

## Donation After Circulatory Death Heart Transplant Without

### Preimplant Reanimation Using Rapid Ultraoxygenated Recovery

迅速高酸素化回復法を用いた、移植前心拍再開を行わない心停止後の心臓移植

Aaron M. Williams, John Trahanas, Swaroop Bommarreddi, et al

*JAMA. 2026;335(10):885-893. doi:10.1001/jama.2025.25169*

#### 【背景】

拡張高酸素化保存を用いた迅速回復法 (REUP) による心停止後ドナー(DCD)からの成人心臓移植は、初期報告において、若年ドナー (16-30 歳)あるいは短い阻血時間 (4 時間未満)で、有望な結果を示している。

#### 【目的】

ドナー年齢や予想虚血時間を問わず、成人 DCD 心臓移植における REUP の実現可能性を評価する。

#### 【研究デザイン】

2024 年 11 月-2025 年 7 月に、米国の単一ハイボリュームセンター心臓移植施設において REUP により摘出された DCD 成人心臓移植を受けた 24 例の症例集積研究。

#### 【介入】

ドナー心の心拍再開や機械灌流を行わず、REUP により DCD からの心臓移植を行った。

#### 【主要評価項目】

重症一次移植片機能不全、30 日生存率、初回心内膜心筋生検における急性拒絶反応

#### 【結果】

REUP により摘出された DCD 心臓 24 例が移植された。ドナー平均年齢は 32 歳で、9 例 (38%) は 40 歳超であった。レシピエントの 50%に胸骨正中切開の既往があった。ドナー死亡宣告から灌流液のフラッシュまでの平均時間は 9 分であった。15 例 (60%) のドナー心で総阻血時間が 4 時間を超え、そのうち 1 例は 8 時間であった。レシピエントの 30 日生存率は 96%であった。重症一次移植片機能不全は 1 例 (4%) のみで、別の 1 例 (4%) に二次性移植片機能不全を認められた。初回心内膜心筋生検では、急性細胞性拒絶反応 Grade 2R が 1 例 (4%) に認められたが、抗体関連拒絶反応を認める症例はなかった。

## 【結論】

本研究により、ドナー心の心拍再開を行わず、予想虚血時間に関係なく幅広いドナーおよびレシピエント集団において、REUPによるDCD心摘出の安全性・実現可能性・有効性を示された。現在のDCD心摘出戦略は高コストかつ複雑であり、またNormothermic regional perfusion (NRP) に関しては倫理的問題もあることから、REUPは有望な臓器摘出法となる可能性がある。今後さらなる普及を進めるための研究が求められる。

## 【コメント】

本邦における心臓移植では待機患者数に対するドナー不足が深刻である。これを改善する手段のひとつとして心停止後ドナーからの移植 (DCD)があり、海外では徐々に普及が進んでいる。脳死移植 (DBD)での心臓移植に対する非劣性が示されており、今後さらに普及していくことが期待される (Siddiqi et al. J Am Coll Cardiol. 2023 Oct 10 ; 82(15): 1512-1520)。

DCDでの心臓摘出の従来手法として、心臓摘出後に心臓のみを体外循環装置に接続する Direct procurement and perfusion (DPP)、心停止後に脳動脈を遮断した上で人工心肺を導入し心拍を再開させる Normothermic regional perfusion (NRP) がある。いずれも心停止後に心拍を再開させる手法であり、DPPでは灌流装置内で移植前まで心機能を評価でき、NRPでは再灌流後に生体内での心機能を確認できる利点がある。しかし、DPPには体外循環装置に多大なコストがかかる問題や約10%のドナーで摘出後に移植不可になってしまう問題、NRPには死亡宣告後にドナー体内で体外循環を確立することや心拍を再開させることの倫理的な問題がある。

本研究で行われているREUPは、心停止後に高酸素化灌流液を急速に注入することで、心停止後の心筋組織の低酸素から心筋を保護し、心拍を再開させることなく移植可能とする手法で、2025年7月に3症例の初報が報告された。REUPでは前述したDPP、NRPのデメリットがなく、また比較的処置が簡便である点に優れる。

一方で、REUPでは心停止後に心拍を再開させないため、心停止時に虚血に陥った移植心の心機能を確認できない点に懸念がある。本研究では良好な転帰と報告されたが、90日死亡2例(8%)、術後補助循環症例がECMO1例、Impella2例、右室機能障害症例が9例(38%)とやや多く、本邦での一般的な心臓移植後の成績と比較すると安全性や実現性を証明したとするにはまだ早計であるため、よりデータの集積が必要である。長期予後についての報告や、他の手法との直接比較の報告が待たれる。

本邦においては死亡宣告に伴う倫理的な問題点や保険制度上の制約などから現状ではDCDでの心臓移植は行えないが、REUPであればその障壁のひとつである心停止後の体外循環導入などの倫理的な問題や、体外循環によるコストなどの問題を一部解決できる可能性があり、今後本邦でDCDでの心臓移植が導入される一助となることが期待される。

千葉大学医学部附属病院 循環器内科  
角谷 吾郎