

La telemedicina en el cribado de la retinopatía diabética

Telemedicine in the screening of diabetic retinopathy

G. Arcos, MA. Zapata

Resumen

La diabetes *mellitus* (DM), la enfermedad endocrinológica más frecuente, afecta al 13% de la población en España. La retinopatía diabética (RD) es la complicación más habitual y afecta a casi el 30% de los pacientes. Esta pandemia de diabetes a la que nos vemos expuestos requerirá nuevos enfoques en el diagnóstico, control y tratamiento de sus complicaciones. La telemedicina (TM) para el cribado de la RD consiste en la adquisición de imágenes por medio de retinografías para detectar pacientes con RD asintomáticos. La exactitud diagnóstica global del cribado de la RD mediante TM es alta, con una sensibilidad que supera el 80% y una especificidad igual o mayor al 90%. Este medio de cribado es también altamente coste-efectivo en la detección de la RD.

Se estima que este tipo de cribado podría disminuir un 80% las visitas oftalmológicas haciendo que estas sean más eficientes. Posiblemente, el futuro del cribado de la RD sea utilizando retinógrafos asociados a los *smartphones*, que utilicen algoritmos automáticos o semiautomáticos para ayudar a los lectores en el diagnóstico. La utilización de la TM para detectar otras patologías con alta prevalencia, como el glaucoma o la degeneración macular asociada a la edad, se encuentra aún en fases iniciales aunque tiene perspectivas prometedoras.

Resum

La diabetes *mellitus* (DM), l'enfermetat endocrinològica més freqüent, afecta al 13% de la població d'Espanya. La retinopatia diabètica (RD) és la complicació més habitual i afecta a quasi el 30% dels pacients. Aquesta pandèmia de diabetes a la que ens veiem exposats necessita nous enfocaments en el diagnòstic, control i tractament de les seves complicacions. La telemedicina (TM) per al cribatge de la RD consisteix en l'adquisició d'imatges mitjançant retinografies per a detectar pacients amb RD asimptomàtics. L'exactitud diagnòstica global del cribatge de la RD mitjançant la TM és alta, amb una sensibilitat que supera el 80% i una especificitat igual o major al 90%. Aquest medi de cribatge és també altament cost-efectiu en la detecció de la RD. S'estima que aquest tipus de cribatge podria disminuir un 80% les visites oftalmològiques fent que aquestes siguin més eficients. Possiblement, el futur del cribatge de la RD sigui utilitzant retinògrafs associats als *smartphones*, que utilitzin algoritmes automàtics o semiautomàtics per a ajudar als lectors en el diagnòstic. L'utilització de la TM per a detectar altres patologies amb alta prevalença, com el glaucoma o la degeneració macular associada a l'edat, es troba encara en fases inicials encara que hi ha perspectives prometedores.

Abstract

Diabetes mellitus (DM), the most common endocrine disease, affects 13% of the population in Spain. Diabetic retinopathy (DR) is the most common complication and affects almost 30% of patients. This pandemic of diabetes to which we are exposed, requires new approaches in diagnosis, control and treatment of its complications. Telemedicine (TM) for screening of RD is the acquisition of images through retinographies to detect asymptomatic patients with RD. The overall diagnostic accuracy of screening by DR telemedicine is high, with a sensitivity exceeding 80% and a specificity equal to or greater than 90%. This screening means, is also highly cost-effective in detecting RD. It is estimated that this type of screening could reduce in 80% the ophthalmological visits, making these more efficient. Possibly, the future of RD screening using retinographies is associated with smartphones, using automatic or semiautomatic algorithms to help readers in diagnosis. The use of the TM to detect other diseases with high prevalence such as glaucoma or macular degeneration is still in early stages but has promising prospects.

4.1. La telemedicina en el cribado de la retinopatía diabética

Telemedicine in the screening of diabetic retinopathy

G. Arcos¹, MA. Zapata²

¹Hospital San Rafael. Centro Médico AMEDICS. Barcelona. ²Hospital Universitari Vall d'Hebron. Clínica Girona. Barcelona.

Correspondencia:

Miguel A. Zapata

E-mail: zapatavictori@hotmail.com

Justificación del cribado

La diabetes *mellitus* (DM) es la enfermedad endocrina más frecuente. Según las estimaciones, 422 millones de adultos en todo el mundo tenían diabetes en 2014 y el 50% de ellos no saben que la padecen¹. En España, la DM afecta al 13% de la población. Se estima que la prevalencia global aumentará a 439 millones para el año 2030 y que la morbilidad secundaria a las complicaciones de la DM, como es la retinopatía diabética (RD), aumentará progresivamente y con ello los costes para el sistema sanitario².

La RD es la complicación más frecuente de la DM. Se encuentra dentro de las complicaciones microvasculares y afecta al 30% de los diabéticos. Es la principal causa de ceguera legal en la población económicamente activa en los países industrializados.

El edema macular se presenta en el 2-10% de los diabéticos, puede desarrollarse en cualquier estadio de la RD y es la principal causa de disminución de la agudeza visual. La RD proliferativa es la forma causante de los déficits visuales más graves³. Aunque la DM tipo 1 solo representa un 10-15% del total de los diabéticos, la prevalencia de RD es mayor en la DM tipo 1 (40%) que en la DM tipo 2 (20%)⁴.

Esta pandemia de diabetes a la que nos vemos expuestos requerirá nuevos enfoques tanto en el diagnóstico como en el control y el tratamiento de la patología para poder hacerle frente de una manera eficaz. En el caso de la RD, la mayor pérdida de visión y el aumento de los costes para los sistemas de salud ocurren cuando los pacientes acuden con RD avanzada por un diagnóstico tardío, ya que estos pacientes requieren tratamientos más complejos y con peor pronóstico visual.

La telemedicina (TM) es definida por la *American Telemedicine Association* como el intercambio de información médica de un sitio a otro por medio de comunicación electrónica para mejorar el estado de salud de los pacientes⁵. La TM es un ejemplo de notable innovación disruptiva para mejorar aspectos clave del sistema de salud⁶. La adquisición de imágenes por medio de retinografías para realizar cribados y detectar pacientes asintomáticos con riesgo de pérdida visual es una herramienta imprescindible en el futuro para romper barreras, como las geográficas, que impiden que gran parte de la población rural reciba una atención oftalmológica especializada.

La RD es una patología muy adecuada para hacer cribado y seguimiento mediante TM.

Principales sistemas y recomendaciones para el cribado de la retinopatía diabética

Equipo y tipo de retinografía

La mayoría de los cribados de retinopatía (y los que suelen hacerse en nuestro medio) entrarían dentro de la categoría 1 de la *American Telemedicine Association*, que permite diferenciar entre aquellos pacientes que no presentan retinopatía o tienen formas muy leves y aquellos otros que no tienen retinopatía diabética⁷. Pueden existir otros cribados que no solo diferencien si existe o no retinopatía, sino que además realicen la clasificación o gradación de la enfermedad (Tabla 1).

La retinografía de siete campos propuesta por el *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS) sigue siendo el método de referencia para la detección de RD y de edema macular clínicamente significativo, y también es el estándar con el que la mayoría de los programas de cribado de RD se validan⁸, aunque estas retinografías de siete campos no son el medio más adecuado para un programa de cribado, ya que se necesita un fotógrafo experto, dilatación pupilar y mucho tiempo para realizar el examen. Por estas razones, la mayoría de los programas de cribado de RD modificaron sus protocolos a solo una o dos retinografías no midriáticas del polo posterior⁷. Aun así, en muchos programas y según la edad de los pacientes, se estima que entre un 10% y un 30% de los casos requieren la aplicación de colirios midriáticos para obtener imágenes adecuadas. Actualmente, el grupo EURO-DIAB, la *American Telemedicine Association* y la *American Academy of Ophthalmology* recomiendan realizar una o dos retinografías de

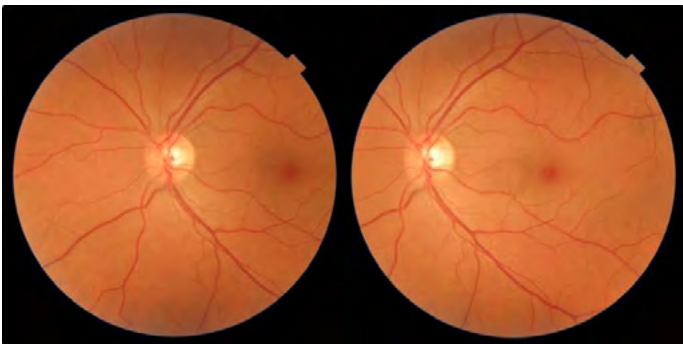


Figura 1. Protocolo de dos retinografías por ojo, una centrada en la zona macular y otra centrada en el disco óptico.

45° o 50°, y consensos nacionales en nuestro país también lo reconocen de esta manera^{9,10}. Si se hace una, esta debe estar centrada entre la papila y la mácula. En caso de hacer dos retinografías, una debe estar centrada en la mácula y la otra en el sector nasal a la papila (Figura 1). Tales organismos consideran que la realización de una retinografía en un solo campo es suficiente, aunque dejan a criterio del técnico el tomar otra imagen⁷.

En los últimos años se está validando el uso de las retinografías de campo amplio para el cribado, ya que muchos investigadores piensan que se podría estar pasando por alto patología ubicada en la retina periférica. Existen trabajos que demuestran una alta concordancia entre las retinografías de campo amplio con SLO (*Scanner Laser Ophthalmoscopy*) y el estándar de siete campos del ETDRS bajo midriasis¹¹⁻¹⁴. Silva *et al.*¹⁵ encontraron que hasta un tercio de las lesiones (hemorragias, microaneurismas, anomalías microvasculares y neovasos) estaban localizadas fuera de los campos clásicos del ETDRS, por lo que hasta en un 10% de los pacientes se

Categoría	Clasificación de pacientes	Manejo del paciente
Categoría 1	Sin RPD o muy leve (ETDRS <20) vs. RPD >20 ETDRS	Control por cámara o control oftalmológico habitual
Categoría 2	Permite detectar RPD amenazante (EMD o RPDNP grave o superior o RPD proliferativa)	Permite el envío preferente al oftalmólogo para tratamiento
Categoría 3	RPDNP leve, moderada, grave. RPD proliferativa	Manejo del paciente a semejanza de exploración clínica bajo midriasis
Categoría 4	Clasificación de los pacientes por número de ETDRS	Manejo del paciente tanto desde el punto de vista clínico como para investigación
Tomada de Li <i>et al.</i> ⁷		

Tabla 1. Categorías de cribado de la retinopatía diabética según la *American Telemedicine Association*.

estaba infraestimando el grado de retinopatía diabética si solo se tenían en cuenta los siete campos del ETDRS.

Se ha propuesto el uso combinado de la retinografía y la tomografía de coherencia óptica (OCT) para el cribado del edema macular¹⁶. Si bien la OCT ha demostrado ser útil para detectar el edema macular, no queda claro que su aplicación sea coste-efectiva debido al mayor coste de los equipos, que por ejemplo en Estados Unidos la hace inviable para el cribado⁷.

Inicio y frecuencia del cribado

El cribado debería realizarse sistemáticamente: todos los pacientes diabéticos censados en los centros de atención primaria deberían ser citados a las unidades de cámaras no midriáticas bajo supervisión del médico de familia o el endocrinólogo. El cribado basado en TM está establecido en las cuatro naciones del Reino Unido. En los pacientes con diabetes tipo 2 es recomendable la realización de un cribado en el momento del diagnóstico (Tabla 2). Se recomienda que los controles sean anuales, aunque la *American Diabetes Association* estima que en pacientes bien controlados sin retinopatía podrían hacerse cada 2 años¹⁷.

Cribado en diabéticos tipo 1

Pese a que la mayoría de los estudios están realizados en pacientes con diabetes tipo 2, existe evidencia para recomendar que en los pacientes diabéticos tipo 1, los niños y los adolescentes se realice una retinografía no midriática anualmente desde los 12 años de edad o a los 5 años del diagnóstico, con seguimiento anual, y así lo recogen las principales guías clínicas¹⁸.

Lectura de las imágenes

Se recomienda que la lectura de las imágenes recaiga sobre oftalmólogos, aunque por motivos de coste-eficacia o en países

donde la proporción de oftalmólogos/población sea baja es posible que la realicen médicos de familia u optometristas entrenados para el cribado¹⁹, si bien los principales sistemas de cribado son supervisados por oftalmólogos especialistas en retina⁷.

Sensibilidad y especificidad

La exactitud diagnóstica global del cribado de la RD mediante TM es alta, con una sensibilidad >80% y una especificidad ≥90% en la mayoría de los estudios publicados²⁰. Valores altos de sensibilidad y especificidad se han demostrado tanto en los cribados con midriasis y retinografías de siete campos como en los cribados realizados con dos retinografías mediante cámara no midriática. Con la realización de una sola fotografía disminuye ligeramente la sensibilidad de la prueba, quedando en un 71% de sensibilidad y con un 96% de especificidad²¹, aunque se considera adecuado para el cribado y para la sospecha de edema macular diabético, y así lo recomienda la *American Telemedicine Association*⁷. Se ha demostrado un alto índice de acuerdo entre la evaluación de la retinopatía diabética mediante una sola retinografía monocromática y retinografías estereoscópicas de siete campos ($\kappa = 0,97$, $p = 0,0001$)²².

Los programas de cribado vía TM han demostrado tener una alta eficacia en la detección de RD, y si estudiamos la tasa de derivación a 5 años, como se hizo en el programa nacional de cribado de RD escocés²³, que se inició en 2006, observamos que la tasa de derivación fue mayor en los primeros 2 años y luego se estabilizó. Los investigadores sugirieron que esto se debe a que, en los primeros 2 años, el programa cribó adecuadamente a pacientes que nunca habían sido valorados y detectó patología para remitir, la cual es más común de detectar en la evaluación inicial que en los seguimientos. El programa de cribado más exitoso en cuanto a magnitud es el del *UK National Health Service*, que anualmente evalúa a unos dos millones de pacientes diabéticos. Una década más tarde de su implantación, la retinopatía diabética había dejado de ser la primera causa de ceguera en el Reino Unido en pacientes en edad de trabajar²⁴.

Requisitos técnicos

Las especificaciones de los equipos pueden cambiar mucho dependiendo del programa de cribado y de sus necesidades. En general, las cámaras deben dar una resolución adecuada para la

Tipo de diabetes mellitus	Primera visita	Seguimiento
Tipo 1	A los 5 años del diagnóstico o a los 12 años de edad	Anual
Tipo 2	Al diagnóstico	Anual

Tabla 2. Momento de inicio del cribado en pacientes diabéticos sin retinopatía.

evaluación de los casos. Los principales sistemas de cribado suelen validar los equipos antes de incorporarlos al programa⁷. Desde el punto de vista tecnológico, deben cumplir con los estándares de calidad DICOM (*Digital Imaging Communications in Medicine*) y con el *Health Level 7*, que regulan el envío de datos hospitalarios⁷.

Algoritmos de detección automática

Dada la importancia del cribado y el elevado número de pacientes que representa, hace años que comenzaron a ver la luz algoritmos informáticos que mediante un análisis automatizado de la imagen permiten el reconocimiento de signos de retinopatía.

El riesgo de tales algoritmos radica en la sensibilidad y la especificidad de la prueba, y en las posibilidades de que existan falsos negativos. Actualmente, todos los sistemas de cribado automático de retinopatía son semiautomáticos, y son necesarios lectores humanos para el control de calidad, la adjudicación y la interpretación de imágenes atípicas. Estos sistemas, lejos de reemplazar a los lectores humanos, pueden tener un papel importante mejorando el flujo de trabajo, disminuyendo el cansancio del lector y los posibles sesgos, y realizando un importante primer cribado de las imágenes de bajo riesgo. Idealmente, los sistemas automatizados deberían relacionar las imágenes con datos médicos de los pacientes, lo que permitiría dar una información individualizada considerando una estratificación de riesgo de los pacientes.

La eficacia de los principales sistemas automatizados que se utilizan actualmente está recogida en la Tabla 3.

Existe consenso internacional respecto al potencial que tienen los sistemas automatizados de detección junto con el uso de la TM. Pueden desempeñar un papel crucial estratificando el riesgo de los pacientes y reconociendo nuevos marcadores para la RD. Los principales retos son conseguir la uniformidad de los sistemas con los diferentes equipos y lograr la estratificación de grados de la RD²⁵.

Coste-efectividad

En España, el Sistema Nacional de Salud solo cubre el cribado de la RD. Au y Gupta²⁶ reportaron los datos de la carga económica de los programas de cribado de RD por TM, y encontraron que esta medida es altamente coste-efectiva en la detección de RD. Los costes de los programas de cribado pueden cambiar considerablemente entre ellos, dependiendo de los equipos, el flujo de trabajo y el personal utilizado. Hay constancia en la literatura de cribados que van desde los 100 dólares por paciente²⁷ hasta el cribado amplio realizado por nuestro grupo en el que se estima un coste por paciente de unos 15 euros²⁸, incluyendo el coste de la cámara y la evaluación por un retinólogo.

Seguridad y calidad

Los principales sistemas de TM utilizados para el cribado de la RD realizan una certificación y formación continuada del personal que adquiere las imágenes, de los lectores, para que se ajusten a los protocolos, y de los equipos utilizados. Los programas del Reino Unido incluyen también indicadores de calidad; otros programas, como los realizados en los Estados Unidos, todavía deben mejorar para poder garantizar una calidad uniforme entre ellos²⁹.

Desde el punto de vista ético, los programas de cribado no se diferencian de otros actos médicos y deben incluir consentimientos informados y garantizar la confidencialidad, la integridad y la fiabilidad del proceso⁷.

Programas de cribado en nuestro medio

Los sistemas de cribado de RD implantados en nuestro medio son similares a los que se están llevando a cabo en el Reino Unido. Son llamados al cribado todos los pacientes diabéticos censados en el centro de salud que no estén bajo control oftalmológico. La toma

Principales software de análisis automatizado	iGradingM	IDx-DR	RetmarkerDR	Retalyze
Sensibilidad	0,98 (0,97-0,99)	0,97 (0,94-0,99)	0,96 (0,94-0,98)	0,97 (no conocido)
Especificidad	0,41 (no conocido)	0,59 (55,7-63,0)	0,52 (0,50-0,53)	0,71 (no conocido)
Adaptada de Sim <i>et al.</i> ²⁵				

Tabla 3. Eficacia de los principales sistemas automatizados para detectar retinopatía diabética que debe ser referida al oftalmólogo.

de las imágenes suele corresponder a enfermería y la primera lectura la realizan médicos de familia entrenados. El papel de los médicos de familia se ha vuelto imprescindible en nuestro medio, y así lo recogen Romero-Aroca *et al.*³⁰; con un entrenamiento adecuado realizan una primera lectura de las imágenes y controlan al paciente desde el punto de vista sistémico. Existe una segunda lectura especializada, realizada por un oftalmólogo, para los casos dudosos.

Una revisión de uno de los programas en Asturias demostró disminuir un 80% las visitas oftalmológicas, con un ahorro estimado a 5 años superior a 150.000 euros en una población de casi 3.000 diabéticos³⁰.

Pese a los grandes esfuerzos que se están realizando en nuestro medio, solo entre un 32% y un 41% de los pacientes diabéticos pasa anualmente por el cribado mediante cámara no midriática³¹. Por este motivo, se piensa que es importante sistematizar el cribado en lugar de hacerlo de forma oportunista, al mismo tiempo que es imprescindible una mayor concienciación de la población.

Futuro

Posiblemente el futuro del cribado de la RD sea utilizando retinógrafos asociados a los *smartphone*. Algunos autores han reportado unas altas sensibilidad (91%) y especificidad (99%) detectando formas moderadas o graves de la enfermedad³², y altos índices kappa (0,91) con buena concordancia entre exploraciones clínicas y fotográficas.

Además del potencial que pueden tener en un futuro los cribados basados en TM a través de teléfonos móviles, la implementación de nuevas aplicaciones e interfaces puede mejorar la acción médica, permitiendo la interpretación automática de datos, como se ha comentado anteriormente, el envío de datos masivos sin cableado y la integración de tales datos en historias médicas informatizadas³³.

La utilización de la TM para detectar otra patología más allá de la RD se encuentra todavía en fases iniciales. Actualmente se está investigando el papel de las nuevas tecnologías en el cribado de enfermedades también con una alta prevalencia, como el glaucoma y la degeneración macular asociada a la edad^{34,35}.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre la diabetes. Resumen de orientación. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204877/1/WHO_NMH_NVI_16.3_spa.pdf?ua=1)

2. Shaw J, Sicree R, Zimmet P. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract.* 2010;87:4-14.
3. Kanski JJ. Retinopatía diabética. En: Kanski JJ, editor. *Oftalmología clínica*. 6.a ed. España. Elsevier; 2009. p. 558-75.
4. Klein R, Klein BE, Moss SE, Davis MD, DeMets DL. The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. II. Prevalence and risk of diabetic retinopathy when age at diagnosis is less than 30 years. *Arch Ophthalmol.* 1984;102(4):520-6.
5. American Telemedicine Association. What is telemedicine? (Consultado en mayo de 2016.) Disponible en: <http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/what-is-telemedicine#.Vk6tD3arTIU>
6. Christenson CM, Grossman JH, Hwang J. *The innovator's prescription: a disruptive solution for healthcare*. New York. McGraw-Hill; 2008. p. 123-25.
7. Li HK, Horton M, Bursell SE, Cavallerano J, Zimmer-Galler I, Tennant M, *et al.*; American Telemedicine Association Diabetic Retinopathy Telehealth Practice Recommendations Working Group. Telehealth practice recommendations for diabetic retinopathy. 2nd ed. *Telemed J E Health.* 2011;17(10):814-37.
8. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Group. Grading diabetic retinopathy from stereoscopic color fundus photographs: an extension of the modified Airlie House classification. ETDRS report number 10. *Ophthalmology.* 1991;98:786-806.
9. Zimmer-Galler IE, Kimura AE, Gupta S. Diabetic retinopathy screening and the use of telemedicine. *Curr Opin Ophthalmol.* 2015;26(3):167-72.
10. Barrot J, Franch J, Gírbés JA, López Gálvez M, Pareja A, Romero P, *et al.* *Consenso en el cribado de la retinopatía diabética*. Documento resumen. Badalona: EUROMEDICE Ediciones médicas; 2014.
11. Kernt M, Hadi I, Pinter F, *et al.* Assessment of diabetic retinopathy using nonmydriatic ultra-widefield scanning laser ophthalmoscopy (Optomap) compared with ETDRS 7-field stereo photography. *Diabetes Care.* 2012;35:2459-63.
12. Silva P, Cavallerano J, Sun J, *et al.* Nonmydriatic ultrawide field retinal imaging compared with dilated standard 7-field 35 mm photography and retinal specialist examination for evaluation of diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol.* 2012;154:549-59.
13. Rasmussen M, Broe R, Frydkjaer-Olsen U, *et al.* Comparison between Early Treatment Diabetic Retinopathy Study 7: field retinal photos and nonmydriatic, mydriatic and mydriatic steered wide field scanning laser ophthalmoscopy for assessment of diabetic retinopathy. *J Diabetes Complications.* 2015;29:99-104.
14. Liegl R, Liegl K, Keklic L, *et al.* Nonmydriatic ultra-wide-field scanning laser ophthalmoscopy (Optomap) versus two-field fundus photography in diabetic retinopathy. *Ophthalmologica.* 2014;231:31-6.
15. Silva P, Cavallerano J, Sun J, *et al.* Peripheral lesions identified by mydriatic ultrawide field imaging: distribution and potential impact on diabetic retinopathy severity. *Ophthalmology.* 2013;120:2587-95.
16. Prescott G, Sharp P, Goatman K, *et al.* Improving the cost-effectiveness of photographic screening for diabetic macular edema: a prospective, multicentre, UK study. *Br J Ophthalmol.* 2014;98:1042-9.

17. American Diabetes Association. Microvascular complications and foot care. *Diabetes Care*. 2015;38(Suppl 1):S58-S66.
18. The Royal College of Ophthalmologists. *Diabetic retinopathy guidelines*. [Internet]. Update to section 14.3.4 in July 2013. London: The Royal College of Ophthalmologists; 2012. (Consultado en junio de 2015.) Disponible en: <https://www.rcophth.ac.uk/wp-content/uploads/2014/12/2013-SCI-301-FINAL-DR-GUIDELINES-DEC-2012-updated-July-2013.pdf>.
19. Pasquel FJ, Hendrick AM, Ryan M, Cason E, Ali MK, Narayan KM. Cost-effectiveness of different diabetic retinopathy screening modalities. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;10(2):301-7.
20. Shi L, Wu H, Dong J, Jiang K, Lu X, Shi J. Telemedicine for detecting diabetic retinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Br J Ophthalmol*. 2015;1-9.
21. Vujosevic S, Benetti E, Massignan F, Pilotto E, Varano M, Cavarzeran F, et al. Screening for diabetic retinopathy: 1 and 3 nonmydriatic 45-degree digital fundus photographs vs 7 standard early treatment diabetic retinopathy study fields. *Am J Ophthalmol*. 2009;148:111-8.
22. Lin DY, Blumenkranz MS, Brothers RJ, Grosvenor DM. The sensitivity and specificity of single-field nonmydriatic monochromatic digital fundus photography with remote image interpretation for diabetic retinopathy screening: a comparison with ophthalmoscopy and standardized mydriatic color photography. *Am J Ophthalmol*. 2002;134:204-13.
23. Looker HC, Nyangoma SO, Comie DT, Olson JA, Leese GP, Black MW, et al. Scottish Diabetes Research Network Epidemiology Group; Scottish Diabetic Retinopathy Collaborative. Rates of referable disease in the Scottish National Diabetic Retinopathy Screening Programme. *Br J Ophthalmol*. 2014;98:790-5.
24. Liew G, Michaelides M, Bunce C. A comparison of the causes of blindness certifications in England and Wales in working age adults (16-64 years), 1999-2000 with 2009-2010. *BMJ Open*. 2014;4:e004015.
25. Sim DA, Keane PA, Tufail A, Egan CA, Aiello LP, Silva PS. Automated retinal image analysis for diabetic retinopathy in telemedicine. *Curr Diab Rep*. 2015;15(3):14.
26. Au A, Gupta O. The economics of telemedicine for vitreoretinal diseases. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011;22:194-8.
27. Byrne M, Parker D, Tannenbaum S, et al. Cost of a community-based diabetic retinopathy screening program. *Diabetes Care*. 2014;37:e236-7.
28. Zapata MA, Arcos G, Fonollosa A, Abalde M, Oleñik A, Gutiérrez E, et al. Telemedicine for a general screening of retinal disease using nonmydriatic fundus cameras in optometry centers: three years results. *Telemed J E Health*. 2016 May 26. [Epub ahead of print].
29. NHS Diabetic Eye Screening Programme. (Consultado el 2/1/2015.) Disponible en: <http://diabeticeyescreening.nhs.uk>
30. Romero-Aroca P, Sagarra-Álamo R, Pareja-Ríos A, López M. Importance of telemedicine in diabetes care: relationships between family physicians and ophthalmologists. *World J Diabetes*. 2015;6(8):1005-8.
31. Rodríguez Villa S, Alonso Álvarez C, de Dios del Valle R, Salazar Méndez R, Cuesta García M, Ruiz García MJ, et al. Five-year experience of teleophthalmology for diabetic retinopathy screening in a rural population. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2016 Feb 18. pii: S0365-6691(16)00056-3.
32. Toy BC, Myung DJ, He L, Pan CK, Chang RT, Polkinhorne A, et al. Smartphone-based dilated fundus photography and near visual acuity testing as inexpensive screening tools to detect referral warranted diabetic eye disease. *Retina*. 2016;36(5):1000-8.
33. Kumar S, Wang E, Pokabla M, Noecker R. Teleophthalmology assessment of diabetic retinopathy fundus images: smartphone versus standard office computer workstation. *Telemed J E Health*. 2012;18:158-62.
34. Verma S, Arora S, Kassam F, et al. Northern Alberta remote tele glaucoma program: clinical outcomes and patient disposition. *Can J Ophthalmol*. 2014;49:135-40.
35. Li B, Powell AM, Hooper PL, Sheidow TG. Prospective evaluation of teleophthalmology in screening and recurrence monitoring of neovascular age-related macular degeneration: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(3):276-82.