

control). A pesar de ser una propuesta inicial de páncreas artificial, los buenos resultados obtenidos en simulación incentivan el seguimiento de estas componentes y su desarrollo tanto a nivel teórico como también su paso a la validación clínica. El desarrollo de esta aplicación tecnológica toma gran relevancia al considerar que a nivel mundial solo 3 empresas tienen el monopolio de la fabricación de bombas de insulina y su costo a nivel regional es elevado (entre 15 a 20 millones de pesos colombianos) lo cual la hace inaccesible a la población de clase media y baja, que constituye el grueso de la población que la requiere en países en desarrollo como Colombia, Argentina, Brasil, México, entre otros. A su vez, la obtención de esta tecnología ofrecería una independencia tecnológica de los llamados países desarrollados, una mejor calidad de vida de la población diabética y una reducción de los gastos en el tratamiento de la enfermedad.

Referencias

- Abu-Rmieleh, A., Garcia-Gabin, W., 2011. Hypoglycemia prevention in closed-loop artificial pancreas for patients with type 1 diabetes - Damages and Treatments. InTech.
DOI: 10.5772/22647.
- Bergman, R. N., 2005. Minimal model: perspective from 2005. *Hormone Research* 64 (3), 8–15.
DOI: 10.1159/000089312
- Bogarín-Solano, R., 2009. Diabetes mellitus tipo 1 en la edad pediátrica. *Acta Pediátrica Costarricense* 21, 76–85.
- Bolie, V. W., 1961. Coefficients of normal blood glucose regulation. *Journal of Applied Physiology* 16(5), 783–788.
DOI: 10.1152/jappl.1961.16.5.783
- Bondía, J., Vehí, J., Palerm, C. C., & Herrero, P., 2010. El páncreas artificial: control automático de infusión de insulina en diabetes mellitus tipo 1. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI* 7(2), 5–20.
DOI: 10.1016/S1697-7912(10)70021-2
- Camacho, E. F., Bordons, C., 2007. *Model predictive control*. Springer Science & Business Media.
DOI: 10.1007/978-0-85729-398-5
- Colmegna, P., Sánchez Peña, R. S., 2014. Analysis of three T1DM simulation models for evaluating robust closed-loop control. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 113(1), 31–38.
DOI: 10.1016/j.cmpb.2013.09.020
- De Gaetano, A., Arino, O., 2000. Mathematical modeling of the intravenous glucose tolerance test. *Journal of Mathematical Biology* 40(2), 136–168.
DOI: 10.1007/s002850050007
- De Gaetano, A., Di Martino, D., Germani, A., Nunes, C., & Palumbo, P., 2005. Distributed-delay models of the glucose-insulin homeostasis and asymptotic state observation. *IFAC Proceedings Volumes* 38(1), 1041–1046.
DOI: 10.3182/20050703-6-CZ-1902.00175
- Elleri, D., Allen, J. M., Nodale, M., Wilinska, M. E., Acerini, C. L., Dunger, D. B., Hovorka, R., 2010. Suspended insulin infusion during overnight closed-loop glucose control in children and adolescents with type 1 diabetes. *Diabetic Medicine* 27(4), 480–484.
DOI: 10.1111/j.1464-5491.2010.02964.x
- Farina, L., Rinaldi, S., 2000. *Positive Linear Systems*. John Wiley & Sons, Inc.
DOI: 10.1002/9781118033029
- Forlenza, G. P., Buckingham, B., Maahs, D. M., 2016. Progress in diabetes technology: developments in insulin pumps, continuous glucose monitors, and progress towards the artificial pancreas. *The Journal of Pediatrics* 169, 1–8.
DOI: 10.1016/j.jpeds.2015.10.015
- Gonzalez, A. H., Rivadeneira, P. S., Ferramosca, A., Magdelaine, N., Moog, C. H., 2017. Impulsive zone mpc for type i diabetic patients based on a long-term model. *IFAC-PapersOnline* 50 (1), 14729-14734.
DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2510
- González, A. H., Odloak, D., 2009. A stable mpc with zone control. *Journal of Process Control* 19(1), 110–122.
DOI: 10.1016/j.jprocont.2008.01.003
- González, R., Cipriano, A., 2016. Control difuso con estimador de estados para sistemas de páncreas artificial. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial* 13(4), 393–402.
DOI: 10.1016/j.riai.2016.09.001
- Grosman, B., Dassau, E., Zisser, H. C., Jovanovič, L., Doyle, F. J., 2010. Zone model predictive control: a strategy to minimize hyper- and hypoglycemic events. *Journal of Diabetes Science and Technology* 4(4), 961–975.
DOI: 10.1177/193229681000400428
- Hovorka, R., Canonico, V., Chassin, L. J., Haueter, U., Massi-Benedetti, M., Federici, M. O., Pieber, T. R., Wilinska, M. E., 2004. Nonlinear model predictive control of glucose concentration in subjects with type 1 diabetes. *Physiological Measurement* 25(4).
DOI: 10.1088/0967-3334/25/4/010
- Kaveh, Parisa, Shtessel, Yuri., 2006. Higher order sliding mode control for blood glucose regulation. In *International Workshop on Variable Structure Systems, 2006. VSS'06*. 11–16.
DOI: 10.1109/VSS.2006.1644485
- Loutseiko, M., Voskanyan, G., Keenan, D. B., Steil, G. M., 2011. Closed-loop insulin delivery utilizing pole placement to compensate for delays in subcutaneous insulin delivery. *Journal of Diabetes Science and Technology* 5(6), 1342–1351.
DOI: 10.1177/193229681100500605
- Maciejowski, J. M., 2002. *Predictive control : with constraints*. Prentice Hall.
DOI: 10.1002/acs.736
- Magdelaine, N., Chaillous, L., Guithem, I., Poirier, J., Krempf, M., Moog, C. H., Carpentier, E. Le., 2015. Long-term model of the glucose – insulin dynamics of type 1 diabetes. *IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering* 62(6), 1545–1552.
DOI: 10.1109/TBME.2015.2394239
- Mohammadridha, T., Rivadeneira, P. S., Sereno, J. E., Cardelli, M., & Moog, C. H. (2016). Description of the positive invariant sets of a type 1 diabetic patient model. In *XVII Latin American Conference of Automatic Control*, 102–108.
- P. Aschner., 2010. Epidemiología de la diabetes en Colombia. *Avances En Diabología* 26, 95–100.
DOI: 10.1016/S1134-3230(10)62005-4
- Palumbo, P., Pepe, P., Panunzi, S., De Gaetano, A., 2012. Time-delay model-based control of the glucose–insulin system, by means of a state observer. *European Journal of Control* 18(6), 591–606.
DOI: 10.3166/EJC.18.591-606
- Percival, M. W., Wang, Y., Grosman, B., Dassau, E., Zisser, H., Jovanovič, L., Doyle, F. J., 2011. Development of a multi-parametric model predictive control algorithm for insulin delivery in type 1 diabetes mellitus using clinical parameters. *Journal of Process Control* 21(3), 391–404.
DOI: 10.1016/j.jprocont.2010.10.003
- Perrasse, A. V., Abad, S. B., Faciolince, S., Hernández, N., Maya, C., 2006. El control de la diabetes mellitus y sus complicaciones en Medellín, Colombia, 2001 – 2003. *American Journal of Public Health* 20(6), 2001–2003.
DOI: 10.1590/S1020-49892006001100005
- Rivadeneira, P. S., Ferramosca, A., Gonzalez, A. H., 2017a. Control strategies for non-zero set-point regulation of linear impulsive systems. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2994–3001.
DOI: 10.1109/TAC.2017.2776598
- Rivadeneira, P. S., & Gonzalez, A. H., 2015. MPC with state window target control in linear impulsive systems. *IFAC-PapersOnline*, 507–512.
DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.11.329
- Rivadeneira, P. S., Sereno, J. E., Magdelaine, N., & Moog, C. H. 2017b. Blood glycemia reconstruction from discrete measurements using an impulsive observer. *IFAC-PapersOnLine*, 50(1), 14723-14728.
DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2509
- Sereno, J. E., Gonzalez, A. H., Rivadeneira, P. S., 2017. A performance comparison between standard and impulsive zmppc on type 1 diabetic patients. *IEEE 3rd Colombian Conference on Automatic Control*, 1-6.
DOI: 10.1109/CCAC.2017.8276464
- Sopasakis, P., Patrinos, P., Sarimveis, H., Bemporad, A., 2015. Model predictive control for linear impulsive systems. *IEEE Transactions on Automatic Control* 60(8), 2277–2282.
DOI: 10.1109/TAC.2014.2380672
- Thabit, H., Hovorka, R., 2016. Coming of age: the artificial pancreas for type 1 diabetes. *Diabetologia* 59(9), 1795–1805.
DOI: 10.1007/s00125-016-4022-4