

New contributions towards meal and exercise announcement-free artificial pancreas systems

PhD Dissertation

Autor: Iván Sala Mira

Supervisores: Prof. Jorge Bondia Company
Dr. José Luis Díez Ruano

Enero 2023

Resumen en castellano

Las infusiones exógenas de insulina son vitales para las personas con diabetes tipo 1 para suplir parcialmente la incapacidad del páncreas de secretar insulina. Sin embargo, las terapias intensivas actuales pueden restringir la calidad de vida de los pacientes. Los pacientes con esta enfermedad tienen que tomar decisiones constantemente sobre las dosis de insulina que lleva a la glucosa a niveles seguros. Si no lo consiguen, pueden sufrir las complicaciones crónicas y agudas derivadas de los niveles anormalmente altos o bajos de glucosa. La regulación automática de glucosa con sistemas de páncreas artificial prometía reducir la carga del autocontrol de la enfermedad al mismo tiempo que se mejoraba el tiempo en normoglucemia y se reducía la variabilidad. Sin embargo, estas promesas sólo se han cumplido parcialmente. Aunque esta tecnología mejora el control glucémico que logran las terapias tradicionales, la ingesta de alimentos y la práctica de ejercicio limitan la eficiencia de los sistemas de páncreas artificial durante el día. De hecho, los sistemas comerciales sólo pueden hacerles frente con la ayuda de los pacientes. Para compensar las ingestas, los pacientes deben anunciar el contenido de carbohidratos al sistema. Para el ejercicio, deben anunciar el inicio de la actividad o tomar medidas preventivas como modificar la referencia de glucosa o reducir la basal con mucha antelación. Estas exigencias no sólo no ayudan a

reducir la carga del paciente, sino que pueden comprometer la eficiencia del sistema cuando el paciente se equivoca al estimar los carbohidratos, omite el anuncio de la comida o no puede planificar el ejercicio.

Así pues, esta tesis propone nuevos métodos para eliminar el anuncio de ingestas y ejercicio lo que ayudaría a reducir la intervención del paciente en los sistemas de páncreas artificial, y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida. Desde un punto de vista de control, las ingestas y el ejercicio pueden considerarse perturbaciones. Esta tesis explota métodos de la literatura de rechazo de perturbaciones y acomodación de fallos para lograr el objetivo de la tesis. En concreto, hay que destacar tres aplicaciones: 1) se ha desarrollado un observador super-twisting para detectar comidas no anunciadas como primer paso para su compensación; 2) se ha diseñado un observador de modos deslizantes de primer orden para la estimación de la ratio de aparición de glucosa, la cual ha sido integrada en un generador de bolos para compensar las comidas; 3) se ha empleado el principio de diseño por modelo interno para mitigar el efecto de las ingestas de alimentos y ejercicio, añadiendo sugerencias de carbohidratos de rescate a la insulina.

Como resultado, las contribuciones de esta tesis allanan el camino para el desarrollo de sistemas de páncreas artificial sin anuncios, que liberen al paciente de la carga de la gestión de la diabetes.