



Title	微小針型ブドウ糖センサを組み込んだ携帯型人工胰島による糖尿病患者の血糖制御
Author(s)	伯井, 信美
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/34898
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	伯井信美
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 6714 号
学位授与の日付	昭和 60 年 2 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	微小針型ブドウ糖センサを組み込んだ携帯型人工胰島による糖尿病患者の血糖制御
論文審査委員	(主査) 教授 鎌田 武信 (副査) 教授 田川 邦夫 教授 宮井 潔

論文内容の要旨

(目的)

糖尿病患者の血糖制御を長期にわたり遂行し、その結果として細小血管合併症発症・進展を阻止せんとする人工胰島開発の所期の目標を達成すべく、すでに微小針型ブドウ糖センサを組み込んだ携帯型人工胰島システムを開発した。今回、微小針型ブドウ糖センサによる健常人および糖尿病患者皮下組織ブドウ糖濃度の連続計測を行い、ブドウ糖センサの妥当性、有用性を検索すると共に、携帯型人工胰島による糖尿病患者の血糖制御を試み、システムの臨床応用時の有用性を検討した。

(方法)

- 1) 微小針型ブドウ糖センサ：白金・陽極、銀・陰極とし、0.6 Volt のポーラログラフィー電圧を印加する微小針型過酸化水素電極に、2.5 % 二酢酸セルロース液を dip and dry 法にて被覆、ついで、ブドウ糖酸化酵素をグルタルアルデヒドにて固定化を行った。さらに、その上に 15% ポリウレタン液及び 4% ポリビニール・アルコール液を dip and dry 法により被覆、表層膜とした（直径 0.4 mm、長さ 2 cm）。
- 2) 携帯型人工胰島：計測部門として微小針型ブドウ糖センサ、制御部門として microcomputer system、操作部門としてインスリン及びグルカゴン注入用ローラ型ポンプを使用した。制御部門には、ベッドサイド型人工胰島と同様のインスリン及びグルカゴン注入プログラムを組み込んだ。試作した携帯型人工胰島は 15 × 12 × 6 cm 大、約 400 g 重である。
- 3) ヒト皮下組織ブドウ糖濃度の連続計測：健常人 7 例、糖尿病患者 4 例の前腕部皮下組織内にブドウ糖センサを挿入留置し、経口あるいは静脈内ブドウ糖負荷時のセンサ出力を同時に計測した血糖モニ

ター値（全血）と比較検討した。この際、ブドウ糖センサ皮下組織内留置時、時間経過に伴う *in vivo* みかけ上のセンサ出力及び応答時間の変化を、同時に採血計測した血糖値（全血）との比較から検討した。またブドウ糖センサ 3 日間連続計測後の *in vitro* センサ特性（ブドウ糖に対する出力、応答時間（T90%））の変化を検索した。

4) 携帯型人工胰島による糖尿病患者の血糖制御：インスリン依存性糖尿病患者 5 例の前腕部皮下組織内にブドウ糖センサを挿入留置、インスリン及びグルカゴン注入用カニューラを肘静脈内に挿入し、携帯型人工胰島にて 1 ~ 6 日間の血糖日内変動の制御を行った。この際、血糖制御の指標として、平均血糖値（MBG 値）、M 値、mean amplitude of glycemic excursions（MAGE 値）を求め、携帯型人工胰島適用時の血糖制御状況を、中間性インスリン 1 日 1 回皮下注射療法、インスリン頻回注射療法、インスリン皮下持続注入療法時のそれらと比較検討した。

結果は平均土標準偏差で表現した。

（成 績）

- 1) 微小針型ブドウ糖センサにて計測した前腕部皮下組織ブドウ糖濃度（Y, mg/100 ml）と血糖値（X, mg/100 ml）との間には、 $Y = 0.79X + 17$ ($r = 0.96, n = 115$) とすぐれた相関関係を認めた。*in vivo* みかけ上のセンサ出力は、第 3 日目 $73.5 \pm 3.4\%$ （挿入直後 100%）、応答時間 13.5 ± 1.5 分（挿入直後 5.1 ± 2.2 分）であった。また、3 日間連続計測後の *in vitro* センサ特性として、出力は 1.7 ± 0.1 nA（挿入前 2.2 ± 0.5 nA）、T90% は 43 ± 6 秒（挿入前 29 ± 6 秒）であった。
- 2) 携帯型人工胰島の適用により、インスリン依存性糖尿病患者の血糖日内変動の生理的な血糖制御を行えた。この際、インスリン需要量は最大 12U/day、各食事追加量 3 ~ 10U の日差変動を認めた。携帯型人工胰島適用時の、MBG 値 111 ± 12 mg/100 ml、M 値 7.8 ± 1.9 、MAGE 値 56 ± 9 mg/100 ml は、中間性インスリン 1 日 1 回皮下注射療法、インスリン頻回注射療法、インスリン皮下持続注入療法時のそれぞれに比し有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

（総 括）

- 1) 微小針型ブドウ糖センサにて計測したヒト皮下組織ブドウ糖濃度は血糖値とすぐれた相関関係を認めた。また、センサ皮下組織内留置時、時間経過と共にセンサ機能の劣化を認めたが、出力校正を行うことにより、3 日間の連続計測が可能であった。
- 2) 携帯型人工胰島適応時、インスリン依存性糖尿病患者の 1 ~ 6 日間にわたる血糖日内変動の生理的な制御を行えた。

以上、携帯型人工胰島適応時、2 ~ 3 日毎のブドウ糖センサ出力校正、必要によりセンサ交換により糖尿病患者の長期血糖制御が可能であり、本システムは糖尿病治療に極めて有用と考えられた。

論 文 の 審 査 結 果 の 要 旨

糖尿病患者の血糖値の長時間に亘る生理的な制御には、人工胰島の小型化が必要である。本論文は、

システム小型化の最大の問題点であるセンサ部門の小型化の成功に続き、センサ臨床応用時の問題点の基礎的検討、さらに、健常人および糖尿病患者皮下組織ブドウ糖濃度の連続計測を行い、その妥当性、有用性を検討、ついで、携帯型人工胰島による糖尿病患者の血糖制御を試み、本システムにより優れた血糖制御の可能なことを認めたものである。

携帯型人工胰島による糖尿病患者の長期血糖制御は、世界で初めての試みとして、その価値は高い。