



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: Control de glicèmia en pacients crítics mitjançant CGMS

Document: Resum del projecte/treball fi de carrera

Alumne: Marc Arranz i Pujol

Director/Tutor: Josep Vehí Casellas / Darine Zambrano Mercado
Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica
Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): 09/2009

L'estudi que es realitza en aquest projecte/treball final de carrera queda englobat dins del grup de recerca MICE (Modal Intervals Control and Engeneering), el qual realitza investigacions entorn al control de glucèmia. Aquest grup de recerca vinculat a la Universitat de Girona col·labora amb l'Hospital Universitari Dr. Josep Trueta de Girona. Dins l'equip de recerca hi han diferents vies d'investigació: control de glicèmia en pacients de diabetes Tipus1, Incertes a dels monitors de glucosa, detecció de falles, etc.

La temàtica principal del mateix tractarà, de realitzar el control de glucèmia en pacients crítics, que es troben ingressats en la unitat de cures intensives de qualsevol hospital. Aquesta tipologia de pacients poden patir o no dolències diabètiques. En les situacions en les quals els pacients son sotmesos, presenten inestabilitats pel que fa al nivell de glicèmia. Habitualment hiperglucèmies degudes a un estat d'estrés provocat per septicèmia, trauma, un xoc, una cirurgia, etc; provocant una incapacitat d'auto-regulació de la glucosa a la sang fent intervenir així l'equip sanitari.

Com a conseqüència d'aquesta problemàtica, s'ha implementat en un entorn virtual, un pacient el qual simula la situació d'un pacient real en la unitat de cures intensives. El model emprat per a la obtenció del model de pacient virtual és el desenvolupat per Chase et al. (2005), el qual mitjançant variables com l'alimentació enteral i la sensibilitat insulínica, es podien realitzar assajos reals per a validar protocols de control 'in silico' per posteriorment realitzar assajos amb població real.

Per tal de poder contrastar els resultats d'eficiència del sistema de control en llaç tancat final de l'estudi, s'ha prosseguit a la implementació de diferents protocols de control de glucèmia. Cadascun d'ells té rols de funcionament diferents. Els protocols implementats i posteriorment validats 'in silico' són els següents:

- Taula dinàmica

Protocol desenvolupat per Chee et al. (2003). Aquest correspon a la tipologia dels protocols bàsics i nomogrames, els quals basen la definició dels seus protocols en una taula, que relaciona cada interval de glucèmia amb una dosi d'insulina a subministrar. Conjuntament amb un paràmetre de compensació fa que la dosi subministrada variï en funció de l'eficiència d'aquesta sobre el pacient.

- PID Expert

Es pot considerar com un protocol del tipus informatitzat bàsic. Funciona com un complex control proporcional - integral - derivatiu (PID), basat amb la coneguda ja

tècnica de es taules lliscants, amb la finalitat de fixar la dosi d'insulina en funció de l'estat i sensibilitat del pacient enfronta la insulina, utilitzant tant la mesura instantània de la glicèmia com la pròpia tendència de les mesures anteriors.

- Protocol emprat a la UCI de l'Hospital Universitari Dr. Josep Trueta de Girona

És la tipologia de protocol estàndard que s'usa actualment a la majoria d'unitats de cures intensives a Catalunya. Aquest protocol del tipus nomograma, es basa tant sols en un seguit d'actuacions en funció del nivell de glucèmia del pacient. Les indicacions són del tipus: si la glucèmia es troba entre 190 i 210 mg/dl, la dosi d'insulina a subministrar és de 6UI/h. D'aquesta manera es varia la dosi d'insulina en intervals de 30 minuts, i en el cas de que el pacient presenti millores, aquests interval van augmentant (fins als 180 minuts).

Per a la realització de les pertinents comprovacions de funcionament de cadascun dels protocols, s'han pre-dissenyat diferents escenaris de comprovació. Sota variacions simples de sensibilitat insulínica o d'alimentació enteral, s'analitzen les actuacions dels protocols. En termes generals, les actuacions dels diferents protocols han estat del tot eficients ja que en major part, la resposta del pacient corresponia al rang objectiu de cada protocol. En general però les zones d'estabilització són bastant elevades (140 mg/dl per la taula dinàmica, 160 mg/dl per el PID expert i 135 mg/dl per el protocol del Trueta). Una de les característiques primordials d'aquesta tipologia de protocols, és l'agressivitat amb la que efectuen respectivament el control de glucèmia, ja que les variacions de la dosi d'insulina es produeix de forma esglaonada en intervals de temps amplis (de 30 a 60 minuts). Degut a això en ocasions es poden donar casos de repetides oscil·lacions durant el control de glucèmia.

Finalment per a realitzar un millor control de la glucèmia dels pacients crítics s'ha optat per la creació d'un sistema de control en llaç tancat, del tipus PID (Proporcional Integral Derivatiu). Amb aquesta tipologia de control es pretén introduir el monitor continu de glucosa (CGMS) per a efectuar el control de glucèmia. La utilització d'aquesta tipologia d'aparells permet la obtenció de mesures de glucèmia en intervals molt petits (d'1 a 5 minuts) i de forma automàtica mitjançant un sensor subcutàni. Per aquest motiu, la introducció d'aquests avenços redueixen de forma substancial la càrrega d'infermeria com a conseqüència de realitzar aquest control (des de 48 fins a 6 intervencions al dia).

Val a dir que una vegada implementat el sistema de control PID, els resultats obtinguts en tot moment han estat òptims. En termes generals la mitjana d'estabilització de la glucosa ha esdevingut entre 120 i 130 mg/dl, presentant variacions al llarg dels assajos però habitualment dintre el rang de 100 – 140 mg/dl (normoglicèmia, prèviament definit com a

rang objectiu). Mitjançant els diferents assajos, es denota que utilitzant aquesta tipologia de control, l'ajustament de la glucèmia dintre l'interval definit com a objectiu (100 – 140 mg/dl), esdevé més progressiu que en l'execució dels anteriors protocols implementats.

Mitjançant les corresponents comparatives entre protocols, realitzades en el corresponent estudi, s'extreuen conclusions molt positives pel que fa a la utilització de CGMS en pacients crítics. Generalment el control esdevé més estable i amb una variabilitat de la glucèmia molt baixa (mirar apartat 6 ESCENARI COMPARATIU de la memòria). A diferència dels protocols anteriorment implementats, es produeixen progressives variacions d'insulina evitant fluctuacions perilloses per a la provocació de situacions d'hiperglucèmia o d'hipoglucèmia, així com de sotmetre al pacient a canvis bruscs de la dosi d'insulina. Per altra banda es suma la reducció de la carrega d'infermeria, agilitzant així l'execució d'aquest sistema de control, ja que aquest tant sols hauria de ser calibrat periòdicament cada 6 hores.

El pas següent per el desenvolupament d'aquest estudi, seria prosseguir a l'avaluació del mateix sistema de control tenint en compte els errors de mesura que cometen els sensors de glucosa per a baixes concentracions, i els errors de subministrament d'insulina per part de la bomba; amb el principal objectiu de verificar-ne els bons resultats obtinguts anteriorment davant una situació quelcom més ideal.