



Artículo de revisión/Review article/Artigo de revisão

Uso de la inteligencia artificial en el laboratorio clínico y la diabetes, en países en vías de desarrollo: el control de la calidad y la estimación de la glucosa a partir de la hemoglobina glicada

Use of artificial intelligence in the clinical laboratory and diabetes, in developing countries: quality control and glucose estimation from glycated hemoglobin

Uso de inteligência artificial no laboratório clínico e diabetes em países em desenvolvimento: controle de qualidade e estimativa de glicose a partir da hemoglobina glicada

Darwin Williams Enriquez Castro¹
Jarvis Giuseppe Raraz Vidal¹

<https://orcid.org/0000-0002-9136-3477>
<https://orcid.org/0000-0002-1511-5877>

Resumen

La inteligencia artificial juega un papel muy importante en el laboratorio; actualmente, se está viendo un crecimiento en las aplicaciones generales. No obstante, en lo relacionado al diagnóstico temprano y seguimiento de la diabetes, aún falta concretar algunos pasos que son de extrema importancia, como son la estimación de la incertidumbre combinada de los exámenes como la hemoglobina glicada y la glucosa; de esta manera, se podría evaluar con mayor prontitud a los pacientes, generando buena calidad de vida en los pacientes y disminuyendo costos a nivel de salud pública. En la presente se proponen herramientas de la inteligencia artificial para la estimación de la glucosa a partir de la hemoglobina glicada y la incertidumbre combinada.

Palabras clave: inteligencia artificial, Latinoamérica, hemoglobyn glycated, quality control

¹ Unidad de Patología Clínica del Hospital de Emergencias Villa El Salvador. Lima, Perú



Abstract

Artificial intelligence plays a very important role in the laboratory; currently, we are seeing a growth in general applications. However, in relation to the early diagnosis and follow-up of diabetes, some extremely important steps have yet to be taken, such as the estimation of the combined uncertainty of tests such as glycated hemoglobin and glucose; in this way, patients could be evaluated more promptly, generating good quality of life for patients and reducing costs at the public health level. In this paper, artificial intelligence tools are proposed for the estimation of glucose from glycated hemoglobin and combined uncertainty.

Keywords: artificial intelligence, Latin America, hemoglobyn glycated, quality control

Resumo

A inteligência artificial desempenha um papel muito importante no laboratório e atualmente está crescendo em aplicações gerais. No entanto, em relação ao diagnóstico precoce e ao monitoramento do diabetes, algumas medidas extremamente importantes ainda precisam ser tomadas, como a estimativa da incerteza combinada de testes como a hemoglobina glicada e a glicose; dessa forma, os pacientes poderiam ser avaliados mais prontamente, gerando uma boa qualidade de vida para os pacientes e reduzindo os custos de saúde pública. Este documento propõe ferramentas de inteligência artificial para a estimativa da glicose a partir da hemoglobina glicada e da incerteza combinada.

Palavras-chave: inteligência artificial, América Latina, hemoglobina glicada, controle de qualidade

Introducción

Como se sabe, actualmente, la inteligencia artificial llegó para quedarse y sabemos que ya hay numerosas publicaciones de su uso como se ha visto en diversas áreas del laboratorio clínico en general. Además, la IFCC se ha pronunciado al respecto dando como resultado que ha aumentado la medicina de laboratorio. Si no estamos al corriente, podemos perdernos de muchas herramientas que nos permiten programar y que están disponibles en línea.

En Latinoamérica existe un avance significativo en cuanto a las tecnologías en el laboratorio; sin embargo, aún tenemos serias carencias en cuanto al diagnóstico y control oportuno de la diabetes, la poca accesibilidad se sitúa como uno de las principales barreras, incluso, con todo lo anterior no hay un enfoque integrador multidisciplinario.^{1,2}

Por otro lado, respecto a la realidad de la comunidad hispana en Estados Unidos, se ha evidenciado la ausencia de seguro médico como indicador de un diagnóstico no oportuno.³

En el caso de la hemoglobina glicada y la glucosa, ya existen modelos predictivos, los cuales en el caso de la estimación de la glucosa a partir de la hemoglobina glicada, obtuvieron un rendimiento aceptable, incluso algunos reportaron mayor rendimiento que el modelo predictivo de regresión lineal comparativo.⁴

Cuando empezamos a programar en el laboratorio clínico, nos encontramos con muchas brechas que hacen que cada vez sea más difícil al tener muchas herramientas; sin embargo, cabe resaltar que pudiéramos iniciar utilizando una programación básica de regresión lineal, utilizando datos que están disponibles y que se usan en el día a día, por ejemplo, en aquellos países donde aún no cuentas con un sistema informático laboratorial robusto, pudieran hacer uso de herramientas gratis tales como Google Colab, colocando los datos de sus pacientes de la hemoglobina glicada y sus respectivos valores de la glucosa, como plantillas de ejercicio se puede usar el caso de los datos publicados por a NGSP, aunque en este caso ya existen calculadoras en línea para la estimación.⁵ Por ejemplo, un diseño de estudio sería enrollar un grupo de pacientes sin factores de riesgo para diabetes y otro grupo de personas sanas con factores de riesgo para diabetes, pero en la zona geográfica con sus propias variabilidades biológicas dadas por condiciones multifactoriales.

Se debe anotar que en un estudio retrospectivo donde se utilizó la fórmula de Nathán⁶: $eAG (mg/dL) = 28,7 \times HbA1c (NGSP, \%)$, evaluó la fuerza de correlación de los resultados de la glucosa estimada a partir de la fórmula de Nathan y los resultados de la glucosa plasmática en ayunas, y se vio que la fuerza de la correlación disminuyó entre aquellos con normoglucemia y aquellos con alteración de la glucosa en ayunas.⁷ Para el cálculo se podrían usar herramientas que pueden ser las siguientes:



```
✓ [1] import pandas as pd
0 s import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

Como se ha visto, desde este punto, podemos avanzar programando, redes neuronales para calcular la incertidumbre en el laboratorio clínico. En la literatura hay muchas fuentes de acceso libre tales como el modelo de Nordtest, el cual se puede adaptar para uso intra laboratorio, para poder estimar mejor la incertidumbre y con ello abordar de mejor manera el diagnóstico temprano de los pacientes con diabetes. Puesto que, en un caso donde un paciente en un país en vías de desarrollo, donde el sistema de información de laboratorio (LIS) no tenga la robustez esperada de cálculo de la incertidumbre total, sumado a la pobre gestión y deficiencia de guías clínicas, hace que un paciente con un valor próximo al diagnóstico de diabetes, digamos 124mg/dl en su primera medida, pueda perderse por un largo tiempo, quizá meses o años, en poder tener una cita próxima, lo cual impactaría de manera exponencial en su salud. Esto podría mejorar con el uso de estas herramientas en las cuales, si el mismo laboratorio tuviera esta programación y cálculo de la incertidumbre, que pudiera ser estimada en por ejemplo (+/-) 5 mg/dl, el valor de la glucosa podría estar entre (119-129 mg/dl), llegando a ser $> o = 126$ md/dl. Si esto se repite en dos tomas, el mismo principio puede funcionar para el diagnóstico con hemoglobina glicada A1c cercana a 6,5% (47 mmol/mol), entonces estaríamos diagnosticando oportunamente y aminorando las complicaciones, teniendo una mejora en la calidad de vida y ahorro de costos, y sabiendo que la diabetes es una enfermedad endémica (que supera los millones de personas), y más aún en poblaciones de riesgo como Latinoamérica y África, en donde el subdiagnóstico es casi el doble.⁸ Además de lo expuesto, cabe mencionar que incluso se podrían agregar variables como las interferencias de la hemoglobina glicada, sobre todo en poblaciones donde hay mayor frecuencia de hemoglobinopatías, como el Sick cell.⁹ Ello tendría una repercusión extremadamente positiva.

Con todo lo mencionado, con manejo ético de los datos, tenemos el puerto abierto para poder navegar en este mar llamado inteligencia artificial.

Referencias

1. Nieblas-Bedolla E, Bream KDW, Rollins A, et al. Ongoing challenges in access to diabetes care among the indigenous population: perspectives of individuals living in rural Guatemala. *Int J Equity Health* 2019; 18(180). <https://doi.org/10.1186/s12939-019-1086-z>
2. Gallardo-Rincón H, Cantoral A, Arrieta A, Espinal C, Magnus MH, Palacios C, Tapia-Conyer R. Review: Type 2 diabetes in Latin America and the Caribbean: Regional and country comparison on prevalence, trends, costs and expanded prevention. *Prim Care Diabetes*. 2021; 15(2):352-359. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.10.001>. Epub 2020 Oct 17. PMID: 33077379
3. Casagrande SS, Menke A, Aviles-Santa L, Gallo LC, Daviglius ML, Talavera GA, Castañeda SF, Perreira K, Loop MS, Tarraf W, González HM, Cowie CC. Factors associated with undiagnosed diabetes among adults with diabetes: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL). *Diabetes Res Clin Pract*. 2018; 146:258-266. doi: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.11.004>. Epub 2018 Nov 9. PMID: 30419302; PMCID: PMC6295243
4. Alhassan Z, Watson M, Budgen D, Alshammari R, Alessa A, Al Moubayed N. Improving Current Glycated Hemoglobin Prediction in Adults: Use of Machine Learning Algorithms with Electronic Health Records. *JMIR Med Inform*. 2021; 9(5):e25237. doi: <https://doi.org/10.2196/25237>. PMID: 34028357; PMCID: PMC8185616
5. Little RR, Rohlfing CL, Sacks DB. National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP) Steering Committee Status of Hemoglobin A1c Measurement and Goals for Improvement: From Chaos to Order for Improving Diabetes Care. *Clin. Chem*. 2011; 57:205-214. doi: <https://doi.org/10.1373/clinchem.2010.148841>. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
6. Nathan DM, Kuenen J, Borg R, Zheng H, Schoenfeld D, Heine RJ. For the A1c-Derived Average Glucose (ADAG) Study Group Translating the A1C Assay into Estimated Average Glucose Values. *Diabetes Care*. 2008; 31:1473-1478. doi: <https://doi.org/10.2337/dc08-0545>.
7. Nah EH, Cho S, Park H, Noh D, Kwon E, Cho HI. The Reproducibility and Usefulness of Estimated Average Glucose for Hyperglycemia Management during Health Checkups: A Retrospective Cross-Sectional Study. *Healthcare (Basel)*. 2022; 10(5):824. doi: <https://doi.org/10.3390/healthcare10050824>. PMID: 35627961; PMCID: PMC9141707
8. Taheri S. Type 2 diabetes remission: weight maintenance in the spotlight, 2024; 12(4) the lancet diabetes endocrinology, [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00036-6)
9. Thomson, Azalea M et al. Global, regional, and national prevalence and mortality burden of sickle cell disease, 2000-2021: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2021, *Lancet Haematol* 2023; 10:e585-99 [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(23\)00118-7](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(23)00118-7)



Correspondencia:

wiliamsenriquezc@gmail.com

Fecha de recepción: 06/06/2024

Fecha de aceptación: 12/07/2024