

糖尿病治療のための人工膵臓を目指した薬物放出システムの開発

研究代表者 三林 浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所 教授）

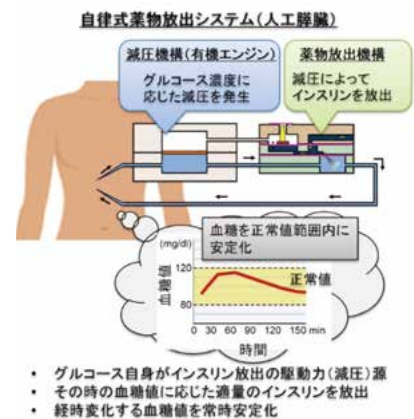
研究のゴール 1型糖尿病の治療法開発

研究の特徴

まだ他の研究では実現していない、「外部電源に依らず血糖成分を駆動源とし、血糖値の安定的な制御を可能とするシステム：人工膵臓」を実現するために、血糖センサに使われるグルコース酸化酵素を用いることで、血糖成分であるグルコースをエネルギー（駆動源）に、その濃度に応じた減圧が発生し、自立的に薬物を放出するシステムを作製しています。

研究概要

私たちはこれまで、酵素を用いることで基質の化学エネルギーを力学エネルギーへと、直接変換が可能な「有機エンジン」を開発してきました。その一つとして、グルコース酸化酵素（glucose oxidase, GOD）を利用することで、血糖成分であるグルコースの濃度に応じて減圧を発生する「グルコース駆動型減圧機構」を作製し、そこで起こる減圧をもとに薬物を放出する「薬物放出機構」と組み合わせることで、グルコース濃度を自律的に調節可能な薬物放出システムを考案しました。しかし既存システムでは薬物放出の動作に血糖値の約 10 倍高濃度のグルコース溶液を必要とし、血糖レベルで駆動するには各機構の更なる性能の向上が求められています。そこで本研究では、(1) グルコース駆動型減圧機構の出力向上、(2) 減圧式の薬物放出機構の改良、(3) 改良した薬物放出システムによるグルコース濃度制御特性の評価の 3 点に取り組み、1 型糖尿病の治療法を目指した、薬物放出システムを構築していきます。



これまでの研究結果・成果

我々がこれまでに開発したシステムでは、薬物放出のために血糖値の約 10 倍高濃度のグルコース溶液を必要としていたため、各機構の更なる性能の向上が求められていました。そこで、様々な酵素（POD、AOX、GAO）とその複合酵素の組み合わせの検討により高出力化を図ることで、薬物放出に必要なグルコース濃度を、従来の 1/10 に低減することに成功しました。

現在の状況

現在の課題は、グルコース駆動型減圧機構において薬物を放出するための駆動力（減圧）を血糖値レベルで発生させることです。そこで、出力を向上させるために酵素膜の大面积や膜質の改善、そして複合酵素の組み合わせを検討しました。現在は、安定した薬物放出のために、薬物放出機構における圧力開放弁などの改良を行っています。

この研究で患者の生活や他の研究にどのような波及効果があるか(期待されるか)

制御した血糖から駆動力を発生させ、自律的にその時の血糖値に応じた量の薬物を投与できるので、1 日に何度も行う血糖値測定およびインスリン注射などが不要になり、患者の皆様の負担が軽減されると考えられます。将来的には自立的に生体成分濃度を制御する本システムのアイデアを基にし、他の臓器への応用も期待されます。

患者・家族、寄付者へのメッセージ

いつもご支援賜り、誠にありがとうございます。本研究で開発を目指す「人工膵臓」は外部電源が不要でシステム自身が自律的に血糖値をコントロールしてくれることから、患者の皆様の生活におけるご負担を劇的に軽減するものと考えております。実用化へと一歩でも近づき、1 型糖尿病の根治にいち早く貢献できるよう、皆様から頂戴した助成をもとに最善の努力を尽くしてまいります。

ロードマップ

現在の進捗率
約40%

現在

人工膵臓に向けた「有機エンジン」、「薬物放出機構」の創製

自律式薬物放出システムの開発・最適化

2022年

動物実験によるシステムの評価

2025年

システムの臨床試験

● 新しい1型糖尿病治療法の開発