

Perfusión hipotérmica de máquina versus preservación en frío estático en el trasplante de riñón

José Ignacio Domínguez^{a,b}, Martín de Amesti^{a,b}, Alejandro Majerson^{b,c,*}

^a Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

^b Proyecto Epistemonikos, Santiago, Chile

^c Departamento de Urología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

*Autor corresponsal amajerson@med.puc.cl

Citación Domínguez JI, de Amesti M, Majerson A. Hypothermic machine perfusion versus static cold preservation in kidney transplantation. *Medwave* 2018;18(7):e7359

Doi 10.5867/medwave.2018.07.7359

Fecha de envío 22/10/2018

Fecha de aceptación 12/11/2018

Fecha de publicación 30/11/2018

Origen Este artículo es producto del Epistemonikos Evidence Synthesis Project de la Fundación Epistemonikos, en colaboración con Medwave para su publicación

Tipo de revisión Con revisión por pares sin ciego por parte del equipo metodológico del Epistemonikos Evidence Synthesis Project

Declaración de conflictos de intereses Los autores declaran no tener conflictos de intereses con la materia de este artículo.

Palabras clave Hypothermic machine perfusion, static cold preservation, kidney transplantation, Epistemonikos, GRADE

Resumen

Introducción

La adecuada preservación del aloinjerto previo al trasplante renal es crucial para mantener buenos resultados luego del trasplante. En la actualidad existen dos métodos principales, la perfusión hipotérmica asistida por una máquina y la preservación en frío estático. El objetivo principal de este resumen es comparar ambos sistemas de preservación.

Métodos

Realizamos una búsqueda en Epistemonikos, la mayor base de datos de revisiones sistemáticas en salud, la cual es mantenida mediante el cribado de múltiples fuentes de información, incluyendo MEDLINE, EMBASE, Cochrane, entre otras. Extrajimos los datos desde las revisiones identificadas, analizamos los datos de los estudios primarios, realizamos un metanálisis y preparamos una tabla de resumen de los resultados utilizando el método GRADE.

Resultados y conclusiones

Identificamos 10 revisiones sistemáticas que en conjunto incluyeron 34 estudios primarios, de los cuales 13 corresponden a ensayos aleatorizados. Concluimos que la preservación mediante perfusión hipotérmica de máquina probablemente disminuye el riesgo de retraso en el funcionamiento del injerto y podría llevar a un leve aumento en la sobrevida del injerto. Sin embargo, no existen diferencias en la sobrevida del paciente entre ambos métodos.

Problema

Existe un desbalance entre la demanda y la disponibilidad de órganos para trasplante renal, por lo que se requieren estrategias para aumentar esta última. Una de ellas es lograr identificar qué mecanismo de preservación de órganos logra optimizar el estado de los riñones previo al trasplante, con tal de conseguir mejores resultados postrasplante.

Tanto la perfusión hipotérmica por máquina como la conservación en frío estático son alternativas de preservación del injerto previo al trasplante. La perfusión hipotérmica por máquina mantiene un bombeo continuo de solución de preservación por el parénquima

renal, lo que provee de nutrientes, oxígeno y arrastre de metabolitos tóxicos, fenómenos que en teoría debieran reducir el daño asociado al tiempo de isquemia. El frío estático es actualmente el método más utilizado en el mundo debido a la mayor disponibilidad, pero el uso de la perfusión hipotérmica por máquina ha ido en aumento durante los últimos años debido al cambio en el perfil de los donantes y a los avances en la tecnología y soluciones disponibles de perfusión, lo que hace relevante poder determinar qué método es más beneficioso de cara a los resultados postrasplante.

Mensajes clave

- La perfusión hipotérmica por máquina probablemente disminuye el retraso en el funcionamiento del injerto y podría mejorar levemente la sobrevida del injerto a 1 año, aunque con poca o nula diferencia en la sobrevida del paciente a 1 año.
- No está claro si la perfusión hipotérmica por máquina disminuye la falla primaria del injerto porque la certeza de la evidencia es muy baja.

Acerca del conjunto de la evidencia para este problema

<p>Cuál es la evidencia Véase matriz de evidencia en Epistemonikos más abajo.</p>	<p>Encontramos 10 revisiones sistemáticas¹⁻¹⁰, que incluyen 34 estudios primarios¹¹⁻⁴⁴, de los cuales 13 corresponden a ensayos aleatorizados^{12,20-23,25,26,29,31,41-44}.</p> <p>Tanto esta tabla como el resumen en general están basados en los 13 ensayos aleatorizados, debido a que los estudios observacionales no aumentaban la certeza de la evidencia ni aportaban información adicional relevante.</p> <p>Algunas revisiones sistemáticas incluyeron estudios en animales, los que no fueron considerados en este resumen de evidencia⁵.</p>
<p>Qué tipo de pacientes incluyeron los estudios*</p>	<p>Cinco ensayos incluyeron exclusivamente donantes con muerte circulatoria^{22,25,26,42,44}; cuatro ensayos incluyeron exclusivamente donantes con muerte cerebral^{21,23,31,43}; dos ensayos incluyeron donantes con muerte circulatoria y donantes con muerte cerebral^{12,20}; un ensayo incluyó pacientes con muerte cerebral y con criterios expandidos de donante⁴¹, y un ensayo incluyó pacientes con muerte circulatoria, muerte cerebral y criterios expandidos de donante²⁹.</p> <p>El promedio de edad de los donantes fue de 40 años para los donantes con muerte circulatoria y 46 para los donantes con muerte cerebral.</p> <p>El promedio de tiempo de isquemia para los riñones sometidos a perfusión hipotérmica por máquina fue 23,5 horas, mientras que para los riñones sometidos a frío estático fue 19,5 horas.</p>
<p>Qué tipo de intervenciones incluyeron los estudios*</p>	<p>Todos los ensayos compararon perfusión hipotérmica por máquina contra frío estático^{12,20,21,22,23,25,26,29,31,41,42,43,44}.</p> <p>El tipo de máquina de perfusión usada para realizar la perfusión hipotérmica de los órganos varió entre los distintos ensayos. Un ensayo usó Waters/Gambro²², cinco ensayos usaron solamente Waters MOX100^{12,21,23,31,43}, cuatro ensayos utilizaron ORS LifePort^{25,41,44,29}, un ensayo solamente usó Gambro⁴² y un ensayo usó Nikkiso</p>

Métodos

Para responder esta pregunta utilizamos Epistemonikos, la mayor base de datos de revisiones sistemáticas en salud, la cual es mantenida mediante búsquedas en múltiples fuentes de información, incluyendo MEDLINE, EMBASE, Cochrane, entre otras. Extrajimos los datos desde las revisiones identificadas y reanalizamos los datos de los estudios primarios. Con esta información, generamos un resumen estructurado denominado FRISBEE (*Friendly Summaries of Body of Evidence using Epistemonikos*), siguiendo un formato preestablecido, que incluye mensajes clave, un resumen del conjunto de evidencia (presentado como matriz de evidencia en Epistemonikos), metanálisis del total de los estudios cuando sea posible, una tabla de resumen de resultados con el método GRADE y una sección de otras consideraciones para la toma de decisión.

	<p>APS-02²⁶. No se cuenta con información respecto al tipo de máquina utilizada en un ensayo²⁰.</p> <p>Los distintos fluidos preservantes usados en frío estático también variaron entre los ensayos. Cuatro ensayos utilizaron solución de Euro-Collins^{12,20,21,31}, siete ensayos usaron solución de la Universidad de Wisconsin^{22,26,29,41-44} y uno utilizó solución de Marshall²⁵. Solo un ensayo no especificó qué solución preservante para frío estático utilizó²³.</p>
Qué tipo de desenlaces midieron	<p>Los ensayos midieron diferentes desenlaces, lo cuales fueron agrupados por las revisiones sistemáticas de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retraso en funcionamiento del injerto • Fallo primario del injerto • Sobrevida del injerto a 1 año • Sobrevida del paciente a 1 año

* La información sobre los estudios primarios es extraída desde las revisiones sistemáticas identificadas, no directamente desde los estudios, a menos que se especifique lo contrario.

Resumen de los resultados

La información sobre los efectos de perfusión hipotérmica por máquina en comparación con preservación en frío estático está basada en 13 ensayos aleatorizados que incluyeron 2122 riñones^{12,20-23,25,26,29,31,41-44}.

Todos los ensayos midieron el retraso en el funcionamiento del injerto (2122 riñones), ocho el fallo primario del injerto, (1719 riñones)^{20,22,26,29,31,41,42,44}, 10 la sobrevida del injerto a un año (2002 riñones)^{20-23,25,29,31,41,42,44} y seis la sobrevida del paciente a un año (1622 riñones)^{20,22,29,31,41,44}.

El resumen de los resultados es el siguiente:

- La perfusión hipotérmica por máquina probablemente disminuye el retraso en el funcionamiento del injerto. La certeza de la evidencia es moderada.
- No está claro si la perfusión hipotérmica por máquina disminuye la falla primaria del injerto porque la certeza de la evidencia es muy baja.
- La perfusión hipotérmica por máquina podría mejorar levemente la sobrevida del injerto a 1 año, pero la certeza de la evidencia es baja.
- La perfusión hipotérmica por máquina resulta en poca o nula diferencia en la sobrevida del paciente a 1 año. La certeza de la evidencia es alta.

Perfusión hipotérmica de máquina versus preservación en frío estático en el trasplante de riñón				
Pacientes	Pacientes cursando un trasplante renal			
Intervención	Perfusión hipotérmica por máquina			
Comparación	Conservación en frío estático			
Desenlaces	Efecto absoluto*		Efecto relativo (IC 95%)	Certeza de la evidencia (GRADE)
	CON conservación en frío estático	CON perfusión hipotérmica por máquina		
	Diferencia: pacientes por 1000			
Retraso en funcionamiento del injerto	430 por 1000	344 por 1000	RR 0,80 (0,70 a 0,92)	⊕⊕⊕○ ¹ Moderada
	Diferencia: 86 riñones menos (Margen de error: de 35 a 129 menos)			
Fallo primario del injerto	62 por 1000	57 por 1000	RR 0,91 (0,48 a 1,71)	⊕○○○ ^{1,2} Muy baja
	Diferencia: 5 riñones menos (Margen de error: de 32 menos a 44 más)			
Sobrevida del injerto a 1 año	797 por 1000	837 por 1000	RR 1,05 (1,00 a 1,11)	⊕⊕○○ ^{1,2} Baja
	Diferencia: 40 riñones más (Margen de error: de 0 a 88 más)			
Sobrevida del paciente a 1 año	938 por 1000	928 por 1000	RR 0,99 (0,97 a 1,01)	⊕⊕⊕⊕ Alta
	Diferencia: 10 pacientes menos (Margen de error: de 28 menos a 9 más)			

Margen de error: Intervalo de confianza del 95% (IC 95%).
RR: Riesgo relativo.
GRADE: Grados de evidencia del GRADE *Working Group* (ver más adelante).

*Los riesgos **CON conservación en frío estático** están basados en los riesgos del grupo control en los estudios. El riesgo **CON perfusión hipotérmica por máquina** (y su margen de error) está calculado a partir del efecto relativo (y su margen de error).

¹ Se disminuyó un nivel de certeza de evidencia por el riesgo de sesgo.
² Se disminuyó un nivel de certeza de evidencia por imprecisión, ya que la decisión podría variar en los extremos del intervalo de confianza. En el caso de fallo primario del injerto se disminuyó dos niveles por este factor, ya que el intervalo es muy amplio y asociado a decisiones muy diferentes.

Siga el enlace para acceder a la versión interactiva de esta tabla ([Interactive Summary of Findings - iSoF](#))

Acerca de la certeza de la evidencia (GRADE)*

⊕⊕⊕⊕

Alta: La investigación entrega una muy buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea sustancialmente distinto† es baja.

⊕⊕⊕○

Moderada: La investigación entrega una buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea sustancialmente distinto† es moderada.

⊕⊕○○

Baja: La investigación entrega alguna indicación del efecto probable. Sin embargo, la probabilidad de que el efecto sea sustancialmente distinto† es alta.

⊕○○○

Muy baja: La investigación no entrega una estimación confiable del efecto probable. La probabilidad de que el efecto sea sustancialmente distinto† es muy alta.

*Esto es también denominado 'calidad de la evidencia' o 'confianza en los estimadores del efecto'.

†Sustancialmente distinto = una diferencia suficientemente grande como para afectar la decisión

Otras consideraciones para la toma de decisión

A quién se aplica y a quién no se aplica esta evidencia

A quién se aplica y a quién no se aplica esta evidencia La evidencia presentada en este resumen aplica para injertos renales provenientes de donantes con muerte circulatoria, cerebral, o con criterios expandidos.

La mayoría de los donantes y receptores eran adultos, por lo que esta evidencia debiese ser extrapolada con cautela a población pediátrica. No existió distinción entre sexos, por lo que los resultados son aplicables indistintamente a ambos grupos.

Sobre los desenlaces incluidos en este resumen

Los desenlaces incluidos en este resumen son aquellos considerados como críticos para la toma de decisiones clínicas, de acuerdo a la opinión de los autores. En general, coinciden con aquellos presentados en las revisiones sistemáticas identificadas.

Balance riesgo/beneficio y certeza de la evidencia

La perfusión hipotérmica por máquina probablemente disminuye el retraso en el funcionamiento del injerto, en comparación con la conservación en frío estático, con un nivel de certeza moderado. También podría mejorar levemente la sobrevida del injerto a 1 año, aunque con poca o nula diferencia en la sobrevida del paciente a 1 año, pero la certeza de la evidencia es baja.

No se encontró información sobre efectos adversos secundarios al uso de ambas técnicas de preservación de injertos. Sería de interés contar con esta información al momento de decidirse por una de las dos alternativas de preservación.

Consideraciones de recursos

Una revisión sistemática² analizó la costoefectividad entre usar las dos alternativas de métodos de preservación del injerto renal, concluyendo que no se cuenta con la cantidad de estudios suficientes como para generar un modelo económico apropiado, por lo que sus resultados debieran ser interpretados con precaución. Dicha revisión señala que la perfusión hipotérmica por máquina se asocia a un incremento en los costos del programa

de trasplantes, debido al alto costo de la máquina de perfusión y sus insumos comparada con la preservación en frío estático. Sin embargo, estos costos se verían contrarrestados con la posterior reducción en los requerimientos de hospitalización y diálisis asociada a una menor incidencia en retraso de funcionamiento del injerto y a mayor sobrevida de este mismo.

Qué piensan los pacientes y sus tratantes

La evidencia presentada en este resumen debiese inclinar a muchos clínicos hacia preferir el uso de perfusión hipotérmica con máquina, dado que disminuye el retraso en el funcionamiento del injerto y podría mejorar la sobrevida de este mismo. Sin embargo, debido a la falta de información sobre costoefectividad entre ambos métodos y de la existencia de posibles efectos adversos, es posible que exista variabilidad en la toma de decisión.

Diferencias entre este resumen y otras fuentes

Las conclusiones de este resumen concuerdan con las de las revisiones sistemáticas que fueron analizadas.

Las guías Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO)⁴⁵, Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI)⁴⁶ y Canadian Society of Transplantation⁴⁷ no abordan la pregunta de este resumen de evidencia.

¿Puede que cambie esta información en el futuro?

La probabilidad de que futuras investigaciones cambien las conclusiones de este resumen es baja, debido a la certeza de la evidencia existente, en especial en relación al retraso en funcionamiento del injerto y a la sobrevida del paciente.

No identificamos estudios en curso evaluando esta pregunta en la *International Clinical Trials Registry Platform* de la Organización Mundial de la Salud ni revisiones sistemáticas en el *International prospective register of systematic reviews* (PROSPERO).

Cómo realizamos este resumen

Mediante métodos automatizados y colaborativos recopilamos toda la evidencia relevante para la pregunta de interés y la presentamos en una matriz de evidencia.

	van der Vliet J. 2001	Moers C 2009	Watson CJ 2010	Halloran P 1987	Matsuno N 1994	Heil JE 1987	Mozes M 1985	Jochmans I 2010	Aljani MR 1985
Hameed A.M. 2016	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dikdan GS 2012	■	■	■	■	■	■	■	■	■
O'Callaghan JM 2013	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wight JP 2003	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bathini V 2013	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Una matriz de evidencia es una tabla que compara revisiones sistemáticas que responden una misma pregunta.

Las filas representan las revisiones sistemáticas, y las columnas muestran los estudios primarios.

Los recuadros en verde corresponden a estudios incluidos en las respectivas revisiones.

El sistema detecta automáticamente nuevas revisiones sistemáticas incluyendo cualquiera de los estudios primarios en la matriz, las cuales serán agregadas si efectivamente responden la misma pregunta.

Siga el enlace para acceder a la **versión interactiva**: [Perfusión hipotérmica de máquina versus preservación en frío estático en el trasplante de riñón](#)

Referencias

- Bathini V, McGregor T, McAlister VC, Luke PP, Sener A. Renal perfusion pump vs cold storage for donation after cardiac death kidneys: a systematic review. *J Urol*. 2013 Jun;189(6):2214-20. | CrossRef | PubMed |
- Bond M, Pitt M, Akoh J, Moxham T, Hoyle M, Anderson R. The effectiveness and cost-effectiveness of methods of storing donated kidneys from deceased donors: a systematic review and economic model. *Health Technol Assess*. 2009 Aug;13(38):iii-iv, xi-xiv, 1-156. | CrossRef | PubMed |
- Deng R, Gu G, Wang D, Tai Q, Wu L, Ju W, Zhu X, Guo Z, He X. Machine perfusion versus cold storage of kidneys derived from donation after cardiac death: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013;8(3):e56368. | CrossRef | PubMed | PMC |
- Dikdan GS, Mora-Esteves C, Koneru B. Review of randomized clinical trials of donor management and organ preservation in deceased donors: opportunities and issues. *Transplantation*. 2012 Sep 15;94(5):425-41. | CrossRef | PubMed |
- Hameed AM, Pleass HC, Wong G, Hawthorne WJ. Maximizing kidneys for transplantation using machine perfusion: from the past to the future: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Oct;95(40):e5083. | PubMed | PMC |
- Hu X.-Y., Wang Y.-F., Ye Q.-F., Chen Z.-Q., Fan X.-L., Guo Y., Li N.. Effects of hypothermic machine perfusion versus static cold storage of kidney allografts on transplant outcomes: A Meta-analysis. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*. 2015;19(42):6882-6888.
- Jiao B, Liu S, Liu H, Cheng D, Cheng Y, Liu Y. Hypothermic machine perfusion reduces delayed graft function and improves one-year graft survival of kidneys from expanded criteria donors: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013 Dec 10;8(12):e81826. | CrossRef | PubMed | PMC |
- Lam VW, Laurence JM, Richardson AJ, Pleass HC, Allen RD. Hypothermic machine perfusion in deceased donor kidney transplantation: a systematic review. *J Surg Res*. 2013 Mar;180(1):176-82. | CrossRef | PubMed |
- O'Callaghan JM, Morgan RD, Knight SR, Morris PJ. Systematic review and meta-analysis of hypothermic machine perfusion versus static cold storage of kidney allografts on transplant outcomes. *Br J Surg*. 2013 Jul;100(8):991-1001. | CrossRef | PubMed |
- Wight JP, Chilcott JB, Holmes MW, Brewer N. Pulsatile machine perfusion vs. cold storage of kidneys for transplantation: a rapid and systematic review. *Clin Transplant*. 2003 Aug;17(4):293-307. | PubMed |

Notas

Si con posterioridad a la publicación de este resumen se publican nuevas revisiones sistemáticas sobre este tema, en la parte superior de la matriz se mostrará un aviso de “nueva evidencia”. Si bien el proyecto contempla la actualización periódica de estos resúmenes, los usuarios están invitados a comentar en la página web de *Medwave* o contactar a los autores mediante correo electrónico si creen que hay evidencia que motive una actualización más precoz.

Luego de crear una cuenta en Epistemonikos, al guardar las matrices recibirá notificaciones automáticas cada vez que exista nueva evidencia que potencialmente responda a esta pregunta.

Este artículo es parte del proyecto síntesis de evidencia de Epistemonikos. Se elabora con una metodología preestablecida, siguiendo rigurosos estándares metodológicos y proceso de revisión por pares interno. Cada uno de estos artículos corresponde a un resumen, denominado FRISBEE (*Friendly Summary of Body of Evidence using Epistemonikos*), cuyo principal objetivo es sintetizar el conjunto de evidencia de una pregunta específica, en un formato amigable a los profesionales clínicos. Sus principales recursos se basan en la matriz de evidencia de Epistemonikos y análisis de resultados usando metodología GRADE. Mayores detalles de los métodos para elaborar este FRISBEE están descritos aquí:

<http://dx.doi.org/10.5867/medwave.2014.06.5997>

La Fundación Epistemonikos es una organización que busca acercar la información a quienes toman decisiones en salud, mediante el uso de tecnologías. Su principal desarrollo es la base de datos Epistemonikos.

www.epistemonikos.org

11. Abboud I, Antoine C, Gaudez F, Fieux F, Lefaucheur C, Pillebout E, Viglietti D, Serrato T, V erine J, Flamant M, Peraldi MN, Glotz D. Pulsatile perfusion preservation for expanded-criteria donors kidneys: Impact on delayed graft function rate. *Int J Artif Organs*. 2011 Jun;34(6):513-8. | CrossRef | PubMed |
12. Alijani MR, Cutler JA, DeValle CJ, Morres DN, Fawzy A, Pechan BW, Helfrich GB. Single-donor cold storage versus machine perfusion in cadaver kidney preservation. *Transplantation*. 1985 Dec;40(6):659-61. | PubMed |
13. Barber WH, Deierhoi MH, Phillips MG, Diethelm AG. Preservation by pulsatile perfusion improves early renal allograft function. *Transplant Proc*. 1988 Oct;20(5):865-8. | PubMed |
14. Cannon RM, Brock GN, Garrison RN, Smith JW, Marvin MR, Franklin GA. To pump or not to pump: a comparison of machine perfusion vs cold storage for deceased donor kidney transplantation. *J Am Coll Surg*. 2013 Apr;216(4):625-33; discussion 633-4. | CrossRef | PubMed |
15. Cannon RM, Brock GN, Garrison RN, Marvin MR, Franklin GA, Davis EG. Machine perfusion: not just for marginal kidney donors. *Am Surg*. 2015 Jun;81(6):550-6. | PubMed |
16. Chueh SC, Sankari BR, Lipscomb L, Modak A, Castello MG, Avallone EJ. The benefits of pulsatile machine perfusion of standard criteria deceased donor kidneys at a geographically remote transplant center. *ASAIO J*. 2014 Jan-Feb;60(1):76-80. | CrossRef | PubMed |
17. Forde JC, Shields WP, Azhar M, Daly PJ, Zimmermann JA, Smyth GP, Eng MP, Power RE, Mohan P, Hickey DP, Little DM. Single centre experience of hypothermic machine perfusion of kidneys from extended criteria deceased heart-beating donors: a comparative study. *Ir J Med Sci*. 2016 Feb;185(1):121-5. | CrossRef | PubMed |
18. Gill J, Dong J, Eng M, Landsberg D, Gill JS. Pulsatile perfusion reduces the risk of delayed graft function in deceased donor kidney transplants, irrespective of donor type and cold ischemic time. *Transplantation*. 2014 Mar 27;97(6):668-74. | CrossRef | PubMed |
19. Guy A, McGrogan D, Inston N, Ready A. Hypothermic machine perfusion permits extended cold ischemia times with improved early graft function. *Exp Clin Transplant*. 2015 Apr;13(2):130-7. | PubMed |
20. Halloran P, Aprile M. A randomized prospective trial of cold storage versus pulsatile perfusion for cadaver kidney preservation. *Transplantation*. 1987 Jun;43(6):827-32. | PubMed |
21. Heil JE, Canafax DM, Sutherland DE, Simmons RL, Dunning M, Najarian JS. A controlled comparison of kidney preservation by two methods: machine perfusion and cold storage. *Transplant Proc*. 1987 Feb;19(1 Pt 3):2046. | PubMed |
22. Jochmans I, Moers C, Smits JM, Leuvenink HG, Treckmann J, Paul A, Rahmel A, Squifflet JP, van Heurn E, Monbaliu D, Ploeg RJ, Pirenne J. Machine perfusion versus cold storage for the preservation of kidneys donated after cardiac death: a multicenter, randomized, controlled trial. *Ann Surg*. 2010 Nov;252(5):756-64. | CrossRef | PubMed |
23. Kwiatkowski A, Wszola M, Kosieradzki M, Danielewicz R, Ostrowski K, Domagala P, Lisik W, Fesołowicz S, Michalak G, Trzebicki J, Durlik M, Paczek L, Rowiński W, Chmura A. The early and long term function and survival of kidney allografts stored before transplantation by hypothermic pulsatile perfusion. A prospective randomized study. *Ann Transplant*. 2009 Jan-Mar;14(1):14-7. | PubMed |
24. Lodhi SA, Lamb KE, Uddin I, Meier-Kriesche HU. Pulsatile pump decreases risk of delayed graft function in kidneys donated after cardiac death. *Am J Transplant*. 2012 Oct;12(10):2774-80. | CrossRef | PubMed |
25. Marshall VC, Ross H, Scott DF, McInnes S, Thomson N, Atkins RC, Mathew TH, Kincaid-Smith PS. Preservation of cadaver of renal allografts: comparison of ice storage and machine perfusion. *Med J Aust*. 1977 Sep 10;2(11):353-6. | PubMed |
26. Matsuno N, Sakurai E, Tamaki I, Uchiyama M, Kozaki K, Kozaki M. The effect of machine perfusion preservation versus cold storage on the function of kidneys from non-heart-beating donors. *Transplantation*. 1994 Jan;57(2):293-4. | PubMed |
27. Matsuoka L, Shah T, Aswad S, Bunnapradist S, Cho Y, Mendez RG, Mendez R, Selby R. Pulsatile perfusion reduces the incidence of delayed graft function in expanded criteria donor kidney transplantation. *Am J Transplant*. 2006 Jun;6(6):1473-8. | PubMed |
28. Merion RM, Oh HK, Port FK, Toledo-Pereyra LH, Turcotte JG. A prospective controlled trial of cold-storage versus machine-perfusion preservation in cadaveric renal transplantation. *Transplantation*. 1990 Aug;50(2):230-3. | PubMed |
29. Moers C, Smits JM, Maathuis MH, Treckmann J, van Gelder F, Napieralski BP, van Kasterop-Kutz M, van der Heide JJ, Squifflet JP, van Heurn E, Kirste GR, Rahmel A, Leuvenink HG, Paul A, Pirenne J, Ploeg RJ. Machine perfusion or cold storage in deceased-donor kidney transplantation. *N Engl J Med*. 2009 Jan 1;360(1):7-19. | CrossRef | PubMed |
30. Moustafellos P, Hadjianastassiou V, Roy D, Mukhtadir A, Contractor H, Vaidya A, Friend PJ. The influence of pulsatile preservation in kidney transplantation from non-heart-beating donors. *Transplant Proc*. 2007 Jun;39(5):1323-5. | PubMed |
31. Mozes M, Finch W, Reckard C, et al.. Comparison of cold storage and machine perfusion in the preservation of cadaver kidneys: a prospective, randomized study. *Transplant Proc*. 1985;(17):1474-1477.
32. Opelz G, Terasaki PI. Advantage of cold storage over machine perfusion for preservation of cadaver kidneys. *Transplantation*. 1982 Jan;33(1):64-8. | PubMed |
33. Plata-Munoz JJ, Muthusamy A, Quiroga I, Contractor HH, Sinha S, Vaidya A, Darby C, Fuggle SV, Friend PJ. Impact of pulsatile perfusion on postoperative outcome of kidneys from controlled donors after cardiac death. *Transpl Int*. 2008 Sep;21(9):899-907. | CrossRef | PubMed |
34. Polyak MM, Arrington BO, Stubenbord WT, Boykin J, Brown T, Jean-Jacques MA, Estevez J, Kapur S, Kinkhabwala M. The influence of pulsatile preservation on renal transplantation in the 1990s. *Transplantation*. 2000 Jan 27;69(2):249-58. | PubMed |
35. Rosenthal JT, Herman JB, Taylor RJ, Broznick B, Hakala TR. Comparison of pulsatile machine perfusion with cold storage for cadaver kidney preservation. *Transplantation*. 1984 Apr;37(4):425-6. | PubMed |
36. Schold JD, Kaplan B, Howard RJ, Reed AI, Foley DP, Meier-Kriesche HU. Are we frozen in time? Analysis of the utilization and efficacy of pulsatile perfusion in renal transplantation. *Am J Transplant*. 2005 Jul;5(7):1681-8. | PubMed |
37. Sedigh A, Tufveson G, Bäckman L, Biglarnia AR, Lorant T. Initial experience with hypothermic machine perfusion of kidneys from deceased donors in the Uppsala region in Sweden. *Transplant Proc*. 2013 Apr;45(3):1168-71. | CrossRef | PubMed |
38. Sellers MT, Gallichio MH, Hudson SL, Young CJ, Bynon JS, Eckhoff DE, Deierhoi MH, Diethelm AG, Thompson JA. Improved outcomes in cadaveric renal allografts with pulsatile preservation. *Clin Transplant*. 2000 Dec;14(6):543-9. | PubMed |
39. Sheil AG, Drummond JM, Rogers JH, Boulas J, May J, Storey BG. A controlled clinical trial of machine perfusion of cadaveric donor renal allografts. *Lancet*. 1975 Aug 16;2(7929):287-90. | PubMed |

40. Stratta RJ, Moore PS, Farney AC, Rogers J, Hartmann EL, Reeves-Daniel A, Gautreaux MD, Iskandar SS, Adams PL. Influence of pulsatile perfusion preservation on outcomes in kidney transplantation from expanded criteria donors. *J Am Coll Surg.* 2007 May;204(5):873-82; discussion 882-4. | PubMed |
41. Treckmann J, Moers C, Smits JM, Gallinat A, Maathuis MH, van Kasterop-Kutz M, Jochmans I, Homan van der Heide JJ, Squifflet JP, van Heurn E, Kirste GR, Rahmel A, Leuvenink HG, Pirenne J, Ploeg RJ, Paul A. Machine perfusion versus cold storage for preservation of kidneys from expanded criteria donors after brain death. *Transpl Int.* 2011 Jun;24(6):548-54. | CrossRef | PubMed |
42. Van Der Vliet JA, Kievit JK, Héné RJ, Hilbrands LB, Kootstra G. Preservation of non-heart-beating donor kidneys: a clinical prospective randomised case-control study of machine perfusion versus cold storage. *Transplant Proc.* 2001 Feb-Mar;33(1-2):847. | PubMed |
43. Veller MG, Botha JR, Britz RS, Gecelter GR, Beale PG, Margolius LP, Meyers KE, Thompson PD, Meyers AM, Myburgh JA. Renal allograft preservation: a comparison of University of Wisconsin solution and of hypothermic continuous pulsatile perfusion. *Clin Transplant.* 1994 Apr;8(2 Pt 1):97-100. | PubMed |
44. Watson CJ, Wells AC, Roberts RJ, Akoh JA, Friend PJ, Akyol M, Calder FR, Allen JE, Jones MN, Collett D, Bradley JA. Cold machine perfusion versus static cold storage of kidneys donated after cardiac death: a UK multicenter randomized controlled trial. *Am J Transplant.* 2010 Sep;10(9):1991-9. | CrossRef | PubMed |
45. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Transplant Work Group. KDIGO clinical practice guideline for the care of kidney transplant recipients. *American Journal of Transplantation* 2009; 9(Suppl 3): S1–S157. | PubMed |
46. Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI). KDOQI US Commentary on the 2009 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Care of Kidney Transplant Recipients. *American Journal of Kidney Diseases* 2010 Aug; 56 (2): 189-218. | PubMed |
47. Knoll GA, Blydt-Hansen TD, Campbell P. Canadian Society of Transplantation and Canadian Society of Nephrology commentary on the 2009 KDIGO clinical practice guideline for the care of kidney transplant recipients. *Am J Kidney Dis.* 2010 Aug;56(2):219-46. | PubMed |

Correspondencia a

Centro Evidencia UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Diagonal Paraguay 476
Santiago
Chile



Esta obra de Medwave está bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 3.0 Unported. Esta licencia permite el uso, distribución y reproducción del artículo en cualquier medio, siempre y cuando se otorgue el crédito correspondiente al autor del artículo y al medio en que se publica, en este caso, Medwave.