

# 2

特集 小児・思春期糖尿病患者の治療と支援

## インスリンポンプの進歩

柚山賀彦, 川村智行

大阪市立大学大学院 医学研究科 発達小児医学

今もなお、1型糖尿病患者の治療においてインスリンポンプ療法の重要度は増している。国内では、徐々に使用者は増え、機器の機能も次々に便利なものが搭載されてきた。持続グルコースセンサーと連動させて、インスリン注入を自動で停止する機能を持つものや、チューブなしのポンプなど、新たなポンプ機器が次々登場している。さらに欧米では、血糖変動に合わせてインスリンの自動調整ができるシステム (automated insulin delivery system) の開発が急速に進んでいる。今後は、インスリンポンプ療法なしに1型糖尿病診療は語れないというほどの勢いであり、インスリンポンプに精通することの必要性は年々高まっているように思われる。ここでは、インスリンポンプの日本での広がりや世界の動向について整理し、筆者らの経験をもとにインスリンポンプ導入にあたっての調整方法や、注意点などをお示ししたい。

### はじめに

1型糖尿病患者のインスリン治療における究極の目標は、生理的なインスリン分泌を、日常生活のなかで再現することである。その実現のために、持続皮下インスリン注入療法 (continuous subcutaneous insulin infusion ; CSII), すなわちインスリンポンプ療法は、1つのアプローチとして有用である。

CSIIでは、個々人の生活リズムに合わせた基礎インスリンの調整を行うことができる。さらに食事量に合わせた追加インスリンの投与が、微量であっても簡単な操作で可能になる。さらに、このCSIIと、皮下留置したセンサーによる持続グルコースモニタリング (continuous glucose monitoring ; CGM) が連動することで、センサー付きポンプ (sensor augmented pump ; SAP) というシステムができた。リアルタイムにグルコース値を観測することで、簡単に血糖の変動を確認できるだけでなく、低血糖が予測されたタイミングでインスリン投与を自動停止する機能が備

わった機種もある (ミニメド™640G (日本メドトロニック), 後述)。海外では、基礎のインスリンの調整を全自動で行うインスリンポンプも登場してきており、この数年内での発展は目覚ましいものがある。他方で、インスリン注入のチューブがない、貼り付け型のパッチポンプの開発も国内外で進んでおり、患者の機器装着の負担を軽減するという重要な観点も見逃せない。

今回は、これらインスリンポンプについて、その歴史と進歩をレビューし、現在国内で使用可能な機器について概説する。後半では、具体的な症例を提示しながら、実際のインスリン調整や、治療のワンポイントについても言及する。現場で働く皆様にとって、明日から使える知識を共有できれば幸いである。

### 国内におけるインスリンポンプの変遷

現在インスリンポンプは、1型、2型糖尿病患者に、全世界で100万人以上に利用され、使用者は増え続けてい

る<sup>1)</sup>。インスリンポンプ開発の歴史を振り返ると、1960年代初めにロサンゼルスDr. Arnold Kadishが持続インスリンポンプのアイデアを抱き、1979年の英国Dr. Pickupが初めて使用した報告に端を発する。当時はリュックサック大のサイズであり、一般流通にはほど遠い状態であった<sup>2)</sup>。本邦でもほぼ同時期に、難波らが治療困難な1型糖尿病患者へのポータブル型シリンジポンプを用いたインスリン療法を報告している<sup>3)</sup>。その後、しばらくは、小型化されたSP-3HQ（ニプロ）が使われていたが、注入回路が金属の翼状針であり、基礎インスリンも一定の注入量しか設定できないというシンプルなものであった。翼状針は毎日交換が必要で、回路の脱落や閉塞といったトラブルも多かったため、「ポンプ療法は、治療困難な患者に対して用いる、高度で管理の難しい治療」との認識ができたように思われる<sup>4)</sup>（図1）。

2001年には、基礎インスリンのプログラム設定のできるTOP-8100（トップ）が発売された。ちょうどこの時期に、超速効型インスリンが登場したことで、注入される基礎インスリンと追加インスリンの役割分担が明確となり、インスリンポンプ療法の有用性が高まってきた。そして、2003年に、日本メドトロニック社ミニメドインスリンポンプ508が日本市場に参入した。508は基礎インスリンのプログラム設定が可能になるなど、従来製品より高機能であったことと、現在も用いられているシルエットやクイックセットといった留置針型の注入回路が使えるようになったことで、日本におけるCSIIの普及状況は大きく変化を始めた。このミニメドシリーズは、急速に進化を続け、現在まで日本のポンプ市場は日本メドトロニック社の独占状態が事実上続いている。

一方、日本製のインスリンポンプであるトップ社の8100も改良を重ねられ、2017年には8200Rにアップグレードした。その他に、チューブレスで使用可能な貼り付け型インスリンポンプであるメディセーフウィズがテルモ社から販売されており、その普及も今後期待されるどころだ。

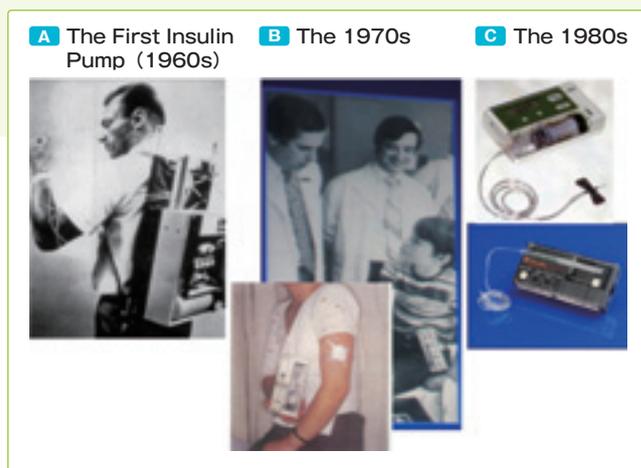


図1 インスリンポンプの歴史

## インスリンポンプの利点、普及しゆく現在

インスリンポンプは、簡単に言えば「プログラムの組める小型シリンジポンプ」である。一見すると難しく見えるが、使い慣れるとその利便性は高く、老若男女問わずに幅広い世代で今後も普及する余地があると思われる。簡単なボタン操作のみでインスリン投与が可能であり、最小0.025単位刻みの調整が行えるため、とくに必要インスリン量が少ない乳幼児や小児期には利便性が非常に高い治療法である。ただし、3日に1回は注入回路の留置針の差し替え（回路交換）が必要というデメリットもある。しかし、食事ごとに注射が必要なペン療法よりも、結果的に穿刺回数を減らせるメリットともいえる（たとえば、単純計算で、強化インスリン療法であれば、1日で3回の食前と基礎インスリン1回の4回/日を、3日間なら12回以上穿刺するところを1回に抑えられる）。

上述のとおり、かつては、インスリンポンプはトラブルが多く、高度で管理の難しい治療だという認識があり、本邦での普及を阻害する要因となってきた。しかし、ポンプの操作性向上、注入回路の改善、超速効型インスリンの登場によって、その認識も少しずつ変化してきた。たしかに種々の高度な治療も可能であるが、患者のニーズに応じてさまざまなレベルでの使用ができるので、慣れれば管理も決して難しくはない。現に、当小児科では、1型糖尿病で通院する患者の多くがインスリンポンプを使用しており、直近では全患者の約60%（およそ240人）が継続