



「“エレクトロニクスフリー” な人工膵臓を開発」 ～ 血糖値の変化を検知して、自律的にインスリンを放出 ～

【ポイント】

- 世界初の「エレクトロニクス(機械)フリー」かつ「タンパク質フリー」な仕組みによる人工膵臓デバイスを開発しました。
- 健常および糖尿病モデルマウスでの安全性、治療効果、3週間以上の耐久性等を実証しました。
- 従来の「エレクトロニクス」方式に比べて安価で丈夫、使用負担や審美性を格段に改善するため、臨床応用へ向けた研究展開が期待されます。

名古屋大学環境医学研究所の菅波 孝祥(すがなみ たかよし)教授と田中 都助教および東京医科歯科大学生体材料工学研究所の松元 亮准教授らを中心とする研究グループは、世界初の「エレクトロニクスフリー」かつ「タンパク質フリー」なアプローチによる人工膵臓デバイスを開発し、糖尿病モデルマウスでの医学的機能実証に成功しました。この研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の「大学発新産業創出プログラム」および国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)の「産学連携医療イノベーション創出プログラム(ACT-M)」ならびに公益財団法人セコム科学技術振興財団などの支援のもとで行われたもので、その研究成果は、国際科学誌 Science Advances に2017年11月22日午後2時(米国東部時間)にオンライン版で発表されました。

【研究の背景】

近年、糖尿病に対するインスリン治療においてインスリンポンプの普及が進んでいますが、患者に及ぼす身体的・心理的負担や機械特有の補正・メンテナンスの必要性、医療経済上の問題など多くの課題があります。このため、エレクトロニクス(機械や電気)駆動を必要としない、自律型のインスリンポンプである「人工膵臓」の創出が強く求められています。従来、グルコースオキシダーゼやレクチン等のタンパク質を基材とする試みがなされてきましたが、生体由来材料の限界として、タンパク質変性に伴う不安定性や毒性が不可避であり、未だ実用化には至っていません。

【研究成果の概要】

上記課題の解決策として、研究グループは、タンパク質を一切使用しない完全合成材料のみによるアプローチを考案しました。グルコースと可逆的に結合するボロン酸を高分子ゲルに化学的に組み込み、さらに、これを一本のカテーテルに搭載することで、皮下挿入が容易で、かつ「人工膵臓」機能を発揮する自律型のインスリン供給デバイスの開発に成功しました。実際、健常および糖尿病モデルマウスの皮下に当該デバイスを留置することにより、「クローズド・ループ型」のインスリン供給を達成しました。即ち、連続的な血糖値検知と血糖値変動に応答した拡散制御(スマートゲル表面で形成される「スキン層」と呼ばれる含水率変化)からなるフィードバック機構によりインスリン供給が調整されます。その結果、1型糖尿病(インスリン欠乏状態)および2型糖尿病(インスリン抵抗性状態)のいずれの病態においても、当該デバイスが3週間以上の持続性を持って、糖代謝を良好に制御することを実証しました。

【研究成果の意義】

本研究は、世界初の「エレクトロニクスフリー」かつ「タンパク質フリー」なアプローチによる人工膵臓デバイスの糖尿病治療機能を、動物実験段階ではあるものの、高いレベルで実証したものです。糖尿病におけるアンメットメディカルニーズ(低血糖の回避、血糖値スパイクの改善、患者負担の軽減)の解決に加え、「機械型」のものに比べて極めて安価かつ使用負担が軽減されることになるため、今後、臨床応用へ向けた開発的研究が期待されます。それが実現することにより、発展途上国、高齢者、要介護者等、これまで普及が困難であった患者に対しても新たな治療オプションを提供する可能性を秘めています。

【論文情報】

掲載誌: Science Advances

論文タイトル: Synthetic “smart-gel” provides glucose-responsive insulin delivery in diabetic mice.

DOI: 10.1126/sciadv.aag0723