

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"



FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

Dottorato di ricerca in Imaging Molecolare XXIV° ciclo

Coordinatore: Prof. Marco Salvatore

Dipartimento di Oftalmologia

Tesi di dottorato

***Lo spessore coroidale nel glaucoma cronico
semplice misurato con SD-OCT***

Tutor:

Candidato:

Ch.mo Prof.

Dott.ssa Marialuisa Finelli

Giovanni Cennamo

ANNO ACCADEMICO 2010-2011

INTRODUZIONE

L'aumento di spessore della coroide è implicato nell'eziologia del glaucoma primario ^{1,2}. Infatti, uno studio morfometrico ha evidenziato le differenze della struttura vascolare, nelle aree coroideali peripapillari, maculari ed equatoriali tra occhi glaucomatosi e occhi sani ². In particolare, la densità dei capillari della coriocapillare è inferiore negli occhi glaucomatosi associato con un aumento di diametro delle arterie dello strato dei grandi vasi della coroide ². Queste osservazioni coincidono con i dati fluorangiografici, ossia che il picco di fluorescenza coroideale è ritardato e che i tempi di ricircolo del sangue coroideale sono significativamente più lunghi associati con un difetto di filling coroideale iuxtapapillare marcato ^{3,4}.

In passato lo spessore coroideale è stato misurato in occhi glaucomatosi e in occhi sani con ecografia con segnale in radiofrequenza ^{1,5,6,7} sottraendo il valore dello spessore retinico dall'intervallo di spessore tra l'eco corrispondente alla superficie retinica anteriore e l'eco ottenuto dalla linea di demarcazione della superficie sclera-coroide ¹. Il maggiore problema di questo metodo è la mancanza di dati comparabili e l'assenza di dati topografici ⁸.

Con lo spectral domain OCT (SD-OCT) è possibile esaminare e

misurare lo spessore della coroide al polo posteriore. L'OCT Spectralis Heidelberg (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) è stato il primo OCT utilizzato da Spaide et al.⁹ per misurare lo spessore della coroide in occhi normali e patologici. Questo apparecchio utilizza la tecnologia dell'eye-tracking ed è in grado di registrar 100 B-scan nella stessa posizione con possibilità di average e miglioramento delle immagini OCT^{9,10, 11, 12, 13}. Allo stesso modo, Manjunath et al.¹⁴ ha recentemente caratterizzato lo spessore coroideale normale utilizzando il the Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec Inc, Dublin, CA, USA) che permette l'acquisizione di 20 B-scan simultaneamente in un singolo scan line raster. Ikuno et al.¹⁵ hanno misurato lo spessore coroideale normale in pazienti giapponesi utilizzando una sorgente di luce con lunghezza d'onda di 1060 nm.

L'obiettivo di tale studio è stato di esaminare lo strato coroideale in occhi normali e glaucomatosi utilizzando un altro SD-OCT commercialmente in uso chiamato SLO/OCT (SD-SLO/OCT, Ophthalmic Technologies Inc., Toronto, Canada). Questo è il primo studio che valuta in vivo la struttura coroideale di occhi normali e glaucomatosi con SD-SLO/OCT.

Materiali e metodi

In questo studio retrospettivo, 14 pazienti sani (21 occhi) e 10 pazienti (16 occhi) con glaucoma cronico semplice sono stati esaminati con SD-SLO/OCT presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II. I pazienti sani non hanno anamnesi positiva per patologie oculari mentre i pazienti glaucomatosi con difetto del campo visivo ed ipertensione oculare (tra 14 mmhg e 20 mmHg) seguono terapia con timololo 0,5% collirio. Nessuno dei pazienti sani o glaucomatosi hanno errore refrattivo maggiore di una diottria. Sono stati esclusi dallo studio I pazienti sani e glaucomatosi in cui il limite posteriore sclera-coroide non è ben individuabile. Tutti gli esami sono stati condotti su volontari sani e glaucomatosi in miosi.

Tutti i pazienti sono stati esaminati con SD-SLO/OCT con lo strumento posizionato sufficientemente vicino all'occhio in modo da ottenere un'immagine invertita. Dal momento che la sensibilità di rilevamento è maggiore con il ritardo prossimo allo zero e si reduce per ritardi maggiori , invertendo l'immagine all'OCT, la coroide è più vicina al ritardo prossimo allo zero, consentendo una sensibilità migliorata e un aumento della profondità dell'immagine. Lo spesso re pieno della coroide non è stato visualizzato nella maggior parte degli

occhi a causa della dispersione della luce e dell'insufficiente penetrazione della stessa attraverso l'EPR, in quanto la forza del segnale è lontana dalla linea dello zero. Allontanando lo strumento per visualizzare gli strati più profondi, l'immagine invertita è tale che gli oggetti più anteriori (quelli con profondità più negativa) sono visualizzati nella parte più bassa dello schermo. Questo ha l'effetto di spostare il fuoco a livello della coroide o della sclera interna. Poiché la parte più profonda della coroide è posta più vicina al ritardo zero, la sensibilità dell'immagine di queste strutture è potenziata^{3,4}.

Noi abbiamo ottenuto un'immagine B-scan ad alta definizione da un average di 25 frame dei 125 scan presi ottenuti su una singola localizzazione ottenuta in una sezione orizzontale passante direttamente attraverso il centro della fovea.

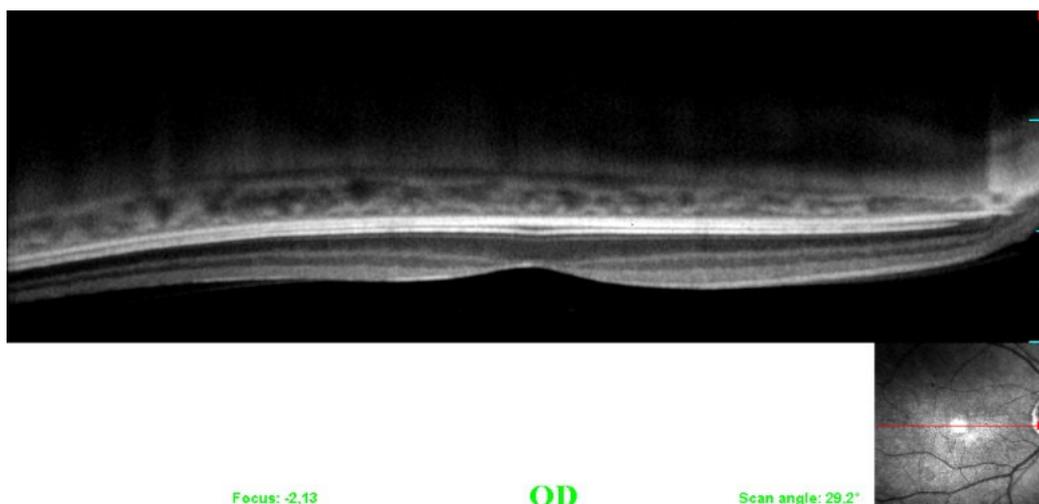


Figura 1

Un singolo osservatore ha misurato lo spessore della coroide

perpendicolarmente dalla porzione esterna della linea iperiflettente corrispondente all'EPR alla superficie interna della sclera.

Lo spessore della coroide è stato misurato sotto la fovea e ad intervalli di 500 micron dal centro della fovea ai 4 mm nasali e temporali.

Nove occhi destri e 12 occhi sinistri di 14 pazienti sani e 9 occhi destri e 7 occhi sinistri di 10 pazienti glaucomatosi sono stati inclusi nello studio.

Il numero dei vasi è stato contato in una zona di 8000 micron in area maculare. L'osservatore ha contato solo i vasi coroideali con un diametro orizzontale superiore a 155 micron e un diametro verticale superiore ai 50 micron in entrambi i gruppi. L'area del lume vasale è stata calcolata utilizzando la formula di calcolo di un'area ellittica $\pi \times (\text{diametro}/2) \times (\text{diametro}/2)$ in occhi sani e glaucomatosi .

Ogni paziente sano e glaucomatoso ha dato il proprio consenso allo studio.

Il test t per campioni appaiati e non appaiati è stato utilizzato per valutare le differenze dello spessore coroideale in relazione alla localizzazione alla macula. L'indice di correlazione di Pearson è stato calcolato per le variazioni di spessore dello spessore della coroide in relazione alla localizzazione alla macula. Il test t per campioni non

appaiati è stato utilizzato per comparare il numero dei vasi coroideali, I diametri orizzontali e verticali, e l'area dei vasi coroideali tra gruppi di pazienti sani e glaucomatosi.

Il valore di P inferiore a 0,05 è stato considerato statisticamente significativo. Tutta la statistica è stata calcolata utilizzando SPSS software (Version 15.0 for Windows; SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA).

Risultati

Il gruppo dei pazienti glaucomatosi consiste in 5 uomini e 5 donne (età media 51 anni; range 30-60 anni), e il gruppo dei pazienti sani consiste in 9 uomini e 5 donne (età media: 49 anni; range 28-60 anni) (Tabella 1).

	Maschi	Femmine	Età media
Pazienti sani	9	5	49.85 (DS 12.32, range 28-60)
Pazienti glaucomatosi	5	5	51,00(DS 9.79, range 30-60)

Tabella 1

Non è possibile misurare lo spessore della coroide in alcuni occhi sani e glaucomatosi in quanto la linea posteriore corrispondente alla giunzione sclera-coroide non è sempre chiara. Per tale ragione, questi individui sono stati esclusi dallo studio. Tutti gli occhi esaminati hanno un normale profilo foveale in assenza di patologie retiniche. Lo spessore coroidale in ogni localizzazione è stato significativamente correlato con quello delle altre localizzazioni in ogni occhio in ogni gruppo, con l'eccezione delle estreme localizzazioni nasali. (Tabella 2 e 3).

Localizzazione	Spessore corioideale medio (μm)	Differenze dallo spessore subfoveale medio (μm)	<i>P</i> value	Correlazione con lo spessore subfoveale	<i>P</i> value
Fovea	343.8				
Nasale 0.5	333.09	10.71	0.002	0.896	<0.001
Nasale 1.0	315.47	28.33	<0.001	0.770	<0.001
Nasale 1.5	306.66	37.14	<0.001	0.708	0.001
Nasale 2.0	299.04	44.76	<0.001	0.664	0.001
Nasale 2.5	283.8	60.00	<0.001	0.557	0.009
Nasale 3.0	271.19	72.61	<0.001	0.350	0.119
Nasale 3.5	202.61	141.19	<0.001	-0.453	0.03
Nasale 4.0	182.61	161.19	<0.001	-0.390	0.08
Temporale 0.5	337.14	6.66	<0.001	0.914	<0.001
Temporale 1.0	329.04	14.76	0.004	0.813	<0.001
Temporale 1.5	314.76	29.04	<0.001	0.650	0.001
Temporale 2.0	309.04	34.76	<0.001	0.638	0.002
Temporale 2.5	303.33	40.47	<0.001	0.603	0.004
Temporale 3.0	291.66	52.14	<0.001	0.571	0.007
Temporale 3.5	246.66	97.14	<0.001	-0.48	0.83
Temporale 4.0	231.42	112.38	<0.001	-0.198	0.39

Tabella 2: Spessore corioideale medio misurato nelle varie localizzazioni negli occhi sani

Localizzazione	Spessore corioideale medio (μm)	Differenze dallo spessore subfoveale medio (μm)	<i>P</i> value	Correlazione con lo spessore subfoveale	<i>P</i> value
Fovea	411.56				
Nasale 0.5	400.00	11.56	0.006	0.912	<0.001
Nasale 1.0	387.5	24.06	<0.001	0.895	<0.001
Nasale 1.5	376.87	34.69	<0.001	0.867	<0.001
Nasale 2.0	360.00	51.56	<0.001	0.711	0.002
Nasale 2.5	344.37	67.19	<0.001	0.672	0.004
Nasale 3.0	321.87	89.69	<0.001	0.596	0.015
Nasale 3.5	242.81	168.75	<0.001	0.307	0.247
Nasale 4.0	209.68	201.88	<0.001	0.204	0.448
Temporale 0.5	401.56	10.00	0.015	0.901	<0.001
Temporale 1.0	395.62	15.94	0.003	0.849	<0.001
Temporale 1.5	389.68	21.88	<0.001	0.866	<0.001
Temporale 2.0	381.87	29.69	<0.001	0.780	<0.001
Temporale 2.5	376.25	35.31	<0.001	0.750	0.001
Temporale 3.0	364.37	47.19	<0.001	0.778	<0.001
Temporale 3.5	295.62	115.94	<0.001	0.402	0.122
Temporale 4.0	270.31	141.25	<0.001	0.432	0.091

Tabella 3: Spessore corioideale medio misurato nelle varie localizzazioni negli occhi glaucomatosi

Come mostra la figura 2, lo spessore medio coroideale è maggiore al di sotto della fovea : nel gruppo dei sani è $343.8 \mu\text{m}$ (SD ± 29.06) e $411.56 \mu\text{m}$ (SD ± 33.60) nel gruppo dei glaucomatosi. Al di fuori della fovea, lo spessore medio della coroide decresce rapidamente in direzione nasale, raggiungendo il minimo di $182.61 \pm 39.26 \mu\text{m}$ ai 4 mm nasali dalla fovea negli occhi sani e $209.68 \pm 48.66 \mu\text{m}$ ai 4 mm nasali dalla fovea negli occhi glaucomatosi. Lo spessore medio della coroide a 4 mm temporali dalla fovea è $231.42 \pm 35.39 \mu\text{m}$ negli occhi sani e $270.31 \pm 44.99 \mu\text{m}$ negli occhi glaucomatosi.

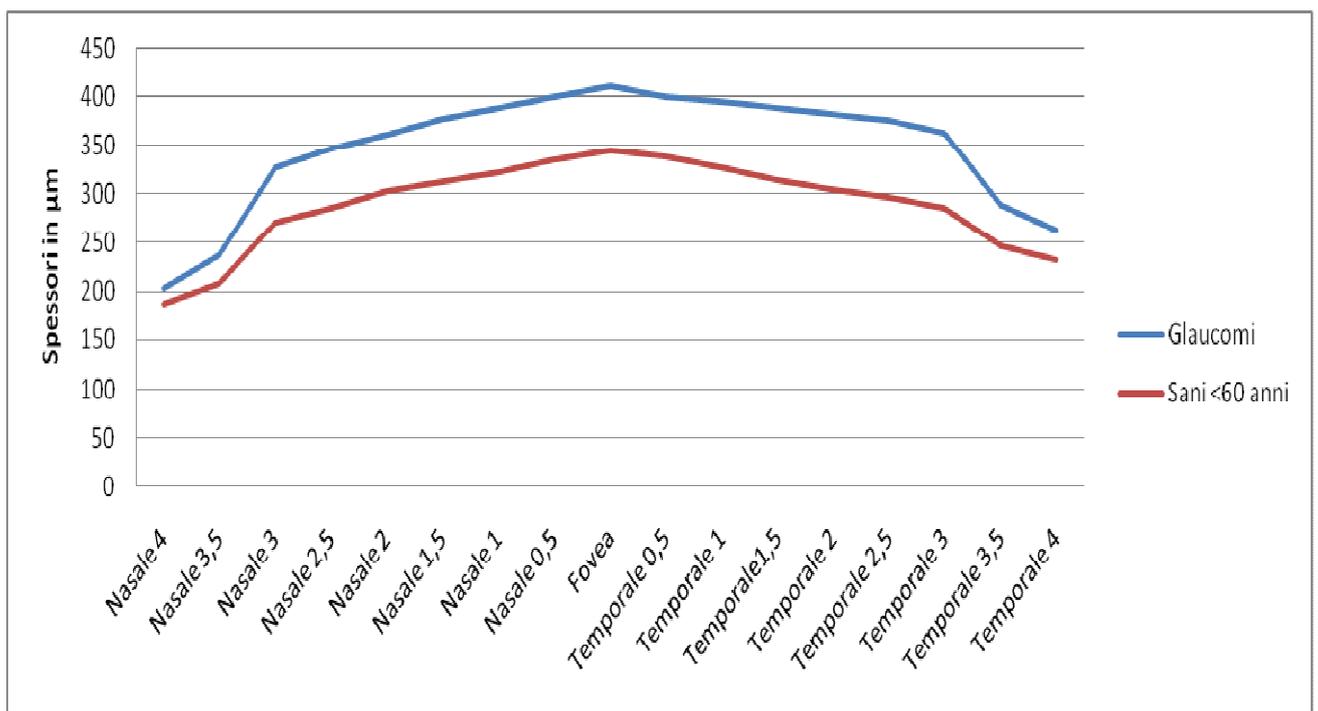


Figura 2

Come mostra la tabella 4 , c'è una differenza statisticamente significativa tra lo spessore coroideale subfoveale e lo spessore

coroideale a tutte le localizzazioni extrafoveali in ogni gruppo, eccetto nella localizzazione estrema nasale ($p=0,06$).

Localizzazione	Spessore coroideale medio (μm) negli occhi sani	Spessore coroideale medio (μm) negli occhi glaucomatosi	Differenze di spessore coroideale(μm)	<i>P</i> value
Fovea	343.8	411.56	+67.76	<0.001
Nasale 0.5	333.09	400.00	+66.91	<0.001
Nasale 1.0	315.47	387.50	+72.03	<0.001
Nasale 1.5	306.66	376.87	+70.21	<0.001
Nasale 2.0	299.04	360.00	+60.96	<0.001
Nasale 2.5	283.8	344.37	+60.57	<0.001
Nasale 3.0	271.19	321.87	+50.68	0.003
Nasale 3.5	202.61	242.81	+40.2	0.01
Nasale 4.0	182.61	209.68	+27.07	0.06
Temporale 0.5	337.14	401.56	+64.42	<0.001
Temporale 1.0	329.04	395.62	+66.58	<0.001
Temporale 1.5	314.76	389.68	+74.92	<0.001
Temporale 2.0	309.04	381.87	+72.83	<0.001
Temporale 2.5	303.33	376.25	+72.92	<0.001
Temporale 3.0	291.66	364.37	+72.71	<0.001
Temporale 3.5	246.66	295.62	+48.96	0.001
Temporale 4.0	231.42	270.31	+38.89	0.006

Né il numero dei vasi coroideali né il diametro orizzontale differisce significativamente tra occhi sani e occhi glaucomatosi. Il diametro verticale è significativamente maggiore negli occhi glaucomatosi ($112.18 \pm 37.64 \mu\text{m}$) rispetto agli occhi sani ($103.98 \pm 25.67 \mu\text{m}$) ($p=0.008$) (Figura 3).

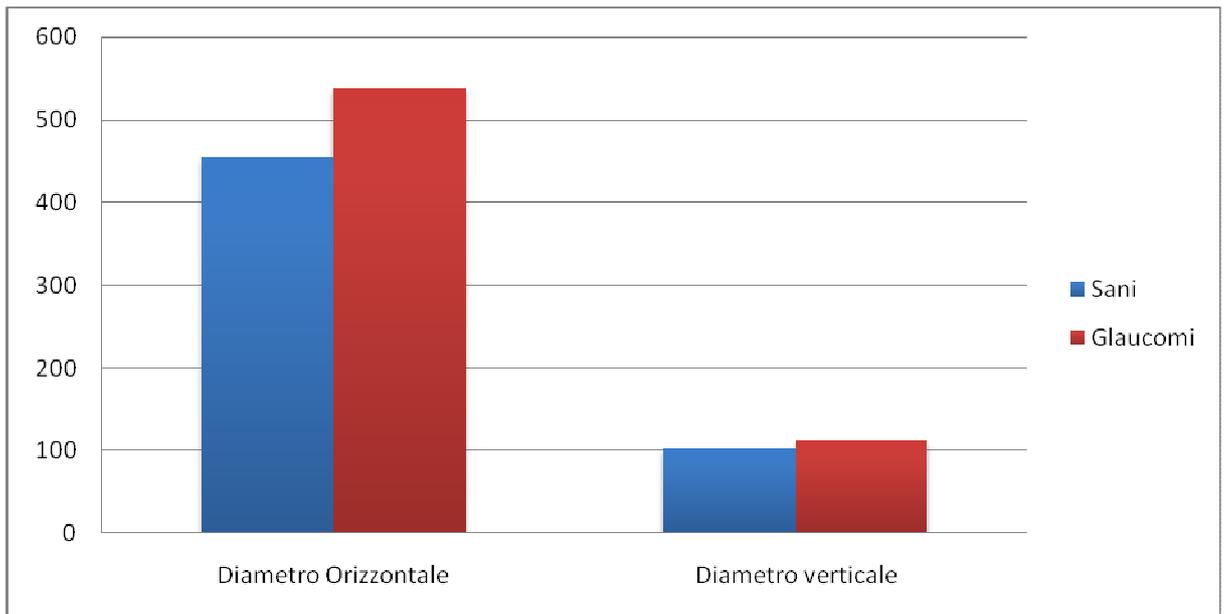


Figura 3

Inoltre , l'area luminare dei vasi è significativamente maggiore negli occhi glaucomatosi ($39157.34 \pm 21657.23 \mu\text{m}^2$) rispetto agli occhi sani ($43779.84 \pm 22874.87 \mu\text{m}^2$) ($p= 0.03$).

Discussione

La coroide è una struttura altamente vascolarizzata con flusso sanguigno e spessore che varia in relazione a talune patologie tra cui l'elevata pressione intraoculare ^{1, 16}. In precedenza, lo spessore della coroide era valutato sulla base dei risultati istologici, ecografici, e dell'interferometria a coerenza parziale ^{1, 2, 8}. Il nostro studio è il primo che ha esaminato e misurato lo spessore della coroide in pazienti glaucomatosi con lo SD-SLO/OCT.

I risultati che noi abbiamo ottenuto nei pazienti sani sono simili a quelli ottenuti con lo Spectralis, il Cirrus e i sistemi HP OCT ^{9, 12, 14, 15}. Lo spessore medio della coroide in occhi normali è 343.8 micron (SD 29.06 micron) misurato con SD-SLO/OCT, 287 micron (SD 76 micron) misurato con Spectralis OCT, 272 micron (SD 81 micron) misurato con Cirrus OCT and 354 micron (SD 111 micron) misurato con HP-OCT. Le differenze esistenti tra i vari studi possono essere derivate dalla differenza della sorgente della luce degli OCT o da valutazioni individuali ^{14, 15}. Infatti, l'età media e il range dei nostri pazienti sani è inferiore a quella degli altri studi ^{9, 12, 14, 15}. In aggiunta, le nostre conclusioni che la coroide è più spessa subfovealmente rispetto alle localizzazioni nasali e temporali negli occhi sani

coincidono con i risultati ottenuti con gli altri sistemi di OCT ^{9, 12, 14, 15}.

Nello studio post-mortem, Spraul et al. ² hanno riportato che lo spessore coroideale varia attraverso la macula negli occhi normali e negli occhi glaucomatosi, con la coroide che si assottiglia in prossimità del disco ottico. Essi hanno trovato un aumento dello spessore della coroide nei pazienti glaucomatosi in ogni localizzazione maculare eccetto nelle localizzazioni nasali estreme, che coincide con i risultati che noi abbiamo ottenuto con i nostri pazienti glaucomatosi ..

Nei precedenti studi, lo spessore della coroide nei pazienti glaucomatosi è stato misurato con ecografia con segnale in radiofrequenza nel dominio della frequenza ^{1, 5, 6, 7}. Cristini et al. ¹ hanno riportato un aumento dello spessore della coroide negli occhi glaucomatosi con ipertensione oculare. Essi hanno ipotizzato che la riduzione nel numero dei vasi della coriocapillare può condurre ad una riduzione nella velocità di flusso del sangue nell'unità di tempo, e che ciò causerebbe anche un aumento della pressione di perfusione nei vasi ancora permeabili. Un aumento nel gradiente di pressione può condurre ad un aumento della IOP dovuto ad un allargamento duttale e ad un susseguente aumento dello strato coroideale ^{1, 16}.

Usando l' ecografia B-scan, De Moraes et al. ¹⁶ ha trovato un aumento dello spessore coroidale negli occhi glaucomatosi durante il test da carico. Essi hanno riportato un aumento transitorio aumento della pressione intraoculare preceduto da un aumento nell'ampiezza di pulsazione oculare associato con lo spessore coroidale. Questo può spiegare, in parte, l'aumento della IOP durante questo test ¹⁶. Uno studio condotto con tecnica di interferometria a coerenza parziale suggerisce che lo spessore della coroide è probabilmente un parametro dinamico influenzato dalle oscillazioni della IOP o dal ciclo cardiaco ⁸. Infine, uno studio con angiografia a fluorescenza ha rilevato una riduzione di densità delle arterie coroidali negli occhi glaucomatosi che è associato con un aumento della resistenza del letto vascolare e conseguente riduzione della perfusione ³.

Usando lo SD-OCT/SLO, noi abbiamo trovato un aumento dello spessore coroidale con un aumento del diametro verticale dell'area luminale dei vasi degli occhi glaucomatosi, dimostrando così che l'aumento dell'area del lume vasale è la causa dell'aumento di spessore coroidale. Questo risultato è in linea con il risultato dello studio post-mortem condotto da Spraul et al. ².

In contrasto, altri autori non hanno trovato un aumento dello spessore coroidale negli occhi glaucomatosi misurato con Spectralis

OCT^{17, 18, 19}. Similmente, Ehrlich²⁰ non ha trovato una differenza significativa nello spessore coroideale peripapillare nei pazienti con e senza glaucoma ad angolo aperto utilizzando SD-OCT. In accordo con i precedenti ricercatori^{16, 21, 22, 23, 24}, noi abbiamo trovato un aumento dello spessore coroideale negli occhi glaucoma tosi rispetto agli occhi sani, che è probabilmente dovuto ad eventi vascolari nell'uvea che causano il glaucoma ad angolo aperto.

Questo studio ha alcune limitazioni, tra cui la ridotta numerosità del campione, la misurazione manuale dello spessore della coroide, e l'incapacità di misurare lo spessore della coroide in tutti i pazienti a causa della ridotta nitidezza del limite posteriore della giunzione sclera-coroide.

In sintesi, questo primo studio sullo spessore della coroide nel glaucoma mostra che la coroide gioca un ruolo nella fisiopatologia vascolare del glaucoma ad angolo aperto, così che rappresenta un passo avanti nella comprensione della patogenesi della malattia.

Bibliografia

1. Cristini G, Cennamo G & Daponte P (1991): Choroidal thickness in primary glaucoma. *Ophthalmologica* 202: 81-85.
2. Spraul CW, Lang GE, Lang GK & Grossniklaus HE (2002): Morphometric changes of the choriocapillaris and the choroidal vasculature in eyes with advanced glaucomatous changes. *Vision Res* 42: 923-932.
3. Rosen ES & Boyd TA (1970): New method of assessing choroidal ischemia in open-angle glaucoma and ocular hypertension. *Am J Ophthalmol* 70: 912-921.
4. Yin ZQ, Vaegan, Millar TJ, Beaumont P & Sarks S (1997): Widespread choroidal insufficiency in primary open-angle glaucoma. *J Glaucom* 6: 23-32.
5. Coleman DJ & Lizzi FL (1979): In vivo choroidal thickness measurement. *Am J Ophthalmol* 88: 369-375.
6. Cennamo G, Daponte P & Savastano M (1988): Retinal biometry by RF signal analysis. In: Thijessen JM, Hillman JS, Gallenga PE, Cennamo G (ed) *Ultrasonography in Ophthalmology* 11. Dordrecht: Kluwer Academic 95-103.
7. Tane S, Horokoshi J, Harigaya A & Miyake M (1988): In vivo measurement of the thickness of the retino-choroidal layers by RF-signal

- analysis. In: Thijessen JM, Hillman JS, Gallenga PE, Cennamo G, (ed) *Ultrasonography in Ophthalmology* 11. Dordrecht: Kluwer Academic 91-94.
8. Brown JS, Flitcroft DI, Ying G, Francis EL, Schmid GF, Quinn GE & Stone RA (2009): In vivo human choroidal thickness measurements: evidence for diurnal fluctuations. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **50**: 5-12.
 9. Spaide RF, Koizumi H & Pozzoni MC (2008): Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 146: 496-500.
 10. Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R, Slackter JS & Spaide RF (2009) : Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 148: 445-450.
 11. Imamura Y, Fujiwara T, Margolis R & Spaide RF (2009): Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in central serous chorioretinopathy. *Retina* 29: 1469-1473.
 12. Margolis R & Spaide RF (2009): A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol* 147: 811-815.
 13. Maruko I, Iida T, Sugano Y, Oyima A, Ogasawara M & Spaide RF (2010): Subfoveal choroidal thickness after treatment of central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology* 117: 1792-1799

14. Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG & Duker JS (2010): Choroidal thickness in normal eyes measured using Cirrus HD optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 150: 325-329.
15. Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T & Yasuno Y (2010): Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **51**: 2173-2176.
16. De Moraes CG, Reis AS, Cavalcante AF, Sano ME & Susanna R Jr (2009): Choroidal expansion during the water drinking test. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 247: 385-389.
17. Fenolland JR, Giraud JM, Maÿ F, Mouinga A, Seck S & Renard JP (2011): Évaluation de l'épaisseur choroïdienne par tomographie en cohérence optique (SD-OCT). Étude préliminaire dans le glaucome à angle ouvert. *Journal Français d'Ophtalmologie* **34**: 313-317.
18. Maul EA, Friedman DS, Chang DS, Boland MV, Ramulu PY, Jampel HD & Quigley HA (2011): Choroidal thickness measured by spectral domain optical coherence tomography. Factors affecting thickness in glaucoma patients. *Ophthalmology* **12** [Epub ahead of print].
19. Mwanga JC, Hochberg JT, Banitt MR, Feuer WJ & Budenz DL (2011) : Lack of association between glaucoma and macular choroidal thickness measured with enhanced depth-imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **52**: 3430-3435.

20. Ehrlich JR, Peterson J, Parlitsis G, Kay KY, Kiss S & Radcliffe NM (2011): Peripapillary choroidal thickness in glaucoma measured with optical coherence tomography. *Exp Eye Res.* **92**: 189-194.
21. Dollery CT, Henkind P, Kohner EM & Paterson JW (1968): Effect of raised intraocular pressure on the retinal and choroidal circulation . *Invest Ophthalmol.* **7**: 191-198.
22. Alm A & Bill A (1970): Blood flow and oxygen extraction in the cat uvea at normal and high intraocular pressures. *Acta Physiol Scand* **80**: 19-28.
23. Cristini G, Consolani A & Lazzari F (1980): Ocular hypertension in primary glaucoma: a new hypothesis. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol* **213**: 283-290.
24. McCourt EA, Cadena BC, Barnett CJ, Ciardella AP, Mandava N & Kahook MY (2010): Measurement of subfoveal choroidal thickness using spectral domain optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* **41**: S28-S33.