

Área de flujo y densidad vascular macular en retina superficial, profunda y externa de población sana medida mediante angiografía por OCT

Flow Area and Macular Vascular Density in Superficial, Deep and External Retina of Healthy Population Measured by Angiography by OCT

DÍAZ RODRÍGUEZ R¹, ALBERTO PESTANO MM¹, GIL HERNÁNDEZ MA¹,
ABREU GONZÁLEZ R¹

RESUMEN

Objetivo: Analizar el área del flujo y densidad vascular de los diferentes plexos del área macular de población sana, medidas mediante angiografía por OCT (OCT-A).

Método: Estudio transversal en población sana de nuestra área, utilizando el OCT-A Nidek Advance-OCT[®] (Nidek, Aichi, Japón). Se calculó el área de flujo vascular macular y la densidad en el plexo capilar superficial, plexo capilar profundo y el plexo profundo de la retina externa. Ambas medidas se calcularon automáticamente utilizando el software Nidek Advance-OCT[®].

Resultados: Se analizaron 81 ojos de 44 pacientes. El 63,64% fueron mujeres. La edad media fue de 46,3 +/- 12,72 años (rango 19-79) y el equivalente esférico fue de -0,06 +/- 1,79 dioptrías. El área de flujo vascular desde el plexo superficial a retina externa fue de: 1,96 +/- 0,22 mm² con IC95% (1,91-2,00); 3,20 +/- 0,22 mm² con IC95% (3,15-3,24) y 3,69 +/- 0,30 mm² con IC95% (3,63-3,75). La densidad del flujo desde el plexo vascular superficial a retina externa fue: 16,27 +/- 3,09% con IC95% (15,64-16,89); 32,24 +/- 4,87% con IC95% (31,25-33,33) y 39,18 +/- 7,47% con IC95% (37,66-40,69).

Conclusiones: Con estos datos podemos establecer una base de datos normativos y automatizados con la densidad y área de flujo vascular de población sana para el sistema Nidek OCT-A. Todos los valores de mediciones automatizadas en los sistemas OCT-A deben considerarse relacionados con el sistema OCT-A que estamos utilizando.

Palabras clave: Faltan.

¹ Servicio de Oftalmología, Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria, Tenerife, España.
Institución responsable: Servicio de Oftalmología. Hospital Universitario Nuestra Señora de La Candelaria. Tenerife.

Correspondencia:
Raquel Díaz Rodríguez
Servicio de Oftalmología.
Hospital Universitario Ntra. Señora de Candelaria.
Carretera Del Rosario, 145
38009 Santa Cruz De Tenerife (España)
Correo electrónico: rdroguez@hotmail.com

SUMMARY

Objective: To analyze the area of vascular flow and density of the different macular area plexuses in healthy population measured by TCO angiography (TCO-A).

Method: Cross-sectional study in healthy population of our area, using the Nidek Advance-TCO® (Nidek, Aichi, Japan). The area of macular vascular flow and the density in the superficial capillary plexus, deep capillary plexus and the deep plexus of the external retina were calculated. Both measurements were calculated automatically using the Nidek Advance-TCO® software.

Results: 81 eyes in 44 patients were analyzed. 63.64% were women. The average age was 46.3 +/- 12.72 years (range 19-79) and the spherical equivalent was -0.06 +/- 1.79 diopters. The area of vascular flow from the superficial plexus to the external retina was: 1.96 +/- 0.22 mm² with 95% CI (1.91-2.00); 3.20 +/- 0.22 mm² with 95% CI (3.15-3.24) and 3.69 +/- 0.30 mm² with 95% CI (3.63-3.75). The density of the flow from the superficial vascular plexus to the external retina was: 16.27 +/- 3.09% with IC95% (15.64-16.89); 32.24 +/- 4.87% with 95% CI (31.25-33.33) and 39.18 +/- 7.47% with 95% CI (37.66-40.69).

Conclusions: With this data we can establish a normative and automated database with density and vascular flow area of healthy population for the Nidek TCO-A system. All the values of automated measurements in the TCO-A systems should be considered related to the TCO-A system that we are using.

Key words:

INTRODUCCIÓN

La retina humana es uno de los tejidos metabólicamente más activos del organismo (1), lo que supone una alta demanda de oxígeno que a nivel de la mácula se supe a través de tres plexos capilares (2-4) el plexo capilar superficial (SCP) que discurre a nivel de la capa de fibras nerviosas y de células ganglionares y, el intermedio y el profundo, que algunos autores como Spaide (5) sugieren que se entremezclan formando un único plexo, el plexo capilar profundo (DCP), que se localiza entre la capa nuclear interna y la parte más interna de la plexiforme externa de la retina.

Tradicionalmente, la angiografía con contraste ha sido el gold standard para identificar y evaluar este sistema capilar (6). Sin embargo, el estudio se ha limitado predominantemente al SCP ya que ni el DCP ni la

coroides se visualizan nítidamente con esta técnica.

Hoy en día pueden evaluarse mediante la angiografía por OCT (OCT-A) que, siendo una técnica de imagen no invasiva, proporciona imágenes tridimensionales y de alta resolución de la microvasculatura retiniana (7) (fig. 1). Esto ha puesto de manifiesto la importancia de contar con un adecuado método de evaluación del DCP ya que se ha visto que, en diversas enfermedades vasculares de la retina, como la retinopatía diabética o las oclusiones vasculares, la isquemia ocurre sobre todo a ese nivel. Si bien, para poder validar estos hallazgos como patológicos necesitamos bases de datos normativas de población sana con las que poder compararlos.

El objetivo de nuestro estudio es analizar el área del flujo y densidad vascular de los diferentes plexos del área macular de población

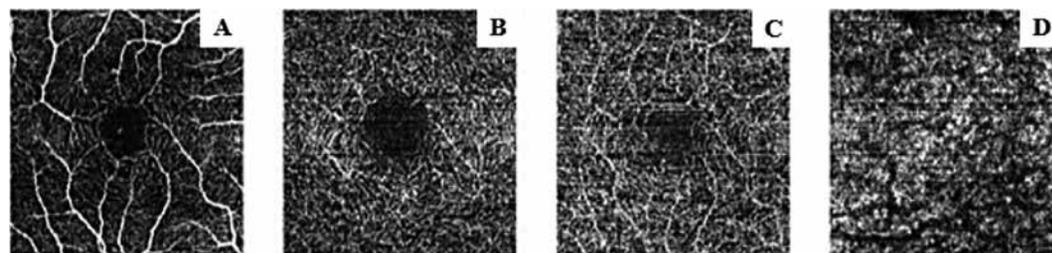


Fig. 1: Segmentación del complejo retina-coroides: A. Plexo capilar superficial. B. Plexo capilar profundo. C. Retina externa. D. Coroides.

sana, medidas mediante angiografía por OCT (OCT-A).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio transversal en población sana de nuestra área, para lo que se excluyeron pacientes con patología ocular y con equivalente esférico superior a 5 dioptrías.

A cada voluntario se le realizó una única prueba utilizando en todos los casos el sistema OCT-A Nidek RS-3000 Advance-OCT® (Nidek, Aichi, Japón). Se seleccionó un protocolo de exploración de 3×3 mm centrado en fovea y se calculó el área de flujo vascular y la densidad vascular de esa área en el SCP, DCP y el plexo profundo de la retina externa (fig. 2).

El área de flujo vascular hace referencia a la superficie de la muestra en la que se detecta flujo, medida en mm². La densidad vascular se define como el porcentaje de esa área que está ocupado por los lúmenes de los vasos.

Cada exploración se segmentó y analizó automáticamente mediante el software de Navis-Ex (Nidek, Aichi, Japón) que trae incorporado el sistema.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 81 ojos de 44 pacientes, de los que el 36,36% fueron hombres y el 63,64% mujeres. La edad media fue de 46,3 +/- 12,72 años (rango 19-79) y el equivalente esférico fue de -0,06 +/- 1,79 dioptrías (tabla 1).

El área de flujo vascular desde el plexo superficial a retina externa fue de: 1,96 +/- 0,22 mm² con IC95% (1,91-2,00); 3,20 +/- 0,22 mm² con IC95% (3,15-3,24) y 3,69 +/- 0,30 mm² con IC95% (3,63-3,75) (tabla 2).

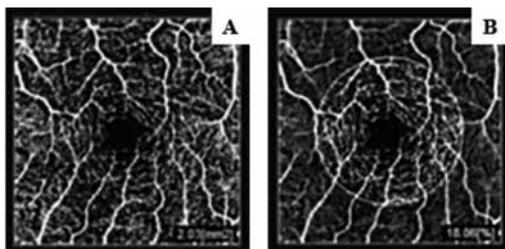


Fig. 2: Área de flujo y densidad vascular macular.
A. Área de flujo vascular.
B. Densidad vascular.

Tabla 1: Características basales de los sujetos incluidos en el estudio

Variable	Resultado
n (ojos)	81
Sexo	
Mujer (%)	28 (63,64)
Hombre (%)	16 (36,36)
Edad media (años +/- DV)	46,3 +/- 12,7
Equivalente esférico (D)	-0,06 (1,79)

Tabla 2: Área y densidad de flujo vascular en los diferentes plexos

Plexo	Área de flujo vascular macular (mm ²)	Densidad de flujo Vascular (%)
SCP*	1,96 +/- 0,22 IC95% (1,91-2,00)	16,27 +/- 3,09 IC95% (15,64-16,89)
DCP*	3,20 +/- 0,22 IC95% (3,15-3,24)	32,24 +/- 4,87 IC95% (31,25-33,33)
DCP-RE*	3,69 +/- 0,30 IC95% (3,63-3,75)	39,18 +/- 7,47 IC95% (37,66-40,69)

SCP: plexo capilar superficial; DCP: plexo capilar profundo; DCP-RE: plexo capilar profundo de retina externa.

La densidad del flujo desde el plexo vascular superficial a retina externa fue de: 16,27 +/- 3,09% con IC95% (15,64-16,89); 32,24 +/- 4,87% con IC95% (31,25-33,33) y 39,18 +/- 7,47 con IC95% (37,66-40,69) (tabla 2).

DISCUSIÓN

De los resultados de nuestro estudio, derivados del análisis de una muestra de sujetos sanos, se desprende que tanto el área de flujo como la densidad vascular aumentan a medida que nos acercamos a la retina externa, alcanzando los valores más altos a este nivel, resultados que siguen la línea de algunos de los principales estudios publicados hasta el momento.

Coscas y colaboradores (8) estudiaron mediante el sistema AngioVue (Optovue, Inc., Fremont, CA, USA) la densidad vascular de 135 ojos de 70 sujetos sanos, que dividieron por grupos de edad y sectores ETDRS. La edad media de los sujetos fue similar a la de nuestro estudio y tras realizar la segmentación encontraron que la densidad vascular era significativamente ($p < 0,05$) más alta en el DCP que en el SCP para todos los sectores y todos los grupos de edad. Además, la densidad vascular era similar entre sexos hasta

los 60 años, momento a partir del cual era mayor en mujeres, probablemente debido al envejecimiento vascular tardío de las mismas (tabla 3).

En la misma línea va el estudio publicado por Iafe y colaboradores (9), en el que se estudiaron 113 ojos de 70 sujetos sanos, divididos por grupos de edad, mediante el sistema AngioVue (Optovue, Inc., Fremont, CA, USA). Encontraron que, para todos los grupos, la densidad vascular también fue mayor en el DCP que en el SCP, disminuyendo con la edad. Como en el estudio anterior, no hubo diferencias entre sexos (tabla 3).

Por el momento las conclusiones podrían ser las siguientes: para una población sana, la densidad vascular es mayor en el DCP que en el SCP, para todos los grupos de edad; la densidad vascular disminuye con los años y es similar entre sexos.

Sin embargo, un estudio más reciente liderado por Fenner (10) y llevado a cabo mediante el sistema de OCT-A Triton (Topcon DRI OCT Triton Swept source OCT, Topcon, Japan) concluyó que la densidad vascular en el SCP era mayor que en el DCP, lo que contradice los resultados de los estudios previos, aunque la cantidad de ojos incluidos fue menor y la edad de los pacientes superior (tabla 3).

En cuanto a la retina externa, ésta es predominantemente avascular, de manera que el hecho de que tanto la densidad como el área de flujo alcancen los valores más altos a este nivel se debe a uno de los principales artefactos de la OCT-A, el artefacto de proyección, por el que los vasos sanguíneos de las capas internas se reflejan en las capas externas (11).

En nuestra opinión, y debido a que cada fabricante utiliza un software diferente tanto para la obtención como para la segmentación y el análisis de las imágenes, las bases de datos normativos y automatizados deben referirse al sistema de OCT-A que se esté uti-

lizando, ya que los datos podrían no ser extrapolables de un sistema a otro.

En nuestro caso, podríamos establecer una base de datos normativos y automatizados con la densidad vascular y área de flujo vascular macular de población sana para el sistema de OCT-A Nidek RS-3000 Advance-OCT® (Nidek, Aichi, Japón), con la principal limitación de no haber dividido a los sujetos por grupos de edad ni por sexo.

Aun así, los resultados de nuestro estudio podrían ayudar a diferenciar los sujetos sanos de los pacientes que sufren etapas progresivas de diversas enfermedades vasculares de la retina, siempre necesitando conjuntos de datos más amplios de todos los grupos etarios y etnias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buttery RG, Hinrichsen CF, Weller WL, et al. How thick should a retina be? A comparative study of mammalian species with and without intraretinal vasculature. *Vision Res.* 1991; 31: 169-178.
2. Gariano RF, Iruela-Arispe ML, Hendrickson AE, et al. Vascular development in primate retina: comparison of lamellar plexus formation in monkey and human. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994; 35: 3442-3455.
3. Hughes S, Yang H, Chan-Ling T, et al. Vascularization of the human fetal retina: roles of vasculogenesis and angiogenesis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000; 41: 1217-1228.
4. Tan PE, Yu PK, Balaratnasingam C, et al. Quantitative confocal imaging of the retinal microvasculature in the human retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53: 5728-5736.
5. Spaide RF, Klancnik JM, Jr Cooney MJ, et al. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol.* 2015; 133: 45-50.
6. D.V. Do, E.W. Gower, S.D. Cassard, et al. Detection of new-onset choroidal neovasculariza-

Tabla 3: Resultados de la densidad vascular media en los diferentes estudios

Plexo	HUNSC	Coscas (8)	Iafe (9)	Fenner (10)
n (ojos)	81	135	113	44
Edad media (años +/- DS)	46,3 +/- 12,72	48,3 +/-17.5	48 ± 20	70.2±9.2
OCT-A	Nidek-Advance	AngioVue	AngioVue	Triton
SCP (%)	16,27 +/- 3,09	52.58 +/- 3.22	13,43 +/- 1,76	53.3 +/- 11.1
DCP (%)	32,24 +/- 4,87	57.87 +/- 2.82	18,81 +/- 1,79	27.3 +/- 8.59
OCT-A: angiografía por OCT; SCP: plexo capilar superficial; DCP: plexo capilar profundo.				

- tion using optical coherence tomography: The AMD DOC Study Ophthalmology., 119 (2012), pp. 771-778.
7. de Carlo TE, Romano A, Waheed NK, et al. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). International Journal of Retina and Vitreous 2015;1:5.
 8. Coscas F, Sellam A, Glacet-Bernard A, et al. Normative data for vascular density in superficial and deep capillary plexuses of healthy adults assessed by optical coherence tomography angiography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2016 Jul 1; 57(9):211-23.
 9. Iafe NA, Phasukkijwatana N, Chen X, et al. Retinal Capillary Density and foveal avascular zone area are age-dependent: quantitative analysis using optical coherence tomography angiography. Invest Ophthalmol Vis Sci: 2016 OCT 1;57(13) 5780-5787.
 10. Fenner BJ, Tan GS, Tan AC, et al. Identification of imaging features that determine quality and repeatability of retinal capillary plexus density measurements in OCT angiography. Br J Ophthalmol 2017 Aug 16;bjophthalmol-2017-310700.
 11. Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK. Image artifacts in optical coherence tomography angiography. Retina 2015 Nov; 35(11):2163-80.