

## EVALUACIÓN DEL TECNÓLOGO MÉDICO Y SISTEMA DART COMO PRIMER FILTRO EN LA DETECCIÓN DE RETINOPATÍA DIABÉTICA EN LA ESTRATEGIA DE TELEOFTALMOLOGÍA EN UAPO CERRO NAVIA EN EL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2022

Cristóbal Cabrera Pereira<sup>a</sup>  
Mildred Aracena González<sup>a</sup>  
Cristian Pérez Salazar<sup>a</sup>  
Tamara Rosen Bugueño<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Tecnología Médica, Facultad de Medicina Clínica Alemana de Santiago - Universidad del Desarrollo.  
*Artículo recibido el 4 de enero, 2023. Aceptado en versión corregida el 24 de mayo, 2023.*

### RESUMEN

**Introducción:** El Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas es un Software utilizado como primer filtro del programa de tamizaje de la Retinopatía Diabética dependiente del Ministerio de Salud de Chile. Los Tecnólogos Médicos con especialidad en Oftalmología y Optometría son responsables de la captura y procesamiento de las imágenes en las distintas Unidades de Atención Primaria Oftalmológica en Chile. Sin embargo, también están capacitados para detectar alteraciones del globo ocular y disfunciones visuales, a fin de derivar oportunamente cuando corresponda. **Objetivo:** Evaluar los resultados obtenidos por Tecnólogos Médicos con especialidad en Oftalmología y Optometría con conocimiento de pregrado en la clasificación de retinografías y el sistema Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas, al evaluarlos como primer filtro en la detección de Retinopatía Diabética. **Metodología:** Estudio cuantitativo, no experimental, transversal y prospectivo, con un diseño descriptivo-comparativo. Se evaluaron pacientes con diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 1 de al menos 5 años de evolución y Diabetes Mellitus tipo 2 que se realizaron Fondo de Ojo en el mes de septiembre del año 2022, en las Unidades de Atención Primaria Oftalmológica de Cerro Navia. **Resultado:** Se evaluaron las retinografías de 346 ojos, correspondiente a 173 pacientes. La entrega de resultados mostró que el plazo de entrega en el resultado tuvo una media de 1,3 días para Tecnólogos Médicos con especialidad en Oftalmología y Optometría y 1,4 días para Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas. La sensibilidad del Tecnólogo Médico con especialidad en Oftalmología y Optometría fue de 98,1% y la especificidad de 99,3%. El Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas mostró una sensibilidad de 40,8% con una especificidad de 89,9%. **Conclusión:** El Tecnólogo Médico con especialidad en Oftalmología y Optometría como primer filtro en el tamizaje de la Retinopatía Diabética supone una precisión más exacta con un tiempo similar, generando un proceso más eficiente y aumentando la oportunidad en las derivaciones que sean necesarias para un tratamiento pertinente.

**Palabras clave:** Retinopatía diabética, Inteligencia artificial, Tamizaje masivo, Teleoftalmología.

### INTRODUCCIÓN

Diagnóstico Automatizado de Retinografías Telemáticas (DART) es un Software basado en inteligencia artificial (IA), utilizado como primer filtro del programa de tamizaje de la Retinopatía Diabética (RD) dependiente del Ministerio de Salud de Chile (MINSAL)<sup>1</sup>. La RD es una microangiopatía retiniana asociada a una hiperglucemia crónica secundaria a una falta de insulina, consecuencia de la Diabetes Mellitus (DM), y afecta principalmente a arteriolas, capilares y vénulas postcapilares retinianas<sup>2</sup>. Inicia con la muerte de los pericitos y, posteriormente, la pared capilar aumenta su permeabilidad y puede agrietarse produciendo microhemorragias. El debilitamiento de la pared capilar causa dilataciones llamadas microaneurismas, fenómeno con el que se pueden formar microtrombos en su interior, con la consiguiente oclusión capilar e isquemia retinal<sup>3,4</sup>. Sus factores de riesgo son la duración de la DM, mal control metabólico, presencia de hipertensión arterial, hiperlipidemia y enfermedad renal<sup>5</sup>.

DART fue implementado el año 2018 y sigue funcionando hasta la actualidad en diversas Unidades de Atención Primaria Oftalmológica (UAPO) del país, como parte del componente de resolución de la especialidad de oftalmología en el programa de resolutivez en APS<sup>6</sup>. En este, se toman retinografías a todo paciente beneficiario del control por diagnóstico de DM tipo I y II, lo que permite detectar y tratar oportunamente la principal causa de ceguera evitable en personas en edad laboral en países desarrollados, conocida como RD<sup>7</sup>.

Los Tecnólogos Médicos con especialidad en Oftalmología y Optometría (TMO), en las distintas UAPO del país, son responsables de la captura y procesamiento de las imágenes. Además, realizan gestión administrativa para el procesamiento de estas mismas a través del sistema de telediagnóstico DART, el cual analiza los exámenes para, posteriormente, filtrar de manera automática aquellos casos que no presenten alteraciones de aquellos sospechosos de RD<sup>8</sup>. Sin embargo, DART no se

\*Correspondencia: trosenb@udd.cl  
2023, Revista Confluencia, 6(1), 28-32



involucra en el diagnóstico de otras patologías observables al examen de Fondo de Ojo (FO), y su uso por parte del TMO se conflictúa con una de las atribuciones que la Ley 20.470 entrega a estos profesionales, donde el Artículo 113 especifica: “Podrá, asimismo, detectar alteraciones del globo ocular y disfunciones visuales, a fin de derivar oportunamente al médico cirujano especialista que corresponda”<sup>9</sup>.

Por otro lado, según un estudio realizado por M. Ibañez, del Departamento de Oftalmología de la Pontificia Universidad Católica de Chile en abril del 2021, se concluye que al evaluar y comparar ambas estrategias tamizaje DART v/s tamizaje TMO entrenado en la clasificación de retinografías, ambas tienen similares resultados en cuanto a la sensibilidad, pero un TMO entrenado obtiene mayor especificidad, además de plantearse que el rendimiento de DART es replicable incluso por TMO con menor entrenamiento en la clasificación de retinografías y detección de RD<sup>10</sup>.

Por esta razón es necesario evaluar y describir ambas estrategias como primer filtro en la detección de RD, en el cual se incluyó el trabajo del TMO no entrenado en clasificación de retinografías como primer filtro de detección, basado en las competencias que estos profesionales adquirieron en pregrado, comparando la efectividad de ambos modelos de atención, incorporando las medidas de especificidad y sensibilidad, además de determinar el tiempo de respuesta en la entrega de resultados.

### Pregunta de investigación

¿Cuáles son los resultados obtenidos entre el Tecnólogo Médico de la especialidad de Oftalmología y Optometría Clínica con conocimiento de pregrado en la clasificación de retinografías y el sistema DART al evaluarlos como primer filtro en la detección de retinopatía diabética del programa de resolutivez en APS de la comuna de Cerro Navia?

### Objetivo general

Evaluar los resultados obtenidos entre el Tecnólogo Médico con especialidad en Oftalmología y Optometría Clínica con conocimiento de pregrado en la clasificación de retinografías y el sistema DART al evaluarlos como primer filtro en la detección de retinopatía diabética del programa de resolutivez en APS de la comuna de Cerro Navia.

### Objetivos específicos

- Caracterizar demográficamente a los pacientes que asisten a realizarse el examen de FO a la UAPO.
- Determinar el tiempo de respuesta del informe realizado por el TMO con conocimiento de pregrado y la estrategia DART en la clasificación e interpretación del FO para el tamizaje de RD, en pacientes que asisten a realizarse el examen de

FO a la UAPO en la comuna de Cerro Navia durante el mes de septiembre del año 2022.

- Determinar la especificidad y sensibilidad de los resultados obtenidos por TMO con conocimiento de pregrado y la estrategia que utiliza el sistema DART en la clasificación e interpretación del FO para el tamizaje de RD, en pacientes que asisten a realizarse el examen de FO a la UAPO en la comuna de Cerro Navia durante el mes de septiembre del año 2022.
- Comparar los resultados informados por un TMO con conocimiento de pregrado y la estrategia que utiliza el sistema DART en la clasificación e interpretación del FO para el tamizaje de RD, en pacientes que asisten a realizarse el examen de FO a la UAPO en la comuna de Cerro Navia durante el mes de septiembre del año 2022

### METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, con un diseño descriptivo-comparativo transversal y prospectivo. Se realizó en UAPO Cerro Navia en Santiago, y el universo fue la población diabética total inscrita en el Centro de Salud Familiar (CESFAM) de la comuna con indicación de FO. La población fueron pacientes diagnosticados con DM que se realizaron FO en UAPO y la muestra fueron los pacientes evaluados por FO en UAPO Cerro Navia en el mes de septiembre del año 2022. Se incluyeron los pacientes con DM tipo 1 con diagnóstico mínimo de 5 años y pacientes con DM tipo 2 que asistieron a realizarse examen de FO en UAPO Cerro Navia. Los criterios de exclusión consistieron en imágenes no interpretables, RD diagnosticado y otras condiciones o patologías retinales con diagnóstico previo a la fecha del estudio.

Se evaluaron todos los pacientes con DM que fueron derivados desde los distintos CESFAM comunales a través de Solicitud de Interconsulta (SIC) para la realización de FO a través del uso de cámara no midriática. Se informó la posibilidad de participar en la investigación de manera voluntaria y, aquellos pacientes que aceptaron, firmaron un consentimiento informado. Se les realizó una breve anamnesis para la recopilación de datos donde se preguntó por diagnóstico médico, morbilidades, hábitos y antecedentes oftalmológicos. Para la realización del examen en algunos pacientes fue necesaria la dilatación pupilar, la cual se realizó mediante la aplicación de dos colirios, según protocolo de la UAPO. El examen consistió en obtener dos fotografías por ojo en base al protocolo EURODIAB<sup>11</sup>.

En primera instancia, el TMO responsable subió las imágenes al sistema DART para su posterior evaluación. Cabe recalcar que al subir las imágenes a la plataforma esta no entrega un resultado inmediato. Luego de subir las imágenes y terminar de evaluar al paciente que asiste al examen de FO, el



TMO responsable, evaluó las imágenes subidas a DART y realizó su propia clasificación. Por otro lado, el TMO también incluyó hallazgos o sospechas de patologías externas a la RD que fueron encontradas en el examen de FO de los pacientes. Finalmente, el Médico Oftalmólogo (MO) de la UAPO analizó el examen de FO y se recopilaron los datos obtenidos por este. Al final de la semana, al tener las dos interpretaciones, se realizó una comparación con el análisis del MO de la UAPO, sin conocer el análisis entregado por DART.

Para asegurar la confiabilidad de los datos analizados en el examen, los estudiantes de TMO fueron los responsables de la obtención de datos desde DART, la tabulación y procesamiento de los resultados.

El sistema DART, al analizar el examen, entregó los resultados en base a la siguiente clasificación: con sospecha de RD, sin sospecha de RD y no evaluable. Para asegurar la reproducibilidad de los resultados, el examen analizado por el TMO a cargo y el MO fue clasificado de igual manera que DART. Además, se determinó el tiempo que demoraron ambas estrategias en la entrega del resultado.

Para la recolección de datos el grupo de estudiantes de TMO se encargó de recopilar la información en una ficha de recolección de datos, la cual contuvo información pre y post realización de FO para cada paciente, incluyendo las variables principales del estudio. Posteriormente, se utilizó una tabla de datos en Excel para traspasar la información en la cual se clasificaron datos de identificación, tamizaje realizado al FO y tiempo de respuesta. El análisis de datos y de resultados mediante estadística descriptiva se ejecutaron a través del software Graphpad Prism, además de determinar la especificidad y sensibilidad de cada estrategia.

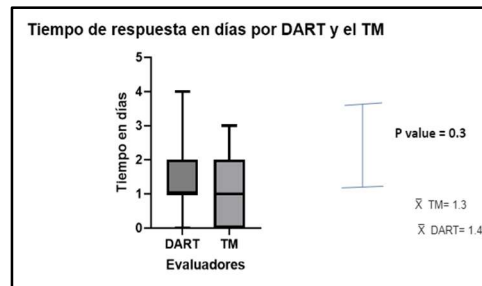
Respecto al tiempo de entrega en el resultado y cálculos estadísticos de especificidad y sensibilidad, se realizó una prueba estadística U de Mann-Whitney con intervalo de confianza al 95%.

## RESULTADO

Se evaluaron 173 pacientes en total. Se determinó la frecuencia de pacientes según su sexo, de los cuales el 65,9% fueron de sexo femenino. En cuanto a la edad de los pacientes, el promedio fue de 63,8 años con una desviación estándar de  $\pm 11,8$  años.

Se comparó la respuesta entregada tanto por DART como del TMO en cada ojo, calculando cuántas respuestas coincidían y cuántas no, con la respuesta entregada por el MO. En relación a las respuestas entregadas por el TMO, en comparación al MO, se obtuvo que, de 346 ojos evaluados en total, coinciden en su respuesta 342 exámenes, mientras que 4 exámenes no coincidieron, mientras que DART obtuvo 281 exámenes que coincidieron y 64 exámenes que no coincidieron con los resultados presentados por el MO.

Respecto al tiempo de respuesta en la entrega de resultados en días para ambas estrategias, la media fue de 1,3 días para el TMO y 1,4 días para DART. La prueba estadística entregó un *P value* no significativamente estadístico (Figura 1).



**Figura 1.** Tiempo de respuesta en días.

La sensibilidad del TMO fue de 98,1%, mientras que la sensibilidad del sistema DART fue de 40,8%. Se obtuvo que la especificidad del TMO fue de 99,3%, mientras que la especificidad del sistema DART fue de 89,9% (Tabla 1). La prueba estadística entregó un *P value* (<0,05%), estadísticamente significativo.

**Tabla 1:** Sensibilidad y especificidad para ambas estrategias.

Estrategia	Presente	Ausente
<b>TMO</b>		
Positiva	51	2
Negativa	1	272
Variable	Sensibilidad 98,1% (IC 95%)	Especificidad 99,3% (IC 95%)
<b>DART</b>		
Positiva	20	28
Negativa	29	248
Variable	Sensibilidad 40,8% (IC 95%)	Especificidad 89,9% (IC 95%)

Durante la evaluación y clasificación del examen por parte del TMO, se encontraron hallazgos observables al FO o sospechas de patologías retinales: 6 pacientes presentaban maculopatías, 1 presentaba edema macular cistoideo, 3 pacientes tenían membranas epirretinales y 5 pacientes se encontraban con sospecha de glaucoma. El MO, durante la clasificación, agregó como hallazgos extras las mismas patologías sospechadas por el TMO, confirmando los hallazgos vistos por este.

## DISCUSIÓN

Se realizó una revisión bibliográfica para conocer la sensibilidad y especificidad en otros estudios para observar el comportamiento respecto a otras IAs, y se encontró un estudio que realizó una comparación entre oftalmólogos y una IA denominada CC-Cruiser, que corresponde a una plataforma desarrollada para diagnosticar cataratas infantiles. El objetivo del estudio fue comparar la eficacia diagnóstica y la capacidad de toma de decisiones de tratamiento entre CC-Cruiser y oftalmólogos. La sensibilidad del diagnóstico de cataratas fue del 87,4% para la IA<sup>12</sup>,



significativamente inferiores al 99,1% de los MO, mostrando un rendimiento menos preciso en comparación con estos profesionales. De esta forma, se demostró que, a pesar de que las IAs son herramientas utilizadas para mejorar el proceso de la toma de exámenes y aliviar el trabajo del profesional, no siempre presentan una precisión tan exacta.

Otro estudio realizado en el año 2021 en la Universidad Católica de Chile denominado "Exactitud de tamizaje de retinopatía diabética: inteligencia artificial versus tecnólogos médicos entrenados"<sup>10</sup>, mostró que DART tenía una sensibilidad del 100% en comparación al presente estudio que demostró que DART tuvo una sensibilidad del 40,8%. Esta diferencia de resultados entre ambos estudios se puede deber a que la investigación realizada por el Departamento de Oftalmología de la Universidad Católica realizó los cálculos de sensibilidad en base a pacientes que presentan una Retinopatía Diabética No Proliferativa (RDNP) severa o peor, por lo que, al existir una mayor cantidad de hallazgos observables al FO, DART podría ser más eficiente a la hora de detección en comparación a pacientes que están al inicio de la patología.

Respecto a la especificidad de DART, en la presente investigación se encontró que en 28 casos el sistema detectó y clasificó con sospecha de RD, dejando el examen pendiente para revisión por parte del MO. De estos exámenes, según la clasificación del MO, no presentaban hallazgos de RD en el FO y, por ende, se encontraban sin RD, generando que el oftalmólogo ocupe tiempo que podría ser destinado a otras acciones como manejo, diagnóstico y tratamiento de patologías con mayor complejidad. Además, en los FO analizados, al momento de informar los resultados, el TMO encontró hallazgos externos en comparación con DART y, si bien la plataforma DART solo está diseñada para detectar RD, el TMO puede otorgar un diagnóstico más completo, permitiendo pesquisar, prevenir y tratar otras patologías diferentes a la RD que también afectan la visión del paciente.

La implementación del TMO en el tamizaje de RD generó una disminución en la demanda de horas administrativas de este mismo y de los funcionarios de la UAPO, ya que puede interpretar el examen al instante y no tendría que ingresar a todos los pacientes a la plataforma DART para esperar un resultado, por lo que solo se derivarían al MO los casos de pacientes con sospecha de RD, priorizando a los pacientes que necesiten un diagnóstico oportuno.

Por lo expuesto anteriormente, los resultados de esta investigación pueden servir para la implementación del TMO en el tamizaje de RD, ya sea de manera independiente o complementando ambas estrategias, ya que puede aportar significativamente a un buen diagnóstico, que sea más completo, eficiente y oportuno, contribuyendo a disminuir la

carga del MO para destinar este tiempo en la resolución de patologías de mayor complejidad y urgencia, lo cual está en lineamiento con los objetivos de la APS.

## CONCLUSIÓN

El TMO como primer filtro en el tamizaje de la RD supondría una precisión más exacta, tal como muestra la comparación de resultados obtenidos entre ambas estrategias, así como también la sensibilidad y especificidad, pero con un tiempo similar en la entrega de resultados entre ambos, generando un proceso más eficiente y aumentando la oportunidad en las derivaciones necesarias para un tratamiento pertinente.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la cooperación del equipo de la UAPO de Cerro Navia a cargo del TM Michael Muñoz Padilla y Marjoriette Vergara Zamora junto al MO, Técnicos en Enfermería de Nivel Superior y administrativos, por la disposición, prestación de servicios y contribución al desarrollo de esta investigación, junto a los asesores metodológicos TM Javiera Correa y TM Ricardo Castillo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Donoso R. DART: impacto de tamizaje nacional con inteligencia artificial [Internet]. England: The International Agency for the Prevention of Blindness; 2019 [citado el 13 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.iapb.org/news/dart-impacto-de-tamizaje-nacional-con-inteligencia-artificial>
2. Barria F, Martínez F, Verdaguer J. Actualización de la Guía Clínica de Retinopatía Diabética [Internet]. PAAO; 2016 [citado el 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://pao.org/wp-content/uploads/2016/05/guiaclinicaretinopatiadiabetica2016.pdf>
3. Olmos P, Araya A, González C, Laso P, Iribarra V, Rubio L. Fisiopatología de la retinopatía y nefropatía diabéticas. Rev Med Chil [Internet]. 2009 [citado el 23 de abril de 2022];137:1375-84. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872009001000015>
4. Del Rosario M. seguimiento de 105 pacientes diabéticos en 5 años, influencia de los antiagregantes plaquetarios en la retinopatía diabética [Internet]. España: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; 2013 [citado el 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=154115>
5. Kanski J, Bowling B, Nischal K, Pearson A, Durán de la Colina J. Oftalmología Clínica. 5a ed. Barcelona: Elsevier; 2012.
6. Ministerio de Salud de Chile. Ministro de Salud presenta software que permitirá triplicar La Cantidad de exámenes para prevenir La Ceguera Diabética [Internet]. Santiago: MINSAL; 2018 [citado el 18 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.minsal.cl/ministro-de-salud-presenta-software-que-permitira-triplicar-la-cantidad-de-examenes-para-prevenir-la-ceguera-diabetica/>



7. Cumsille C, Rojas T. Manual de Oftalmología [Internet]. Santiago: Portal de Libros Electrónicos - Universidad de Chile; 2020. [citado el 14 de noviembre de 2022]. 76 p. Disponible en: <https://libros.uchile.cl/1104>
8. Coronado F, Galaz D. DART inteligencia artificial para prevención de la ceguera [Internet]. Santiago: Facultad de Economía y Negocios Universidad de Chile; 2017 [citado el 1 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://lab.gob.cl/uploads/filer\\_public/65/eb/65ebdd72-7f95-487e-a985-75520df3ecac/5\\_dart.pdf](https://lab.gob.cl/uploads/filer_public/65/eb/65ebdd72-7f95-487e-a985-75520df3ecac/5_dart.pdf)
9. Biblioteca del Congreso Nacional. Código Sanitario, Decreto 725 [Internet]. Santiago: BCN; 2023 [citado el 2 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=5595&idParte=0&idVersion=>
10. Ibañez M, Cruzat A, Órdenes G, Coria M. Exactitud de tamizaje de retinopatía diabética: inteligencia artificial versus tecnólogos médicos entrenados. Rev Med Chil [Internet]. 2021 [citado el 10 de febrero de 2022];149(4):493-500. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872021000400493>
11. Aldington SJ, Kohner EM, Meuer S, Klein R, Sjølie AK. Methodology for retinal photography and assessment of diabetic retinopathy: the EURODIAB IDDM complications study. Diabetologia [Internet]. 1995 [citado el 10 de febrero de 2022];38(4):437-44. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/bf00410281>
12. Lin H, Li R, Liu Z, Chen H, Yang Y. Diagnostic efficacy and therapeutic decision-making capacity of an artificial intelligence platform for Childhood Cataracts in eye clinics: A multicentre randomized controlled trial. EClinicalMedicine [Internet]. 2019 [citado el 6 de noviembre de 2022];9:52-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.03.001>

