

Pruebas de imagen para la planificación en reconstrucción microquirúrgica de miembro inferior: una revisión sistemática

Imaging studies for lower limb microsurgical reconstruction planification: a systematic review

Pablo ROZA RAPOSO*, Pablo MELGUIZO FERNÁNDEZ*



Roza Raposo P.

Resumen

Introducción y objetivo. Los colgajos libres son una herramienta de primera línea en la reconstrucción del miembro inferior desde hace 30 años. Sin embargo, y hasta donde podemos conocer, aún no existe un consenso generalizado en cuanto a la realización de pruebas de imagen para planificar la reconstrucción microquirúrgica de esta región, concretamente para la valoración de vasos receptores. Realizamos una revisión sistemática de la literatura para determinar la evidencia del uso de las distintas modalidades (angiografía convencional, angio-TAC, angio-RM y ecografía-Doppler) y proponer un algoritmo de decisión en base a ella.

Material y método. Se realizó una búsqueda inicial en PubMed en marzo de 2025, con los siguientes términos: (*lower limb OR lower extremity*) AND (*free tissue transfer OR free tissue flap OR microsurgery*) AND (*preoperative imaging AND (angiography OR computed tomography angiography OR magnetic resonance angiography OR Doppler ultrasound)*). Se analizaron títulos y resúmenes para descartar, y se realizó una búsqueda secundaria añadiendo los siguientes términos: AND *recipient NOT head NOT neck NOT free fibula NOT breast NOT monitoring*. Se aceptaron trabajos exclusivamente en inglés, publicados a partir de 1994 y con diseño tipo estudio observacional (caso control, cohorte, serie de casos), ensayo clínico o revisión sistemática. Se usaron las listas de verificación del Joanna Briggs Institute para la valoración del riesgo de sesgo, y se adoptaron los ítems de la guía PRISMA 2020.

Resultados. Se obtuvieron 14 estudios, 6 con nivel de evidencia IV y 8 con nivel III del *Oxford-Center for Evidence-Based Medicine*: 1 revisión sistemática de estudios observacionales, 2 estudios de cohortes retrospectivos, 5 estudios observacionales comparativos y 6 estudios observacionales simples. La arteriografía, el angio-TAC y la eco-Doppler tuvieron un nivel III de evidencia y la angio-RM tuvo un nivel V.

Conclusiones. Según los artículos revisados, la exploración física es insuficiente para la valoración vascular prequirúrgica. La arteriografía sigue siendo la referencia para la valoración arterial en la mayoría de casos, aunque el angio-TAC es una alternativa precisa y no invasiva. Es importante identificar los pacientes que se beneficiarían de un cribado venoso preoperatorio con eco-Doppler. La angio-RM no tiene evidencia que avale su uso en este contexto. Son necesarios estudios de mayor potencia para desarrollar recomendaciones sólidas sobre las que construir protocolos.

Abstract

Background and objective. Free flaps have been a first-line tool in lower limb reconstruction for the past 30 years. However, as far as we know, there is still no general consensus regarding the use of imaging studies to plan microsurgical reconstruction of this region, specifically for the assessment of recipient vessels. We conducted a systematic review of the literature to determine the evidence supporting the use of different imaging modalities (conventional angiography, CT angiography, MR angiography, and Doppler ultrasound) and to propose a decision-making algorithm based on this evidence.

Methods. An initial search was performed in the PubMed database in March 2025 using the following terms: (*lower limb OR lower extremity*) AND (*free tissue transfer OR free tissue flap OR microsurgery*) AND (*preoperative imaging AND (angiography OR computed tomography angiography OR magnetic resonance angiography OR Doppler ultrasound)*). Titles and abstracts were screened, and a secondary search was conducted adding the following terms: AND *recipient NOT head NOT neck NOT free fibula NOT breast NOT monitoring*. Only studies published in English from 1994 onwards were included, with designs restricted to observational studies (case-control, cohort, case series), clinical trials, or systematic reviews. The Joanna Briggs Institute checklists were used for risk of bias assessment and the items from the PRISMA 2020 guidelines were adopted.

Results. A total of 14 studies were included: 6 with level IV evidence and 8 with level III evidence according to the Oxford-Center for Evidence-Based Medicine. The selection comprised 1 systematic review of observational studies, 2 retrospective cohort studies, 5 comparative observational studies, and 6 simple observational studies. Conventional angiography, CT angiography, and Doppler ultrasound showed level III evidence, while MR angiography presented level V evidence.

Conclusions. Based on the reviewed literature, physical examination alone is insufficient for preoperative vascular assessment. Conventional angiography remains the reference standard for arterial evaluation in most cases, although CT angiography represents an accurate and non-invasive alternative. It is important to identify patients who would benefit from preoperative venous screening with Doppler ultrasound. Currently, there is no evidence to support the use of MR angiography in this context. Larger, higher-quality studies will be necessary to develop robust recommendations upon which to build clinical protocols.

Palabras clave Miembro inferior, Microcirugía, Colgajo libre, Angiografía.

Nivel de evidencia científica 4b Diagnóstico
Recibido (esta versión) 20 abril / 2025
Aceptado 25 noviembre / 2025

Key words Lower extremity, Microsurgery, Free flap, Angiography.

Level of evidence 4b Diagnostic
Received (this version) April 20 / 2025
Accepted November 25 / 2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.
Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Médico Interno Residente, Servicio de Cirugía Plástica, Estética y Reparadora, Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada, España.



Introducción

Desde el cambio de paradigma con los trabajos de Marko Godina⁽¹⁾ en los 80, la microcirugía se ha establecido como una herramienta fundamental para abordar el proceso reconstructivo del miembro inferior. Además, la introducción del concepto de “ascensor reconstructivo”,⁽²⁾ en contraposición a la “escalera”, ha permitido considerar opciones técnicamente más complejas desde un primer momento, como la microcirugía, para dar una solución integral a defectos difíciles de resolver, desde el punto de vista tanto funcional como estético. Estos dos hechos han colocado a los colgajos libres en el primer plano de la reconstrucción del miembro inferior desde hace aproximadamente tres décadas.

No obstante, a pesar de los grandes avances en los últimos años, la extremidad inferior sigue siendo un verdadero desafío por muchas razones. Entre ellas, la elección de unos vasos receptores adecuados en una zona especialmente propensa a la enfermedad arterioesclerótica. Ya sea en un contexto postraumático, oncológico o de herida crónica, el primer paso para una reconstrucción exitosa pasa por identificar unos vasos receptores idóneos. La historia clínica y la exploración física son indispensables para la evaluación del estado vascular. Asimismo, aunque la evaluación intraoperatoria de la calidad del vaso y su flujo es lo que determina finalmente la decisión,⁽³⁾ las pruebas de imagen prequirúrgicas nos aportan información muy valiosa para definir mejor nuestra estrategia.

En la actualidad, en la mayoría de centros se llevan a cabo angiografías convencionales de forma rutinaria antes de cualquier colgajo libre para miembro inferior, considerándose históricamente como la prueba de elección (*gold standard*). En otros centros se realizan pruebas distintas siguiendo la costumbre del servicio, mientras que en algunas instituciones no se realiza nunca ningún estudio. Es decir, hasta donde podemos conocer, no existe un consenso generalizado en cuanto a protocolos o recomendaciones para elegir pruebas de imagen prequirúrgicas en miembro inferior, concretamente para la evaluación de vasos receptores.

Con el presente trabajo queremos analizar la literatura disponible hasta la actualidad sobre la utilidad de las pruebas de imagen prequirúrgicas para la evaluación de vasos receptores en la extremidad inferior. Nuestro objetivo es estudiar las 4 principales modalidades de imagen: angiografía convencional, angio-TAC, angio-RM y eco-angiografía-Doppler, y compararlas según los datos aportados por la literatura en cuanto a resultados y complicaciones en pacientes candidatos a reconstrucción con colgajos libres por cualquier causa. En base a la evidencia recogi-

da, propondremos un algoritmo de decisión para ayudar a elegir la prueba más adecuada en cada contexto. Creemos que esto ayudará a gestionar de forma más eficiente los recursos, evitar efectos adversos innecesarios y obtener mejores resultados quirúrgicos.

Material y método

Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando la base de datos de PubMed en marzo de 2025. A través de la herramienta de búsqueda avanzada, se usaron términos MeSH con varios descriptores combinados con operadores booleanos “AND” y “OR”. La primera búsqueda consistió en lo siguiente: (*lower limb OR lower extremity*) AND (*free tissue transfer OR free tissue flap OR microsurgery*) AND *preoperative imaging* AND (*angiography OR computed tomography angiography OR magnetic resonance angiography OR Doppler ultrasound*). Dado el gran número de estudios sobre pruebas para la planificación de colgajos de miembro inferior como zona donante y pruebas para monitorización de colgajos, añadimos los siguientes descriptores combinados con operadores booleanos “NOT” para excluir términos. También añadimos el descriptor “recipient” para acotar más aún el espectro: AND *recipient* NOT *head* NOT *neck* NOT *free fibula* NOT *breast* NOT *monitoring*.

Definimos como criterios de inclusión: estudios observacionales prospectivos o retrospectivos (cohortes, caso control, series de casos, ensayos clínicos, y revisiones sistemáticas sobre pruebas de imagen para la valoración de vasos receptores, tanto arterias como venas, en pacientes candidatos a reconstrucción microquirúrgica de miembro inferior por cualquier causa.

Definimos como criterios de exclusión: informes de casos individuales, editoriales, conferencias, comentarios/respuestas, artículos no escritos en inglés; artículos publicados antes de 1994. No cumplirían criterios aquellos estudios sobre pruebas de imagen fuera del miembro inferior, ni estudios para el diseño de colgajos.

Un investigador valoró de forma independiente el cumplimiento de criterios de elegibilidad de las referencias obtenidas. Tras la búsqueda primaria, mediante el análisis de títulos y resúmenes y tras la búsqueda secundaria y descarte manual, mediante el análisis de los artículos con texto completo. En caso de duda, se consultó con otro investigador acerca de la inclusión y se llegó a un acuerdo.

Un investigador extrajo independientemente y de forma manual la siguiente información de los estudios incluidos: población, diseño del estudio, intervención, resultados (tasa de éxito del colgajo y tasa de complicaciones asociadas al procedimiento diagnóstico), con-

clusiones y nivel de evidencia según el grupo de trabajo *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine* (OCEBM) de 2011.⁽⁴⁾ Solo se contaron pérdidas totales de colgajo y complicaciones mayores a la hora de extraer la información.

El riesgo de sesgo de los estudios fue evaluado manualmente por un investigador mediante las listas de comprobación (*checklists*) de evaluación crítica del Joanna Briggs Institute (JBI). En las series de casos⁽⁵⁾ y estudios de exactitud diagnóstica,⁽⁶⁾ consisten en un total de 10 preguntas con las opciones de respuesta “Sí”, “No”, “No aclarado” y “No aplicable”. En los estudios de cohortes⁽⁷⁾ y revisiones sistemáticas,⁽⁸⁾ contienen 11 preguntas con las mismas opciones de respuesta. Los estudios fueron clasificados en baja (0-4), media (5-8) o alta (9-10 o 9-11) calidad metodológica dependiendo de los criterios cumplidos.

Esta revisión no ha sido registrada en ninguna base de datos, no se ha redactado ningún protocolo y ha sido realizada siguiendo los ítems de la guía PRISMA 2020.⁽⁹⁾

Resultados

El resultado de la búsqueda inicial fue de 110 referencias. Tras el filtro de búsqueda secundaria y el análisis manual de títulos y resúmenes, el resultado fue de 17 estudios. De los 17 estudios, descartamos 6 de ellos: 1 por ser una respuesta a otro de los artículos incluidos, 2 estudios observacionales que no trataban las pruebas de imagen como objetivo principal, 1 revisión sistemática de pruebas de imagen centrada en el diseño de colgajos, 1 estudio observacional sobre la influencia de la enfermedad periférica en la elección de colgajos y 1 estudio observacional de pruebas para vasos receptores que no era de miembro inferior. Se añadieron otros 3 artículos que fueron extraídos manualmente de las referencias de los estudios obtenidos en la búsqueda (*snowball-sampling*). Uno sobre el uso de angiografía preoperatoria (Isenberg y Sherman),⁽¹⁰⁾ un estudio de angio-TAC para evaluar tanto vasos receptores como donantes en miembro inferior (Chow y col.),⁽¹¹⁾ y otro que estudia lesiones vasculares postraumáticas de forma previa a transferencia de tejido libre (Haddock y col.).⁽¹²⁾ En la Fig. 1 se muestra el proceso de búsqueda y selección. Finalmente se incluyeron 14 estudios en la revisión: 6 de ellos de nivel IV (evidencia baja) y 8 de nivel III (evidencia

baja-moderada). En las Tablas I y II se muestra un resumen de los artículos incluidos.

Siguiendo los criterios del JBI, todos los estudios fueron de una calidad alta excepto 2 que fueron de calidad media (Isenberg y Sherman,⁽¹⁰⁾ Dublin y col.⁽¹³⁾) Todas las series de casos fueron de buena calidad metodológica, hecho probablemente influido por las bajas exigencias de su propio diseño.

• Angiografía convencional

Los resultados de los trabajos de Isenberg y Sherman,⁽¹⁰⁾ Dublin y col.⁽¹³⁾ y Lutz y col.,^(14,15) a finales de los 90, se inclinaron hacia la perspectiva de evitar la angiografía en pacientes con una exploración clínica normal. Isenberg y Sherman⁽¹⁰⁾ consiguieron una tasa de éxito del 98% sin necesidad de imagen prequirúrgica en 48 pacientes. Dublin y col.⁽¹³⁾ y Lutz y col.^(14,15) concluyeron que la exploración física mediante la palpación de pulsos es suficiente para planificar adecuadamente la reconstrucción microquirúrgica y que la angiografía no aportaba información adicional a la misma. Es probable que los resultados iniciales de estos investigadores condicionaran la corriente establecida en ciertos centros de no realizar ningún estudio prequirúrgico más allá de la exploración.

Más recientemente, Park y col.⁽¹⁶⁾ observaron angiografías preoperatorias de 50 pacientes candidatos a reconstrucción microquirúrgica, dividiendo aquellos con alteraciones (25 de los 50) en 3 grupos según criterios angiográficos preestablecidos: supervivencia favorable,

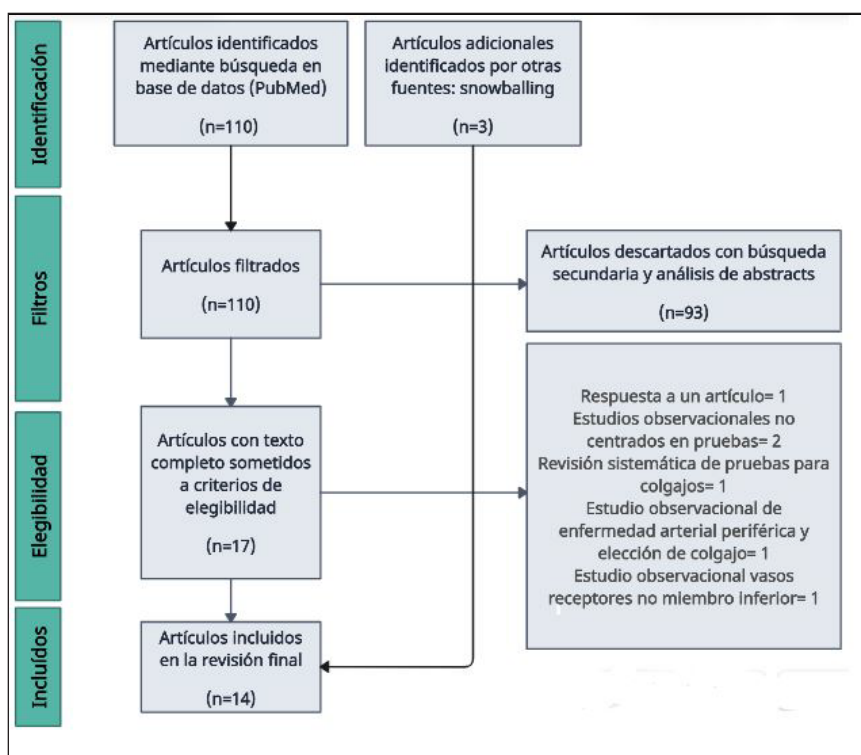


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020⁽⁹⁾

Tabla I. Resumen de artículos por orden cronológico

Autor y Año de Publicación	Diseño del estudio y población	Intervenciones	Resultados medidos	Principales conclusiones
Isenberg y Sherman, 1996 ¹⁰	Estudio observacional prospectivo en 48 pacientes sometidos a reconstrucción microvascular de extremidades inferiores sin angiografía preoperatoria, durante 8 meses. Etiología de reconstrucción de MI: trauma (29), osteomielitis (9), DM (3), tumores (2), otros (5)	Evaluación de la seguridad de la reconstrucción microvascular sin angiografía preoperatoria. Se evaluaron pulsos clínicamente y con Doppler portátil, y se realizó evaluación intraoperatoria bajo microscopio	De 48 pacientes, 47 fueron operados sin angiografía preoperatoria. No hubo diferencias en éxito quirúrgico en comparación con estudios que usaron angiografía. Se evitó un coste total de \$84.600 sin afectar a los resultados clínicos. • Tasa de éxito de colgajo: 95.8% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no aplicable	La microcirugía reconstructiva de extremidades inferiores puede realizarse con seguridad sin angiografía preoperatoria. La evaluación clínica de pulsos y el test de Allen modificado fueron suficientes para seleccionar vasos receptores. La angiografía solo debería usarse en casos con pulsos no palpables o diagnóstico incierto
Dublin y col., 1997 ¹³	Estudio observacional retrospectivo comparativo en 38 pacientes con lesiones postraumáticas en extremidades inferiores sometidos a reconstrucción con colgajos libres.	Comparación entre la angiografía preoperatoria y la evaluación clínica de pulsos en todos los pacientes de la muestra	Presencia de alteraciones angiográficas en pacientes con pulsos normales vs. anormales. Solo 1 de 23 pacientes con pulsos normales tuvo alteración en la angiografía. Todos los pacientes con pulsos anormales tuvieron hallazgos positivos. El coste de cada arteriografía ascendió a \$2.957. • Tasa de éxito de colgajo: no reportada • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 0%	La evaluación de pulsos es un predictor fiable de la integridad vascular en la extremidad inferior. La angiografía preoperatoria puede no ser necesaria en pacientes con pulsos normales, reduciendo costes innecesarios
Lutz y col., 1998 ¹⁴	Estudio observacional prospectivo comparativo en 40 pacientes con defectos óseos postraumáticos en extremidades inferiores sometidos a reconstrucción con colgajos libres de peroné entre 1993 y 1997	Evaluación del valor de la angiografía preoperatoria en pacientes con defectos óseos de extremidades inferiores, comparando hallazgos angiográficos con la evaluación clínica de pulsos + Doppler 34 recibieron prueba preoperatoria y 6 no	De 34 pacientes con prueba, 7 presentaron alteraciones angiográficas. Cuatro de estos pacientes tenían pulsos normales preoperatorios y tres tenían pulso alterado. En uno de los 6 pacientes sin prueba, se detectó mediante exploración una alteración vascular confirmada intraoperatoriamente. • Tasa de éxito de colgajo: 100% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no reportada	La angiografía preoperatoria no proporcionó información relevante adicional en la planificación de la reconstrucción. La evaluación clínica de pulsos fue suficiente para determinar la viabilidad de la microcirugía reconstructiva. Se recomienda realizar angiografía convencional solo en casos específicos: (1) ausencia de ambos pulsos (dorsalis pedis y tibial posterior), (2) pacientes con antecedentes de reconstrucciones vasculares previas
Lutz y col., 2000 ¹⁵	Estudio observacional prospectivo comparativo en 36 pacientes con traumatismos en extremidades inferiores sometidos a reconstrucción microvascular con colgajos libres entre 1993 y 1998	Comparación entre la evaluación clínica de pulsos, la angiografía preoperatoria y los hallazgos intraoperatorios en pacientes sometidos a reconstrucción con colgajos libres	De 36 pacientes, 5 no tenían pulsos palpables, y la angiografía confirmó oclusiones arteriales en todos. En 33 de 36 pacientes (91.6%), la angiografía no proporcionó información útil adicional para la cirugía. • Tasa de éxito de colgajo: 97.2% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 0%	La angiografía preoperatoria solo está indicada cuando ambos pulsos (dorsalis pedis y tibial posterior) no son palpables. Una angiografía normal no garantiza la presencia de vasos adecuados para la anastomosis. La evaluación clínica de pulsos y el Doppler pueden ser suficientes para la planificación quirúrgica
Chow y col., 2005 ¹¹	Estudio observacional retrospectivo en 20 pacientes sometidos a reconstrucción con colgajos libres entre 2000 y 2003, evaluados con angio-TAC multidetector de miembro inferior como zona donante o receptora. Etiología de reconstrucción de MI: trauma (11), tumores (2), osteomielitis (2)	Evaluación del angio-TAC en la planificación preoperatoria de reconstrucción con colgajos libres, determinando idoneidad de vasos receptores (15 pacientes) y donantes (5 pacientes). Comparación con examen físico y hallazgos operatorios	Se identificaron anomalías arteriales en 5 de los 15 pacientes receptores (33%), de las cuales ninguna fue identificada con examen físico. Las anomalías detectadas por el angio-TAC modificaron el plan quirúrgico en uno de los pacientes receptores (20%) • Tasa de éxito de colgajo: 100% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 0%	El angio-TAC multidetector es una herramienta precisa y no invasiva para la evaluación vascular preoperatoria. Puede sustituir a la angiografía convencional en la planificación de cirugía reconstructiva con colgajos libres. Es superior al examen físico solo, ya que detecta anomalías en el 33% de los casos en los que la evaluación clínica no las identificó
Duymaz y col., 2009 ¹⁹	Estudio observacional prospectivo en 76 pacientes con traumatismos en extremidades inferiores sometidos a reconstrucción con colgajos libres entre 2002 y 2008	Evaluación del uso de angio-TAC preoperatorio para determinar flujo arterial, venoso y presencia de oclusión arterial en traumatismos de extremidades inferiores. Correlación con tasa de éxito, amputación y complicaciones	Se identificaron oclusiones arteriales en el 28.9% de los pacientes, de los cuales el 64% tenían una exploración física normal. La presencia de oclusión arterial en angio-TAC fue un predictor significativo de amputación ($p < 0.05$). Se detectó una trombosis venosa profunda. • Tasa de éxito de colgajo: 93.4% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 0%	El angio-TAC es una herramienta útil en la planificación preoperatoria de reconstrucción con colgajos libres en traumatismos de extremidades inferiores. Su uso es seguro y permite detectar oclusiones arteriales, que son un factor de riesgo significativo para amputación y se encuentran hasta en el 29% de los pacientes, muchas veces ocultas a la exploración. Se recomienda su uso como primera línea en pacientes candidatos a colgajos libres con traumatismos graves
Haddock y col., 2010 ¹²	Estudio observacional retrospectivo en 191 pacientes con fracturas Gustilo IIIB y IIIC sometidos a reconstrucción microvascular con 222 colgajos libres entre 1982 y 2008	Análisis de patrones de lesión vascular con angiografía, angio-TAC o angio-RM	154 pacientes recibieron alguna de las tres pruebas. 57.1% presentaron hallazgos vasculares anormales. La arteria tibial anterior fue la más lesionada (31.9%). La tibial posterior fue el vaso receptor más utilizado (57.2%). 5.2% de los pacientes requirieron amputación. • Tasa de éxito de colgajo: 92.2% • Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no reportadas	Las pruebas prequirúrgicas deberían ser ampliamente utilizadas en fracturas Gustilo IIIB y IIIC porque más del 50% presentan lesión arterial. La arteria tibial anterior es la más lesionada y la tibial posterior es la más utilizada como vaso receptor. Deben considerarse en pacientes con traumatismos severos, siempre precedida de una evaluación clínica exhaustiva. El angio-TAC podría sustituir a la angiografía convencional como método de evaluación preoperatoria en pacientes con traumatismos graves en extremidades inferiores

Tan y col., 2011 ²⁰	Estudio observacional prospectivo en 24 pacientes sometidos a evaluación preoperatoria con angio-TAC multidetector para cirugía con colgajos libres en miembro inferior, tanto zona donante (9) como receptora (15). Etiología de reconstrucción de MI: trauma (5), quemaduras o secuelas (5), DM (3), cicatrices inestables (2)	Evaluación de arterias tibial anterior, tibial posterior y peronea con angio-TAC multidetector en términos de permeabilidad, estenosis, diámetros y variaciones anatómicas	4.3% de pacientes con ausencia unilateral de la arteria peronea. 8.6% con estenosis arterial. Diámetro medio de arterias: 2.83 mm (tibial anterior), 2.86 mm (tibial posterior), 2.72 mm (peronea). Longitud peronea: 50-117 mm (promedio 84.9 mm). Todos los hallazgos del angioTAC fueron compatibles con los intraoperatorios. No se modificó ningún plan quirúrgico. - Tasa de éxito de colgajo: 100% - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 0%	El angio-TAC multidetector es un método no invasivo y preciso que puede reemplazar la angiografía convencional en la planificación preoperatoria de cirugía con colgajos libres
Park y col., 2016 ¹⁶	Estudio observacional retrospectivo en 50 pacientes programados para reconstrucción microquirúrgica entre 2005 y 2013, de los que 44 reciben colgajo libre finalmente. Etiología de reconstrucción de MI: trauma (33), quemaduras (6), tumores (5), DM (2), osteomielitis (3), otros (1)	Evaluación angiográfica preoperatoria convencional en todos los pacientes, independiente del estado de los pulsos. Se clasificaron las alteraciones en 3 grupos de menor a mayor gravedad de enfermedad arterial: (1) supervivencia favorable del colgajo, (2) supervivencia comprometida, y (3) isquemia pedal postquirúrgica.	42% de los pacientes presentaron anomalías arteriales. La tibial anterior y la peronea fueron las más afectadas por estenosis. En el grupo de isquemia postquirúrgica, 3 de 4 colgajos fallaron. No se pudo comparar tasas de éxito entre los tres grupos de alteraciones por escasa muestra. La edad >65 años fue el factor de riesgo más fuerte para alteraciones arteriales (P < 0.001) - Tasa de éxito de colgajo: 70.5% en total. 96% en pacientes con angiografía normal vs. 29.4% en pacientes con angiografía anormal - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no reportada	La angiografía preoperatoria puede predecir el éxito del colgajo en pacientes con enfermedad arterial periférica. En pacientes con alto riesgo de isquemia postquirúrgica (trombosis de la microanastomosis con la otra arteria ocluida) se podría recurrir al by-pass arterial
Janhofer y col., 2019 ¹⁷	Estudio observacional retrospectivo en 57 pacientes con heridas crónicas en extremidades inferiores sometidos a 59 transferencias de tejido libre entre 2014 y 2017	Angiografía convencional preoperatoria de rutina para evaluar vasos receptores. En casos de alteraciones vasculares, se realizó angioplastia o stent	67.8% con anomalías angiográficas, 39% con estenosis/oclusión, 18.6% requirieron angioplastia o stent. 10.2% de amputación a largo plazo. 15.3% fueron diagnosticados con enfermedad vascular periférica por primera vez. - Tasa de éxito de colgajo: 98.3% - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 3.39%	La angiografía preoperatoria es útil para optimizar la selección del vaso receptor y mejorar el éxito del colgajo. Una de sus principales ventajas es la capacidad de tratar estenosis/oclusiones mediante intervenciones endovasculares. Los autores consideran la angiografía convencional la mejor prueba de imagen para reconstrucción de miembro inferior, aunque no deba ser indicada sistemáticamente
Janhofer y col., 2020 ²¹	Estudio observacional retrospectivo en 57 pacientes con heridas crónicas en extremidades inferiores sometidos a 59 transferencias de tejido libre entre 2014 y 2017	Ecografía-Doppler venosa preoperatoria para evaluar flujo venoso, reflujo y trombosis venosa profunda. Se utilizó esta información para guiar la selección del vaso receptor venoso	Un total de 45.8% de alteraciones venosas. 39% con reflujo venoso, 6.8% con trombosis venosa profunda. 27.1% de los casos requirieron la vena safena como vaso receptor. 89.8% de pacientes recuperaron la capacidad de ambulación a los 15 meses - Tasa de éxito de colgajo: 98.3% - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no aplicable	La ecografía-Doppler venosa preoperatoria es útil para optimizar la selección de la vena receptora y reducir el riesgo de congestión venosa. Se recomienda en aquellos pacientes en los que se ha detectado enfermedad arterial previamente. El potencial beneficio preventivo de su uso supera su coste
Bendon y Crick, 2021 ²²	Estudio observacional retrospectivo de cohorte en 158 pacientes con 162 extremidades postraumáticas sometidas a 165 reconstrucciones microquirúrgicas entre 2013 y 2017	Ecografía- Doppler venosa preoperatoria en 72 extremidades y evaluación intraoperatoria del sistema venoso. Se seleccionaron vasos receptores alternativos en casos con TVP	19.4% de TVP oculta en el cribado preoperatorio (14/72). 7 casos adicionales detectados intraoperatoriamente. La presencia de TVP modificó el plan quirúrgico en 11 casos (52.4%). No hubo diferencias significativas en la tasa de pérdida de colgajo entre pacientes con y sin TVP. - Tasa de éxito de colgajo: 95.1% - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no aplicable	El cribado preoperatorio con ecografía-Doppler permite detectar TVP oculta y modificar la estrategia quirúrgica para optimizar el éxito del colgajo. Los autores recomiendan su uso de forma rutinaria en todo miembro inferior que vaya a ser sometido a reconstrucción con colgajo libre tras traumatismo con fractura abierta, amputación traumática o defecto importante de partes blandas
Hagiga y col., 2023 ²³	Revisión sistemática de 11 estudios, con un total de 99 pacientes con alteraciones venosas y 107 colgajos libres utilizados en extremidades inferiores, como zona donante o receptora. Etiología de reconstrucción de MI: trauma (73), tumores (6), heridas crónicas (27)	Evaluación preoperatoria de la patología venosa mediante ecografía-Doppler y angioTAC Comparación entre la detección preoperatoria e intraoperatoria de alteraciones venosas	69 venas con patología detectada preoperatoriamente (todas receptoras) con una tasa de fracaso del 4.34% vs 38 detectadas intraoperatoriamente (6 receptoras y 33 donantes) con una tasa de fracaso del 13.85%. Riesgo relativo de pérdida de colgajo con prueba preoperatoria de 0,33. - Tasa de éxito de colgajo: 95.6% con screening vs 86.85 sin él - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: no aplicable	La evaluación venosa preoperatoria aumenta la tasa de supervivencia del colgajo y permite optimizar la planificación quirúrgica. No existen guías estándar para la evaluación venosa preoperatoria ni para la anticoagulación en estos pacientes. Se recomienda el desarrollo de un protocolo estandarizado para la identificación de patologías venosas y su manejo en la cirugía reconstructiva de extremidad inferior
Ahn y col., 2024 ¹⁸	Estudio observacional retrospectivo de cohorte con 405 pacientes sometidos a reconstrucción con colgajos libres entre 2002 y 2020. Etiología de reconstrucción de MI: trauma (212), tumores (81), infecciones (74), DM (10), quemaduras (9), otros (19)	Evaluación preoperatoria con angiografía (59%), angio-TAC (10%), combinación de ambas (7.2%) o sin pruebas de imagen (24%). Se analizó la relación entre estas pruebas y los resultados quirúrgicos	40% de los pacientes sometidos a pruebas de imagen tenían menos de 3 vasos permeables. No hubo diferencia estadísticamente significativa en complicaciones según la modalidad de imagen. - Tasa de éxito de colgajo: 95.1% en total. 97.6% solo angio-TAC, 95.4% solo arteriografía, 89.7% ambas, 94.8% ninguna - Tasa de complicaciones asociadas a prueba: 1.98% en total. 3% en total de pacientes con angiografía, 1.4% en total de pacientes con angioTAC	La angiografía sigue siendo la prueba más utilizada, especialmente en pacientes con enfermedad vascular periférica o material de osteosíntesis interno. El angio-TAC demostró ser una alternativa viable con menor invasividad. Los autores proponen un algoritmo institucional para la selección de la modalidad de imagen preoperatoria

Tabla II. Estudios clasificados según diseño y nivel de evidencia

Diseño y Nivel de Evidencia OCEBM (2011) ⁴	Descripción	Estudios	Número de estudios
Revisión sistemática de estudios observacionales NIVEL III	Síntesis de múltiples estudios observacionales sobre pruebas de imagen preoperatorias	Hagiga y col., 2023 ²³	1
Cohorte retrospectiva comparativa NIVEL III	Compara grupos de pacientes evaluados con diferentes métodos	Ahn y col., 2024 ¹⁸ Bendon y Crick, 2021 ²²	2
Estudios observacionales comparativos intraindividuales NIVEL III	Comparan dos métodos de evaluación en los mismos pacientes	Dublin y col., 1997 ¹³ Lutz y col., 1998 ¹⁴ Lutz y col., 2000 ¹⁵ Chow y col., 2005 ¹¹ Duymaz y col., 2009 ¹⁹	5
Serie de casos o estudios observacionales simples NIVEL IV	Reportan hallazgos de un solo método de imagen sin comparación formal con otra técnica	Isenberg y Sherman, 1996 ¹⁰ Haddock y col., 2010 ¹² Tan y col., 2011 ²⁰ Park y col., 2016 ¹⁶ Janhofer y col., 2019 ¹⁷ Janhofer y col., 2020 ²¹	6
TOTAL			14

Tabla III. Prueba de imagen y nivel de evidencia OCEBM⁴

Prueba de imagen previa a colgajo libre para miembro inferior	Nivel de evidencia para su uso
Angiografía convencional	III
Angio-TAC	III
Angio-RM	V
Eco-Doppler	III

supervivencia comprometida e isquemia postquirúrgica. Aunque debido al escaso tamaño muestral no fueron capaces de comparar la tasa de fracaso de colgajo entre los 3, fueron los primeros en establecer unos criterios formales para predecir el éxito del colgajo en función de la angiografía.

Janhofer y col.,⁽¹⁷⁾ al igual que los anteriores, analizan 59 colgajos libres en 57 pacientes, todos ellos con defectos secundarios a heridas crónicas. El 68% presentaba algún grado de estenosis u oclusión y el 15% fue diagnosticado por primera vez de enfermedad periférica. Identifican factores de riesgo significativos para la presencia de alteraciones angiográficas, sugiriendo que en este subgrupo de pacientes con comorbilidades es más interesante llevar a cabo la prueba. Concluyen que la angiografía convencional es la mejor técnica en el caso de heridas crónicas, sobre todo por el elevado número de pacientes que se beneficiarían de una intervención endovascular, que en su estudio fue del 18% de la muestra.

Por último, Ahn y col.⁽¹⁸⁾ realizan el único estudio con comparación de resultados en 2 modalidades de imagen. Enfrentan la angiografía convencional al angio-TAC en 405 pacientes sin encontrar diferencias significativas en cuanto a tasa de complicaciones quirúrgicas ni relacionadas con el procedimiento. En su experiencia, la angiografía convencional es ideal para el contexto del trauma, donde es difícilmente delimitable la zona trombogénica de lesión, y la visión del flujo en tiempo real ayuda

a delimitar la lesión vascular. En caso de presencia de enfermedad arterial periférica (EAP), también sería la modalidad de elección por su ventaja para realizar procedimientos endovasculares al mismo tiempo.

La arteriografía es la técnica más estudiada de todas, pero a pesar de ello su nivel de evidencia CEBM máximo es de III. En la Tabla III se muestra un resumen de cada prueba con su nivel correspondiente.

• Angio-TAC

Chow y col.⁽¹¹⁾ son los primeros en proponer el uso del angio-TAC como alternativa a la angiografía convencional. Estudian retrospectivamente 20 pacientes detectando 12 alteraciones vasculares, de las cuales solo 2 fueron detectadas por exploración física. Las 12 alteraciones tuvieron como resultado un cambio del plan quirúrgico en 5 pacientes (25% de la muestra). Describen que 4 de esas 12 alteraciones se corresponden con variaciones anatómicas, concretamente de la arteria peronea como pedículo principal del pie. No hubo discrepancias entre los hallazgos del angio-TAC y los intraoperatorios, y reportaron una viabilidad del 100% de los colgajos. Concluyen que el angio-TAC puede sustituir a la angiografía por sus múltiples ventajas.

Duymaz y col.⁽¹⁹⁾ hacen un estudio prospectivo de 76 pacientes consecutivos víctimas de trauma que se estudian con angio-TAC preoperatorio. Detectan un 28.9% de incidencia de oclusión arterial traumática, sin ninguna

complicación asociada a la prueba y una tasa de éxito del colgajo del 93%. En contraposición a Ahn y col.⁽¹⁸⁾ proponen el uso de esta modalidad como primera línea en el traumatismo grave donde destaca también la alta incidencia de lesión vascular oculta, es decir, lesiones detectadas por angio-TAC con una exploración física normal, que en su serie fue de un 64% (14 de 22 pacientes).

Haddock y col.⁽¹²⁾ realizaron el mayor estudio hasta la fecha sobre lesiones vasculares en la pierna en contexto postraumático. Analizan 154 imágenes (arteriografías, angio-TAC, angioRM) en fracturas abiertas Gustilo IIIB y IIIB, con un 57% mostrando lesiones y otro 43% sin ellas. A pesar de no especificar las pruebas que realizaron en su muestra ni comparar resultados entre ellas, llegan a la conclusión de que el angio-TAC es un elemento necesario en traumatismos graves, donde el edema local y el vasoespasmó dificultan especialmente la exploración, aunque también mencionan el valor de la resonancia en un contexto más electivo.

Tan y col.⁽²⁰⁾ estudiaron los ejes distales de la pierna mediante angio-TAC en 24 pacientes con diversa etiología, obteniendo información detallada sobre su diámetro, grado de estenosis y variaciones anatómicas sin ninguna discrepancia con los hallazgos intraoperatorios. La capacidad de predicción exacta del estado de los vasos receptores permitió obtener una tasa de éxito del 91%, llegando a la conclusión de que el angio-TAC podría sustituir a la angiografía convencional gracias a su alta resolución.

El nivel máximo de evidencia CEBM atribuido al angio-TAC es de III, fundamentalmente gracias a la calidad del estudio de Ahn y col.⁽¹⁸⁾

• Eco-Doppler

La eco-Doppler gana protagonismo en la valoración del sistema venoso. Janhofer y col.⁽²¹⁾ realizan, al mismo grupo de pacientes a los que sometieron a angiografía, un estudio con eco-Doppler preoperatorio para detectar alteraciones en forma de reflujo o trombosis venosa (TV). Detectaron algún grado de reflujo en un 39% de la muestra, y TV profunda clínicamente oculta en un 6%. En función de si la localización de la alteración venosa se encontraba en el sistema superficial o profundo, se modificó el plan quirúrgico para la anastomosis, obteniendo una tasa de éxito del 98%. El estudio con arteriografía y eco-Doppler fue realizado dentro de un mismo protocolo preoperatorio,^(17,21) por lo que no se puede descifrar cuál de las dos intervenciones tuvo más peso para conseguir una tasa de éxito tan alta. La presencia de EAP se correlacionó significativamente con la presencia de reflujo, sugiriendo que en este subgrupo sería más conveniente realizar un estudio rutinario venoso preoperatorio.

Bendon y Crick⁽²²⁾ observaron la capacidad de la ecografía preoperatoria para detectar TV profunda oculta en víctimas de trauma, con una incidencia de hasta el 19% en el cribado, lo cual tuvo como consecuencia un cambio de estrategia quirúrgica en la mitad de los casos. En el contexto del trauma grave recomiendan su uso rutinario para reducir el riesgo de fracaso del colgajo debido a este fenómeno.

El estudio de Hagiga y col.⁽²³⁾ es la única revisión incluida. Con una población total de 99 pacientes entre distintos estudios, su principal conclusión es que el cribado de patología venosa previo a reconstrucción con colgajos libres disminuye la tasa de fracaso de un 13% hasta un 4%. Si bien en el grupo de pacientes con estudio preoperatorio también incluye alteraciones detectadas con angio-TAC, esta es mínima en comparación con la detectada con ecografía (4 frente a 67). Por tanto, se puede inferir que el cribado sería más conveniente con esta última técnica.

La revisión sistemática de Hagiga y col.⁽²³⁾ es el estudio que mayor evidencia aporta al uso de esta prueba; sin embargo, al contener en su mayoría estudios primarios de baja calidad, como series e informes de casos, queda limitada a un nivel CEBM de III.

• Angio-RM

No hemos encontrado estudios que describan el uso de esta modalidad en el contexto de nuestra revisión. Aun así, su uso está ampliamente estudiado para la detección de lesiones vasculares en miembro inferior y, aunque no existan estudios sobre su efectividad en este escenario específico, hay experiencia clínica abundante basada en un razonamiento coherente. Su máximo nivel de evidencia CEBM sería de V.

Discusión

Según la información obtenida en nuestra revisión sistemática, existe una literatura extensa respecto al uso de pruebas de imagen prequirúrgicas para planificar reconstrucciones con la extremidad inferior como zona donante. Concretamente, para estudiar alteraciones anatómicas o lesiones vasculares que podrían poner en compromiso el miembro al diseccionar un colgajo libre de peroné. No es el caso de la pierna como zona receptora, donde los estudios son más bien escasos. Aun así, podemos deducir puntos importantes de ellos.

Primero, que la exploración física es, en la gran mayoría de ocasiones, insuficiente para la valoración vascular previa a la cirugía. A pesar de las conclusiones en los estudios más antiguos, Chow y col.⁽¹¹⁾ y Duymaz y col.⁽¹⁹⁾ detectaron un 0% y un 27%, respectivamente,

de las alteraciones en potenciales vasos receptores mediante exploración. Otros autores (Haddock y col.⁽¹²⁾ Janhofer y col.⁽¹⁷⁾) aunque no informan explícitamente de discrepancias entre exploración y hallazgos radiológicos, concluyen que no es un método fiable cuando se usa de forma aislada para la evaluación. La exploración física puede detectar alteraciones groseras y ayudarnos en la planificación, pero casi siempre debe ir de la mano con un estudio de imagen. Los estudios de finales de los 90^(10,13-15) probablemente estuvieran sesgados por la escasa disponibilidad de pruebas más avanzadas, dejando a los cirujanos como único recurso un método invasivo como la angiografía convencional, con menor calidad y resolución que la de hoy día. Más adelante discutimos en nuestro algoritmo qué situaciones podrían manejarse exclusivamente con un examen físico.

Segundo, la angiografía convencional continúa siendo el estándar de referencia en la evaluación arterial, aunque el angio-TAC podría, en ciertas situaciones, sustituirla con prácticamente la misma precisión. Teóricamente, tanto la angiografía convencional como el angio-TAC son opciones igual de válidas, ya que el único estudio que compara ambas modalidades formalmente (Ahn y col.⁽¹⁸⁾), no encuentra diferencias significativas en la tasa de complicaciones quirúrgicas, si bien es cierto que el estudio agrupaba una población bastante heterogénea y con distintas etiologías de defecto. Sin embargo, nuestra percepción coincide con la conclusión de Ahn y col.⁽¹⁸⁾ de que la arteriografía es superior al angio-TAC en el contexto específico del trauma, en el que existe una zona tridimensional de lesión muy difícilmente delimitable a nivel macroscópico en la que la inflamación produce cambios perivasculares que aumentan la incidencia de trombosis y, consecuentemente, el fracaso de la anastomosis. En este contexto, la visualización transitoria del flujo en tiempo real que nos brinda la arteriografía permite definir de una forma más exacta la extensión de la lesión en el vaso receptor. Los resultados de los trabajos de Lutz y col.^(14,15) con una tasa de éxito del 98% de reconstrucción primaria postraumática entre ambos estudios, reafirmarían esta suposición. Duymaz y col.⁽¹⁹⁾ y Haddock y col.⁽¹²⁾ al contrario, proponen el uso del angio-TAC escudándose en sus numerosas ventajas frente a la arteriografía: evaluación simultánea de vasos y fractura; capacidad de visualización de partes blandas, venas y articulaciones adyacentes al foco de fractura; y posibilidad de obtener imágenes tridimensionales.

Creemos que los pacientes con heridas crónicas constituyen el otro gran grupo en el que la arteriografía puede ser superior al angio-TAC. La mayoría de pacientes con esta condición presentan algún grado de EAP que compromete la perfusión del miembro, impidiendo el

mecanismo fisiológico de la cura en condiciones adecuadas. Janhofer y col.⁽¹⁷⁾ encuentran en su muestra un 39% de pacientes con algún grado de estenosis. Además, un 18.6% requirió intervención endovascular. El autor utiliza dos grandes argumentos a favor de la arteriografía por encima del TAC, con los que concordamos. El primero, y más importante, es la posibilidad que ofrece esta modalidad de realizar algún tipo de intervención simultánea a la prueba para revascularizar la extremidad (angioplastia con balón o stent), lo cual tiene un impacto directo en la probabilidad de supervivencia de la pierna y, consecuentemente, en la calidad y esperanza de vida. En pacientes con heridas crónicas y enfermedad arterial oclusiva avanzada, se ha demostrado que el uso de vasos con angioplastia previa como receptores es una alternativa segura y sin diferencias en la tasa de complicaciones quirúrgicas.⁽²⁴⁻²⁶⁾ El segundo argumento a favor es la menor cantidad de contraste necesaria para realizar la arteriografía respecto a la TAC, lo cual, en una población con una alta prevalencia de diabetes y enfermedad renal asociada es esencial para prevenir la nefropatía inducida por contraste.

Como tercer punto, aunque la tasa de complicaciones es anecdótica en todos los estudios que hemos revisado, independientemente de la técnica, el angio-TAC es superior a la arteriografía convencional por su naturaleza de prueba no invasiva. Los autores Duymaz y col.⁽¹⁹⁾ Tan y col.⁽²⁰⁾ Chow y col.⁽¹¹⁾ describen sus numerosas ventajas. Menos radiación, más rápida, más económica y sin complicaciones asociadas al acceso arterial como hematomas, trombosis, fistulas arterio-venosas o pseudoaneurismas. El paciente, por tanto, no necesita un ingreso para observación hospitalaria tras el estudio. Por otra parte, el angio-TAC es más fácil de adaptar a protocolos estandarizados al no necesitar un equipo especializado en cateterismos, con un radiólogo intervencionista y equipo de enfermería. Como desventaja, el angio-TAC produce más artefactos en presencia de material de osteosíntesis, lo cual puede empeorar la calidad de imagen en pacientes postraumáticos con dispositivos internos o fijadores externos.

El cuarto y último punto hace referencia a la necesidad de realizar cribado preoperatorio con ecografía-Doppler venosa en determinados grupos. Janhofer y col.⁽²¹⁾ identificaron en su muestra un 45% de pacientes con alteraciones venosas, el 39% de ellos con algún grado de reflujo y el 6% restante con TV oculta. La presencia de EAP previa se correlacionó significativamente con la presencia de reflujo, por lo que este subgrupo se beneficiaría especialmente del screening venoso. Bendon y Crick,⁽²²⁾ por otro lado, remarcan la alta incidencia de TV oculta en pacientes postraumáticos correctamente anti-

coagulados que han señalado otros autores, detectando preoperatoriamente con ecografía un 19% de TV en su muestra. Específicamente, identifica 4 factores de riesgo con asociación significativa a la presencia de TV oculta: lesiones a la altura de la rodilla o por encima, lesiones bilaterales de miembros, múltiples niveles de afectación en un mismo miembro e ingreso en UCI previo a la cirugía. Hagiga y col.⁽²³⁾ concluyen en su revisión que el diagnóstico de patología venosa antes de la cirugía reduce la tasa de fracaso de un 12.8%, cuando se detecta intraoperatoriamente, a un 4.3%. A pesar de haber sido históricamente infravaloradas por los cirujanos, las complicaciones venosas son una de las causas más frecuentes de fracaso de colgajos libres en el miembro inferior. En base a estos hallazgos, creemos que el cribado con ecografía-Doppler podría disminuir la tasa de fracaso reconstructivo y beneficiaría especialmente a los pacientes con los factores de riesgo descritos. Esta modalidad también se ha descrito como herramienta válida para la valoración de perforantes como vasos receptores en el contexto de colgajos con anastomosis “perforante a perforante”.^(27,28) Sin embargo, este tipo de reconstrucción entraría dentro del ámbito de la supermicrocirugía, y por tanto, fuera del espectro de esta revisión.

Nuestro estudio presenta varias limitaciones. El cuerpo de los artículos de esta revisión es de un nivel de evidencia baja. La mayoría de trabajos son estudios observacionales retrospectivos sin comparación ni análisis estadístico, lo cual disminuye la fuerza de las recomendaciones que podemos inferir. Otra limitación importante es la gran heterogeneidad entre los diversos estudios y dentro de los mismos. Aunque nuestra revisión no incluye un metaanálisis, la gran variabilidad entre poblaciones dificulta la comparación y la extracción de conclusiones generalizadas. También es destacable la poca cantidad de estudios que hemos podido recopilar y la escasa población que se incluye dentro de la mayoría de ellos. Como limitaciones en nuestro proceso de revisión, creemos que nuestra estrategia de búsqueda ha podido ser demasiado específica y haya dejado fuera estudios de interés. Los términos para referirse a las distintas modalidades de imagen son muy variados y, al utilizar un solo término para cada técnica, hemos sacrificado sensibilidad por especificidad en la búsqueda. Además, hemos utilizado solamente una base de datos (PubMed). Por otra parte, el análisis de los criterios de elegibilidad y la extracción de datos fue realizado por un solo investigador. Todos estos factores favorecen el sesgo de selección en la revisión. Es necesario llevar a cabo estudios que aporten una evidencia de mayor nivel en el futuro, fundamentalmente cohortes prospectivas que asignen aleatoriamente

pacientes a una modalidad u otra y comparen resultados quirúrgicos en poblaciones homogéneas de tamaño considerable. Solo de esta forma podremos obtener recomendaciones sólidas con las que diseñar protocolos y mejorar la calidad asistencial en estos pacientes.

Algoritmo de decisión

En base a las conclusiones de nuestra revisión, hemos adaptado y modificado el algoritmo propuesto por Ahn y col.⁽¹⁸⁾ que se muestra en la Fig. 2. Ante un paciente candidato a colgajo libre para miembro inferior, la primera pregunta es si tiene un diagnóstico de EAP previa o factores de riesgo cardiovascular específicos. Park y col.⁽¹⁶⁾ y Janhofer y col.⁽¹⁷⁾ identificaron una serie de factores asociados a estenosis de ejes distales (edad >65 años, hipertensión arterial, tabaquismo, enfermedad renal crónica) y necesidad de intervención endovascular (diabetes mellitus, herida crónica infectada). Si la respuesta es sí, debemos realizar una arteriografía ante la posibilidad de revascularizar el miembro. Además, como describieron Janhofer y col.,⁽²¹⁾ estos pacientes se beneficiarían de un estudio venoso con eco-Doppler. Existe una excepción en el caso de plantearse una reconstrucción con un colgajo anterolateral de muslo (ALT—*anterolateral thigh flap*) del mismo miembro. Como describen Suh y col.,⁽²⁹⁾ en pacientes con EAP, sobre todo diabéticos de larga evolución, la arteria femoral superficial se encuentra especialmente afectada, de forma que la vascularización distal del miembro depende de ramas colaterales de la arteria femoral profunda y de la rama descendente de la arteria circunfleja femoral lateral. Si queremos levantar un colgajo ALT en un paciente de estas características tenemos que asegurarnos de que las colaterales no dependan mayoritariamente de la rama descendente, ya que podríamos poner en peligro la viabilidad de la extremidad. Con un angio-TAC podemos valorar al mismo tiempo perforantes, ramas colaterales y ejes distales receptores, por lo que sería la prueba de elección. Si la respuesta a la primera pregunta es negativa, tenemos que considerar

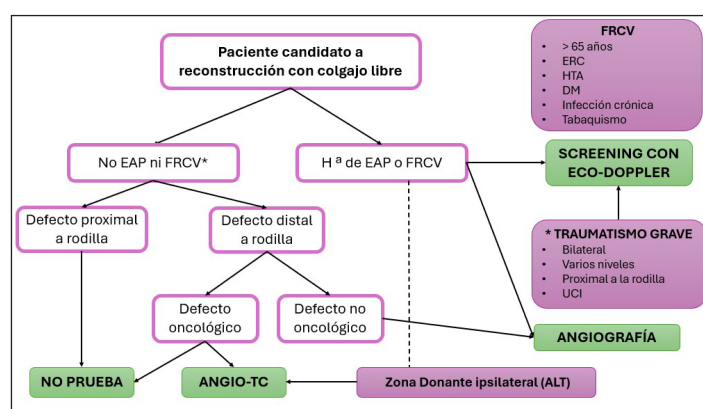


Figura 2. Algoritmo modificado de Ahn y col.⁽¹⁸⁾ para elección de prueba

la localización del defecto. Los defectos proximales a la rodilla normalmente no necesitarán prueba de imagen, ya que existen vasos de un calibre aceptable y normalmente intactos. Este es el único supuesto en que una exploración física podría ser suficiente por sí sola. Si el defecto es distal, entonces tendremos en cuenta la etiología del mismo. En pacientes con enfermedad tumoral, el angio-TAC será la elección al poder valorar al mismo tiempo vasos e infiltración de partes blandas, hueso o adenopatías. Si no es un defecto oncológico, fundamentalmente traumatismos, recurriremos a la angiografía convencional. Existe un grupo de pacientes sin EAP ni factores de riesgo que si tendrían indicación de estudio venoso: aquellos postraumáticos con 1 de los 4 factores de riesgo identificados por Bendon y Crick,⁽²²⁾ debido a la alta tasa de TV oculta, serían candidatos a estudio con eco-Doppler.

Conclusiones

Según nuestra revisión sistemática de la literatura, la exploración física es poco fiable como método aislado para la valoración vascular previa a una reconstrucción microquirúrgica de miembro inferior. No hemos encontrado estudios que hayan demostrado diferencias significativas en la tasa de éxito del colgajo entre diferentes modalidades. Aun así, creemos que la arteriografía es superior para la valoración arterial en pacientes postraumáticos y con heridas crónicas, es decir, en la gran mayoría de candidatos a colgajos libres en miembro inferior, aunque el angio-TAC es una alternativa precisa y no invasiva que cada vez gana más terreno. Es importante identificar a los pacientes que se beneficiarían de un cribado venoso preoperatorio con eco-Doppler. La angio-RM no tiene evidencia que avale su uso en este contexto.

Somos conscientes de que serán necesarios estudios con mayor nivel de evidencia para desarrollar recomendaciones sólidas sobre las que construir protocolos clínicos fiables. Aun así, en base a los datos obtenidos de la presente revisión de la literatura, proponemos un algoritmo de decisión para asistir en la elección de la prueba de imagen más adecuada en cada contexto con la intención de ayudar a gestionar de forma más eficiente los recursos, evitar efectos adversos innecesarios y obtener mejores resultados en la microcirugía reconstructiva de miembro inferior.

Dirección del autor

Dr. Pablo Roza Raposo
Correo electrónico: dr.pablороza@outlook.com

Bibliografía

1. Godina M. Early Microsurgical Reconstruction of Complex Trauma of the Extremities: *Plast Reconstr Surg*. 1986;78(3):285-292.
2. Gottlieb LJ, Krieger LM. From the Reconstructive Ladder to the Reconstructive Elevator: *Plast Reconstr Surg*. 1994;93(7):1503.
3. Hong JP, Hallock GG. Lower Extremity Reconstruction: A Practical Guide. 1. Auflage. Stuttgart: Thieme Medical Publishers; 2021. P.1.
4. Howick J, Chalmers, Ian, Glasziou P, Greenhalgh T, Hengeman C, Liberati A, et al. "The Oxford Levels of Evidence 2" [Internet]. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine; Disponible en: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocbm-levels-of-evidence>
5. Munn Z, Barker TH, Moola S, Tufanaru C, Stern C, McArthur A, et al. Methodological quality of case series studies: an introduction to the JBI critical appraisal tool. *JB Database Syst Rev Implement Rep* [Internet]. 23 de septiembre de 2019 [citado 7 de abril de 2025]; Publish Ahead of Print. Disponible en: <https://journals.lww.com/10.11124/JBISIR-D-19-00099>
6. Campbell JM, Klugar M, Ding S, Carmody DP, Hakonsen SJ, Jadotte YT, et al. Diagnostic test accuracy: methods for systematic review and meta-analysis. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(3):154-162.
7. Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Currie M, et al. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. En: *JB Manual for Evidence Synthesis* [Internet]. Aromataris E, Munn Z. JBI; 2020. Available: <https://synthesismanual.jbi.global>
8. Aromataris E, Fernandez R, Godfrey CM, Holly C, Khalil H, Tungpunkom P. Summarizing systematic reviews: methodological development, conduct and reporting of an umbrella review approach. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(3):132-140.
9. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
10. Isenberg J, Sherman R. The Limited Value of Preoperative Angiography in Microsurgical Reconstruction of the Lower Limb. *J Reconstr Microsurg*. 1996;12(05):303-306.
11. Chow LC, Napoli A, Klein MB, Chang J, Rubin GD. Vascular Mapping of the Leg with Multi-Detector Row CT Angiography prior to Free-Flap Transplantation. *Radiology*. 2005;237(1):353-360.
12. Haddock NT, Weichman KE, Reformat DD, Kligman BE, Levine JP, Saadeh PB. Lower Extremity Arterial Injury Patterns and Reconstructive Outcomes in Patients with Severe Lower Extremity Trauma: A 26-Year Review. *J Am Coll Surg*. 2010;210(1):66-72.
13. Dublin BA, Karp NS, Kasabian AK, Kolker AR, Shah MH. Selective Use of Preoperative Lower Extremity Arteriography in Free Flap Reconstruction. *Ann Plast Surg*. 1997;38(4):404-407.
14. Lutz BS, Ng SH, Cabailo R, Lin CH, Wei FC. Value of Routine Angiography before Traumatic Lower-Limb Reconstruction with Microvascular Free Tissue Transplantation. *J Trauma Inj Infect Crit Care*. 1998;44(4):682-686.
15. Lutz BS, Wei FC, Machens HG, Rhode U, Berger A. Indications and Limitations of Angiography Before Free-Flap Transplantation to the Distal Lower Leg After Trauma: Prospective Study in 36 Patients. *J Reconstr Microsurg*. 2000;16(3):187-192.
16. Park SW, Kim J, Choi J, Kim JS, Lee JH, Park YS. Preoperative Angiographic Criteria for Predicting Free-Flap Transfer Outcomes in Patients With Lower-Extremity Peripheral Arterial Disease. *Int J Low Extrem Wounds*. 2016;15(4):325-331.

17. Janhofer DE, Lakhiani C, Kim PJ, Akbari C, Naz I, Tefera EA, et al. The Utility of Preoperative Arteriography for Free Flap Planning in Patients with Chronic Lower Extremity Wounds. *Plast Reconstr Surg*. 2019;143(2):604-613.
18. Ahn L, Christensen JM, Fruge S, Meulendijks MZ, Hofsteezer YAJ, Wong FK, et al. Preoperative Vascular Imaging in Lower Extremity Free Flap Reconstruction: Comparison Between Imaging Modalities. *Microsurgery*. 2024;44(7):e31241.
19. Duymaz A, Karabekmez FE, Vrtiska TJ, Mardini S, Moran SL. Free Tissue Transfer for Lower Extremity Reconstruction: A Study of the Role of Computed Angiography in the Planning of Free Tissue Transfer in the Posttraumatic Setting. *Plast Reconstr Surg*. 2009;124(2):523-529.
20. Tan O, Yuce I, Kantarci M, Algan S. Evaluation of Lower-Limb Arteries with Multidetector Computed Tomography Angiography Prior to Free Flap Surgery: A Radioanatomic Study. *J Reconstr Microsurg*. 2011;27(03):199-206.
21. Janhofer DE, Lakhiani C, Kim PJ, Naz I, Black CK, Tefera EA, et al. The Utility of Preoperative Venous Testing for Lower Extremity Flap Planning in Patients with Lower Extremity Wounds. *Plast Reconstr Surg*. 2020;145(1):164e-171e.
22. Bendon CL, Crick A. Occult deep vein thrombosis in lower limb trauma requiring microsurgical reconstruction—A retrospective cohort study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021;74(4):775-784.
23. Hagiga A, Adeboye T, Dheansa B. The impact of pre-existing venous pathology on lower limb free flap reconstruction and the role of preoperative screening: a systematic review. *Acta Radiol*. 2023;64(7):2302-2312.
24. Jang YJ, Park MC, Hong YS, Won JH, Lim SH, Park DH, et al. Successful lower extremity salvage with free flap after endovascular angioplasty in peripheral arterial occlusive disease. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2014;67(8):1136-1143.
25. DeFazio MV, Han KD, Akbari CM, Evans KK. Free Tissue Transfer after Targeted Endovascular Reperfusion for Complex Lower Extremity Reconstruction: Setting the Stage for Success in the Presence of Multivessel Disease. *Ann Vasc Surg*. 2015;29(6):1316.e7-1316.e15.
26. Hahn HM, Jeong YS, Hong YS, Won JH, Lim SH, Kim J, et al. Use of revascularized artery as a recipient in microvascular reconstruction of the lower leg: An analysis of 62 consecutive free flap transfers. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017;70(5):606-617.
27. Tashiro K, Harima M, Yamamoto T, Narushima M, Koshima I. Locating recipient perforators for perforator-to-perforator anastomosis using color Doppler ultrasonography. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2014;67(12):1680-1683.
28. Yoshida S, Koshima I, Imai H, Uchiki T, Sasaki A, Nagamatsu S, et al. Investigation of flow velocity in recipient perforator artery for a reliable indicator for the flap transfer with perforator to perforator anastomosis. *Microsurgery*. 2021;41(6):550-556.
29. Suh H, Kim Y, Suh Y, Hong J. Multidetector Computed Tomography (CT) Analysis of 168 Cases in Diabetic Patients with Total Superficial Femoral Artery Occlusion: Is It Safe to Use an Anterolateral Thigh Flap without CT Angiography in Diabetic Patients? *J Reconstr Microsurg*. 2018;34(01):65-70.

