



**Amedeo Lucente**  
Oculista Libero Professionista



# Misurazioni lineari e di area su imaging retinico widefield e ultra-widefield: possibili discordanze

**Abstract:** L'utilizzo sempre più frequente dell'imaging retinico widefield e ultra-widefield in campo fotografico e non solo aprirà nuove strade e fruttuose prospettive nella diagnosi e follow-up delle patologie retiniche. Lo scopo di questo articolo è di evidenziare i possibili errori che si incontrano nel determinare misure lineari e di area nella fotografia retinica ad ampio campo, e indicarne auspicabili ed utili soluzioni per la loro corretta determinazione..

**Keywords e abbreviazioni:** ETDRS Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, FoV Field of View, HR-PDR High-Risk Proliferative Diabetic Retinopathy, ISO International Organization for Standardization, IWFISG International Widefield Imaging Study Group, NEI National Eye Institute, NPDR Non-Proliferative Diabetic Retinopathy, UWF Ultra-Widefield, WF Widefield.

## Introduzione

Se consideriamo l'occhio umano una sfera con angolo giro di  $360^\circ$ , l'area retinica teoricamente fotografabile con dilatazione pupillare medio-ampia, utilizzando le tradizionali fundus camera ha un'apertura di  $180^\circ$ , in pratica fino all'equatore.

L'avvento dell'imaging UWF Ultra-Widefield con i nuovi device rende possibile una fotografia oltre  $180^\circ$ . Con le normali aperture di  $45^\circ/60^\circ$  si può arrivare a catturare immagini anche oltre i  $180^\circ$  solo forzando lo strumento e invitando il paziente a guardare dal lato da esaminare.

Le immagini risultano sfuocate, senza permettere di osservare dettagli e con una bassa risoluzione (Fig. 1) [1,2].

La metodica comunemente utilizzata per misurare l'apertura angolare nella fotografia retinica, fino all'avvento dei device ad ampio campo, prevedeva che il centro d'apertura goniometrico fosse posizionato nell'area pupillare, in pratica sulla cristalloide anteriore (Fig. 2).

I limiti angolari con tale metodica escludono la possibilità di catturare aree retiniche oltre l'equatore, oltre  $180^\circ$ . Tale metodo (metodica esterna) risponde alla normativa ISO 10940 (International

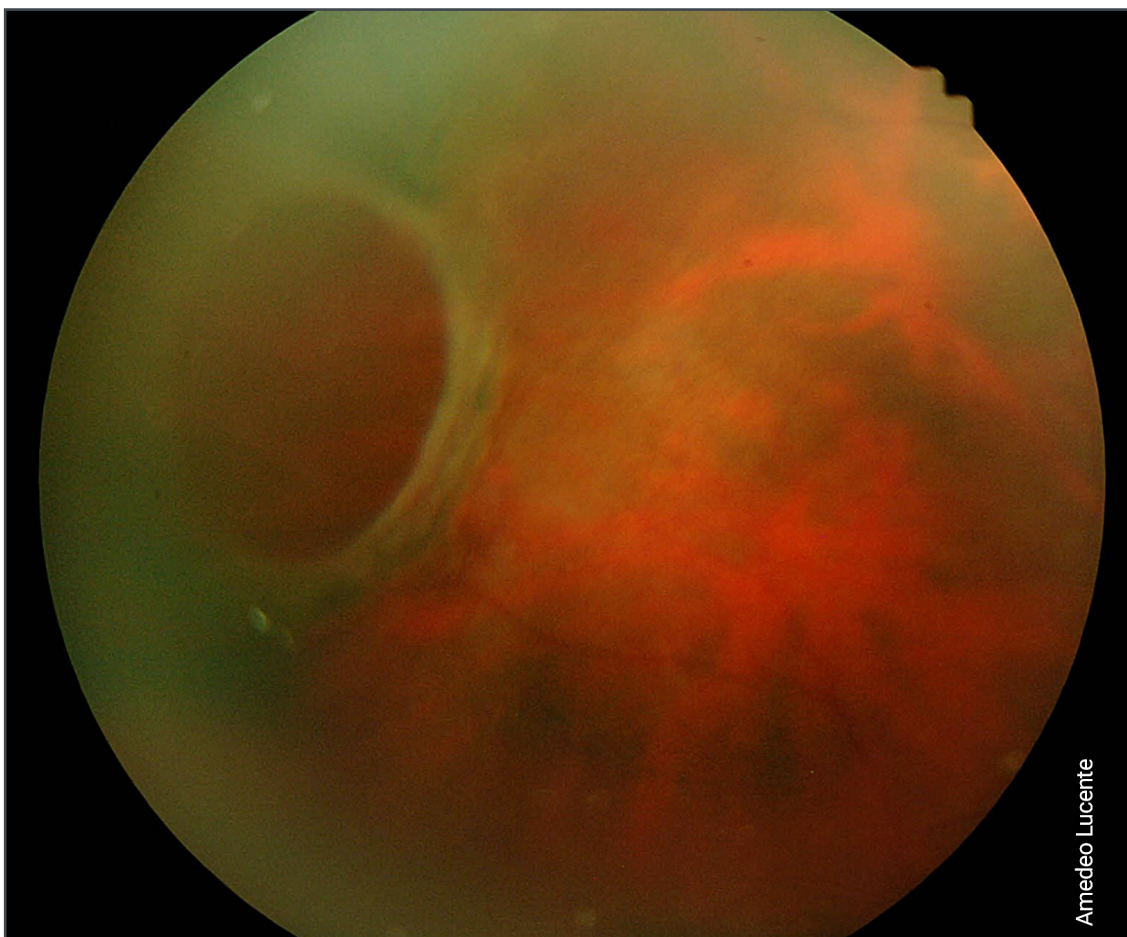


Fig. 1 - Foro retinico gigante supero-temporale eseguita con fundus camera tradizionale a 45°.

Organization for Standardization; ISO 10940 was prepared by Technical Committee ISO/TC 172, Optics and photonics, Subcommittee SC 7, Ophthalmic optics and instruments).

Il centro goniometrico nell'area pupillare è utilizzato dai sistemi ottici tradizionali, fundus camera 45°-60°. Fino ai primi mesi del 2018 costituivano lo standard nella fotografia retinica. Con un montaggio di 7-field da 30°, standard fotografico utilizzato nello studio ETDRS, Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, si riusciva a coprire al polo posteriore un'area retinica di circa 75°.

I nuovi strumenti ad ampio campo permettono di catturare aree retiniche oltre l'equatore singolarmente e con montaggio, automatico o semiautomatico, fino ad un'apertura angolare di 240°/250° ad alta definizione.

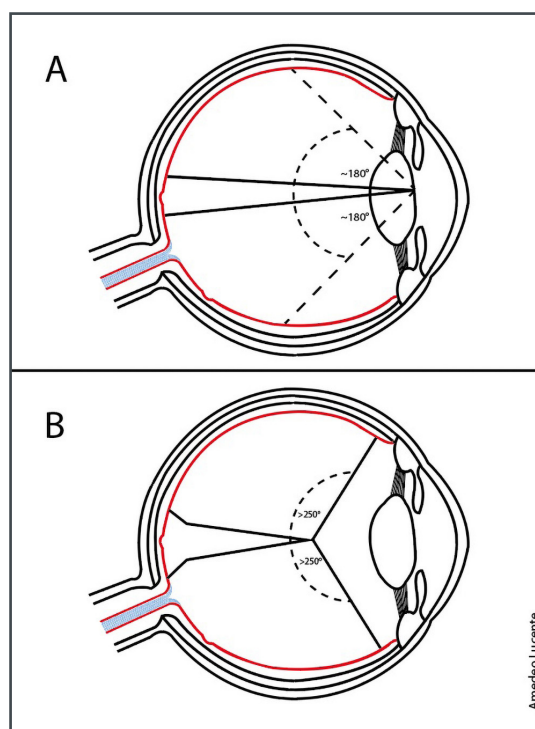


Fig. 2 - Riquadro A: imaging con angolo goniometrico calcolato secondo le norme ISO 10940.

Queste nuove possibilità d'imaging retinico, oltrepassando i 180°, necessitano che l'angolo d'apertura goniometrico sia posizionato sull'asse ottico al centro della cavità, all'inserzione tra equatore e asse anatomico (Norme non ISO 10940); (metodica interna) [3].

Inizialmente la fotografia retinica con un FoV  $\geq 50^\circ$  era definita Widefield WF imaging; con un FoV  $\geq 100^\circ$  Ultra-Widefield UWF imaging (FoV Field of View).

Il The Royal College of Ophthalmologists di Londra ha pubblicato nel marzo 2021 le "Services Guidance Ophthalmic Imaging" [4]. Nel capitolo quarto, dedicato allo SLO, gli esperti precisano:

- le immagini WF devono essere considerate come fotografie singole, non frutto di un montaggio;
- il termine WF viene riservato alle fotografie retiniche del polo posteriore fino alle vene vorticosi nei rispettivi quattro quadranti retinici;

- la denominazione UWF si riserva alle fotografie retiniche del polo posteriore oltre le quattro vene vorticosi;
- le regole descritte per la fotografia retinica sono valide anche per altre modalità d'imaging: pseudocolor, autofluorescenza, OCT cross-sectional topografico ed angiografico, con e senza 3-D rendering [4].

La misurazione angolare nella fotografia retinica ha affascinato numerosi studiosi.

Considerazioni simili sono state espresse nel 2019 dall'International Widefield Imaging Study Group IWFIGS su Retina [5].

Il gruppo dell'IWFIGS, di cui fanno parte Giovanni Staurenghi e Giuseppe Querques, aveva chiarito nuove definizioni per la fotografia del fondo oculare, l'angiografia e l'autofluorescenza.

In particolare:

- Posterior pole: retina all'interno delle arcate vascolari, appena al di là del loro limite;

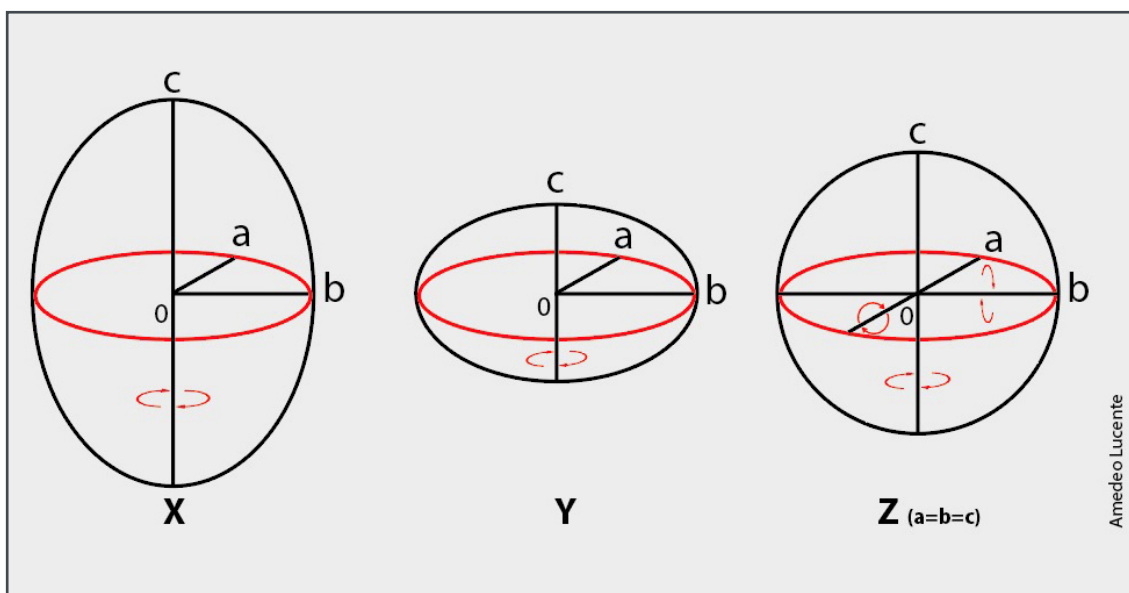


Fig. 3 - Uno sferoide è una superficie tridimensionale ottenuta per rotazione di un'ellisse attorno ad uno dei suoi assi principali. L'ellisse è come un cerchio schiacciato, il cui raggio non ha sempre lo stesso valore. Il valore della distanza massima passante per il centro dell'ellisse individua l'asse maggiore, il valore minimo l'asse minore. Esistono tre tipi di sferoide:

X: se l'ellisse ruota intorno al suo asse maggiore, si ottiene uno sferoide prolato simile alla forma di un pallone da rugby;  
 Y: se l'ellisse ruota intorno al suo asse minore, si ottiene uno sferoide oblato simile alla forma del pianeta Terra;  
 Z: se l'ellisse generatrice è un cerchio, la superficie ottenuta è una sfera.

- *Midperiphery: regione della retina fino al bordo posteriore delle vene vorticose;*
- *Far Periphery: regione della retina anteriore alle ampolle delle vene vorticose;*
- *Widefield: imaging centrata sulla fovea che cattura la retina in tutti e quattro i quadranti, posteriormente alle vene vorticose, vorticose comprese;*
- *Ultra-Widefield: imaging singola della retina nell'estrema periferia in tutti e quattro i quadranti;*
- *Panretinal: imaging da ora serrata a ora serrata a 360° gradi della retina.*

### Premesse teoriche

Helga Kolb, Eduardo Fernandez e Ralph Nelson dell'Università dell'Utah US Health Sciences Center, Salt Lake City, nel loro manoscritto,

aggiornato nel 2020, riferiscono che la retina ricopre il 72% dell'intero globo oculare, considerando il suo diametro di 22mm [6].

Nei primi mesi del 2018 pochi studi erano disponibili sull'imaging ad ampio campo. Dai testi di Anatomia Umana Normale (Zaccheo, Testut, Bonnet, Orzalesi), si evince che il bulbo oculare è una formazione tridimensionale, un ellissoide triassiale, uno sferoide ottenuto per rotazione di un'ellisse intorno ad uno dei suoi assi principali. Se l'ellisse ruota intorno all'asse maggiore si ottiene uno sferoide prolato, simile ad un pallone da rugby; se ruota intorno all'asse minore si ottiene uno sferoide oblato, simile alla Terra; se infine l'ellisse generatrice è un cerchio, la superficie ottenuta è una sfera perfetta (Fig. 3).

Per un bulbo oculare ideale sono riportati i seguenti valori, largamente condivisi:

Diametro trasverso latero-laterale **d ~ 24mm**; raggio ideale **r ~ 12mm**

Lunghezza circonferenza **C = 2 π r = 2 x 3,14 x 12mm ~ 75.36mm**

Corpo ciliare bulbo ~ 6mm; 2 corpi ciliari = 2 x 6mm ~ 12mm

Cornea bianco-bianco ~ 12mm

Arco corneale sotteso alla corda bianco - bianco  $\pm 1/6 C = 75,36/6 \sim 12,56mm$

Arco circ. ora serrata/ora serrata **12,56+2 corpi ciliari=12,56+12 ~ 24,56mm**

Lungh. lineare seg. post. fotografabile **75,36mm - 24,56mm ~ 50,80mm**

Seg. ant. non fotografabile in  $\Phi 75,36:360 = 24,56:X \sim 117,32^\circ$

Seg. post. fotografabile in  $\Phi 360^\circ - 117,32^\circ \sim 242,68^\circ$

Superficie area retinica sfera perfetta **4 x π r<sup>2</sup> = 4 x 3,14 x 12<sup>2</sup> ~ 1808mm<sup>2</sup>**

Superficie area retinica emisfera perfetta **1/2 4x π r<sup>2</sup> ~ 1808/2 ~ 904mm<sup>2</sup>**

Seg. post fotografabile in mm<sup>2</sup> **1808 : 360° = X : 242,68 ~ 1218,8mm<sup>2</sup>**

Area fotografabile in percentuale: **1808 : 100 = 1218 : X; X = 67.4%**

Tabella 1 - Dati numerici di calcolo di una sfera ideale con 24 mm di diametro.



- diametro trasverso 23,5mm
- diametro verticale 23mm
- diametro antero-posteriore 25-26mm

Per i calcoli teorici inerenti una sfera perfetta con diametro di 24 mm, rimando ai riferimenti 2 e 6 riportati nelle references; i dati sono riassunti nella Tabella 1.

### Discrepanze nelle misurazioni lineari e delle aree retiniche

Le misurazioni lineari e delle aree retiniche senza o con alterazioni patologiche rivestono un passaggio essenziale, spesso inderogabile, nell'imaging fotografico [8,9,10].

Le aree retiniche fotografabili possono coinvolgere zone anteriori e posteriori all'equatore del bulbo oculare, con il transfert angolare d'apertura tra le norme ISO e non ISO 10940. Tale passaggio fotografico tra widefield e ultra-widefield imaging comporta necessariamente anche un transfert informatico.

Il rapporto totale tra i pixel catturati dagli shots fotografici e il relativo photosite, cioè tra la quantità informatica complessiva dell'imaging e la

superficie/area retinica fotografata, deve sottostare a limiti e proporzioni determinate dagli obiettivi e dagli angoli di apertura utilizzati dai device.

Le proporzioni sono definite inoltre dai software di ciascun device sotto tutela brevettuale.

Tali limiti informatici/strumentali influenzano anche la riproduzione dell'imaging su stampa; comportano altri transfert e altre necessarie trasposizioni.

Queste specifiche caratteristiche dell'imaging riscontrate con il Clarus 500 Zeiss (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) meritano di essere adeguatamente evidenziate e indicate per garantire un più corretto utilizzo del device.

Nel refertare le dimensioni lineari e delle aree retiniche in studio è necessario conoscere i limiti delle aperture angolari utilizzate e dell'imaging con montaggio automatico e semiautomatico per non cadere in inevitabili errori.

La perfetta padronanza e comprensione delle performance del device permetterà di determinare misure lineari e di area sulla retina esaminata con maggiore precisione. Queste implemen-

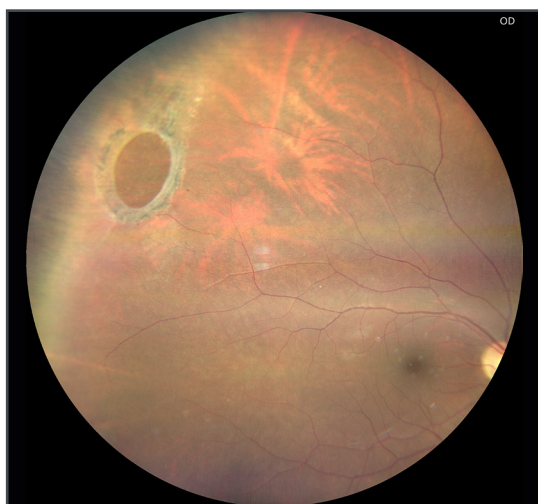


Fig. 4a - Fotografia one shot eseguita con Clarus 500 Zeiss del foro retinico gigante della Fig. 1 senza dati numerici di misure lineari e di area (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

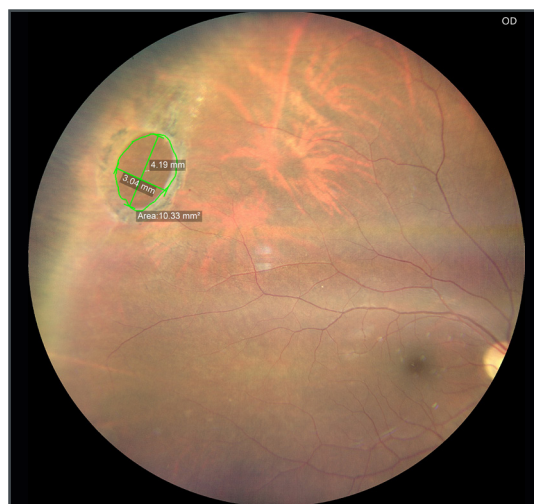


Fig. 4b - Fotografia one shot del foro retinico gigante della Fig. 1. Dimensioni lineari del foro retinico gigante: 4,19 mm X 3,04 mm. Superficie di area: 10,33 mm<sup>2</sup> (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

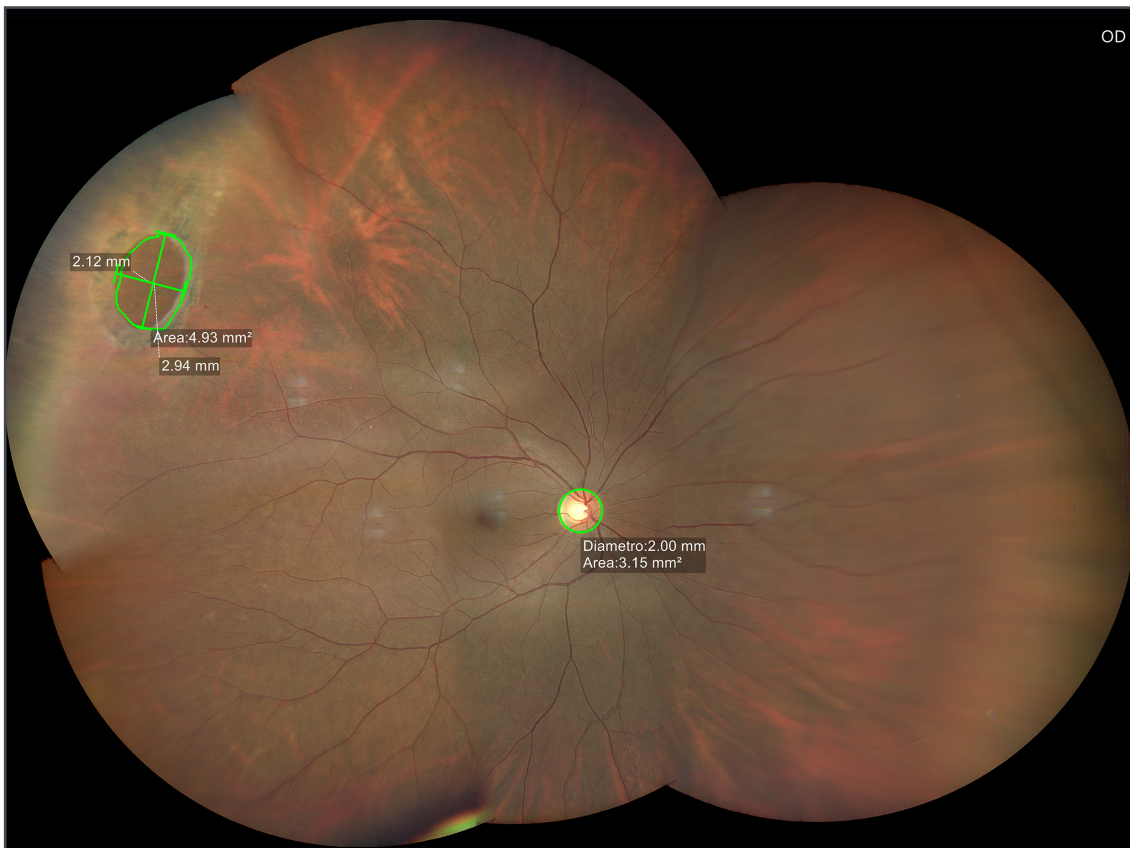


Fig. 5 - Fotografia con 5 shots con montaggio manuale del foro retinico gigante della Fig. 4. Le misure lineari e di area non rispettano quelle della fotografia one shot. Sono presenti anche le misure sul disco ottico da poter utilizzare come paragone e confronto. Disco Ottico: dimensioni lineari 2 mm X 2 mm; superficie di area: 3,15 mm<sup>2</sup>. Foro retinico periferico gigante: dimensioni 2,94 mm X 2,12 mm; superficie di area: 4,93 mm<sup>2</sup> (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

tazioni sono efficacemente applicabili a tutti i device, tenendo conto le specifiche caratteristiche delle ottiche e di progettazione.

Dai riscontri effettuati su un'ampia casistica di pazienti esaminati con fotografia widefield e ultra-widefield con Clarus 500 Zeiss (software 1.0) l'imaging catturato fino all'equatore, entro 180°, risulta idoneo alle misurazioni lineari e di area; la determinazione numerica è reale e veritiera (Fig. 4a, Fig. 4b, Fig. 5).

Se si effettuano misurazioni con un montaggio manuale, specie oltre i 4 shots in ultra-widefield, e si misurano zone retiniche oltre l'equatore, i rilievi lineari e delle aree possono risultare falsati, differenti da quelle reali (software 1.0). Tuttavia se la zona retinica periferica, anche oltre l'equatore, viene catturata con one shot, le misure su

questa singola immagine sono ancora reali.

Le stesse aree misurate con montaggio manuale oltre l'equatore fanno rilevare dimensioni false, specie con montaggi superiori a 4 shots (Fig. 5). Questo errato rilievo si è riscontrato utilizzando la fissazione interna. Se lo sguardo dell'esaminato oltrepassa i limiti delle mire interne, e lo strumento consente comunque l'acquisizione e il montaggio dell'imaging, le misure tra imaging assemblato e singolo shot potrebbero non essere corrispondenti. La conseguenza è la disparità numerica che le figure 4 e 5 evidenziano per le misure lineari e di superficie. Per ovviare a tale problematica esistono a nostro parere diverse soluzioni. Come primo intervento bisognerà integrare il software del device con automatismi di conversione tra imaging widefield e ultra-wi-

defield; chiameremo tale metodo di correzione "metodologia di conversione, conversion methodology".

Necessaria integrazione molto efficace da percorrere, di verifica e di confronto, da implementare alla "metodologia di conversione", è la "misurazione di confronto, comparison measurement". Il device, per utilizzare adeguatamente tali aggiustamenti, è necessario che determini inizialmente, su un'area retinica prescelta misure lineari e di area con imaging one shot; tale area retinica prescelta servirà per il confronto, (per lunghezza lineare e di area), con le zone retiniche da esaminare.

Tale area, preventivamente determinata, con misure lineari e di superficie certe, potrà essere sovrapposta alla zona retinica in esame. Il semplice confronto scaturito da tale sovrapposizione determinerà inequivocabili misurazioni di rapporto. A tal fine è utile determinare anche tutta la superficie oggetto della fotografia in millimetri quadrati con imaging one shot e con shots multipli.

Attualmente lo strumento può determinare solo manualmente le aree retiniche prescelte con ine-

vitabili imprecisioni.

Le misure con tale automatismo, rispetto alla determinazione manuale, avranno il vantaggio di non essere esecutore dipendente, acquisendo una standardizzazione di fatto.

Utile è altresì determinare automaticamente l'angolo d'apertura goniometrico effettivamente utilizzato dal singolo shot e dal montaggio retinico con più shots; i vantaggi non saranno solo utili alla clinica ma anche preziosi nel follow-up e nella ricerca.

Queste ulteriori specifiche integrazioni sono il necessario supporto indispensabile per offrire dati numerici certi nella diagnosi e nel follow-up delle malattie retiniche.

Le metodologie descritte possono infine essere utilmente integrare e rapportate alle aree dei dischi ottici del soggetto in esame, escludendo papille ottiche non idonee per forma e/o se l'area peripapillare non consente la delineazione corretta dei suoi bordi (Fig. 6a, Fig. 6b, Fig. 7).

Le discrepanze riscontrate nelle misurazioni lineari e di area in regioni retiniche periferiche con imaging multishot ampiamente de-



Fig. 6a - Fotografia one shot eseguita con Clarus 500 Zeiss di un secondo foro retinico gigante infero-temporale senza dati di misure lineari e di area (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

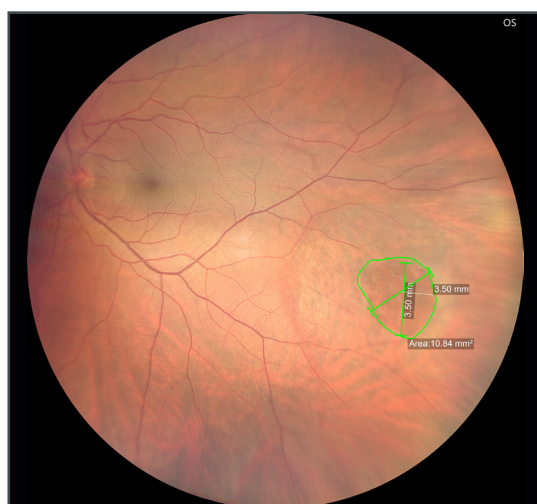


Fig. 6b - Fotografia one shot di un secondo foro retinico gigante infero-temporale. Dimensioni lineari: 3,50 mm X 3,50 mm; superficie di area: 10,84 mm<sup>2</sup> (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).



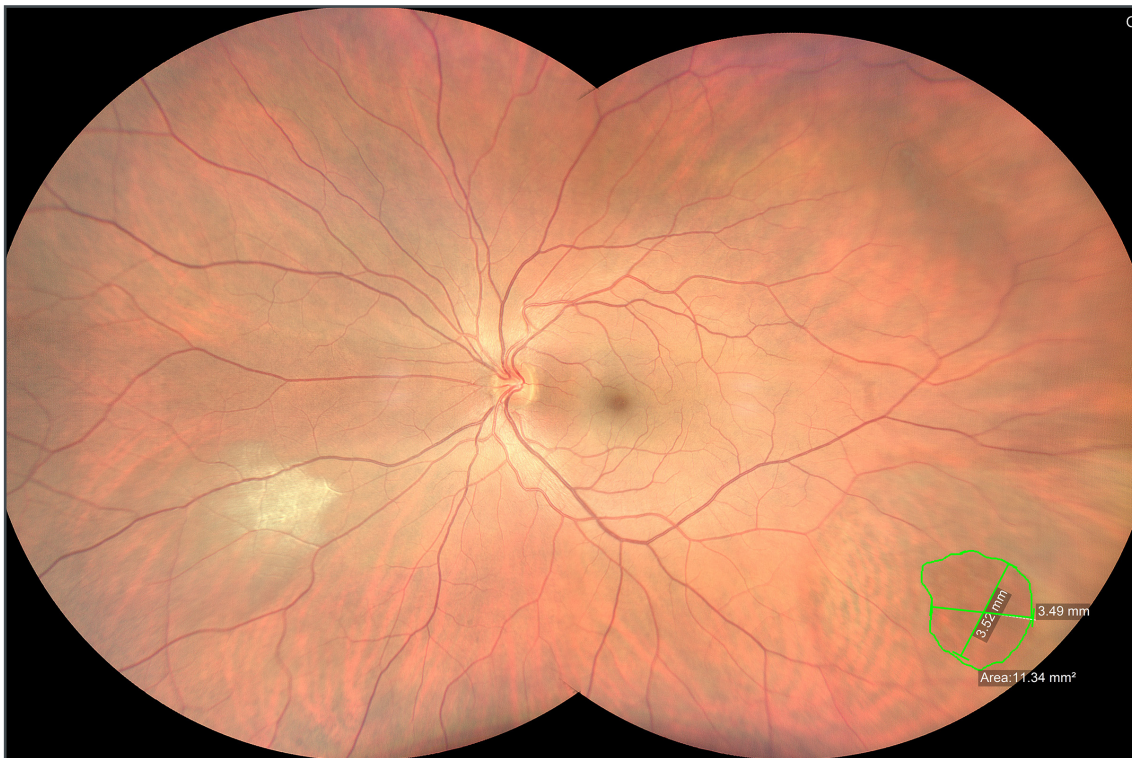


Fig. 7 - Fotografia con due shots e montaggio automatico del foro retinico gigante periferico della Fig. 6. Vengono riportati i dati numerici con misure lineari e di area. Si può notare come queste misure confermino i dati numerici della Fig. 6b one shot. L'area retinica intorno al foro gigante presenta un ampio alone circolare per alterazione del pigmento retinico. Questo rimaneggiamento, non presente nel foro supero temporale è favorito oltre che dall'ampiezza, soprattutto dalla posizione declive del foro stesso (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

scritte, non sembrano verificarsi con il nuovo software 1.1. La Fig. 8 si riferisce allo stesso foro retinico gigante periferico delle Fig. 6a, 6b one shot e 7 con due shots e montaggio automatico. Le misure lineari e di area sono confermate nella Fig. 8 rispetto a tutte le altre. Le Fig. 9a, 9b e 9c, imaging di una lesione retinica periferica a focolaio di toxoplasmosi multi-spot, sono state effettuate tutte nello stesso giorno rispettivamente con one shot (Fig. 9a) e 4 shots (Fig. 9b con montaggio automatico, Fig. 9c con montaggio semiautomatico). Mentre le misure di area delineate nelle Fig. 9a e 9b sono all'incirca sovrapponibili, risultano discordanti rispetto alla Fig. 9c. Si ripropone in quest'imaging ultra-widefield con modalità semiautomatica il bias descritto nelle Fig. 4a, Fig. 4b e Fig. 5. Queste discrepanze potrebbero verificarsi anche con altri devices;

un "Alert" è stato pertanto doveroso darlo. La possibilità di incongruenze nelle misurazioni lineari e di area con imaging ultra-widefield deve ancora essere pienamente indagato. Più ampie casistiche con condivisi confronti saranno sicuramente utili per non incorrere in facili quanto inavvertiti ed imprevedibili errori.

### Conclusioni e Considerazioni

Lo sviluppo tecnologico non subisce momenti di tregua o rallentamenti. Per quanto riguardo l'imaging retinico verso l'ampio campo il più evidente impulso fu avvertito con lo studio ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) [11].

Questo trials è stato uno studio clinico multicentrico sostenuto dal NEI National Eye Institute randomizzato, progettato per valutare l'efficacia della fotocoagulazione con argon



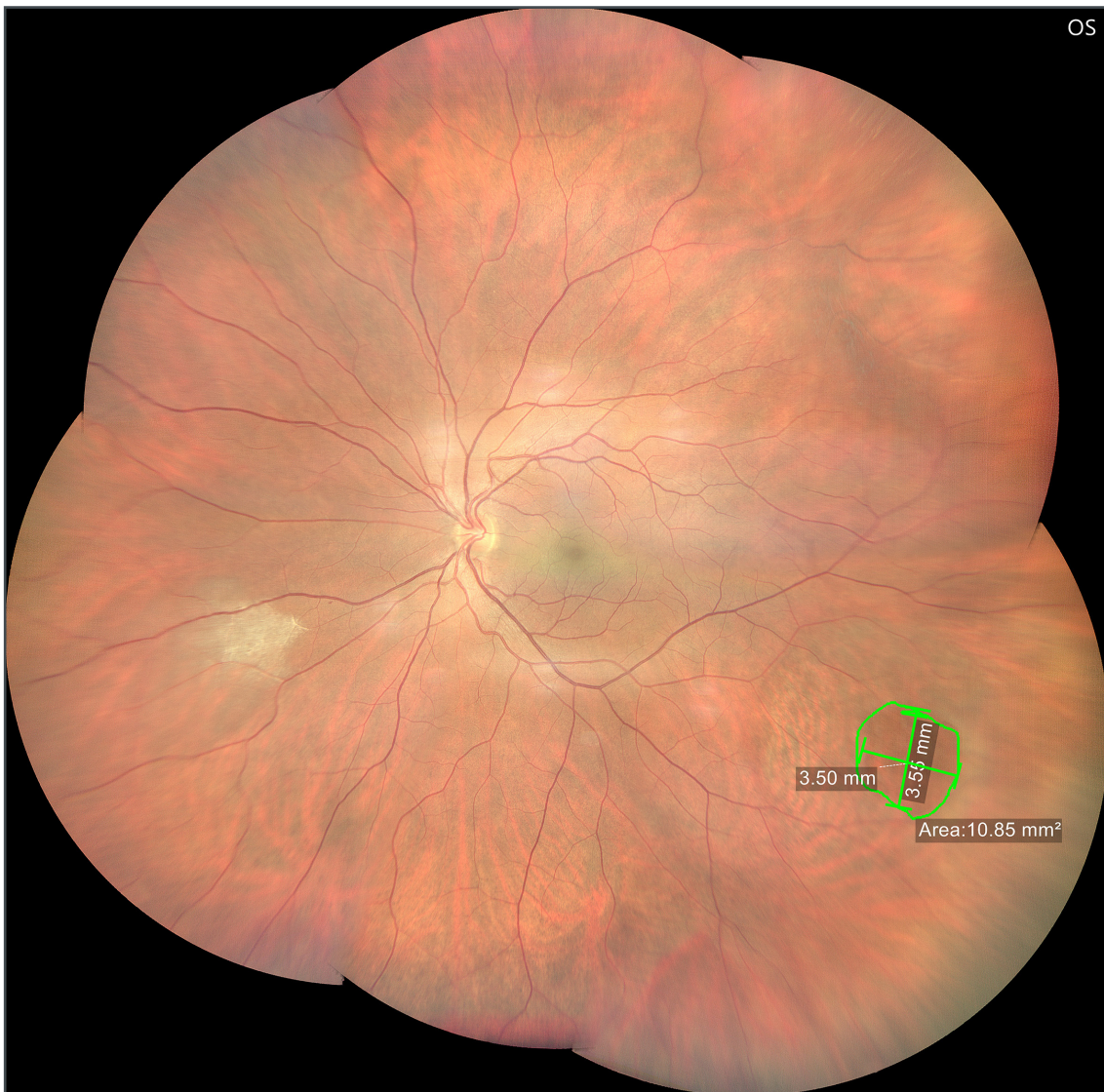


Fig. 8 - Fotografia dello stesso foro retinico gigante periferico con sei shots e montaggio semiautomatico. Le misure lineari e di area del foro retinico gigante periferico rispecchiano all'incirca quelle rilevate nelle Fig. 6b e Fig. 7 (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

laser verso il trattamento con aspirina, nella gestione di pazienti con retinopatia diabetica non proliferante NPDR Non-Proliferative Diabetic Retinopathy o precocemente proliferante HR-PDR High-Risk Proliferative Diabetic Retinopathy. Iniziato nel dicembre 1979, completato nel giugno 1985 con follow-up nel 1988, e pubblicato nel 1991, l'ETDRS ha coinvolto 22 centri, 3.711 pazienti tra 18 e 70 anni di entrambi i sessi, seguiti per un tempo minimo di 4 anni, senza precedenti trattamenti laser con un visus uguale o superiore a 20/40

[11]. L'imaging retinico utilizzato comprendeva una fotografia a 7 campi che oltrepassava le arcate vascolari.

Tale metodica permise una migliore diagnosi e trattamento della retinopatia diabetica e venne utilizzata presto come standard in molte patologie corioretiniche. Gli sviluppi futuri dell'imaging WF e UWF determineranno una più rapida diagnosi ed efficace prevenzione in molte malattie corioretiniche. L'utilizzo di WF e UWF come esami imprescindibili in ogni visita oculistica si affermerà in tempi brevi,

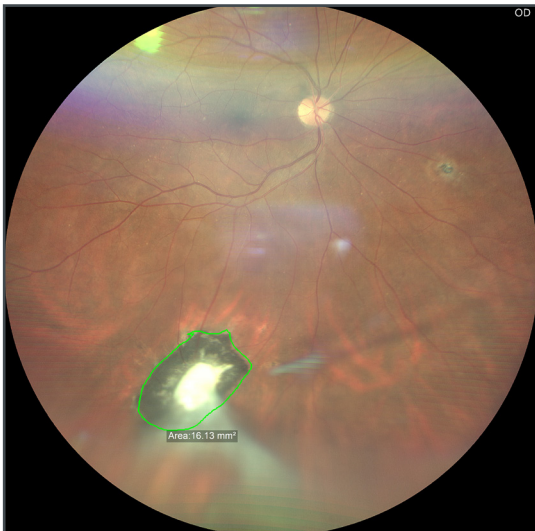


Fig. 9a - Immagine di lesione a focolaio di toxoplasmosi periferica retinica con imaging one shot con relative misure di area (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).



Fig. 9b - Imaging effettuato con 4 shots in automatico con misure di area della lesione che corrispondono all'incirca a quelle della Fig. 9a (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

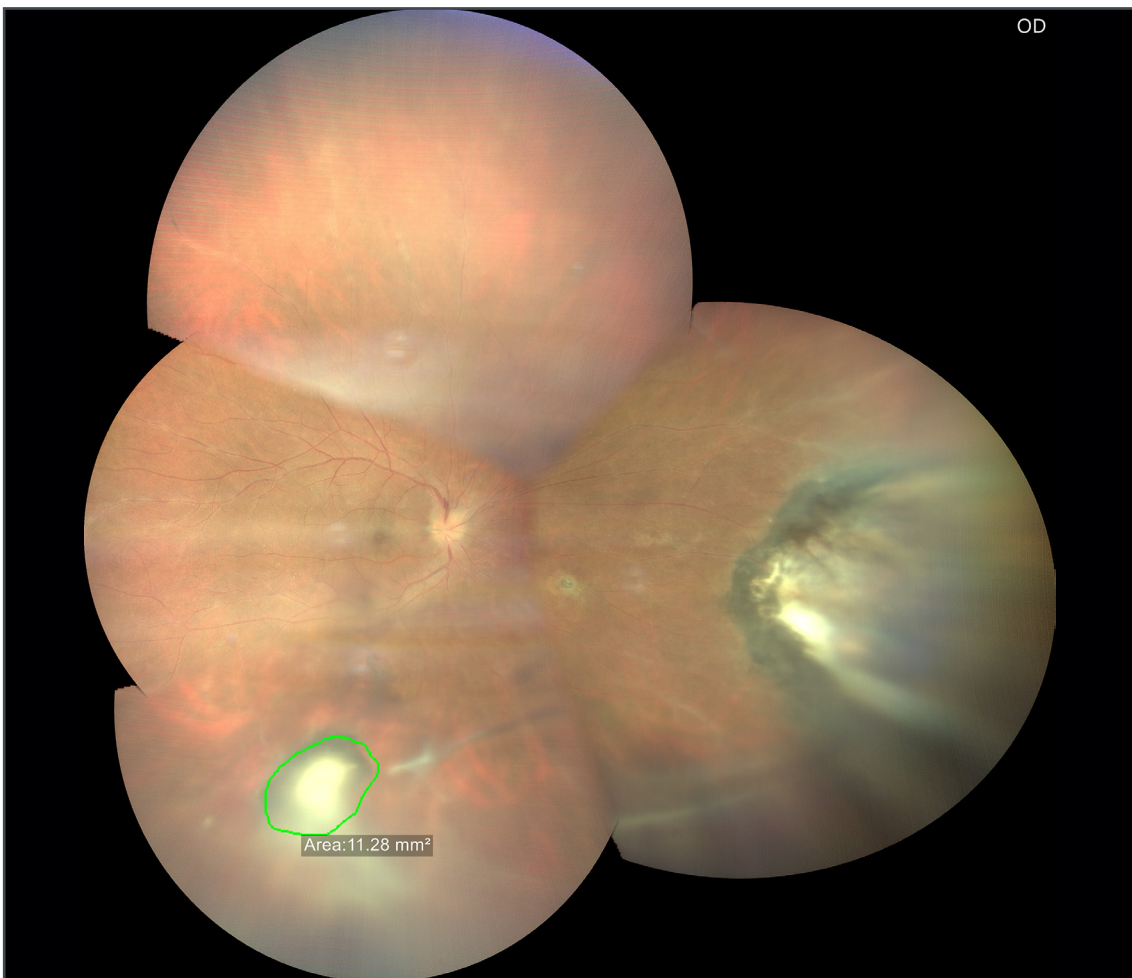


Fig. 9c - Imaging retinico 4 shots con modalità semiautomatica. La dimensione in millimetri quadrati del focolaio infiammatorio preso in considerazione con imaging 4 shots/modalità semiautomatica in Fig. 9c non corrisponde per dimensioni con l'imaging one shot di Fig. 9a e con l'imaging 4 shots/modalità automatica di Fig. 9b. Tutte le fotografie sono state eseguite nella stessa data (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).





Fig. 10a - Imaging di iperplasia dell'epitelio pigmentato one shot (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

con benefici inestimabili in tutto il mondo e positive ricadute socio-economiche facilmente prevedibili.

La possibilità di un rapido sviluppo della telemedicina e di devices portatili come smartphone-based retinal camera con la trasmissione veloce e sicura dei dati digitali wireless, sicuramente potrà aiutare la diagnosi precoce anche nelle popolazioni lontane dai presidi sanitari d'eccellenza [12].

Lo sviluppo dell'imaging WF e UWF non può tuttavia prescindere dal fornire dati numerici certi ricavabili dalle singole immagini e da quelle assemblate nei montaggi.

Questi dati devono prevedere una necessaria



Fig. 10b - Imaging 4 shots stesso caso della Fig. 10 a. Le misure tra imaging one shot e 4 shots in automatico praticamente corrispondono (Clarus 500 Zeiss; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany).

standardizzazione e precisione, fornendo all'operatore linee guida di sicurezza. Lo scopo di questo articolo è stato quello di evidenziare tale necessità, indicarne i possibili errori e le auspicabili ed utili soluzioni. L'utilizzo sempre più frequente dell'intelligenza artificiale dovrà

trovare l'imaging retinico pronto nel fornire dati numerici certi. I software dei nuovi device saranno più performanti se anche le indicazioni descritte e suggerite in questo articolo non saranno trascurate [13].

## REFERENCES

1. Amedeo Lucente. *Evoluzione della fotografia retinica e Imaging Widefield*. *Oftalmologia domani Anno IX* – 2018.
2. Amedeo Lucente. *Imaging retinico Widefield e Ultra-Widefield*. [www.oftalmologiadomani.it](http://www.oftalmologiadomani.it) gennaio-aprile 2022.
3. Amedeo Lucente. *Foro retinico periferico gigante: Consensus Conference*. *Oftalmologia domani Anno 2017*.
4. *Ophthalmic Services Guidance*. *Ophthalmic Imaging*. March 2021. The Royal College of Ophthalmologists 2021.
5. Choudhry, N., Duker, J.S., Freund, K.B., Kiss, S., Querques, G., Rosen, R., Sarraf, D., Souied, E.H., Stanga, P.E., Staurenghi, G., et al. *Classification and Guidelines for Widefield Imaging: Recommendations from the International Widefield Imaging Study Group*. *Ophthalmol. Retin.* 2019, 3, 843–849.
6. Helga Kolb, Eduardo Fernandez, Ralph Nelson. *Webvision. The Organization of the Retina and Visual System*. University of Utah Health Sciences Center; Salt Lake City (UT). Last Updated: May 28, 2020.
7. Amedeo Lucente, Andrea Taloni, Vincenzo Scoria and Giuseppe Giannaccare. *Widefield and Ultra-Widefield Retinal Imaging: A Geometrical Analysis*. *Life* 2023, 13(1), 202.
8. Aiello, L.; Odi, I.; Glassman, A.R.; Melia, M.; Jampol, L.M.; Bressler, N.M.; Kiss, S.; Silva, P.S.; Wyckoff, C.C.; Sun, J.K.; et al. *Comparison of early treatment diabetic retinopathy study standard 7-field imaging with ultrawide-field imaging for determining severity of diabetic retinopathy*. *JAMA Ophthalmol.* 2019, 137, 65–73.
9. Verma, A.; Alagorie, A.R.; Ramasamy, K.; van Hemert, J.; Yadav, N.; Pappuru, R.R.; Tufail, A.; Nittala, M.G.; Sadda, S.R.; Raman, R.; et al. *Distribution of peripheral lesions identified by mydriatic ultra-wide field fundus imaging in diabetic retinopathy*. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2020, 258, 725–733.
10. Silva, P.S.; Cavallerano, J.D.; Haddad, N.M.; Kwak, H.; Dyer, K.H.; Omar, A.F.; Shikari, H.; Aiello, L.M.; Sun, J.K.; Aiello, L.P. *Peripheral Lesions Identified on Ultrawide Field Imaging Predict Increased Risk of Diabetic Retinopathy Progression over 4 Years*. *Ophthalmology* 2015, 122, 949–956.
11. *Diabetic retinopathy study. Report Number 6. Design, methods, and baseline results. Report Number 7. A modification of the Airlie House classification of diabetic retinopathy*. Prepared by the Diabetic Retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1981;21(1 Pt 2):1-226.
12. Maamari RN, Keenan JD, Fletcher DA, Margolis TP. *A mobile phone-based retinal camera for portable wide field imaging*. *Br J Ophthalmol* 2014;98:438-41.
13. Amedeo Lucente. *Widefield Imaging & Intelligenza Artificiale*. *Oftalmologia domani Anno X* – 2019.