



## **Indici topografici e loro significato nella valutazione della refrazione nella patologia corneale e nella cheratoplastica**

Roberto Ceccuzzi, Marco Raneri, Gabriella Ricciardelli,  
Deborah Visintin, Antonino Scalisi

*Clinica Oculistica, Università degli Studi di Pavia, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavia, Italia*

---

### ***Indici topografici e loro significato nella valutazione della refrazione nella patologia corneale e nella cheratoplastica***

***Scopo:*** il nostro studio si prefigge due finalità:

1. confrontare i valori di ciascuno di tre indici topografici (SAI, SRI, PVA) in tre gruppi di pazienti (normali e patologici, a sua volta ripartiti in affetti da distrofia corneale ectasica e sottoposti a cheratoplastica);
2. valutare la correlazione tra i valori di ciascuno dei tre indici topografici (dato strumentale) e l'acuità visiva corretta (BCVA) (dato clinico) nei due gruppi di pazienti patologici (distrofici e trapiantati).

***Materiali e metodi:*** il nostro studio ha valutato 404 occhi di 202 pazienti. Sono stati scartati 220 occhi nei quali erano state riscontrate patologie a carico del cristallino e/o della retina al fine di valutare l'acuità visiva in funzione delle sole caratteristiche refrattive corneali. Tutti i pazienti sono stati sottoposti a visita oftalmologica completa e topografia corneale.

***Risultati:*** il SAI ha un valore superiore nei distrofici, intermedio nei trapiantati e inferiore nei sani. Il SRI ha un valore superiore, sovrapponibile, nei distrofici e nei trapiantati e inferiore nei sani. La PVA ha un valore superiore nei sani e inferiore, pressoché sovrapponibile, nei distrofici e nei trapiantati. La BCVA ha un valore superiore nei sani, intermedio nei distrofici e inferiore nei trapiantati. In tutte le comparazioni effettuate tra i tre gruppi di pazienti, le differenze riscontrate presentano da un lato cospicua significatività tra sani e distrofici-trapiantati mentre dall'altro lato esigua, se non addirittura nulla, significatività tra distrofici e trapiantati.

***Discussione:*** la BCVA è risultata maggiore e gli indici topografici sono risultati più regolari nei sani. La correlazione tra BCVA e i tre indici topografici è poco significativa nei distrofici ma è molto significativa nei trapiantati. La topografia corneale fornisce informazioni oltre che sulle caratteristiche qualitative corneali, espresse tramite le mappe colorimetriche, anche e soprattutto informazioni sulle caratteristiche quantitative corneali, espresse tramite gli indici topografici. Quest'ultimi, per tal motivo, si dimostrano utilissimi nella valutazione clinica a breve termine e nel follow-up chirurgico a medio-lungo termine sia delle patologie corneali che dei loro risultati e/o esiti post-operatori.

### ***Topographic indexes and their meaning in evaluation of refraction in corneal disease and keratoplasty***

***Purpose:*** our study has two aims:

1. to compare the values of three topographic indexes (SAI, SRI, PVA) in three groups of patients (normal and pathological, that are divided in: patients that suffer of ectatic corneal dystrophy, and patients undergone to keratoplasty);

2. to evaluate the correlation between the values of three topographic indexes (instrumental data) and the corrected visual acuity (BVCA) (clinical data) in the two groups of pathological patients (dystrophic patients and transplanted patients).

*Materials and methods:* our study evaluated 404 eyes of 202 patients. 220 eyes weren't take into analysis because they showed crystalline lens or retinal diseases in order to evaluate the visual acuity in relation with refractive corneal characteristics. Every patient has been undergone to ophthalmologic check-up and corneal topography.

*Results:* SAI has a greater value in the dystrophic patients, an intermediate one in the transplanted patients and a lower one in the healthy patients. SRI has a greater value in the dystrophic and transplanted patients and a lower one in the healthy patients. PVA has a greater value in the healthy patients and a lower one in the dystrophic and transplanted patients. BCVA has a greater value in the healthy patients, an intermediate one in the dystrophic patients and a lower one in the transplanted patients. In all the comparisons carried out in the three groups of patients, the differences funded shows on the one hand a remarkable significance between the healthy and the dystrophic and transplanted patients, and a narrow, almost nil, significance between dystrophic and transplanted patients.

*Discussion:* BCVA is greater and the topographic indexes are more regular in the healthy patients. The reciprocal relation between BCVA and the topographic indexes is almost insignificant in the dystrophic patients, but it's very significant in the transplanted ones. The corneal topography provides an estimation about qualitative corneal characteristics, expressed through colorimetric maps, as well as about quantitative corneal characteristics, expressed through the topographic indexes. For this reason, the topographic indexes are very useful both in the short term clinical evaluation and in the medium-long term surgical follow-up of the corneal diseases and their post operative results and complications.

---

## Introduzione

La topografia (o cheratoscopia computerizzata) corneale è una metodica strumentale che consente di ottenere dettagliate informazioni qualitative (morfologia) e quantitative (refrazione) sulla superficie corneale. Essa è utilizzata routinariamente in almeno tre ambiti principali:

- diagnosi di degenerazioni corneali ectasiche (quali cheratocono [1-2] e degenerazione marginale pellucida);
- trattamento medico di difetti di refrazione (per la prescrizione di lenti tempiali o a contatto);
- trattamento chirurgico di difetti di refrazione (sia per pianificare la strategia pre-operatoria che per valutare i risultati e le eventuali complicanze post-operatori).

Per una migliore valutazione dell'esame strumentale, alle mappe colorimetriche in tre tipi di algoritmi (assiale, tangenziale o altimetrico), in tre tipi di scale (assoluta, relativa o normalizzata), sono stati aggiunti numerosi indici topografici (tra cui SAI, SRI e PVA).

Le mappe colorimetriche sono in grado di fornire informazioni qualitative, mentre gli indici topografici sono in grado di fornire informazioni quantitative (soprattutto in merito a curvatura, simmetria e regolarità) della superficie corneale anteriore.

La topografia corneale a riflessione di disco di Placido, che si basa sulla proprietà specularità ottica del mezzo diottrico, consente la valutazione delle suddette caratteristiche limitatamente alla superficie corneale anteriore su tutti i 360° in un quadrante corneale centrale con dimensione di 7-10 mm.

Il film lacrimale, garantendo un buon riflesso, contribuisce alla specularità ottica della cornea. Se la conformazione della superficie corneale anteriore è regolare, le immagini riflesse dagli anelli concentrici mantengono la normale forma e distanza reciproca. Se invece essa è irregolare, le immagini riflesse degli anelli concentrici acquisiscono anormale forma e distanza reciproca risultando tanto più vicini quanto più curva è la superficie corneale anteriore, ovvero quanto minore è il raggio di curvatura, responsabile di un maggiore potere diottrico.

Per valutare correttamente quanto un'alterazione corneale influenzi effettivamente il visus è necessario conoscerne il rapporto spaziale con la pupilla. Tale regola generale si applica soprattutto al cheratocono in cui astigmatismi relativamente esigui possono essere maggiormente invalidanti rispetto ad astigmatismi francamente cospicui, in ragione della specifica localizzazione dell'apice cheratectasico rispetto alla pupilla.

## Scopo del lavoro

Il nostro studio si prefigge due finalità:

1. confrontare i valori di ciascuno di tre indici topografici (SAI, SRI, PVA) in tre gruppi di pazienti (normali e patologici, a sua volta ripartiti in affetti da distrofia corneale ectasica e sottoposti a cheratoplastica);
2. valutare la correlazione tra i valori di ciascuno dei tre indici topografici (dato strumentale) e l'acuità visiva corretta (BCVA) (dato clinico) nei due gruppi di pazienti patologici (distrofici e trapiantati).

## Materiali e metodi

Il nostro studio ha valutato 404 occhi di 202 pazienti afferenti all'Ambulatorio di Patologie Corneale ed all'Ambulatorio Generale presso la Clinica Oculistica della Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo di Pavia. Sono stati scartati 220 occhi nei quali erano state riscontrate patologie a carico del cristallino (facosclerosi, cataratta, pseudofachia o afachia) e/o a carico della retina (alterazioni papillari, maculari o vascolari). Questa selezione si è resa necessaria al fine di valutare l'acuità visiva in funzione delle sole caratteristiche refrattive corneali.

Tutti i pazienti sono stati sottoposti ad una visita oftalmologica completa comprendente la misurazione dell'acuità visiva corretta, l'esame biomicroscopico del segmento sia anteriore che posteriore e la misurazione del tono endobulbare con tonometro ad applanazione. Inoltre è stata eseguita la topografia corneale con TMS4 Topographe Tomey. Gli indici topografici presi in considerazione sono stati:

- SAI (Surface Asimmetry Index) [3-4]  
Esso esprime l'asimmetria della superficie corneale anteriore globale. È calcolato tramite la somma delle differenze di potere diottrico tra due punti opposti (ovvero posti a 180°) appartenenti allo stesso anello e posti lungo le due metà dello stesso meridiano. È rappresentato graficamente in verde se <0.5 (cornea pressoché sfero-cilindrica ideale), in giallo se <1 (cornea border-line), o in rosso se >1 (cornea patologica).
- SRI (Surface Regularity Index) [5-10]  
Esso esprime la regolarità della superficie corneale anteriore centrale. È calcolato tramite la media delle differenze di potere diottrico tra numerosi punti adiacenti appartenenti ad anelli contigui, in una pupilla virtuale di 4.5 mm considerando solo i primi dieci anelli concentrici. Per tal motivo esso permette di calcolare il valore predittivo di acuità visiva (PVA). È rappresentato graficamente in verde se <1 (zona ottica regolare), in giallo se <1.5 (zona ottica border-line), o in rosso se >1.5 (zona ottica irregolare).
- PVA (Potential Visual Acuity)  
Esso esprime l'acuità visiva potenziale in relazione alla sola influenza refrattiva corneale. Per tale motivo, anche in presenza di un suo valore elevato, il visus potrebbe comunque essere inferiore a quanto atteso per la contestuale alterazione di altre strutture oculari.

## Risultati

Il SAI ha un valore superiore nei distrofici, intermedio nei trapiantati e inferiore nei sani (Figura 1). Il SRI ha un valore superiore, ma sovrapponibile, nei distrofici e nei trapiantati e inferiore nei sani (Figura 2). La PVA ha un valore superiore nei sani e inferiore, ma sovrapponibile, nei distrofici e nei trapiantati (Figura 3). La BCVA ha un valore superiore nei sani, intermedio nei distrofici e inferiore nei trapiantati (Figura 4). In tutte le comparazioni effettuate tra i tre gruppi di pazienti, le differenze riscontrate presentano da un lato cospicua significatività tra sani e distrofici-trapiantati mentre dall'altro lato esigua, se non addirittura nulla, significatività tra distrofici e trapiantati. L'analisi della correlazione tra BCVA e SAI, nei distrofici si è rivelata non significativa con scarsa correlazione ( $r=0.0009$ ;  $p=0.9958$ ); mentre nei trapiantati si è dimostrata significativa con discreta correlazione negativa ( $r=0.4155$ ;  $p=0.0279$ ) (Figura 5). Da ciò consegue che BCVA e SAI sono inversamente correlati (alla riduzione del SAI corrisponde l'aumento della BCVA). L'analisi della correlazione tra BCVA e SRI, nei distrofici si è rivelata non significativa con scarsa correlazione ( $r=0.2755$ ;  $p=0.0989$ ); mentre nei trapiantati si è dimostrata significativa con buona correlazione negativa ( $r=0.8185$ ;  $p=0.00001$ ) (Figura 6). Da ciò consegue che BCVA e SAI sono inversamente correlati (alla riduzione del SAI corrisponde l'aumento della BCVA). L'analisi della correlazione tra BCVA e PVA, nei distrofici si è rivelata non significativa con scarsa correlazione ( $r=0.2289$ ;  $p=0.1730$ ); mentre nei trapiantati si è dimostrata significativa con buona correlazione positiva ( $r=0.7120$ ;  $p=0.00002$ ) (Figura 7). Da ciò consegue che, in quest'ultimo caso, BCVA e SAI sono direttamente correlati (all'aumento del SAI corrisponde l'aumento della BCVA).

## Discussione

La BCVA è risultata maggiore e gli indici topografici sono risultati più regolari nei sani. Tali risultati, ovviamente prevedibili, sono giustificati dalla normalità delle caratteristiche refrattive corneali di soggetti sani. La correlazione tra BCVA e i tre indici topografici è poco significativa nei distrofici ma è molto significativa nei trapiantati. La giustificazione di ciò è che da un lato la distrofia corneale ha l'effetto di determinare asimmetria e irregolarità della superficie corneale, che rendono difficile la correzione di difetti refrattivi; mentre dall'altro lato il trapianto ha lo scopo di ripristinare simmetria e regolarità della superficie corneale, che rendono facile la correzione di difetti refrattivi. Nel primo caso, si ha esigua corrispondenza tra visus atteso (relativamente basso) e visus osservato (alto), in ragione del basso astigmatismo pre-chirurgico (che, quindi, non fa ancora porre indicazione al trattamento chirurgico dell'ametropia). Nel secondo caso, si ha cospicua corrispondenza tra visus atteso (relativamente basso) e visus osservato (basso), in ragione dell'alto astigmatismo post-chirurgico (in gran parte ascrivibile all'effetto astigmatogeno indotto dall'apposizione dei punti di sutura). In definitiva, i dati ottenuti ci consentono di asserire che la topografia corneale fornisce informazioni oltre che sulle caratteristiche qualitative corneali, espresse tramite le mappe colorimetriche, anche e soprattutto informazione sulle caratteristiche quantitative corneali, espresse tramite gli indici topografici. Quest'ultimi, per tal motivo, si dimostrano utilissimi nella valutazione clinica a breve termine e nel follow-up chirurgico a medio-lungo termine sia delle patologie corneali che dei loro risultati e/o esiti post-operatori.

## Tabelle e figure

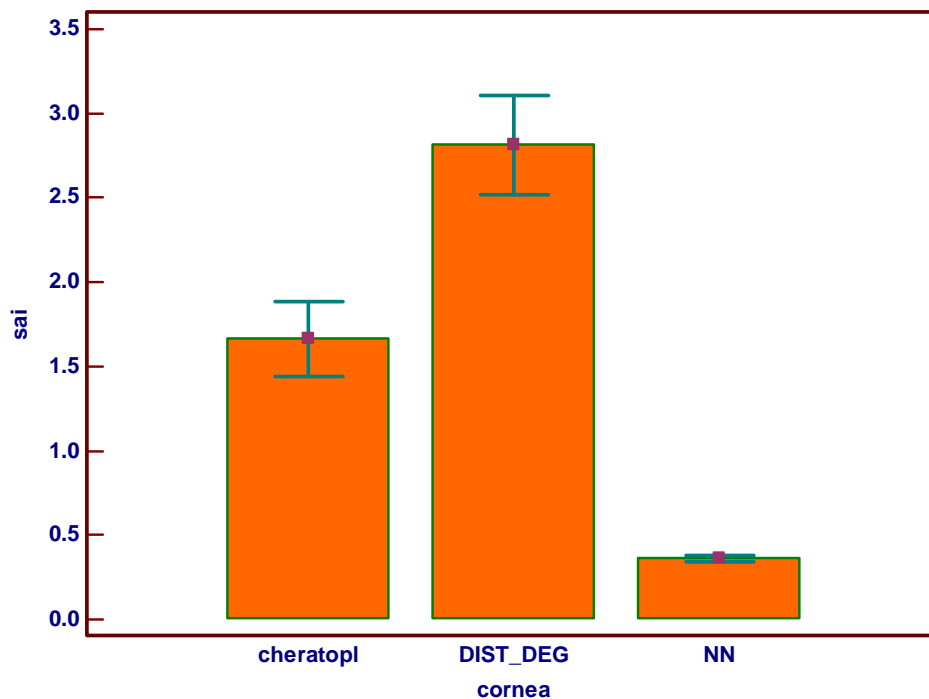


Figura 1. Grafico del valore medio del SAI nei tre gruppi di pazienti.

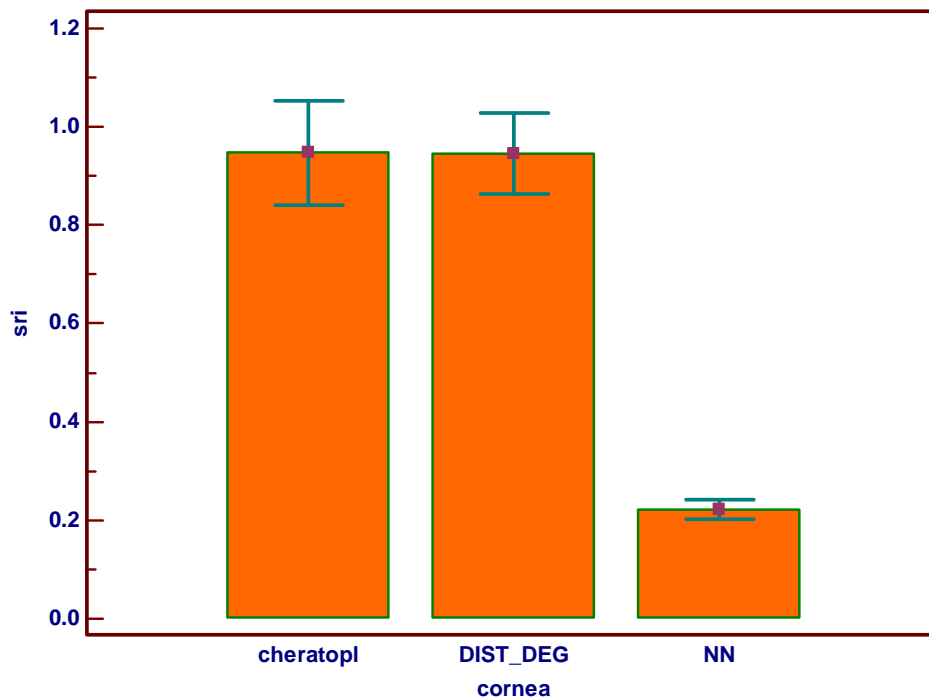


Figura 2. Grafico del valore medio del SRI nei tre gruppi di pazienti.

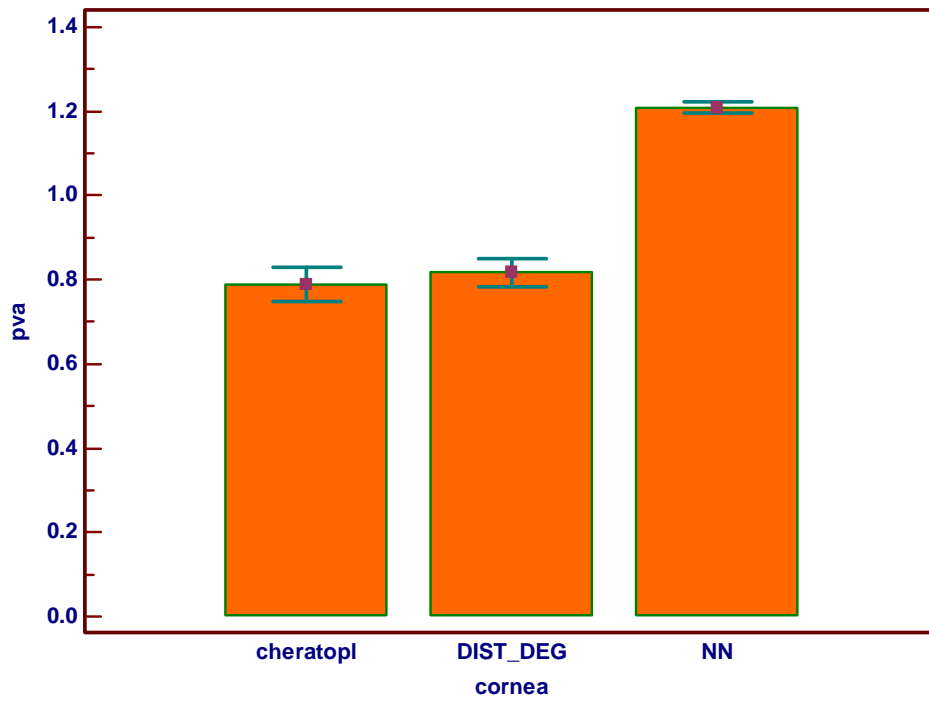


Figura 3. Grafico del valore medio della PVA nei tre gruppi di pazienti.

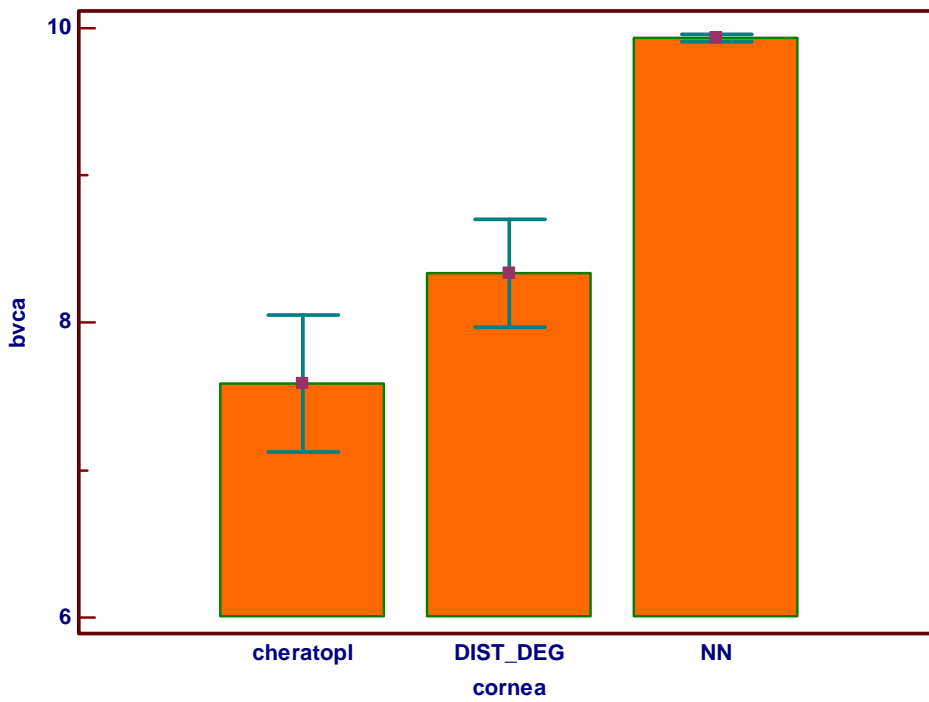


Figura 4. Grafico del valore medio della BVCA nei tre gruppi di pazienti.

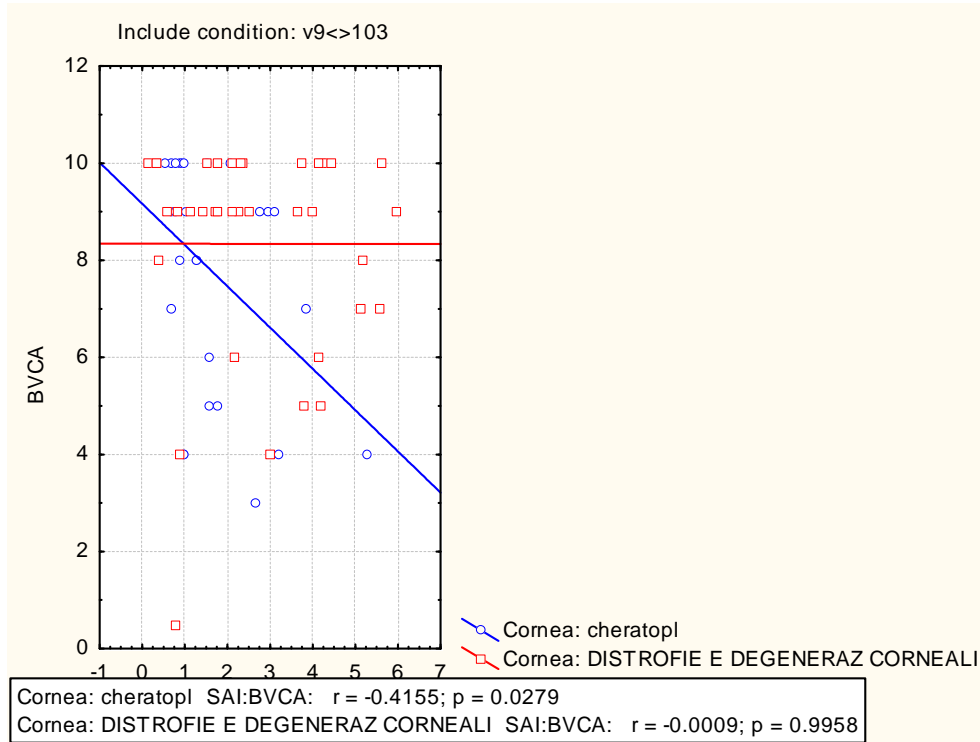


Figura 5. Grafico della correlazione tra BVCA e SAI nei due gruppi di pazienti patologici.

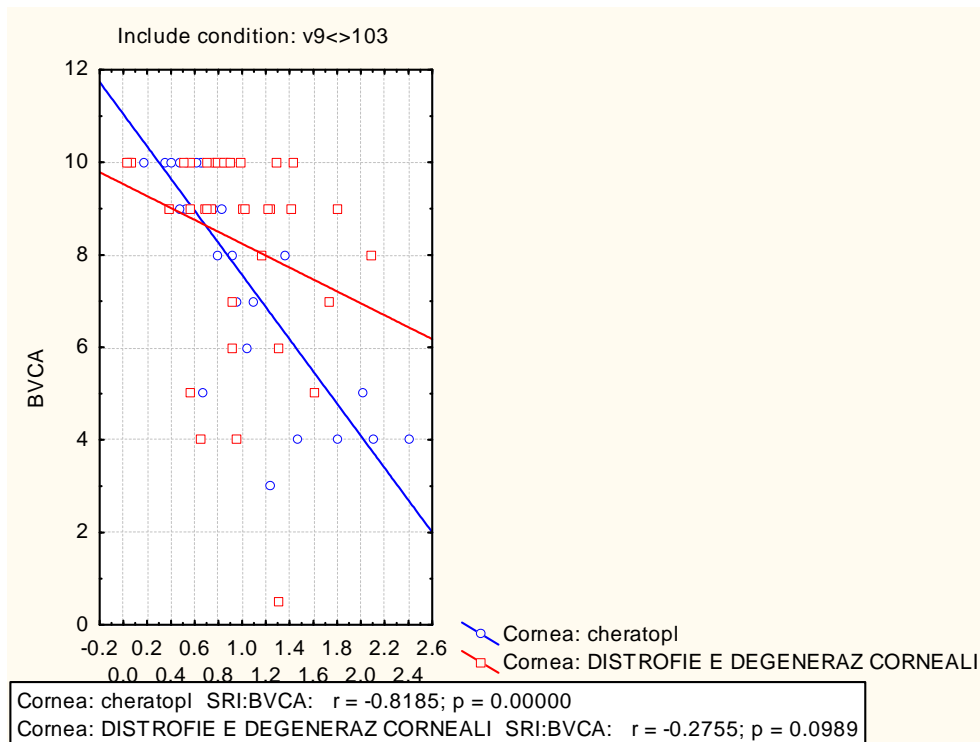
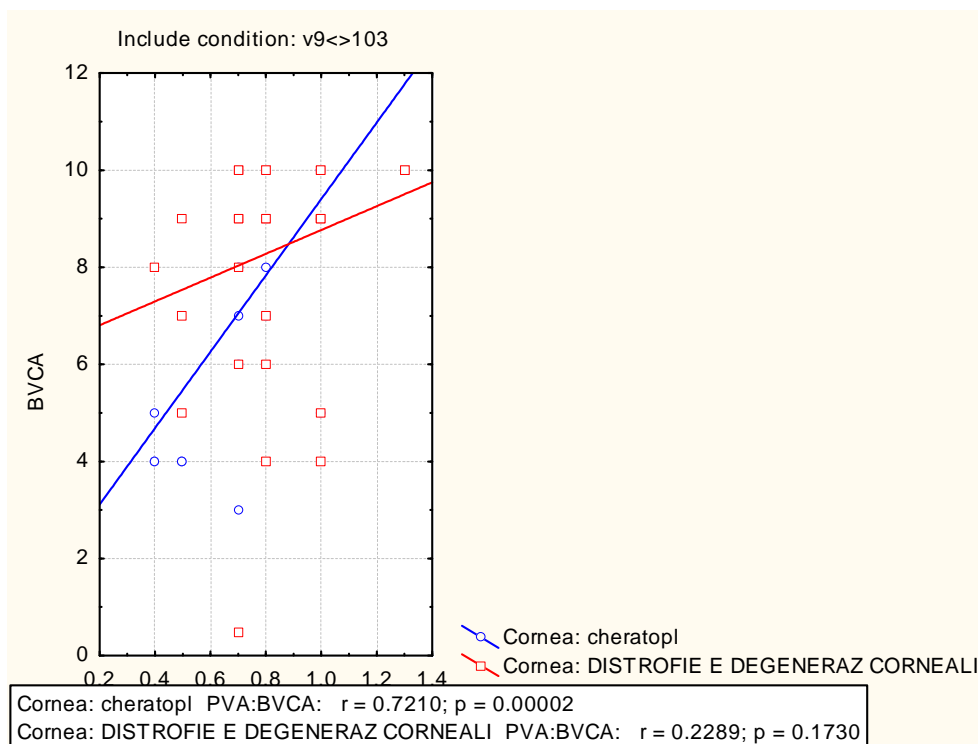


Figura 6. Grafico della correlazione tra BVCA e SRI nei due gruppi di pazienti patologici.



**Figura 7. Grafico della correlazione tra BVCA e PVA nei due gruppi di pazienti patologici.**

### Bibliografia

1. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. Computer-assisted corneal topography in keratoconus. *Refract Corneal Surg* 1989;5:400-408.
2. Wilson SE, Klyce SD, Lin DTC. Corneal topography of keratoconus. *Cornea* 1991;10:2-8.
3. Dingeldein SA, Klyce SD, Pittman SD et al. Analysis of corneal topographic data. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29:389.
4. Dingeldein SA, Klyce SD. The topography of normal cornea. *Am J Ophthalmol* 1989;107:512-518.
5. Klyce SD. Computer-assisted corneal topography. high-resolution graphic presentation and analysis of keratometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984;25:1426-1435.
6. Maguire LJ, Klyce SD, Singer DE. Graphic presentation of computer-analyzed keratoscope photographs. *Arch Ophthalmol* 1987;105:223-230.
7. Maguire LJ, Wilson SE, Verity SM et al. Evaluating the reproducibility of topography systems on spherical surfaces. *Arch Ophthalmol* 1993;111:259-262.
8. Wilson SE, Klyce SD. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical study. *Arch Ophthalmol* 1991;109:349-353.
9. Wilson SE, Verity SM, Conger DL. Accuracy and precision of the corneal analysis system and the topographic modeling system. *Cornea* 1992;11:28-35.
10. Belin MW, Ratliff CD. Evaluating data acquisition and smoothing functions of currently available videokeratoscopes. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:421-426.