

B20250731\_04\_GeorgiaTech

[新しい](#)インプラントは、患者が自分自身の心臓弁を再生するのを助ける

ジョージア工科大学(Georgia Tech)によると、3D プリントされた生体吸収性心臓弁は、組織の再生を促進し、成人および小児の心臓病患者が繰り返し手術を受ける必要をなくする可能性がある。

米国では毎年 500 万人以上が心臓弁膜症と診断されているが、この疾患には効果的な長期治療方法がない。先天性欠損症、生活習慣、または老化によって人の心臓弁が深刻な損傷を受けると、血流が妨げられる。治療せずに放置すると、致命的な合併症を引き起こす可能性がある。

弁置換術と修復術は、重度の心臓弁膜症を管理する唯一の方法だが、どちらも多くの場合、費用がかかり、破壊的で、生命を脅かす手術を繰り返す必要がある。ほとんどの交換用バルブは動物組織でできており、交換が必要になるまで最大 10 年または 15 年持続する。小児患者の場合、解決策は非常に限られており、複数回の再介入が必要になる場合がある。

現在、ジョージア工科大学(Georgia Tech)の研究者は、生体吸収性材料で作られ、個々の患者のユニークな解剖学的構造に適合するように設計された 3D プリント心臓弁を作成した。埋め込まれると、弁は体に吸収され、デバイスがかつて果たした機能を実行する新しい組織に置き換えられる。

この発明は、ジョージア工科大学とエモリー大学(Emory)のウォレス・H・コールター生物医学工学科(BME)の教員である Lakshmi Prasad Dasi と Scott Hollister の研究室から生まれた。

「この技術は、既存のほとんどの心臓弁とは大きく異なり、パラダイ

ムシフトを表していると考えている」と、BME の Rozelle Vanda Wesley 教授、Dasi はコメントしている。「われわれは、持続性がなく持続可能でない動物組織デバイスの使用から離れ、心臓弁が患者内で再生できる新しい時代に移行している。」

Dasi は心臓弁の機能と力学の第一人者であり、Hollister は小児医療機器の組織工学と3Dプリンティングのトップエキスパートである。両氏はチームをまとめて、これまでにないテクノロジーを生み出した。

「小児科では、最大の課題の1つは、子供が成長し、心臓弁のサイズが時間の経過とともに変化するることである」と、小児科技術の Patsy and Alan Dorris 教授、トランスレーショナルリサーチの副議長 Hollister は話している。「つまり、子供たちは成長するにつれて弁を修復するために複数の手術を受けなければならない。この新技術により、患者は新しい弁組織を成長させることができ、将来的に複数の弁置換について心配する必要がなくなる。」

### 心に成長する

現在、3D プリントされた心臓弁が存在し、これまでも生体吸収性材料がインプラントに使用されてきたが、この 2 つの技術を組み合わせ、吸収性の形状記憶材料を持つ 1 つのデバイスを作成するのは今回が初めてである。

「当初から、このプロジェクトのビジョンは、心臓弁の設計と製造の現状である画一的なアプローチから脱却し、現在のデバイスよりも長持ちする患者固有のインプラントに移行することだった」と、Ph.D 学生としてこのプロジェクトに初めて参加した Dasi 研究室の研究科学者である Sanchita Bhat は説明している。

最初の研究では、適切な材料を見つけ、様々なプロトタイプをテストした。チームの心臓弁は、ポリ(グリセロールドデカンジオン酸)と

呼ばれる生体適合性材料を使用して 3D プリントされている。

弁には形状記憶があるため、開心術ではなく、折りたたんでカテーテルで送達することができる。埋め込まれて体温に達すると、デバイスは元の形状にもどる。その後、材料は体に信号を送り、デバイスの代わりに新しい組織を自分で作成する。元のデバイスは数か月で完全に吸収される。

Dasi の研究室の 4 年 Ph.D 学生 Srujana Joshi は、心臓弁の設計と性能のテストと分析において主要な役割を果たしてきた。

「インプラントのアイデアが浮かんだら、適切な設計、材料、製造パラメータにたどり着くには、多くの微調整と最適化が必要になる。これは反復的なプロセスであり、われわれはシステムでこれらの側面をテストして、バルブが本来の機能を果たしていることを確認している」(Joshi)。

Bhat と Joshi は現在、計算モデルとベンチトップ研究の両方で心臓弁の物理的耐久性をテストしている。Dasi の研究室には、実際の心臓の生理学的条件に一致し、個々の患者の心臓の圧力と流量の状態を模倣できる心臓シミュレーションのセットアップがある。追加の機械は、バルブを短時間で何百万回もの心臓サイクルに通すことにより、バルブの機械的耐久性をテストする。



図 1 組織の再生を促進する生体吸収性心臓弁(黄色)と 3D プリントされた心臓モデル。

