

# Impianto di anelli intrastromali (INTACS) con laser a femtosecondi

Giuseppe Perone, Filippo Incarbone

anelli intrastromali? (per uniformità con il titolo)

## 5.1 Morfologia

Gli **inserti intracorneali**<sup>(1,2)</sup> quali gli INTACS, sono piccoli dispositivi fatti di polymethylmethacrylate (PMMA), lo stesso materiale biocompatibile utilizzato per lenti a contatto e lenti intraoculari da più di cinquant'anni.

Ogni dispositivo (*Fig. 5.1*) ha una sezione esagonale sviluppata su base conica, una lunghezza di arco di 150 gradi, diametro esterno di 8,1 mm, diametro interno di 6,77 mm, larghezza di 0,65 mm, angolazione di 10°.

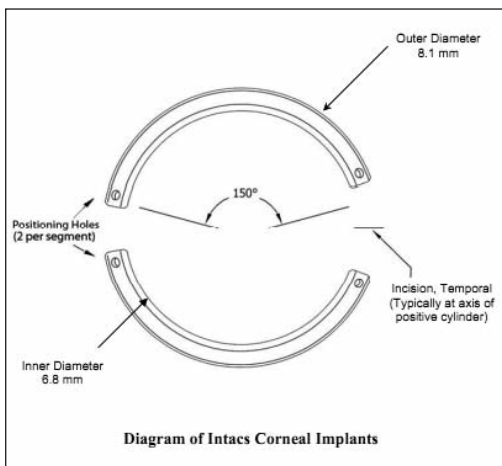


Fig. 5.1

Disegno schematico degli INTACS.

Ogni segmento ha un piccolo foro ad un'estremità per agevolare la manipolazione chirurgica.

Sono disponibili con 11 differenti spessori che vanno da 0,210 mm a 0,450 mm. Gli spessori 0,250, 0,275, 0,30, 0,325 e 0,350 mm hanno ricevuto l'approvazione dell'FDA americana.

## 5.2 Meccanismo di azione

### MIOPIA

Agiscono attraverso una tecnica additiva nella periferia della cornea che preserva la zona ottica centrale e conserva l'asfericità positiva della cornea.

Due inserti trasparenti vengono inseriti nello stroma, a circa due terzi della profondità corneale, al di fuori della zona ottica, per rimodellare la cornea; lo scopo è quello di ridurre o eliminare l'errore miopico. Infatti, se un elemento con un determinato spessore viene inserito nello stroma corneale, tra le fibre, spostandole, l'arco della circonferenza deve appiattirsi per lasciare spazio al nuovo elemento.

Grazie al meccanismo con il quale agi-

scono, gli inserti di INTACS mantengono l'asfericità positiva della cornea al contrario delle procedure ablative che, spesso, danno luogo a cornee oblate che possono portare alla riduzione della sensibilità al contrasto.

Lo spessore dell'INTACS inserito determina il grado di correzione: più spesso è l'INTACS inserito, maggiore è l'ammontare della correzione.

## CHERATOCONO

Nel caso del cheratocono, il segmento si oppone all'ectasia corneale provocata dall'assottigliamento del tessuto corneale anomalo.

L'impianto del segmento nella cornea determina un sollevamento dell'ectasia superiore o inferiore ed appiattisce la cornea riducendo l'asimmetria e l'astigmatismo irregolare provocato dal cheratocono.

Lo scopo dell'impianto vuole essere quello di rimodellare la cornea ectasica con l'impiego di due segmenti dello stesso spessore o di differente spessore per regolarizzare la superficie.

Una regolarizzazione della superficie ha lo scopo di ripristinare la possibilità di applicare e tollerare la lente a contatto, migliorare la qualità della visione e, per quanto possibile, ritardare o eliminare l'indicazione a una cheratoplastica.

Nel caso del cheratocono vengono impiegati gli anelli da 0,250 mm, 0,300 mm, 0,350 mm, 0,400 mm e 0,450 mm. Lo spessore dei segmenti da impiantare

varia da caso a caso in base alla refrazione manifesta del paziente, la sede del cono e l'asse dell'astigmatismo irregolare. I pattern di impianto, nel caso del cheratocono sono:

- impianto asimmetrico (0,250|superiore e 0,450|inferiore);
- impianto simmetrico (0,450|superiore e 0,450|inferiore) con incisione temporale;
- impianto simmetrico (0,450|superiore e 0,450|inferiore) con incisione superiore.

Più recentemente, sono entrati in uso gli INTACS SK (Fig. 5.2), per cheratocono avanzato (K superiori a 55 D); hanno un margine arrotondato, sono disponibili in due spessori, 0,400 e 0,450 mm e, poiché hanno diametro interno di 6,0 mm ed esterno di 6,8 mm hanno una zona ottica più stretta.

ed esterno di 7,3 mm?  
(come da figura)

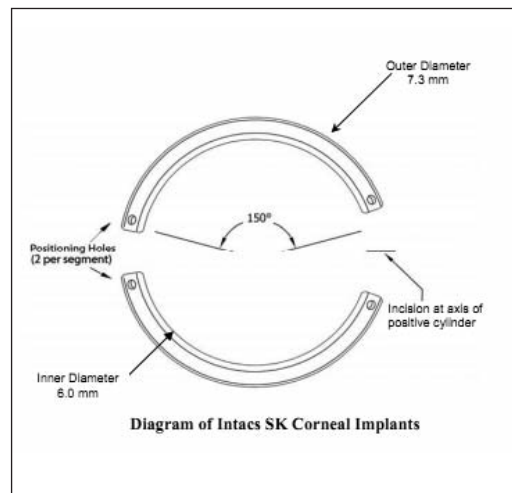


Fig. 5.2

Disegno schematico degli INTACS SK.

### 5.3 Storia

- 1999: Approvazione FDA per miopia compresa tra -1 e -3 diottrie.
- 2002: Marchio CE.
- 2003. Marchio CE per trattamento del cheratocono.
- 2007. Marchio CE per INTACS SK.

#### *Pubblicazioni:*

- 2000: Joseph Colin (Francia) pubblica una serie di 10 occhi<sup>(3)</sup>.
- 2002: Brian Boxler Wachler (USA) pubblica una serie di 70 occhi<sup>(4)</sup>.
- 2002: Siganos (Grecia) pubblica una serie di 3 occhi con ectasia post LASIK<sup>(5)</sup>.
- 2003: Siganos (Grecia) pubblica una serie di 26 occhi con cheratocono<sup>(6)</sup>.

Ricordiamo che in Italia il 20 maggio 1997 si tenne il Corso: “Impianto di anelli corneali intrastromali” con Relatore il Prof. David Shanzlin. Il corso ebbe luogo presso l’U.O. Oculistica, Casa di Cura “Le Betulle” (Resp. Giuseppe Perrone, Appiano Gentile - CO) sotto la direzione del Prof. Fernando Trimarchi. In quell’occasione si effettuò il primo impianto di INTACS in Italia.

### 5.4 Il laser a femtosecondi

#### GENERALITÀ

Il laser a femtosecondi è un laser chirurgico per uso oftalmico in grado di produrre resezioni corneali. La denominazione è legata al fatto che la durata

dell’impulso è dell’ordine dei femtosecondi (1 femtosecondo =  $10^{-15}$  sec). Per avere un termine di paragone, si può ricordare che 1 femtosecondo è il tempo necessario ad un elettrone per passare da un atomo all’altro o che le reazioni chimiche più veloci avvengono in circa 200 femtosecondi, mentre la luce impiega 1 secondo per compiere il giro del mondo 7,5 volte e 100 femtosecondi per attraversare lo spessore di un capello.

Ricordando la formula che lega Potenza, Energia e Tempo (Potenza=Energia/Tempo), grazie a una durata dell’impulso così breve, è possibile ottenere elevate potenze in cornea impiegando livelli di energia relativamente bassi. Ciò permette di utilizzare questo tipo di laser producendo un effetto di resezione nella cornea con minimo danno tissutale. Il laser a femtosecondi viene definito anche intrastromale, poiché agisce nello spessore dello stroma corneale, esclusivamente nel piano di focalizzazione, lasciando intatto il tessuto corneale attraversato. Ciò si spiega grazie al suo meccanismo di azione: il raggio laser, di lunghezza d’onda nell’infrarosso, seziona il tessuto mediante un’azione nota come photodisruption, termine che potrebbe essere tradotto in italiano con il termine “foto-disgregazione”. Il laser viene focalizzato nello stroma corneale in uno spot di 2-3 micron di diametro, attraversa gli strati corneali per raggiungere il piano di messa a fuoco e qui determina la formazione di un plasma che, espandendosi, produce un vero e proprio slamellamento della cornea. Un sistema

ottico controllato da computer consente di portare in rapida sequenza migliaia di impulsi l'uno vicino all'altro, secondo una strategia e un disegno programmato in modo da creare precise geometrie di taglio. In questo modo è possibile creare<sup>(7)</sup> una lamella, un tunnel, un taglio e combinazioni di questi, con una precisione e una ripetibilità elevatissime<sup>(8,9)</sup>. Il laser intrastromale ha ricevuto l'approvazione dalla FDA (*Food&Drug Administration*, l'organo di controllo federale degli Stati Uniti) nel dicembre 1999 ed è stato presentato per la prima volta all'*American Academy of Ophthalmology* nel meeting annuale dell'ottobre 2000.

E' dunque possibile pensare al laser a femtosecondi come a un'alternativa alle procedure che impiegano una lama<sup>(10,11)</sup> quali il bisturi, il trapano, il microcheratomo. Nel caso di una LASIK, il laser

a femtosecondi si sostituisce al microcheratomo, nel caso dell'impianto di INTACS al delaminatore corneale, nel caso della cheratoplastica perforante o lamellare, si sostituisce al trapano corneale, al punch o al tagliente utilizzato per slamellare la cornea<sup>(12-14)</sup>.

L'evoluzione nel tempo ha portato oggi al laser a femtosecondi di IV generazione<sup>(15)</sup> (*Tab. 5.I*).

#### LA TECNICA TRADIZIONALE DI IMPIANTO<sup>(16)</sup>

- Marcatura del centro geometrico della cornea e dell'asse più curvo.
- Pachimetria intraoperatoria della sede di incisione in corrispondenza dell'asse più curvo.
- Eventuale riallineamento dell'operatore rispetto all'asse di incisione.
- Seguire gli step previsti dall'*Addition*

Tabella 5.I

#### EVOLUZIONE DEI LASER A FEMTOSECONDI

##### II generazione (dal 2001)

- Procedura troppo lenta (+65 secondi)\*
- Problemi di cheratite lamellare diffusa e microstriae

##### III generazione (dal 2003)

- Procedura meno lenta (+35 secondi)\*
- Minori problemi di cheratite lamellare diffusa e microstriae

##### IV generazione (dal 2006)

- Procedura rapida (20 secondi)\*
- Ridotta incidenza di complicanze

\*per creare un lembo nella LASIK

*Technology 10-Step Prolate System*<sup>(17)</sup>; idratare sempre abbondantemente la cornea.

- La profondità di impianto degli INTACS è di assoluta importanza, specialmente nel caso di impianto per cheratocono. L'effetto è ottimale per profondità di impianto comprese tra il 65% e il 75% dello spessore corneale periferico; ciò riduce anche la possibilità di estrusione.
- L'ingresso nella tasca dell'INTACS rappresenta un momento critico della procedura. Ci si accerti di essere alla base dell'incisione (cioè sul piano corneale non inciso) e di proseguire l'inserimento sullo stesso piano in entrambe le direzioni.
- La separazione del tunnel per gli INTACS deve essere eseguita lentamente, 1-2 ore per ciascun avanzamento.
- Suturare con nylon 10/0 (stringere bene il punto) e lasciare la sutura in sede per 2 mesi.

possibilità di complicanze intraoperatorie legate all'uso **di questo strumento**: imprecisa localizzazione, imperfetta planarità e possibilità di superficializzazione del tunnel.

La creazione del tunnel con laser a femtosecondi elimina di fatto queste complicanze e permette, in pochi secondi e con una suzione applicata di 30-35 mmHg, di creare tunnel di diametro esterno e interno, **profondità** assolutamente conformi a quanto programmato dallo schema preoperatorio (*Fig. 5.3*). Anche la sede d'incisione viene programmata al laser. La tecnica di creazione del tunnel con Intralase non modifica le indicazioni e gli obiettivi della tecnica convenzionale, ma riduce radicalmente il traumatismo chirurgico proprio della metodica della dissecazione meccanica.

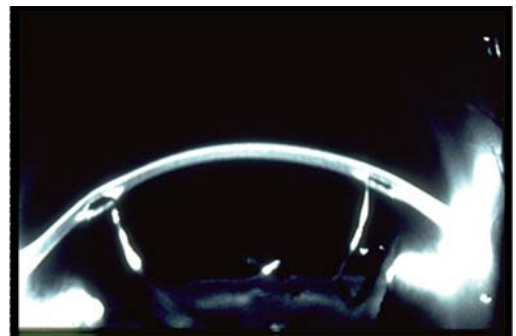
I parametri che l'impiego del laser a femtosecondi permette di impostare sono indicati nella *Tabella 5.II*.

Nella nostra esperienza, abbiamo preferito selezionare come sede di ingresso

e di profondità...?

## LASER A FEMTOSECONDI E IMPIANTO DI INTACS

L'introduzione del laser a femtosecondi ha reso possibile modificare la tecnica chirurgica. Infatti, è ora possibile creare il tunnel che accoglie gli impianti intrastromali in modo assai meno traumatico rispetto alla tecnica originale che prevedeva una suzione elevata e l'uso di un delaminatore meccanico. Anche in questo caso **la tecnica è gravata** dalla



**Fig. 5.3**

INTACS: sezione ottica alla Pentacam.

la tecnica originale era gravata???

Tabella 5.II

PARAMETRI CHE L'IMPIEGO DEL LASER A FEMTOSECONDI PERMETTE DI IMPOSTARE

PARAMETRO	Nostra esperienza	Min	Max	Unità di misura
Profondità	400	100	400	Micron
Diametro interno	6,6	4,0	9,4	mm
Diametro esterno	7,4-7,3	4,1	9,5	mm
Lunghezza dell'incisione	1,2	0,8	1,5	mm
Spessore dell'incisione	1	0	50	Micron
Asse dell'incisione	prevalentemente temporale	0	360	° (gradi)
Energia per creare la tasca	5			microJoule
Energia per creare l'incisione	6			microJoule

quella temporale; praticando l'impianto a partire da questa sede, vi è il vantaggio che il punto di sutura sarà meno soggetto all'azione meccanica della palpebra e vi è meno rischio di sviluppare una neovascolarizzazione a partire dal limbus, evenienza che può essere potenzialmente aggravata da un ingresso dei vasi in cornea seguendo il tragitto delle tasche intrastromali.

## LA TECNICA DI IMPIANTO CON LASER A FEMTOSECONDI

### In sala laser

- Blefarostato.
- Applicazione dell'anello di suzione.
- Alloggiamento del cono di appianazione e appianazione della cornea.
- Eventuale perfezionamento della centratura dalla consolle del computer:
  - il laser intrastromale permette di effettuare un perfezionamento della centratura attraverso una regolazione dalla consolle. Questa operazione rappresenta un punto di ragguardevole importanza e differenza in modo assoluto, dal punto di vista chirurgico, la procedura laser da quella meccanica; in quest'ultima, infatti, non è più possibile effettuare una ricentratura se non rilasciando la suzione per poi, con una nuova manovra, riprenderla. E' noto, però, che l'anello di suzione lascia un'impronta sclerale che rende difficile il suo riposizionamento, per cui, a volte, si rende necessario dilazionare il tempo dell'intervento. Con il laser intrastromale, dunque, abbiamo la certezza di centrare le tasche degli anelli esattamente nel punto desiderato.
- Esecuzione del trattamento (tempo 7-8 secondi).
- Rilascio della suzione.

**In sala operatoria**

- Creazione del campo operatorio e blefarostato (lavare sempre abbondantemente la cornea che va mantenuta sempre ben idratata).
- Identificazione ed apertura dell'incisione con spatola per dissecazione dell'epitelio (Storz E9071).
- Creazione dell'invito alle due tasche (dissecatore KV 10434) (Fig. 5.4).
- Impianto del primo segmento:
  - si preleva il segmento dal contenitore con pinze (Duckworth & Kent P3599A); per l'inserimento utilizziamo una pinza di nostra ideazione



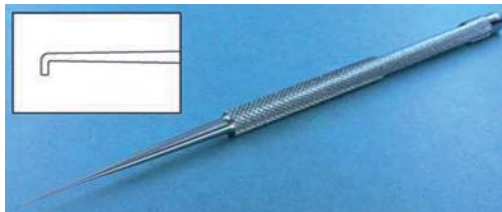
**Fig. 5.4**

Spatola per ampliamento.



**Fig. 5.5**

Perone Forceps per l'impianto di INTACS.



**Fig. 5.6**

Uncino (Sinskey Hook).

(Perone Forceps KV 10445) (Fig. 5.5); il contatto tra il segmento e la cornea deve essere perpendicolare e in corrispondenza dell'incisione; il segmento va quindi ruotato di 90° e inserito nell'invito della tasca corrispondente e sospinto con la stessa pinza. Se non si incontra particolare resistenza, la semplice spinta in rotazione verso la parte distale della tasca è sufficiente a far progredire l'anello; il più delle volte è, invece, necessario esercitare una contropressione con una pinza da cornea che afferra il bulbo in cornea paralinguare (meglio se in corrispondenza di una piccola incisione superficiale per migliorare la presa). Quando l'anello è stato sospinto per circa 2/3, lo si fa progredire spingendolo con l'aiuto di un uncino di Sinskey (Duckworth & Kent 6.251) (Fig. 5.6) sino a lasciare oltre 1 mm di spazio libero tra la coda del segmento e il corrispondente labbro dell'incisione.

- Impianto del secondo segmento.
- Lavaggio del tunnel con soluzione antibiotica.
- Sutura con nylon 10/0 (stringere bene il punto), infossamento del punto.

**5.5 Indicazioni**

**MIOPIA LIEVE O MODERATA**

La prima indicazione all'uso degli ICR è stata la miopia di grado lieve-moderata; trattandosi di una metodologia ad-



ditiva di correzione, può essere presa in considerazione in pazienti miopi con cornee sottili o con sospetta o accertata ectasia della superficie posteriore.

La correzione della miopia mediante l'impianto di ICR rappresenta sicuramente la procedura con il *follow-up* più lungo. Il differente spessore degli anelli permette la correzione di miopie in un *range* compreso fra 1 e 4,5 diottrie.

Uno studio multicentrico condotto negli Stati Uniti, comprendente 450 pazienti, ha verificato l'efficacia, la predittività, la sicurezza e la stabilità di questa procedura chirurgica con risultati a lungo termine estremamente incoraggianti. Nel 1999 l'FDA ha approvato l'utilizzo di questi dispositivi per la correzione di miopie comprese fra 1 e 3 diottrie.

## CHERATOCONO

Le indicazioni ad impianto di INTACS sono rappresentate da:

- deterioramento del visus non migliorabile con occhiale e neppure con lenti a contatto;
- cornea centrale trasparente;
- spessore corneale di almeno 450 micron nella sede di incisione (almeno 350 micron centrali);
- cheratoplastica come unica possibilità alternativa per migliorare il visus.

Le indicazioni ad impianto di INTACS SK sono rappresentate dalle stesse appena elencate ma con:

- K superiore a 55 D.

Nel caso del cheratocono, tutti gli studi

dimostrano riduzione della curvatura corneale, aumento della tollerabilità delle lenti a contatto e incremento di visus naturale e corretto con i seguenti obiettivi:

- *Primario*: ripristinare la tollerabilità alla lente a contatto e ritardare il ricorso al trapianto.
- *Secondario*: può essere di aiuto nella transizione da l.a.c. rigide a l.a.c. morbide o migliorare il visus con occhiale.
- *Aspettative realistiche*: non elimina occhiali o l.a.c.; non ritarda la progressione; può non avere beneficio; può anche peggiorare la visione.

## ALTRE INDICAZIONI

Sono rappresentate dagli esiti di chirurgia refrattiva (PRK, LASIK, esiti di chirurgia incisionale) quali ipocorrezioni, regressioni, decentramenti, ectasie periferiche soprattutto in caso di insufficiente tessuto residuo per applicare un'ulteriore procedura sottrattiva.

### 5.6 Controindicazioni

Cornea di spessore inferiore a 450 m nella sede di incisione.

Malattie del collagene o patologia del sistema immunitario.

Gravidanza o allattamento.

Patologie corneali come erosioni recidivanti o distrofie corneali.

Terapia con amiodarone, isotretinoin, sumatriptan.

450 μm?



## 5.7 Indicazioni per l'uso. I nomogrammi di Swanson<sup>(18)</sup>

Nomogramma III (Tab. 5.III).

Nomogramma I (Tab. 5.IV).

Nomogramma II (Tab. 5.V).

## 5.8 Casi particolari

### REGRESSIONE DOPO LASIK

Nella nostra esperienza abbiamo trattato con impianto di INTACS 8 pazienti precedentemente sottoposti a LASIK che avevano presentato nel tempo o una regressione o un'ectasia. In una paziente (Fig. 5.7) sottoposta dieci anni prima a

LASIK miopia<sup>(19-21)</sup> con microcheratomo e che aveva sviluppato una regressione di -4 diottrie, abbiamo effettuato un impianto simmetrico (taglio anulare 6,6-7,4 mm; 400 micron di profondità; incisione a 90°) di due segmenti (temporale/nasale) da 0,450. L'intervento è stato eseguito il 1° dicembre 2006 dal Centro Oculistico Perone in diretta nel corso del Congresso SOI.

### SU RK

In un paziente precedentemente sottoposto a cheratotomia radiale (Fig. 5.8), abbiamo effettuato un impianto di INTACS (simmetrico, temporale/nasale,

Tabella 5.III

### INTACS: NOMOGRAMMA DI SWANSON PER MIOPIA ED ECTASIA POST LASIK

Spessore INTACS (mm)	Correzione predittiva nominale	Correzione predittiva media (D)
0,210 mm	-0,75 D	-0,500 a -0,875 D
0,230 mm	-1,00 D	-1,000 a -1,125 D
0,250 mm	-1,30 D	-1,250 a -1,500 D
0,275 mm	-1,70 D	-1,625 a -1,750 D
0,300 mm	-2,00 D	-1,875 a -2,125 D
0,325 mm	-2,30 D	-2,250 a -2,500 D
0,350 mm	-2,70 D	-2,625 a -2,750 D
0,375 mm	-3,00 D	-2,875 a -3,125 D
0,400 mm	-3,40 D	-3,250 a -3,500 D
0,425 mm	-3,70 D	-3,625 a -3,875 D
0,450 mm	-4,10 D	-4,000 a -4,250 D

Note: I segmenti con spessore 0,210 mm, 0,230 mm, 0,375 mm, 0,400 mm, 0,425 mm e 0,450 mm non hanno ricevuto l'approvazione FDA negli Stati Uniti.

International Use: Myopia nomogram (spherical equivalent) same size Intacs for post Lasik Ectasia.

Tabella 5.IV

**NOMOGRAMMA DI SWANSON PER CHERATOCONO CENTRALE  
(IL 50% DELL'ECTASIA POSTERIORE È COMPRESO NEI 3 mm CENTRALI)\***

Equivalente sferico	Spessore INTACS	Note:
+1,00 a -2,00	0,250 mm	<i>Se lo spessore corneale è &gt;500 micron utilizzare il segmento di spessore superiore</i>
-2,00 a -3,00	0,300 mm	
-3,00 a -4,00	0,350 mm	
-4,00 a -5,00	0,400 mm*	
-5,00 e superiore	0,450 mm*	

\*Altre indicazioni: ectasia post-Hex, post RK (cheratotomia radiale) e post-AK (cheratotomia arcuata); cornea instabile post chirurgia incisionale.

Note: Pazienti con pupilla di diametro superiore a 7 mm devono essere informati circa la possibilità di insorgenza di disturbi come glare o aloni.

Tabella 5.V

**NOMOGRAMMA DI SWANSON PER CHERATOCONO ECCENTRICO  
(IL 50% DELL'ECTASIA POSTERIORE ESTERNO AI 3 mm CENTRALI)\*\***

Equivalente sferico	Spessore INTACS inferiore	Spessore INTACS superiore
+1,00 a -2,00	0,250 mm	0,300 mm
-2,00 a -3,00	0,250 mm	0,350 mm
-3,00 a -4,00	0,300 mm	0,400 mm*
-4,00 e -5,00	0,300 mm	0,450 mm*
-5,00 e superiore	0,350 mm	0,450 mm*

manca la nota relativa all'asterisco

\*\*Altre indicazioni: degenerazione marginale pellucida o "pellucid like".



Fig. 5.7

INTACS in una regressione miopica post LASIK.

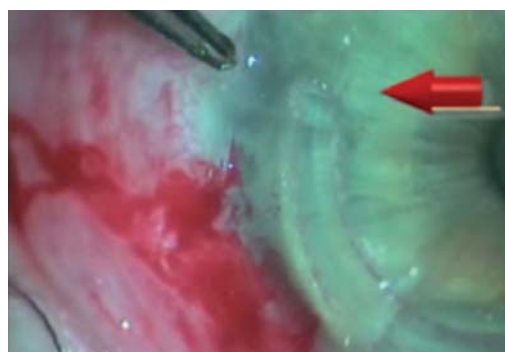


Fig. 5.8

INTACS dopo cheratotomia radiale: la freccia indica la desiscenza di uno dei tagli nel corso dell'impianto di INTACS.

incisione superiore) per correggere una regressione miopica.

La complicanza intraoperatoria è stata la deiscenza parziale di uno dei tagli.

Non si è avuta perdita di camera ed è stato possibile far progredire l'intero segmento sino al termine della tasca.

**ACCORCIAMENTO**

In un paziente (*Figg. 5.9-5.12*) che, dopo un impianto per cheratocono (simme-

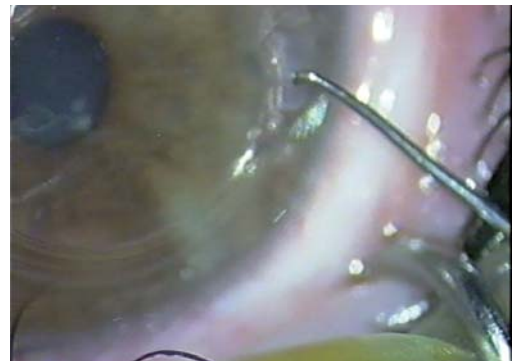
trico, superiore/inferiore, incisione temporale) aveva sviluppato una malacia areolare in corrispondenza della sede di incisione, abbiamo effettuato:

- revisione dell'incisione;
- estrazione parziale dei due segmenti;
- accorciamento con forbice;
- reinserimento di ciascun segmento sino al *cul de sac* della tasca;
- sutura di ciascuna tasca nel punto appena prossimale al segmento tagliato in modo da lasciare libera la zona malacica.



**Fig. 5.9**

*INTACS: area di malacia.*



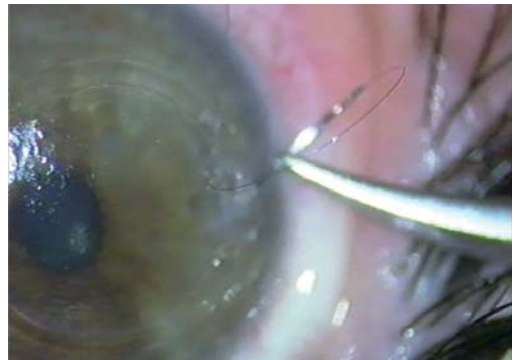
**Fig. 5.10**

*INTACS accorciamento: estrazione di un anello con l'uncino.*



**Fig. 5.11**

*INTACS accorciamento: resezione con forbici.*



**Fig. 5.12**

*INTACS accorciamento: punto di sutura.*

## 5.9 Conclusioni

In una tecnica di microchirurgia, sembra ovvio preferire l'impiego di una tecnologia che consenta maggiori affidabilità e ripetibilità, e riduca le potenziali complicanze.

Nel caso dell'impianto di INTACS con laser a femtosecondi, le nostre considerazioni per creare le tasche di impianto per anelli intrastromali sono le seguenti:

- Vantaggi:*
- sostanziale eliminazione delle complicanze del taglio lamellare;
  - procedura rapida;
  - immediata ripetibilità in caso di interruzione;
  - versatilità nell'impostazione dei parametri;

- possibilità di effettuare un perfezionamento della centratura attraverso una regolazione dalla consolle;
- corrispondenza degli impianti alla programmazione della procedura (*Figura Pentacam INTACS 1*) - chirurgo più sicuro, paziente più soddisfatto;
- procedura efficace nel cheratocono (aumenta la tollerabilità alla I.a.c., migliora UCVA e BCVA)
- a 6 mesi UCVA e BCVA migliori con IL;
- a 6 mesi 17/20 (85% dei pazienti) sono soddisfatti del visus raggiunto con occhiali o I.a.c. e tollerano I.a.c.

*Svantaggi:*

- costo iniziale;
- ingombro e "non trasportabilità";
- dipendenza dalla tecnologia.

manca la figura

Occorrerebbe verificare l'esattezza dei 5 punti dell'elenco evidenziati in rosso, poiché sull'originale non è chiara la loro suddivisione.

**Bibliografia**

1. Schanzlin DJ, Asbell PA, Burris TE, Durrie DS. The intrastromal corneal ring segments. Phase II results for the correction of myopia. *Ophthalmology* 1997;104:1067-1078.
2. Twa MD, Karpecki PM, King BJ, Linn SH, Durrie DS, Schanzlin DJ. One-year results from the phase III investigation of the KeraVision Intacs. *J Am Optom Assoc* 1999;70(8):515-524.
3. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000 Aug;26(8):1117-1122.
4. Boxer Wachler BS, Christie JP, Chandra NS, Chou B, Korn T, Nepomuceno R. Intacs for keratoconus. *Ophthalmology* 2003 May;110(5):1031-1040.
5. Siganos CS, Kymionis GD, Astyrakakis N, Pallikaris IG. Management of corneal ectasia after laser in situ keratomileusis with INTACS. *J Refract Surg* 2002 Jan-Feb;18(1):43-46.
6. Siganos CS, Kymionis GD, Kartakis N, Theodorakis MA, Astyrakakis N, Pallikaris IG. Management of keratoconus with Intacs. *Am J Ophthalmol* 2003 Jan;135(1):64-70.
7. Juhasz T, Loesel F, Kurtz RM, Horvath C, Mourou G. Femtosecond laser refractive corneal surgery. *IEEE Journal of Special Topics in Quantum Electronics* 1999;5:902-910.
8. Krueger RR, Marchi V, Gualano A, Juhasz T, Speaker M, Suárez C. Clinical analysis of the neodymium:YLF picosecond laser as a microkeratome for laser in situ keratomileusis. Partially Sighted Eye Study. *J Cataract Refract Surg* 1998 Nov;24(11):1434-1440.
9. Ratkay-Traub I, Ferincz IE, Juhasz T, Kurtz RM, Krueger RR. First clinical results with the femtosecond neodymium-glass laser in refractive surgery. *J Refract Surg* 2003 Mar-Apr;19(2):94-103.
10. Perone G. Il laser a femtosecondi - parte prima. *La Voce AICCCER* 2007;1:36-41.
11. Perone G. Il laser a femtosecondi - parte seconda. *La Voce AICCCER* 2007;1:42-48.
12. Slade SG. Application for the femtosecond laser in corneal surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2007 Jul;18(4):338-341.
13. Sikder S, Snyder RW. Femtosecond laser preparation of donor tissue from the endothelial side. *Cornea* 2006 May;25(4):416-422.
14. Hoffart L, Proust H, Matonti F, Catanese M, Conrath J, Ridings B. Femtosecond-assisted anterior lamellar keratoplasty. *J Fr Ophthalmol* 2007 Sep;30(7):689-94.
15. Knorz M. First European Experience with the 4<sup>th</sup> Generation IntraLase FS Laser. ESCRS meeting - 2006 9-12 September.
16. <http://www.swannkeratoconus.com/main/mtech.html>
17. INTACS Corneal Implants. International Surgeon Training Manual; Cap. 6, pag 2.
18. <http://www.swannkeratoconus.com/main/mnoms.html>
19. Alió J, Salem T, Artola A, Osman A. Intracorneal rings to correct corneal ectasia after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2002 Sep;28(9):1568-1574.
20. Durrie DS, Vande Garde TL. LASIK enhancements. *Int Ophthalmol Clin* 2000;40(3):103-110.
21. Fleming JF, Lovisolo CF. Intracorneal stromal ring segments in a patient with previous laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg* 2000;16(3):365-367.

