas, en la zona medio-braquial a nivel de la arterial humeral, salvo un paciente que se evidencia la ausencia de arterial humeral y se realiza el sumatorio de la arterial radial y ulnar a ese nivel. Para fístulas protésicas la medición se realiza en la zona previa a la punción arterial.

Se realizaron tres mediciones consecutivas (calculándose la media) en modo transversal, con una angulación $\leq 60^\circ$ y con un volumen de muestra de 2/3 del vaso. Se realizaron los ajustes de PRF, línea de base y ganancia necesarios para optimizar la imagen. La media de las velocidades medias se obtuvo indicando al ecógrafo la curva de al menos dos complejos cardiacos. El diámetro se midió en la zona volumen de muestra evitando sobreestimar el mismo. El cálculo del Q_A vascular se basó en la siguiente fórmula:

$$Q_A = TAMEAN(cm/s) \times \pi \frac{d^2}{4} (cm^2) \times 60 (s)$$

Donde Q_A es el flujo de sangre (ml/min), TAMEAN es la media de las velocidades medias medidas por el doppler pulsado (cm/s); esta medida se calcula automáticamente por el equipo indicándole el inicio y final del complejo o ciclo cardiaco; d es el diámetro del vaso en modo longitudinal; la formula presupone forma circular del vaso para calcular el área del mismo (cm²).

Análisis estadístico

El abordaje estadístico se llevó a cabo con el programa IBM SPSS Statistics v20. Las variables se presentaron con su media y desviación estándar o cifras absolutas y porcentajes. La comparación de variables se realizó como datos pareados de cada paciente. Se concretó el análisis de significación estadística para $p \leq 0,05$ utilizando la prueba t-Student o Wilcoxon tras determinar la normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Atendiendo a este criterio de normalidad, se utilizó el test paramétrico de Pearson o el no paramétrico de Rho de Spearman para el análisis correlacional. Para el estudio de la concordancia se ha utilizado el coeficiente de correlación intraclass (ICC)⁽²⁰⁾, el método Bland-Altman⁽²¹⁾ y el índice de Kappa de Cohen (K)⁽²²⁾.

RESULTADOS

Se analizaron 37 FAV, 35 (95%) nativas y 2 (5%) protésicas. La edad media de los pacientes fue $72,88 \pm 14,53$ años. El 49% (18 de 37) correspondió a FAV radio-

cefálicas, 16% (6 de 37) humero-basílicas, 22% (8 de 37) humero-cefálicas, 5% (2 de 37) humero-axilar y 8% (3 de 19) húmero-mediano cubital. La media de tiempo de permanencia del acceso vascular fue de $35,73 \pm 31,04$ meses.

La media de Q_A con aguja arterial a contraflujo y a favor de flujo fue $724,86 \pm 335,45$ ml/min y $789,02 \pm 378,11$ ml/min con TD ($p=0,131$) y $769,68 \pm 390,96$ ml/min y $781,87 \pm 369,68$ ml/min con UD ($p=0,809$), respectivamente.

En los dispersogramas que se muestran en la Figura 1, se observa la correlación existente entre los valores de Q_A medidos con la aguja arterial a contraflujo y los obtenidos con la aguja a favor de flujo. Sin embargo, la presencia de esta alta correlación y la no significancia mostrada en el análisis de comparación de medias, no garantiza la concordancia de los resultados obtenidos. Más informativo es la estimación del sesgo generado por la punción a favor de flujo (diferencia entre el Q_A medido con aguja arterial a favor de flujo y en contra flujo). Para la TD, el sesgo fue $64,16 \pm 279,83$ ml/min y $12,18 \pm 283,02$ ml/min para la UD

En la Figura 2, se muestra el procedimiento de Bland-Altman a través del cual se representa el comportamiento del sesgo de la punción arterial a favor de flujo frente al valor de Q_A obtenido utilizando el modo de punción de referencia (punción a contraflujo), estableciendo unos límites de acuerdo al 95%. La amplitud de los límites de acuerdo observados va a tener un mayor impacto para las medidas de flujo menores de 500ml/min, resultando más útil, expresar el sesgo de la punción arterial a favor de flujo como porcentaje. Para el uso de la TD el sesgo fue $11,04 \pm 30,88\%$ (de -49,48% a 71,56%) y $11,23 \pm 40,27\%$ (de -79,45% a 101,91%) para la UD.

El ICC fue 0,831 (95% IC: 0,698-0,909) para la TD y 0,724 (95% IC: 0,509-0,854) para UD. La Figura 3, nos permite observar el grado de acuerdo en función de la tolerancia de las diferencias que se pretendan aceptar, para ello, se representó en el eje horizontal la diferencia absoluta entre las dos mediciones para cada sujeto y en el eje vertical la proporción de casos en los que las discrepancias igualan al menos cada una de las diferencias observadas.

En la tabla 1 se muestra el análisis cuantitativo de Q_A , correlación y concordancia de los dos métodos dilucionales analizados con respecto a la ED. En cuanto al análisis cualitativo de concordancia, en la Figura 4, se muestra la clasificación de las FAV según los valores obtenidos de Q_A en función de los puntos de ml/min, para TD fue del 91% ($K=0,841$) y 82% para UD ($K=0,760$). Utilizando la ED como referencia, el grado de acuerdo fue del 86% ($K=0,586$) con respecto a la utilización de la TD con punción a

contraflujo, del 92% (K=0,720) con la TD a favor de flujo, del 78% (K=0,349) en relación a la UD con punción a contraflujo y del 81% (k=0,400) a favor de flujo.

Se valoró el impacto sobre el AV del modo de punción utilizado en las mediciones. De las 296 punciones de FAV realizadas para el análisis, 148 para la rama arterial (74 a favor de flujo y 74 a contraflujo) y 148 para la línea venosa, no se reflejaron complicaciones puncionando la aguja arterial a favor de flujo. Sin embargo, con la utilización del modo de punción a contraflujo, en un 11% (8 de 74) de las canalizaciones se registraron incidencias con la manipulación de AV.

La media de tiempo empleado para el procedimiento de cuantificación del Q_A con TD fue de $66,25 \pm 8,49$ minutos utilizando la punción a contraflujo y de $65,76 \pm 7,96$ minutos con la punción a favor de flujo ($p=0,596$). Respecto al uso de la UD, el tiempo empleado fue de $9,18 \pm 1,11$ minutos utilizando la punción a contraflujo y de $9,12 \pm 1,3$ minutos con la punción a favor de flujo ($p=0,730$). Dado la clara diferencia de tiempo intermétodo ($p < 0,05$), se procedió a la monitorización de las presiones dinámicas del AV durante el uso de la TD (Tabla 2), encontrándose únicamente diferencia significativa en la variable Presión Arterial en posición normal frente a posición invertida en ambos modos de punción.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los datos de recirculación y KT medido a través de dialisancia iónica en las sesiones en las que se efectuaron las cuantificaciones de Q_A . Se evidenciaron diferencias significativas en la UD entre punción a favor y a contraflujo en los valores de recirculación invertida, así como, en los valores de KT intermétodo.

DISCUSIÓN

Uno de los factores clave para el mantenimiento de la supervivencia de la FAV son las prácticas de canulación. Sobre este aspecto se han desarrollado multitud de estudios y controversias⁽²³⁾, siendo la orientación de la punción arterial, uno de los temas tratados. Recientemente, a raíz de los resultados expuestos por Parisotto y cols. donde se evidenció el impacto negativo que tiene la dirección a contraflujo de la aguja arterial en la supervivencia del AV⁽¹³⁾, en muchas de las unidades la opción a favor de flujo, se ha convertido en la estrategia de punción de referencia. Sin embargo, el hecho de que la dirección de la aguja arterial a contraflujo sea un factor condicionante en la medición del Q_A con métodos dilucionales, ha puesto en jaque a los protocolos para su monitorización, ya que su diseño orientado a satisfacer las mejores condiciones para su aplicación, choca con las nuevas recomendaciones sobre la

punción. Esta circunstancia ha generado la necesidad de conocimiento sobre el sesgo que genera la punción arterial a favor de flujo, su comportamiento y su repercusión clínica, con el fin de adaptar los programas de seguimiento y monitorización del AV a la realidad de las unidades de hemodiálisis para garantizar su éxito.

En nuestro estudio, el sesgo generado por la punción de la aguja arteria a favor de flujo nos invita a afirmar que ambas estrategias de punción no son equivalentes para la medición del Q_A utilizando la TD y la UD. Las cuantificaciones realizadas con la punción a favor de flujo generaron medidas que sobrestimaban a las realizadas con la estrategia de punción de referencia en un 65% de los casos en TD y en un 59% en la UD. Sin embargo, según se muestra en la representación gráfica de Bland-Altman para ambos métodos de medición, existe una mayor concordancia de resultados para valores de Q_A inferiores a 700 ml/min, que empeora a medida que la magnitud de flujo aumenta. Dicho fenómeno fue descrito previamente por Merino et al.⁽²⁴⁾ y la causa suponemos que se deba a las condiciones de mezcla del indicador utilizado. En este aspecto, Krivitski describe que las peores condiciones de mezcla posible se relacionan con el perfil de flujo laminar y que tanto la velocidad de bomba, como la magnitud del flujo de la FAV, el diámetro del acceso vascular y la posición de las agujas son fundamentales para crear unas condiciones ideales de mezcla⁽⁶⁾. Creemos que las turbulencias generadas a flujos bajos consiguen compensar el perfil de flujo laminar que no es capaz de quebrar la punción a favor de flujo. En esta, los valores de recirculación invertida, parámetro fundamental para el cálculo matemático del Q_A , tienden a ser más bajos ya que parte del indicador se escapa por la falta de turbulencia sin producirse la mezcla. Esto provoca que la punción a favor de flujo pueda sobrestimar en flujos bajos. Sin embargo, a flujos mayores de 800 ml/min el contexto de flujo laminar se intensifica siendo las condiciones de mezcla impredecibles, por lo que la posición de las agujas, distancia y orientación, como los otros factores descritos previamente, serán los principales protagonistas de la mezcla.

Por otra parte, en los distintos estudios que comparan los diversos métodos de medición y que son la base bibliográfica de las principales Guías Clínicas para recomendar su uso indiferenciado, se describen diferencias entre métodos dilucionales de hasta 300 ml/min^(7,8) y hasta 600 ml/ml⁽¹⁴⁾ entre métodos de cálculo directo e indirecto del Q_A . Tomando estas referencias como niveles de tolerancia aceptables y comparándolo con los datos expuestos en nuestro estudio, observamos que las discrepancias no son desmesuradas. Así, el grado de acuerdo entre estrategias de punción es del 78% para TD y 81% en UD para tolerancias de 300 ml/min y mayor del 95% en ambos métodos para tolerancias de 600 ml/min.

Sin embargo, ¿Cuánto es razonable que difieran las estrategias de punción para dar validez a los resultados?. La estadística por sí sola no puede responder a esta pregunta, puesto que la decisión sobre lo que es un acuerdo aceptable es exclusivamente clínica. Por tanto, resulta interesante conocer si el sesgo generado por la punción a favor de flujo tiene impacto en la identificación de las FAV susceptibles de intervención. El valor umbral de Q_A considerado para indicar una prueba de imagen varía según las curvas ROC de sensibilidad-especificidad obtenida en diversos estudios^(25,26). Sin embargo, el criterio más extendido, considera un flujo menor a 500 ml/min, indicativo de valoración^(1,2). Atendiendo a esto, observamos que el 100% y el 88% de las FAV medidas puncionando a favor de flujo utilizando TD y UD respectivamente y que fueron identificadas con flujo menor de 500 ml/min, también lo fueron con la medición a contraflujo. Del mismo modo, de las fístulas que fueron etiquetadas con flujos mayores a 500 ml/min utilizando la punción a favor de flujo, el 93% también lo ha sido con la punción de referencia, tanto utilizando la TD como en UD. Atendiendo a esto, consideramos que la buena concordancia entre estrategias de punción descrita en estos flujos, nos permite asumir el sesgo generado ya que no influirá en las decisiones sobre la intervención.

Caso contrario sospechamos que ocurra con las FAV con flujo mayor de 2000 ml/min. A pesar de que nuestro estudio no identifica a ninguna FAV en ese extracto de flujo, la variabilidad del sesgo observada a esas magnitudes, nos hace pensar que la estrategia de punción a favor de flujo es inadecuada para el screening del síndrome de hiperflujo. Sin embargo, creemos que la precisión a estos volúmenes de flujo no es tan significativa, ya que no toda insuficiencia cardíaca en un paciente de diálisis es causada por un marcado desarrollo fistular, y es más, un abordaje inadecuado a causa de un diagnóstico diferencial deficiente, puede agravar el problema de base, así como privar al paciente de un acceso vascular de forma injustificada⁽²⁷⁾. Esto nos lleva a considerar que la utilización de la medición del Q_A por sí sola no es suficiente para el diagnóstico diferencial del síndrome de hiperflujo.

Si comparamos los resultados de los métodos dilucionales con los obtenidos con el uso de la ED observamos que la concordancia clínica empeora. Esta situación no es de extrañar, pues, a pesar de que existen multitud de estudios que demuestran la equivalencia para la cuantificación del Q_A entre ED y los métodos dilucionales^(14,16), también otros muchos no han encontrado tasas de correlación adecuadas entre ellos^(5,28). La causa fundamental es la gran variabilidad inter e intraobservador que tiene este instrumento de medición provocando que cualquier mínima variación en la medida, por ejemplo en la sección del vaso, genere grandes cambios en el cálculo de

Q_A . Aun así, en TD, el grado de acuerdo clínico en la clasificación de las fístulas utilizando la punción a favor de flujo es bueno.

Por otra parte, la no valoración del comportamiento del sesgo en el análisis prospectivo del Q_A , es una limitación de este estudio. Las principales Guías Clínicas reflejan que una disminución temporal del Q_A mayor del 20-25% es una potente variable predictiva de trombosis⁽²⁹⁾. Sin embargo, la baja sensibilidad de estos métodos^(30,31) nos lleva a pensar que la punción a contraflujo no ha de ser referente para contrastar el impacto clínico del sesgo generado por la punción a favor de flujo en la valoración prospectiva del Q_A . Así que, a falta de estudios que aborden este tema, consideramos que en la valoración prospectiva del Q_A , las mediciones han de ser realizadas con el mismo método y con la misma estrategia de punción con el fin de que cada paciente sea referente de sí mismo.

Otro aspecto importante a la hora de decidir la utilización de una u otra estrategia de punción para la medición del Q_A , es el impacto que esta tenga sobre el propio AV, así como, en la eficacia de la sesión objeto de medición. Atendiendo a esto, en nuestro estudio, solo se detectaron incidencias con las canalizaciones de la aguja arterial a contraflujo. Hay que tener en cuenta que en las unidades en las que se han recogido los datos, siguiendo las últimas recomendaciones del cuidado del acceso vascular, hacía tiempo que se estaba puncionando a favor de flujo. Esto hace que la FAV esté desarrollada para ese tipo de técnica y los propios profesionales, hayan adquirido habilidades para el desarrollo de la misma. Por tanto, la punción en zonas nuevas y el cambio de posición en cuanto a la destreza de los profesionales, puede haber sido la causa de las incidencias a contraflujo. Esto nos lleva a pensar si es conveniente, en las unidades en las que está protocolizada la punción a favor de flujo, asumir el riesgo de la canulación a contraflujo para medir el Q_A o el sesgo generado por la punción a favor de flujo.

Por otra parte, tenemos que tener en cuenta que los métodos dilucionales requieren una inversión de líneas de hemodiálisis. Una de las preocupaciones de los profesionales al aplicar los mismos, es si la FAV puede verse afectada por los cambios de presiones dinámicas con los que se trabaja en posición invertida durante la medición. Debido a que el tiempo de inversión de líneas en UD es muy corto, no consideramos necesario la monitorización de los registros de presiones dinámicas. Lo contrario ocurre con la utilización de la TD donde el tiempo de inversión está alrededor de los 25 minutos, generando así, la necesidad de monitorización de este parámetro. En nuestro estudio, sólo hemos detectado variaciones significativas en la presión

arterial entre las medidas realizadas en posición normal e invertida tanto a favor como a contraflujo. Esto se explica porque en la posición invertida de las líneas de hemodiálisis, la sangre se extrae de la zona distal a la anastomosis y la distancia a la misma hace que el flujo sea menor a pesar de la recirculación forzada. Sin embargo, aun con las diferencias detectadas entre modos de punción, los valores no exceden los límites descritos en los que la succión forzada del flujo del acceso puede dañar la capa íntima del vaso⁽³²⁾.

Respecto al análisis de la eficacia de la sesión de diálisis objeto de medición, las variables tiempo del procedimiento y KT, son fundamentales. No hemos evidenciado diferencias significativas entre ambos modos de punción, sin embargo, sí entre métodos de medición. La medida utilizando la TD tiene la ventaja de que se realiza mediante un biosensor integrado en el monitor de diálisis, lo que hace que resulte más cómodo para los profesionales de enfermería ya que no requiere de un aparataje externo como ocurre con la UD. Por otro lado, la medida de Q_A por UD es significativamente más rápida que la realizada con TD, con lo que el impacto sobre el KT será menor, de modo que cada método ofrece una serie de ventajas sobre el anterior.

CONCLUSIONES

Las estrategias de punción basadas en la orientación de la aguja arterial a favor y en contra flujo no son intercambiables a la hora de la cuantificación del Q_A con TD y UD. En ambos métodos de medición, el comportamiento del sesgo generado por la punción a favor de flujo es similar, siendo más considerable e imprevisible a altas magnitudes de flujo.

Sin embargo, en contraste con Eco-doppler ambos métodos y modos de punción son fiables para el descarte de FAV susceptibles de valoración, ya que el sesgo a flujos bajos es mínimo, asumible desde un punto de vista clínico, con el fin de descartar la presencia de estenosis con flujos menores de 500ml/m.

En flujos altos las condiciones de la mezcla son imprevisibles y el sesgo aumenta, por lo que en estas magnitudes de flujo, el valor de Q_A por sí solo, no nos afectará a las decisiones sobre la intervención.

Las posibles complicaciones en la manipulación del acceso a la hora de cambiar la forma de punción para la medición del Q_A , convierten al modo de punción arterial a favor de flujo en la opción ideal en las unidades donde esta protocolizada esta estrategia de punción.

La elección de uno u otro método de medición ha de responder a las necesidades de cada unidad. El método TD es más cómodo que el UD al no depender de un dispositivo externo. Sin embargo, el tiempo empleado durante la medición es mayor afectando negativamente a la dosis de diálisis durante la sesión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Guía multidisciplinar de Acceso Vascular para Hemodiálisis. 2016
2. National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations for 2006 Updates: Haemodialysis Adequacy, Peritoneal Dialysis Adequacy and Vascular Access. *Am J Kidney Dis.* 2006; 48 (1): 1-322.
3. Besarab A. Access Monitoring is Worthwhile and Valuable. *Blood Purif.* 2006; 24: 77-89.
4. Ibeas López J. Monitorización del acceso vascular: ¿Quo vadis? *NefroPlus.* 2011; 4: 11-20.
5. Schwarz C, Mitterbauer C, Boczula M, Maca T, Funovics M, Heinze G, et al. Flow monitoring: performance characteristics of ultrasound dilution versus color Doppler ultrasound compared with fistulography. *Am J Kidney Dis.* 2003; 42: 539-545
6. Krivitski NM. Theory and validation of access flow measurement by dilution technique during hemodialysis. *Kidney Int.* 1995; 48 (1): 244-250.
7. Fontseré N, Blasco M, Maduell F, Vera M, Arias-Guillén M, Herranz S, et al. Practical utility of on-line clearance and blood temperature monitors as noninvasive techniques to measure hemodialysis blood access flow. *Blood Purif.* 2011; 31 (1-3): 1-8.
8. Badr B, Bories P, Marais R, Frat B, Seigneuric B, Longlune N, et al. Transonic, thermodilution, or ionic dialysance to manage vascular access: which method is best? *Hemodialysis International.* 2014; 18: 127-35.
9. Roca-Tey R, Samon R, Ibrik O, Roda A, González-Oliva JC, Viladoms J. Study of arteriovenous fistula function by the temperature gradient method using the Twister™ device. *Nefrologia.* 2012; 32: 172-179.

10. Schneditz D, Wang E, Levin NW. Validation of haemodialysis recirculation and access blood flow measured by thermodilution. *Nephrol Dial Transplant*. 1999; 14: 376-383.
11. Schneditz D, Kaufman AM, Levin N: Surveillance of access function by the blood temperature monitor. *Seminars in Dialysis*. 2003; 16; 483-487.
12. Krivitski et al. Novel method to measure access flow during hemodialysis by ultrasound dilution technique. *ASAIO J*. 1995; 41; 75.
13. Parisotto MT, Schoder VU, Miriunis C, Grassmann AH, Scatizzi LP, Kaufmann P, et al. Cannulation technique influences arteriovenous fistula and graft survival. *Kidney International* 2014, 86 (4): 790-797
14. NéFontseré N, Mestres G, Barrufet M, Burrel M, Vera M, Arias M, et al. Aplicación práctica de la termodilución frente a la ecografía-Doppler en la medición del flujo del acceso vascular. *Nefrología*. 2013; 33 (3): 325-332
15. Wijnen E et al. Comparison Between Two On-Line Reversed Line Position Hemodialysis Vascular Access Flow Measurement Techniques: Saline Dilution and Thermodilution. *ASAIO J*. 2006; 52 (4): 410-415.
16. 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. *Nephrol Ther*. 2012; 8 (2): 96-100.
17. Lopot F, Nejedlý B, Sulková S, Bláha J. Comparison of different techniques of hemodialysis vascular access flow evaluation. *Int J Artif Organs*. 2003; 26 (12): 1056-1063.
18. Aguilar Gómez G.S, Fernández Jiménez A.J, Cabrera Plaza I. Medición del Flujo de Acceso utilizando los distintos sentidos de la punción arterial mediante técnica de dilución con ultrasonidos. *Rev Soc Esp Enferm Nefrol* 2009; 12(4): 7-13.
19. Operator's Manual D.Med Nephoflow™. Clinical Manual - Versión 5.0
20. Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin*. 1998; 110: 142-145.

21. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
22. Landis JR, Koch GC. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33: 159-174.
23. Dinwiddie LC, Ball L, Brouwer D, Doss-McQuitty S, Holland J. What Nephrologists Need to Know about Vascular Access Cannulation. *Seminars in Dialysis*. 2013; 26: 315–322.
24. Merino JL, Teruel JL, Galeano C, Fernández Lucas M, Ocaña J, Rivera M, et al. Blood flow determination in vascular access with ionized dialysate. *Nefrología*. 2006; 26: 481-485.
25. Tonelli M, Jhangri GS, Hirsch DJ, Marryatt J, Mossop P, Wile C, et al. Best threshold for diagnosis of stenosis and thrombosis within six months of access flow measurement in arteriovenous fistula. *J Am Soc Nephrol*. 2003; 14: 3264-3269.
26. Tonelli M, Klarenbach S, Jindal K, Harries S, Zuidema S, Caldwell S, et al. Access flow in arteriovenous accesses by optical dilution and ultrasound dilution methods. *Am J Kidney Dis*. 2005; 46: 933-937.
27. Arroyo-Bielsa A, Gil-Sales J, Gesto-Castromil R. Accesos vasculares para hemodiálisis. Complicaciones: hiperflujo o flujo excesivo. *Angiología* .2005; 57 (2): 109-116.
28. May RE, Himmelfarb J, Yenicesu M, Knights S, Ikizler TA, Schulman G, et al. Predictive measures of vascular access thrombosis: a prospective study. *Kidney Int*. 1997; 52: 1656-1662.
29. Neyra NR, Ikizler TA, May RA, Himmelfarb J, Schulman G, Shyr Y et al. Change in access blood flow over time predicts vascular access thrombosis. *Kidney Int*. 1998; 54: 1714-1719.
30. Ram SJ, Nassar R, Work J et al. Risk of hemodialysis graft thrombosis: analysis of monthly flow surveillance. *Am J Kidney Dis*. 2008; 52: 930-938.
31. Ragg J L, Treacy J P, Snelling P, Flack M, Anderton S .Confidence limits of arteriovenous fistula flow rate measured by the 'on-line' thermodilution technique. *Nephrol Dial Transplant*. 2003; 18 (5): 955-960.

32. Sánchez Tocino ML, Villoria González S, Muñoz García B, Sánchez Martín A. Control de presiones venosa y arterial para evitar la disfunción del AV y su influencia en la dosis de diálisis. *Enferm Nefrol.* 2016; 19 (3): 10-10.

FIGURA 1. Correlación entre valores de Q_A (ml/min) cuantificados con ambos modos de punción.

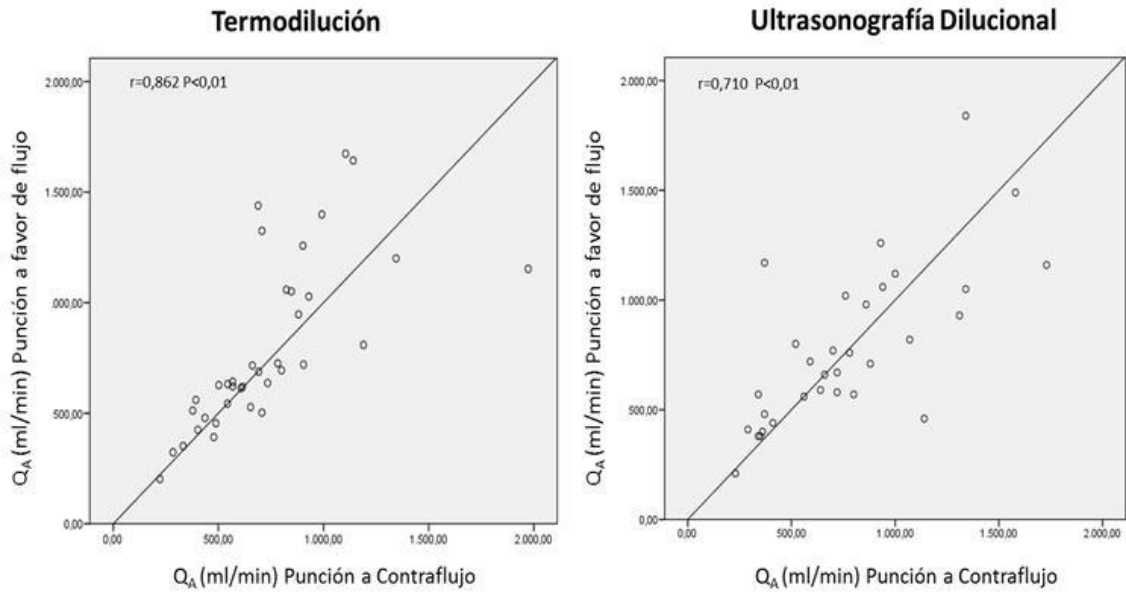


FIGURA 2. Análisis de Bland-Altman para modos de punción en la medición del Q_A

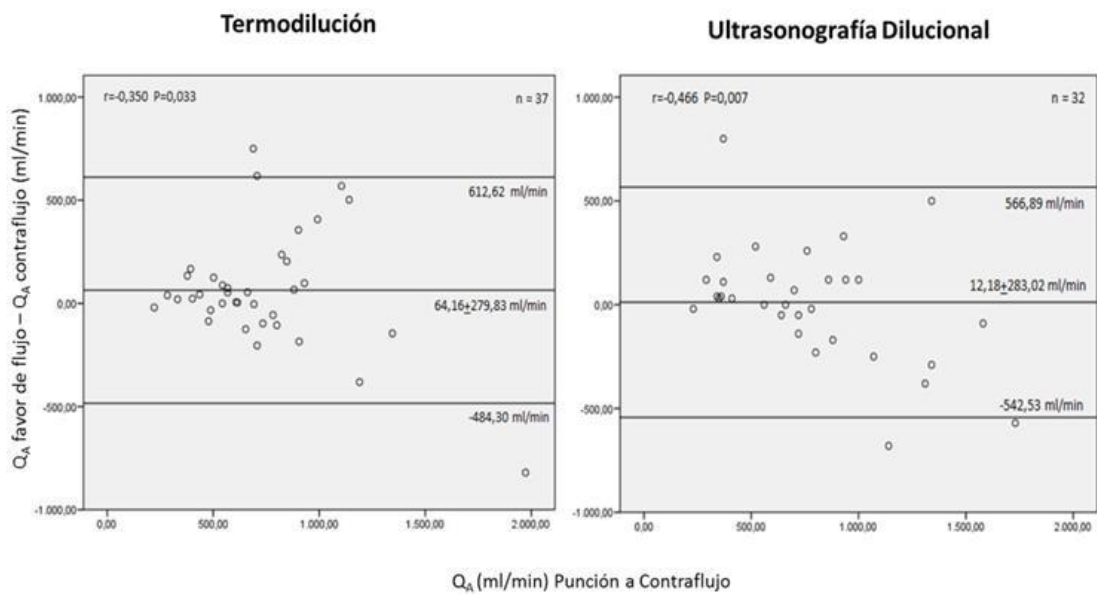


FIGURA 3. Grado de acuerdo en función del sesgo que se pretenda aceptar.

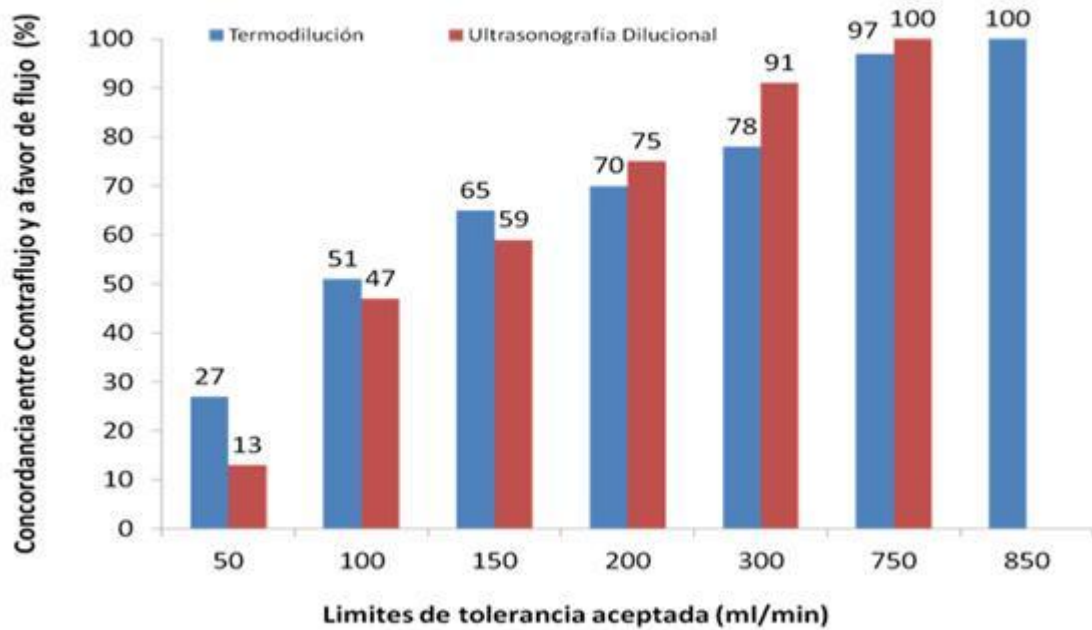


FIGURA 4. Clasificación de las FAV según los valores de Q_A .

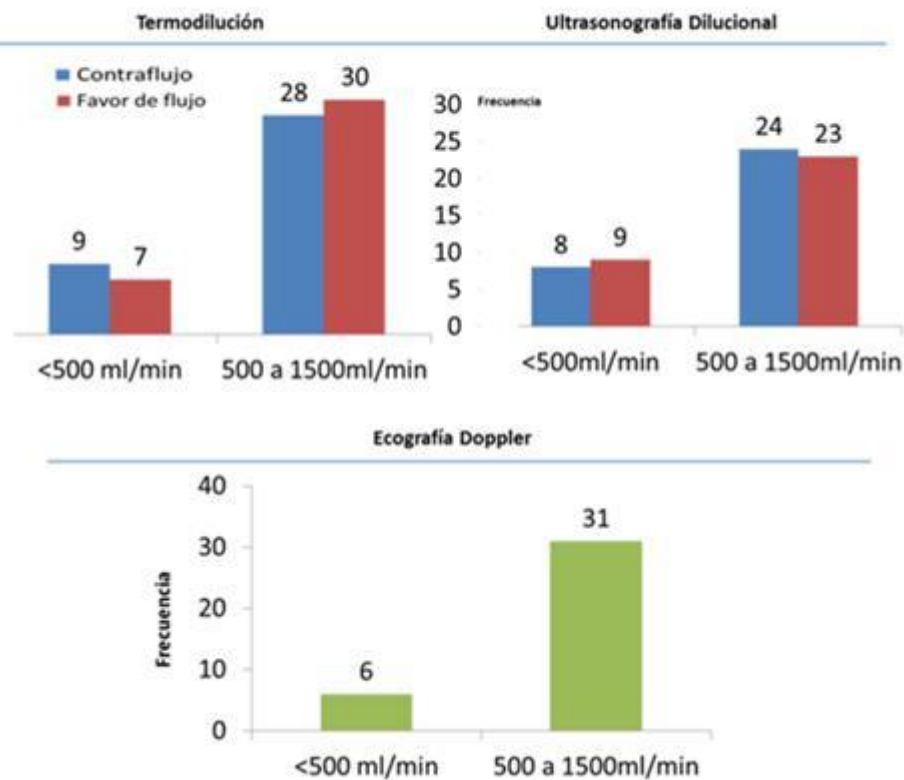


Tabla 1. Análisis Comparativo de Q_a, Correlación y Concordancia.

		Media	P	Correlación	CCI	Sesgo (ml) y L.A (95%)*
Termodilución						
Contraflujo	ED	724,86 _± 335,45	0,177	r=0,797	0,792	-48,67 _± 215,21(-470,48-373,14)
	ED	773,54 _± 339,45		p=0,000		
A Favor	ED	789,02 _± 378,11	0,987	r=0,747	0,526	15,48 _± 353,26(-676,90-707,86)
	ED	773,54 _± 339,45		p=0,000		
Ultrasonografía Dilucional						
Contraflujo	ED	769,68 _± 390,96	0,742	r=0,586	0,524	-51,15 _± 223,29(-488,79-386,49)
	ED	751,09 _± 231,74		p=0,000		
A Favor	ED	781,84 _± 360,37	0,550	r=0,603	0,556	30,78 _± 287,76(-533,22-594,78)
	ED	751,09 _± 231,74		p=0,003		

*Límites de acuerdo al 95% de confianza procedimiento Bland-Altman.

Tabla 2. Monitorización de las presiones dinámicas en la medición con TD

		Media	p
Presión Venosa (mmHg) (posición normal)			
p=0,465	Contraflujo	106,75 _± 28,67	0,577
	A favor	105,13 _± 30,12	
Presión Venosa (mmHg) (posición invertida)			
p=0,792	A favor de flujo	109,86 _± 27,42	0,374
	Contraflujo	106,21 _± 26,26	
Presión Arterial (mmHg) (posición normal)			
p=0,036	Contraflujo	-102,16 _± 32,05	0,943
	A Favor de flujo	-102,02 _± 29,18	
Presión Arterial (mmHg) (posición invertida)			
p=0,027	A favor de flujo	-115,40 _± 38,03	0,649
	Contraflujo	-113,51 _± 32,74	

TABLA 3. Recirculación y KT obtenidos en las sesiones de medición.

<i>Variable</i>	* Termodilución		Ultrasonografía Dilucional	
	<i>Media</i>	<i>P</i>	<i>Media</i>	<i>P</i>
Rec Normal, %		0,821		
Punción a contraflujo	9,43±4,87		0	
Punción a favor de flujo	9,58±5,45		0	
Rec Invertida, %		0,150		0,016
Punción a contraflujo	32,19±8,76		30,37±10,91	
Punción a favor de flujo	31,2±8,96		26,55±9,87	
KT, l		0,882		0,854
Punción a contraflujo	48,25±6,39	0,024	50,82±9,41	
Punción a favor de flujo	48,38±6,19	0,016	51,42±7,06	

* Incluye componente cardiopulmonar