



## **Pentacam e YAG laser: nuove tecnologie per la misurazione della camera anteriore**

Amisano A., Maccarone M., Antoniazzi E., Bianchi P.E.

*Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Rianimatorie–Riabilitative e dei Trapianti d’Organo, Università degli Studi di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italia*

### **INTRODUZIONE**

Il glaucoma primario da chiusura d’angolo (PACG) è un’importante causa di cecità nel mondo. La chiusura acuta di un angolo stretto in un paziente con angolo stretto asintomatico o con glaucoma ad angolo stretto, può essere curata o addirittura prevenuta (in questo caso per occhi a rischio, cioè in presenza dei fattori anatomici predisponenti per PACG), tramite l’applicazione dell’iridotomia laser periferica (LPI).

L’iridotomia laser periferica rappresenta la prima linea terapeutica nel trattamento del glaucoma da chiusura d’angolo nelle forme acuta, intermittente e cronica, oltreché è indicato a scopo profilattico nella prevenzione di un attacco acuto nell’occhio contro-laterale.

Il meccanismo d’azione dell’LPI è quello di creare un’ apertura a livello irideo per permettere all’umor acqueo di by-passare il blocco pupillare,

consentendo così all'iride convessa di appiattirsi ed all'angolo camerulare di ampliarsi; in tal modo si otterrà la riapertura dell'angolo camerulare ed il miglior deflusso dell'umor acqueo farà tornare nel *range* fisiologico i valori della IOP.

Comunque, non ci sono ancora studi che documentino in modo accurato i cambiamenti nella morfologia della camera anteriore e dell'angolo camerulare dopo aver praticato una LPI.

Nella pratica clinica, la misura dei parametri inerenti il segmento anteriore viene effettuata tramite la gonioscopia e la biomicroscopia ad ultrasuoni.

La gonioscopia è la metodica clinica standard per rilevare la presenza di un angolo stretto, e quindi a rischio di occlusione e per valutare i cambiamenti della camera anteriore e dell'angolo camerulare dopo LPI.

Tale tecnica, tuttavia, è soggettiva e strettamente dipendente dall'abilità dell'operatore; dunque risulta difficile catalogare con precisione la variazione nelle misure del segmento anteriore, soprattutto se di modeste entità e questo rende tale tecnica non idonea per una accurata analisi di tali variazioni post LPI.

La biomicroscopia ad ultrasuoni (UBM) fornisce immagini ad alta risoluzione e ben riproducibili della sezione anatomica dell'angolo camerulare, tuttavia, questa è una tecnica per contatto o immersione e tale inconveniente può causare un'artificiale ampliamento dell'angolo camerulare.

Il Pentacam, utilizzando la Scheimpflug camera, permette di ottenere immagini ad alta risoluzione e ben riproducibili delle strutture del segmento anteriore senza mai entrare in contatto con il bulbo oculare; con tale strumento sarà così facilmente misurabile:

- la profondità centrale della camera anteriore (CACD o *central anterior chamber depth*);

- la profondità periferica della camera anteriore (PACD o *peripheral anterior chamber depth*);
- il volume della camera anteriore (ACV o *anterior chamber volume*);
- l'ampiezza dell'angolo camerulare (CA o *angle chamber*).

Lo scopo dello studio è quello di valutare, tramite il Pentacam, i cambiamenti nella morfologia della camera anteriore, dopo aver accertato la ripetibilità di questo strumento; la ripetibilità del Pentacam è stata valutata dall'analisi di tre misure consecutive, sul segmento anteriore, prese in un gruppo di pazienti sani.

## **MATERIALI E METODI**

Si tratta di uno studio sperimentale di tipo prospettico, non randomizzato, non comparativo ed interventivo. Presso la Clinica Oftalmologica della Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo di Pavia sono stati arruolati, ad oggi, 14 pazienti ed, in particolare, si sono presi in esame 20 occhi aventi tutti un elevato rischio di chiusura angolare (valore di ampiezza media dell'angolo camerulare di  $25.96 \pm 7.9^\circ$ ) in assenza di sinechie nella regione periferica anteriore. In particolare il criterio di inclusione nello studio prevede solo occhi con un angolo stretto occludibile in cui LPI possa essere fatta preventivamente; gli occhi con chiusura angolare acuta, cataratta, glaucoma da chiusura angolare cronica, angolo aperto, neuropatia ottica glaucomatosa o precedente intervento laser o chirurgico, sono stati esclusi dallo studio.

L'angolo stretto occludibile è stato definito tramite gonioscopia come un angolo in cui, per più di  $180^\circ$ , non è possibile vedere il trabecolato; la gradazione gonioscopica dell'ampiezza dell'angolo camerulare è stata ottenuta in una stanza buia con la minima illuminazione standard a lampada a fessura.

La scansione del segmento anteriore con il Pentacam, secondo il protocollo dello studio, deve fornire 25 immagini per un totale di 12.500 punti che vanno dall'asse ottico al *limbus*. Esso, automaticamente, valuta:

- il volume della camera anteriore, che è calcolato tra la superficie posteriore della cornea e la superficie anteriore dell'iride;
- la profondità centrale della camera anteriore, che è calcolata all'apice della cornea (endotelio corneale) all'apice della superficie anteriore del cristallino (cristalloide anteriore);
- la profondità periferica della camera anteriore, che è calcolata a 5 mm dall'apice corneale alle ore 3-6-9-12;
- l'ampiezza dell'angolo camerulare, dove si prende in considerazione l'angolo più stretto tra i due a sezione orizzontale dell'occhio.

L'iridotomia periferica laser viene eseguita secondo il protocollo standard usando Nd:YAG laser; la sede dove eseguire l'iridotomia è stata scelta a livello di una cripta nell'iride periferica.

Per i pazienti che prima dell'intervento assumevano già la terapia antiglaucomatosa (escludendo la pilocarpina) è stato prescritto, in aggiunta, per le due settimane dopo l'intervento, betametasone collirio allo 0.1 %; per i pazienti che prima dell'intervento non erano in cura antiglaucomatosa, è stato prescritto dorzolamide collirio allo 0.5 % per le due settimane successive l'intervento.

Sono stati arruolati, inoltre, 11 soggetti sani (in particolare analizzati 20 occhi sani), cioè senza alcun rischio di chiusura d'angolo, rappresentanti il gruppo di controllo (gruppo 0) per la valutazione della riproducibilità e ripetibilità del Pentacam.

Dal punto di vista temporale, la valutazione dei parametri del segmento anteriore (PACD/ACD/ACV), eseguita tramite Pentacam e gonioscopia, è stata effettuata:

- gruppo 0: alla prima visita (T0), dopo 6 ore da T0 (T1), dopo 4 settimane da T1 (T2).
- gruppo pazienti: subito prima di LPI (T0), dopo 4 settimane da LPI (T2).

È stato calcolato il valore medio della deviazione standard ed il limite di sicurezza (l'intervallo di sicurezza è del 95%). Sono stati usati test combinati per valutare le differenze post LPI con il Pentacam.

È stato stimato un valore  $p < 0.05$  statisticamente significativo.

Tutti i dati ottenuti dallo studio sono stati interpretati tramite il pacchetto statistico STATA (Stata Corporation, College Station, Texas, USA).

## **RISULTATI**

Gli undici soggetti sani, appartenenti al gruppo controllo (gruppo 0), di cui sei maschi e cinque femmine, con età media di  $74.5 \pm 4.72$  anni, dopo aver ottenuto il consenso informato, sono stati esaminati in successione a T0, a T1 ed a T2 tramite Pentacam e gonioscopia; i valori medi delle misurazioni di ACV, CACD, PACD e CA, sono risultati significativi e non sono emerse differenze tra le misure fatte in T0, T1 e T2. Da questa evidenza sperimentale si può affermare che le misure prese con il Pentacam risultano significative, ripetibili e con un coefficiente-correlazione-concordanza  $> 0.9$ . I risultati ottenuti sono ben evidenziati nelle figure 1-3 e nella tabella 1.

I quattordici soggetti appartenenti al gruppo pazienti, di cui nove maschi e cinque femmine, con età media di  $69 \pm 11$  anni, dopo aver ottenuto il consenso informato, sono stati esaminati a T0 con gonioscopia e Pentacam, subito dopo sono stati sottoposti a LPI ed infine ricontrollati a T2; i valori medi delle misurazioni di ACV, PACD e CA, hanno mostrato differenze

significative tra T0, quindi prima dell'intervento (LPI), e T2, quindi dopo l'intervento (LPI). L'unica misura che non ha mostrato differenze significative tra T0 e T2 è stato il CACD. I risultati ottenuti sono ben mostrati nella tabella 2.

Confrontando le misurazioni eseguite su camera anteriore con Pentacam, tra il gruppo controllo (gruppo 0) ed il gruppo pazienti, è possibile notare:

- a T0: esiste una differenza significativa tra i due gruppi nelle misurazioni di ACV, CACD, PACD e CA;
- a T2: esiste una differenza significativa tra i due gruppi nelle misurazioni da ACV, CACD e PACD; non risulta una differenza significativa per la misura di CA ( $p=0.11$ ).

## DISCUSSIONE

L'obiettivo dello studio sperimentale è quello di valutare l'efficacia dell'LPI tramite uno strumento che, dando risultati oggettivi e ripetibili, mostri come la laser terapia sia importante nel trattamento profilattico dell'angolo camerulare stretto.

Nella pratica clinica il principale strumento (*gold standard*) per la valutazione della morfologia delle strutture del segmento anteriore, ed in particolare dell'angolo camerulare, è rappresentato dalla gonioscopia.

Tale tecnica prevede l'impiego dalla biomicroscopia a lampada a fessura associata all'uso di goniolenti da applicare a contatto del bulbo oculare. La gonioscopia presenta, tuttavia, alcuni svantaggi:

- difficoltà, intrinseca della tecnica, nel riconoscimento dei confini tra le varie strutture angolari, soprattutto nei casi di ridotta pigmentazione del trabecolato;

- la miosi pupillare, indotta dalla luce della lampada a fessura, provoca l'allontanamento dell'iride dall'angolo; questo può condurre erroneamente a porre diagnosi di angolo aperto, quando, in realtà, trattandosi di angolo stretto, si espone il paziente al rischio di chiusura dell'angolo o peggio ancora ad attacco acuto di PACG;
- la pressione, indotta dalla gonioiente a contatto sul bulbo oculare può modificare l'ampiezza dell'angolo facendolo falsamente passare per un angolo aperto;
- i reperti osservati vengono in genere classificati con il sistema di Shaffer; tale classificazione, tuttavia, è strettamente soggettiva e non esclude *bias* dell'osservatore; tale tecnica risulta quindi poco oggettiva e ripetibile e quindi poco adatta per valutare con precisione i cambiamenti della camera anteriore tra prima e dopo l'intervento di LPI.

Da quanto detto, si evince che l'attendibilità dei risultati ottenuti con gonioscopia sia strettamente dipendente dall'abilità ed esperienza dell'operatore e necessari, dunque, disponibilità di tempo; sono questi fattori che giocano contro per un suo utilizzo nello *screening*.

Studi del passato avevano messo in luce tecniche per la misurazione quantitativa dei parametri del segmento anteriore; tuttavia, gli strumenti e le tecniche necessarie per la loro realizzazione sono risultati troppo costosi, poco pratici, poco ripetibili e quindi poco utili per lo *screening* di occhi a rischio di PACG.

Recentemente, la ricerca ha fatto emergere nuovi strumenti per l'analisi del segmento anteriore ed in particolare dell'ACD; questi sono rappresentati da IOL-Master, OCT e Pentacam.

In recenti studi il Pentacam ha dimostrato una buona oggettività, ripetibilità e la migliore riproducibilità rispetto agli altri strumenti, con il minimo livello di esperienza necessaria dell'operatore.

Meinhardt ha messo a confronto le misurazioni dell'ACD ottenute con Pentacam, IOL-Master ed AC-Master; il suo studio ha mostrato come le misurazioni prese con il Pentacam risentano della minor variazione legata all'operatore (in particolare si noti la differente deviazione standard nelle misurazioni prese con: Pentacam  $\rightarrow$  DS=12.7  $\mu$ m; IOL-Master  $\rightarrow$  DS=24.5  $\mu$ m). Savant, sempre a proposito del Pentacam, ha confermato, nell'analisi della camera anteriore, la buona concordanza delle misurazioni e quindi la loro indipendenza dall'operatore.

Nel nostro studio, la ripetibilità ed oggettività del Pentacam è stata provata su un gruppo di soggetti con occhi sani (gruppo controllo o gruppo 0) andando a misurare in tempi diversi (T0/T1/T2) i parametri inerenti la camera anteriore; i risultati ottenuti confermano l'elevata ripetibilità dello strumento caratterizzato da un coefficiente-correlazione-concordanza per T0/T1/T2 sempre maggiore a 0.93 per ciascuna misurazione presa.

Dal presente studio si evidenzia quindi che il Pentacam è un buono strumento oggettivo e ripetibile (dunque adatto per lo *screening*) per la misurazione dei parametri della camera anteriore; queste sue caratteristiche lo rendono adatto per quantificare i cambiamenti nella morfologia della camera anteriore tra prima e dopo l'intervento di LPI, mostrando infine l'importanza di una tempestiva laser terapia a scopo profilattico per evitare il rischio di una chiusura d'angolo o di un attacco acuto di PACG, in occhi con angolo camerulare stretto.

Dal nostro studio, le differenze statisticamente significative nelle misurazioni di ACV/PACD/CA, prese a T0 e T2 nel gruppo dei pazienti,

confermano l'efficacia della laser terapia; risulta infatti che, a seguito dell'intervento di LPI, ci sia un ampliamento dell'angolo camerulare ed un aumento nel volume e nella profondità periferica della camera anteriore.

Non si sono evidenziati cambiamenti significativi nella profondità camerulare centrale (PACD), in accordo anche con studi precedenti.

L'intervento di LPI, infatti, crea un condotto attraverso l'iride periferica che permette di migliorare il deflusso dell'umor acqueo dalla camera posteriore, *by-passando* così il blocco pupillare; questo determina il ripristino di un normale gradiente pressorio tra camera anteriore e camera posteriore, permettendo così all'iride di appiattirsi spostandosi all'indietro.

L'angolo camerulare, occluso dall'iride periferica, verrà così liberato consentendo all'umor acqueo di defluire liberamente nel trabecolato ed infine nel canale di Schlemm.

A seguito dell'LPI, il maggior flusso di *umor* acqueo verso la camera anteriore e l'arretramento dell'iride periferica saranno i responsabili dell'aumento dei valori di ACV, PACD e CA; non ci saranno invece modifiche di CACD, cioè della distanza tra endotelio corneale la cristalloide anteriore, poiché l'arretramento dell'iride non provoca uno spostamento della lente.

Dallo studio emerge un altro importante dato, e cioè che i valori dei parametri della camera anteriore raggiunti a T2 dal gruppo pazienti tendono a quelli del gruppo di soggetti controllo; ciò significa che l'LPI ha ridotto effettivamente il rischio di chiusura acuta dell'angolo e PACG.

La biomicroscopia ad ultrasuoni (UBM) fornisce immagini ad alta risoluzione e ben riproducibili della sezione anatomica dell'angolo camerulare, tuttavia gli svantaggi nell'uso dell'UBM sono rappresentati da:

- posizione supina del paziente che talvolta può risultare scomoda;

- immersione dell'occhio in un gel liquido che funzioni da mezzo tra bulbo e sonda;
- necessità del contatto del bulbo oculare con la sonda ad ultrasuoni e questo può portare ad ampliamenti artificiali dell'angolo camerulare.

Per un corretto uso dell'UBM e per una corretta interpretazione dei suoi risultati, quindi, è necessario un operatore molto esperto; inoltre si è dimostrata una tecnica poco riproducibile in quanto i punti di repere delle varie strutture camerulari per la misurazione dei rispettivi parametri, non vengono selezionati dallo strumento con un processo automatico, ma sono scelti da ciascun operatore.

L'analisi del segmento anteriore con OCT ha dimostrato doti di precisione, ripetibilità (quindi necessita di una ridotta esperienza dell'operatore), rapidità, oltre al fatto che non necessita il contatto con il bulbo oculare; il grosso svantaggio, tuttavia, è rappresentato dalla facile alterazione delle immagini conseguente ai movimenti microsaccadici dell'occhio.

Il Pentacam, possiede invece le seguenti proprietà:

- acquisizione automatica dell'immagine;
- elaborazione computerizzata dei dati;
- correzione automatica dei dati in risposta ai movimenti involontari dell'occhio, venendo questi recepiti da una seconda telecamera ad infrarossi;
- impiego di una luce blu da parte della Scheimpflug camera, che non induce miosi pupillare;
- non richiede immersione dell'occhio con mezzo liquido per l'applicazione di dispositivi (come sonde o goniolenti) a contatto sul bulbo oculare.

In ultima analisi, possiamo affermare che grazie alla sua semplicità, rapidità d'uso, alla poca esperienza necessaria per utilizzarlo ed all'oggettività e ripetibilità dei risultati da esso ottenuti, esso vince la sfida contro gli altri strumenti per l'analisi della morfologia del segmento anteriore.

Il Pentacam, tuttavia, mostra alcuni svantaggi; esso permette, infatti, di ottenere una stima, che per quanto detto in precedenza risulta essere molto attendibile, dei parametri inerenti l'angolo camerulare senza però consentire una sua visualizzazione diretta.

Per questa ragione è opportuno sottolineare come tale strumento non rimpiazza affatto la tradizionale gonioscopia a lampada a fessura; il Pentacam al contrario si propone come importante strumento di ausilio e supplemento nella pratica clinica e nella ricerca oftalmologica.

In conclusione il Pentacam si è dimostrato utile per la rilevazione, durante esami di controllo (e quindi nello *screening*) di occhi con angolo camerulare stretto; questo ha permesso al medico di valutare se l'occhio fosse esposto, o meno, al rischio di chiusura acuta dell'angolo camerulare e quindi se fosse necessario un intervento di LPI a scopo preventivo.

## **CONCLUSIONI**

Lo studio sperimentale ha dimostrato come il Pentacam sia un ottimo strumento per identificare i cambiamenti nella morfologia della camera anteriore, e questo tramite la valutazione dell'aumento dei parametri ACV, PACD e CA dopo LPI in pazienti con angolo camerulare stretto.

I vantaggi nell'impiego di tale strumento, rappresentati da semplicità, rapidità d'uso, ridotta esperienza necessaria per utilizzarlo, oggettività e ripetibilità delle misurazioni ottenute, lo rendono un importante ausilio per la pratica clinica e la

ricerca oftalmologica. L'utilizzo del Pentacam nello *screening*, come emerso da questo studio, potrebbe notevolmente agevolare il medico nella scoperta di occhi a rischio per un attacco di glaucoma acuto (PACG).

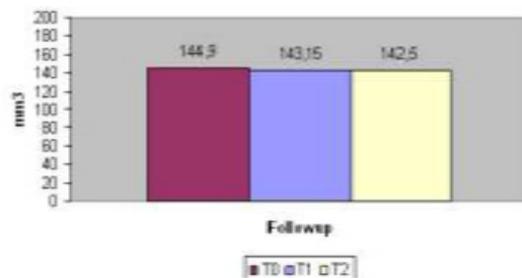
Saranno necessari altri studi, con l'arruolamento di un maggior numero di pazienti, per definire con più chiarezza il ruolo del Pentacam in questa ed altre applicazioni nella pratica clinica oftalmologica.

Misure	T0	T1	T2	Concordanza
ACV (mm <sup>3</sup> )	144.9±37.1	143.2±36.0	142.5±38.2	>0.99
CACD (mm)	2.7±0.4	2.7±0.4	2.8±0.4	>0.99
PACD 3 (mm)	1.9±0.4	1.9±0.4	1.9±0.4	>0.97
PACD 6 (mm)	1.9±0.4	1.9±0.4	1.9±0.4	>0.98
PACD 9 (mm)	1.8±0.5	1.9±0.5	1.8±0.5	>0.98
PACD 12 (mm)	1.7±0.4	1.7±0.4	1.7±0.4	>0.95
CA (gradi)	32.0±5.4	32.7±5.2	32.7±6.3	>0.93

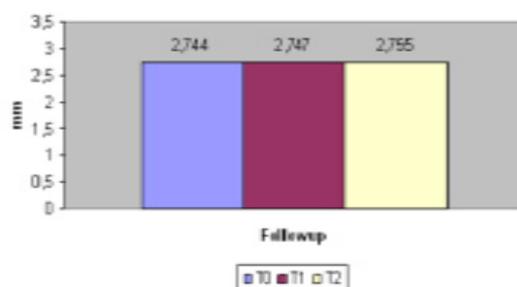
**Tabella 1.** Valori medi con deviazione standard e coefficiente-correlazione-concordanza delle misurazioni fatte sulla camera anteriore a T0, T1 e T2 nel gruppo controllo.

Misure	T0	T2	Variazione	P
ACV (mm <sup>3</sup> )	94.0±39.8	110.2±44.2	16.2	<0.001
CACD (mm)	2.1±0.5	2.1±0.5	<0.1	<0.05
PACD 3 (mm)	1.2±0.5	1.4±0.5	0.2	<0.001
PACD 6 (mm)	1.3±0.5	1.5±0.5	0.2	<0.001
PACD 9 (mm)	1.4±0.5	1.5±0.5	0.1	<0.001
PACD 12 (mm)	1.1±0.5	1.3±0.5	0.2	<0.001
CA (gradi)	25.9±7.8	28.7±8.9	2.8	<0.01

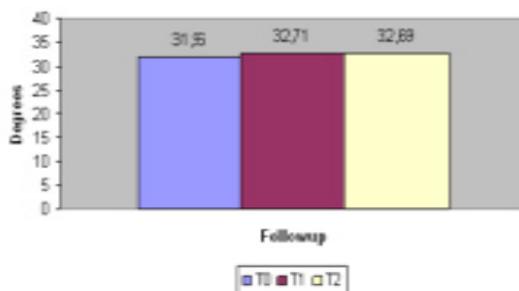
**Tabella 2.** La tabella mostra i cambiamenti nei valori medi delle misurazioni di ACV, CACD, PACD, e CA tra T0 (prima di LPI) e T2 (dopo LPI) ed il rispettivo significato statistico, nel gruppo pazienti.



**Figura 1.** Dal grafico emerge l'assenza di differenze significative nei valori medi delle misurazioni di ACV prese tra T0, T1 e T2 nel gruppo controllo.



**Figura 2.** Dal grafico emerge l'assenza di differenze significative nei valori medi delle misurazioni di CACD prese tra T0, T1 e T2 nel gruppo controllo.



**Figura 3.** Dal grafico emerge l'assenza di differenze significative nei valori medi delle misurazioni di CA prese tra T0, T1 e T2 nel gruppo controllo.

## RIASSUNTO

*Introduzione.* L'iridotomia laser periferica (LPI) rappresenta la prima linea terapeutica nel trattamento del glaucoma da chiusura d'angolo nelle forme acute, intermittente e cronica, oltreché è indicato a scopo profilattico nella

prevenzione di un attacco acuto nell'occhio contro laterale. Il Pentacam è un tomografo di nuova generazione che grazie alle sue caratteristiche tecniche ed alle sue proprietà permette di quantificare i cambiamenti nella morfologia del segmento anteriore dopo LPI.

*Scopo.* Lo scopo di questo studio è quello di valutare l'efficacia dell'iridotomia laser periferica (LPI) nel trattamento profilattico di pazienti con angolo iridocorneale stretto tramite uno strumento che dia risultati oggettivi e ripetibili.

*Metodi.* Sono stati esaminati venti occhi, ad elevato rischio di chiusura d'angolo, tramite la Scheimpflug camera del Pentacam prima e dopo LPI.

Sono stati misurati prima e dopo il trattamento laser: volume di camere anteriore (ACV), la profondità di camera anteriore (ACD) e l'angolo camerulare (CA).

*Risultati.* Si sono evidenziate differenze significative nelle misurazioni di volume camerulare ed angolo camerulare tra prima e dopo LPI.

*Conclusioni.* Questo studio conferma la precedente letteratura circa l'aumento di volume di camera anteriore dopo trattamento laser ed il Pentacam dimostra l'efficacia dell'LPI fornendo misure oggettive e ripetibili.

## **SUMMARY**

*Introduction.* Laser iridotomy is the standard first line intervention in both acute and chronic forms of angle closure because prevents the recurrence of acute attacks and virtually eliminates the risk of an acute attack in the fellow eye.

Pentacam, is a new imaging modality which no requires contact or immersion and with its objective reproducibility allow to qualify changes in anterior segment morphology after LPI (Peripheral Laser Iridotomy).

*Aim.* The aim of the study is to evaluate the objective difference in changes of anterior chamber morphology after LPI with Pentacam.

*Methods.* Twenty eyes (with an high risk of angle closure) were evaluate with Pentacam rotating Scheimpflug camera before and after LPI. We measured before and after laser treatment: anterior chamber volume (ACV), anterior chamber depth (ACD) and chamber angle (CA).

*Results.* Statistically significant difference was noted in measurement between before and after treatment only in chamber volume and chamber angle.

*Conclusion.* This study confirms previous reports of increased anterior chamber volume and angle after LPI and Pentacam is a good objective instruments to demonstrate the efficacy of LPI.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. He M, Friedman DS, Ge J et al. Laser peripheral iridotomy in eyes with narrow drainage angles: ultrasound biomicroscopy outcomes. The Liwan Eye Study. *Ophthalmology* 2007
2. Dada T, Mohan S, Sihota R et al. Comparison of ultrasound biomicroscopic parameters after laser iridotomy in eyes with primary angle closure and primary angle closure glaucoma. *Eye* 2007
3. See JL, Chew PT, Smith SD et al. Changes in anterior segment morphology in response to illumination and after laser iridotomy in Asian eyes: an anterior segment OCT study. *Br J Ophthalmol* 2007
4. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis?. *Br Ophthalmol* 2007
5. Meinhardt B, Stachs O, Stave J et al. Evaluation of biometric methods for measuring the anterior chamber depth in the non-contact mode. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2006
6. Utine CA, Altin F, Cakir H et al. Comparison of anterior chambre depth measurements taken with the Pentacam, Orbscan IIz and IOL-Master in myopie and emmetropic eyes. *Acta Ophthalmol* 2009

7. Asrani S, Sarunic M, Santiago C et al. Detailed visualization of the anterior segment using fourier-domain optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2008
8. Savant V, Chavan R, Pushpoth S et al. Comparability and intra-inter/observer reliability of anterior chamber depth measurements with Pentacam and IOL-Master. *J Refract Surg* 2008
9. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffarth GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. *J Cataract Refract Surg* 2006
10. Kashiwagi K, Abe K, Tsukahara S. Quantitative evaluation of changes in anterior segment biometry by peripheral laser iridotomy using newly developed scanning peripheral anterior chamber depth analyser. *Br J Ophthalmol* 2004
11. Oka N, Otori Y, Okada M et al. Clinical study of anterior ocular segment topography in angle-closure glaucoma using the three-dimensional anterior segment analyzer Pentacam. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 2006
12. Dinc U, Oncel B, Gorgun E et al. Quantitative assessment of anterior chamber volume using slit-lamp OCT and Pentacam. *Eur J Ophthalmol* 2009
13. Memarzadeh F, Li Y, Chopra V et al. Anterior segment optical coherence tomography for imaging the anterior chamber after laser peripheral iridotomy. *Am J Ophthalmol* 2007
14. Vandelli G. Compendio di oculistica. Edizione riveduta e corretta. Pavia, 2002
15. Choplin NT, Lundy DC. Glaucoma. Atlante a colori. Londra, 2001
16. Lowe RF, Lim AS. Glaucoma primario ad angolo chiuso. Harofarma UK LTD, 1990
17. Buratto L, Picardo V. Vademecum sulla chirurgia del glaucoma. Roma, 1997
18. Krupin T. Glaucoma. Diagnosi e trattamento. Harofarma UK LTD, 1993
19. Kanski J. Oftalmologia clinica. Sesta edizione. Bologna, 2008
20. Boyd BF. Highlights of Ophthalmology. World Atlas Series. Eldorado Rep of Panama, 1996
21. Hedkind P, Starita R, Tarrant T. Atlante del glaucoma. Milano, 1984
22. Flammer J. Glaucoma. Roma, 2002
23. Krieglstein GK, Jonescu-Cuypers CP, Severin M et al. Atlante di oftalmologia. Milano, 2000
24. Bonomi L. I glaucomi da chiusura d'angolo. Roma, 1995

25. Società Oftalmologica Italiana. La malattia glaucomatosa dalla semeiotica alla terapia. Nuove prospettive. Roma, 2005
26. Yanoff M, Duker JS. Trattato di oftalmologia. Roma, 2005

