

Mocciardini Emanuele

Introduzione

Le lenti a geometria inversa trovano il loro impiego nell'ortocheratologia, nelle applicazioni post chirurgia corneale e, in alcuni casi, vengono progettate per ottenere maggiore stabilità della lente in situ anche su cornee regolari. Queste tecniche applicative in contattologia richiedono la necessità di una maggiore conoscenza delle dinamiche biomeccaniche nell'interazione tra una lente a contatto RGP e la morfologia corneale. Il presente lavoro si pone l'obiettivo di valutare l'influenza del TLT a fine zona ottica sul modellamento corneale. A tale scopo, l'effetto specifico dello sforzo meccanico indotto da TLT in lenti a geometria inversa è stato valutato mediante la topografia corneale. Queste informazioni sono poi state completate dalla misura del movimento della lente con la lampada a fessura (LAF), al fine di verificare se l'aumento progressivo di TLT possa influenzare la dinamica della lente in situ migliorandone la stabilità.

Metodologia e materiale utilizzato

L'ampiezza del campione è stata limitata a 5 soggetti per riuscire a garantire ai partecipanti allo studio la disponibilità e il tempo necessario per i controlli periodici previsti. La durata dello studio è stata di un mese poiché ai soggetti è stato chiesto di indossare 4 coppie di lenti, ognuna per una settimana e senza interruzione tra l'una e l'altra. Nella durata dello studio non è stato tenuto conto del tempo necessario alla progettazione, alla verifica e al perfezionamento delle applicazioni.

I criteri di inclusione per la selezione dei soggetti sono stati i seguenti:

- acuità visiva di ricognizione $\geq 0,00$ LogMAR
- differenza di sagittale, misurata a 8 mm di diametro, tra raggio corneale piatto e stretto $\leq 30 \mu\text{m}$
- astigmatismo corneale secondo regola $\leq 1,50$ D
- idoneità al porto delle lenti a contatto

Il lavoro di tirocinio è stato svolto presso la clinica di optometria e contattologia dell'Università degli Studi Milano-Bicocca. Sono una LAF con sistema di acquisizione di immagini e video, il topografo corneale Modì (CSO), l'ottotipo a proiezione a progressione logaritmica, stripes di fluoresceina sodica da 1 mg e la CCLRU come grading scales. Gli esami svolti rispettavano il seguente schema:

- Esame preliminare per verificare l'idoneità alla partecipazione allo studio
- Esame finale per ogni lente applicata

Prima di svolgere l'esame preliminare è stato chiesto ai soggetti portatori di lenti a contatto morbide di sospendere l'uso per almeno 24 ore. Durante l'esame preliminare è stata svolta l'anamnesi dei soggetti e somministrato il questionario Mcmonnies per rilevare eventuale sintomatologia soggettiva, esaminato il film lacrimale dei partecipanti ed effettuata l'osservazione in biomicroscopia del segmento anteriore. Infine, è stato analizzato con il topografo il profilo della cornea, eseguendo 8 topografie per occhio. L'esame preliminare è stato completato eseguendo la pupillometria, la refrazione e testando l'acuità visiva di ricognizione dei soggetti con la miglior correzione.

Sono state consegnate 4 coppie di lenti a ciascun soggetto e il sistema di manutenzione, dopo aver verificato il fitting delle lenti. Le 4 coppie di lenti avevano una geometria pentacurva non coassiale con le seguenti caratteristiche:

- R_0 coincide con il raggio corneale piatto (R_f), misurato a 8 mm di diametro.
- L'asfericità di R_0 sul meridiano piatto e stretto della lente modulata per ottenere il TLT centrale e a fine zona ottica desiderato (come da progetto in figura 1).
- $\varnothing_0=6,40\text{mm}$
- $\varnothing_t=9,50\text{ mm}$
- Allineamento torico
- Zona ottica frontale torica

Il TLT a fine zona ottica è stato variato da 0 μm a 30 μm mediante l'aumento dell'asfericità della zona ottica.

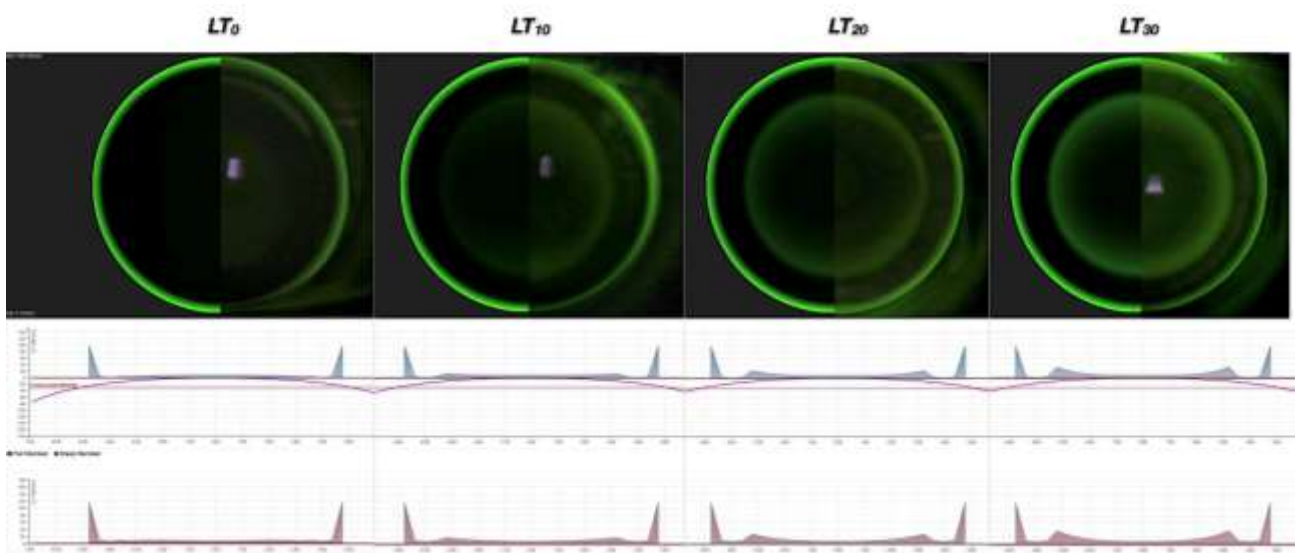


Figura 1. In alto il quadro fluorescintico simulato (sinistra) e reale (destra). In basso profilo lacrimale delle lenti ottenuto con RGP designer (LT =fine zona ottica)

L'esame finale è stato svolto dopo una settimana di porto delle lenti per almeno 5 ore al giorno. Nell'esame finale è stata prevista una fase preliminare in cui è stato chiesto al paziente di riferire se fossero sorte delle problematiche durante la settimana di porto e se avesse percepito una sensazione di bagliore e alterazione della visione una volta rimosse le lenti ed indossata l'eventuale correzione con occhiali in uso. In seguito, sono state rivalutate in LAF le lenti sia senza che con la fluoresceina, sono state eseguite 8 topografie per occhio alla rimozione delle lenti ed è stato effettuato un controllo del segmento anteriore post applicazione. Nel protocollo dell'esame finale, dopo la fase preliminare, è stata dunque prevista un'iniziale valutazione della lente in LAF, in cui la prima misura effettuata è stata quella del movimento della lente ed è stata svolta utilizzando la fessura orizzontale posta al

limbus e l'ampiezza è stata regolata in base all'escursione massima e minima della lente all'ammiccamento del soggetto (fig. 2); la differenza tra l'escursione massima e minima rappresentava il movimento della lente. Inoltre, è stata analizzata la centratura della lente sulla cornea e successivamente è stato valutato, dopo l'instillazione della fluoresceina, il ricambio lacrimale e il quadro fluoresceinico. Infine, si è passati alla rimozione delle lenti e all'esecuzione delle topografie.



Figura 2. Movimento lente

Una volta effettuate le acquisizioni sono state analizzate le topografie sia in modo qualitativo che quantitativo. Per quanto riguarda l'analisi qualitativa delle 8 topografie acquisite, è stata selezionata quella che aveva il valore più simile alla media dei raggi piatto e stretto e fattore di forma (p) misurati a 8 mm. Si sono dunque prese le mappe tangenziali pre-applicazione delle lenti, quelle successive ad ogni applicazione e quelle dopo la sospensione, di una settimana, del porto delle lenti a fine analisi. Le mappe tangenziali sono state messe a confronto con quella pre-applicativa e sono state elaborate dal topografo le mappe differenziali. L'analisi quantitativa delle topografie prevedeva l'estrapolazione dei seguenti dati: SIMK piatto e stretto con il relativo cilindro e asse, gli indici cheratorefrattivi, i raggi corneali con l'asse e p misurati a 8 mm e il valore di RMS dell'aberrazioni corneali di coma, sferica e di alto ordine ai diametri pupillari di 3, 4,5 e 6 mm stabiliti in base al valore minimo, massimo e medio del diametro pupillare dell'intero campione. Sono stati analizzati i valori del movimento delle lenti, centratura e sono stati registrati i casi in cui è stata riferita la sensazioni soggettiva di bagliore dopo l'uso delle lenti.

Risultati

Il campione analizzato è composto da 5 soggetti, di cui 2 portatori di lenti a contatto morbide disposable, di età compresa tra 21 e 22 anni, con un'acuità visiva di ricognizione superiore a 0,00 LogMAR ed errore refrattivo medio di $-1,11 \text{ D} \pm 1,79 \text{ D}$. Il punteggio medio del questionario McMonnies è di 7 ± 3 e i punteggi delle condizioni analizzate (iperemia congiuntivale, limbare e palpebrale, staining corneale e congiuntivale e rugosità palpebrale) con scala CCLRU non superavano il grado 2.

Per poter valutare quantitativamente l'influenza del TLT a fine zona ottica sulla cornea, sono state analizzati i SIMK, che danno una descrizione del potere corneale medio della zona ottica, gli indici cheratorefrattivi, che descrivono la forma della superficie ed eventuali irregolarità corneali e i raggi corneali con il relativo fattore di forma (P), utili per la progettazione di lenti. Nei grafici sono riportati solamente i risultati che hanno mostrato variazioni clinicamente significative.

I risultati mostrano come vi sia una diminuzione del valore diottrico dei SIMK dopo l'utilizzo delle lenti LT₂₀ e LT₃₀; per le lenti LT₃₀ la diminuzione media registrata è pari a 0,58 D per SIMK1 e 0,49 D per SIMK2 (fig. 3).

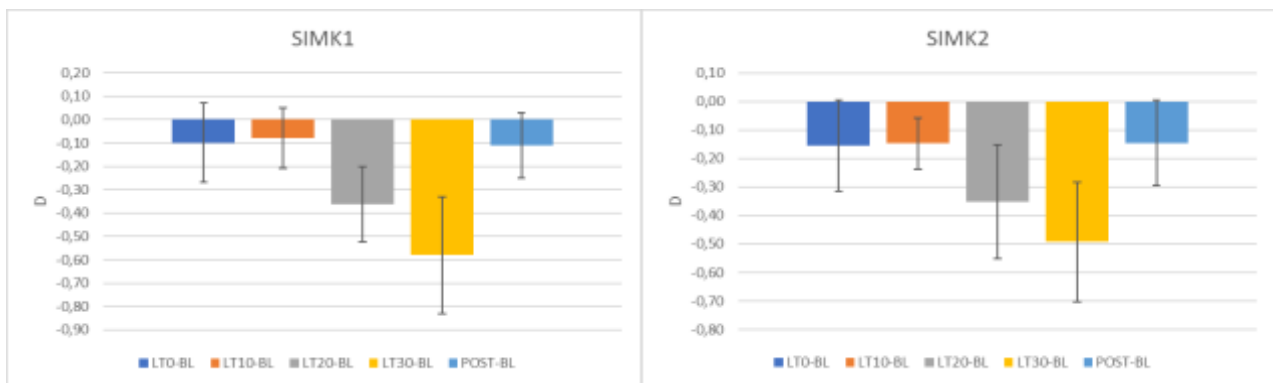


Figura 3. Grafici SIMK1 e SIMK2

Degli indici cheratorefrattivi, solo tra valori di aberrazione sferica longitudinale (LSA), P e potere medio pupillare (MPP), si trova una relazione con il TLT. I primi due aumentano all'aumentare del TLT, mentre l'ultimo diminuisce all'aumentare del TLT, raggiungendo la variazione massima a LT₃₀; per LSA è di $0,32 \text{ D} \pm 0,15 \text{ D}$ ($M \pm DS$), per P è di $0,17 \pm 0,09$, MPP è di $-0,56 \text{ D} \pm 0,17 \text{ D}$ (fig. 4).

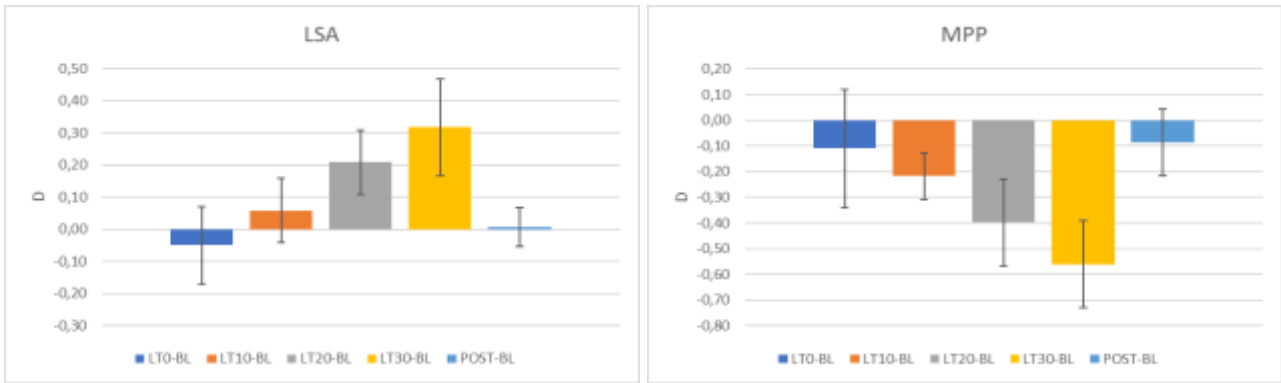


Figura 4. Grafici LSA, P e MPP

I dati dei raggi corneali piatti R_f e stretti R_s a 8 mm mostrano un appiattimento rilevante da LT_{20} e con valori per LT_{30} di $0,09 \text{ mm} \pm 0,04 \text{ mm}$ per il raggio piatto e di $0,10 \text{ mm} \pm 0,04 \text{ mm}$ per il raggio stretto (fig. 5). Per p a 8 mm vi è un aumento all'aumentare di LT , con la variazione maggiore a LT_{30} pari a $0,12 \pm 0,05$.

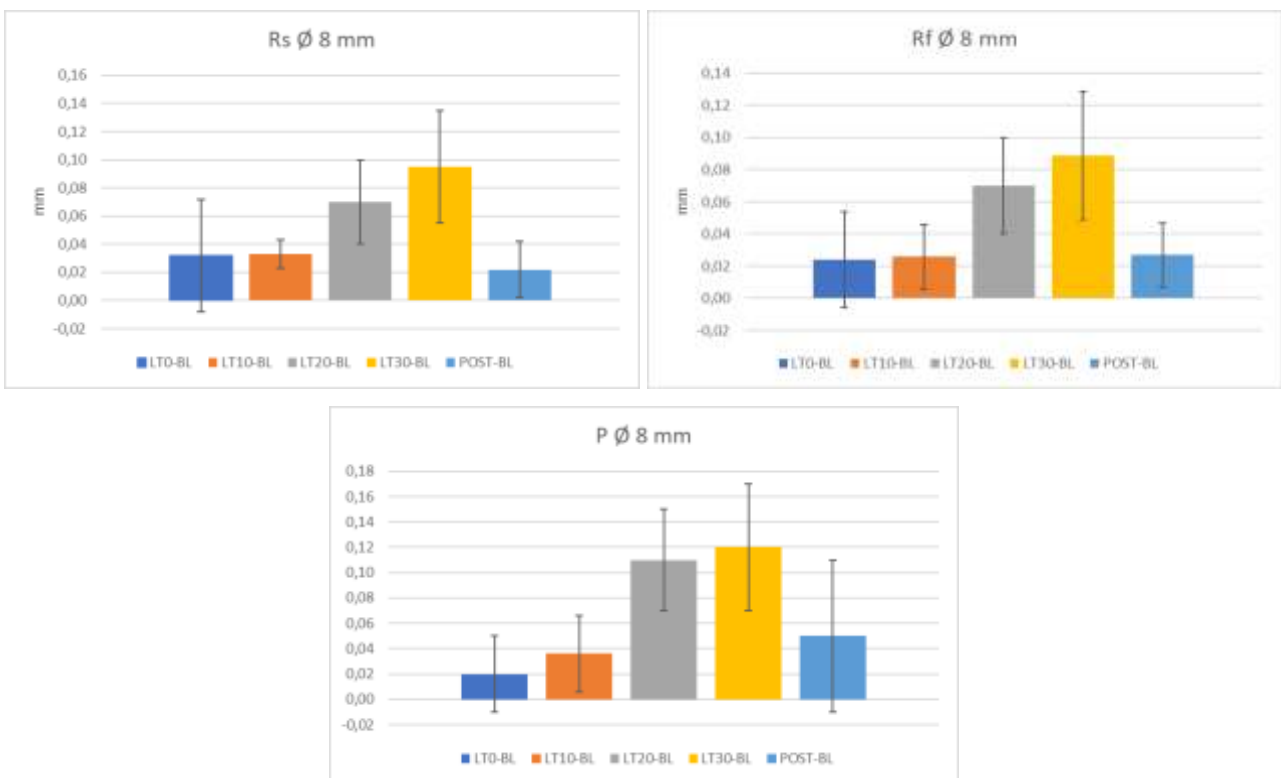


Figura 5. Grafici raggio piatto e stretto

Infine, sono stati analizzati i dati dei quadri aberrometrici, con la rappresentazione OPD (optical patch difference), ai diametri pupillari di 3 mm, 4,5 mm e 6 mm. Ai diametri di 3 mm e 4,5 mm le aberrazioni rimangono pressoché invariate mentre a 6 mm solamente l'aberrazione sferica aumenta

con l'aumentare del TLT raggiungendo il valor medio massimo a LT₃₀ pari a $0,34 \mu\text{m} \pm 0,09 \mu\text{m}$ (fig.6).

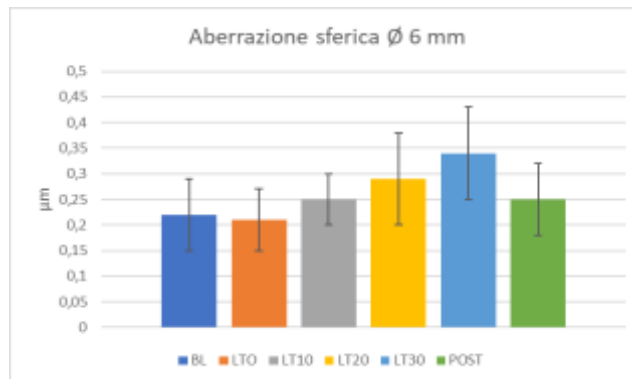


Figura 6. Grafico aberrazione sferica a Ø 6 mm

Il profilo corneale è stato analizzato qualitativamente con il confronto delle mappe tangenziali, utilizzando la scala di Klyce, nelle varie condizioni. Le mappe tangenziali riportate mostrano il formarsi del ginocchio ortokeratologico in zona paracentrale della cornea, maggiormente evidente a LT₃₀.

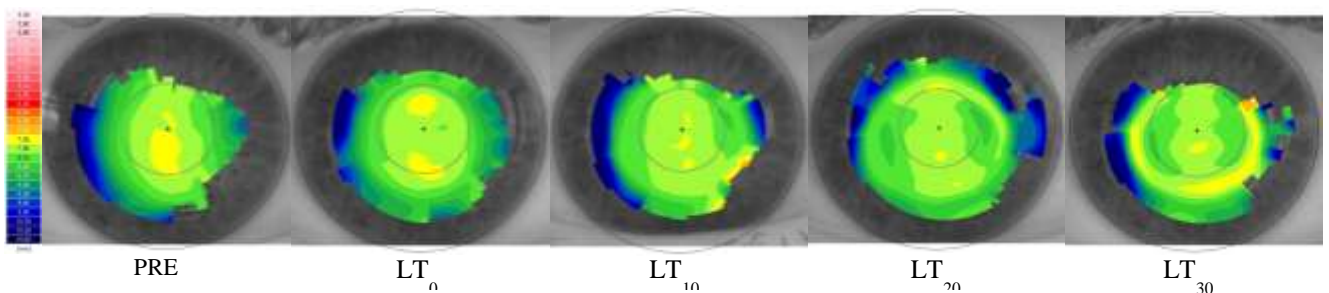


Figura 7. Mappe tangenziali di un soggetto

L'ultimo aspetto valutato è stato quello della dinamica in cui è evidente come il movimento si riduca all'aumentare del TLT.

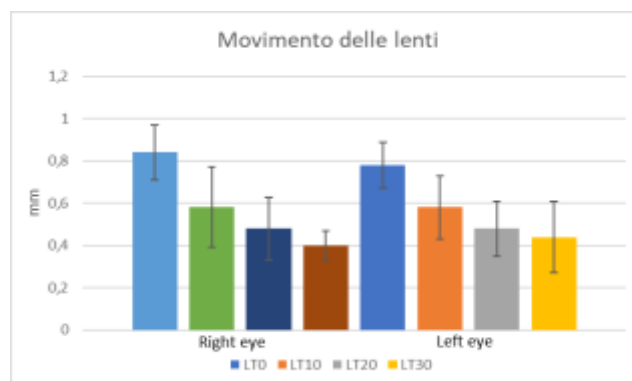


Figura 8. Grafico movimento delle lenti

CONCLUSIONI

Dai risultati si riscontra che i valori di LSA, P, MPP e di aberrazione sferica misurata a 6 mm di diametro varino proporzionalmente con l'aumentare del TLT raggiungendo la variazione massima per le lenti LT₃₀; mentre per i raggi corneali misurati a 8 mm di diametro e i SIMK si è riscontrata una variazione clinicamente significativa con la lente LT₃₀. Inoltre, considerando l'unico dato soggettivo analizzato, l'80% del campione ha percepito una sensazione di bagliore con la lente LT₃₀, riconducibile all'aumento, seppur contenuto, dell'aberrazione sferica e alla variazione dei SIMK ottenuti all'aumentare del TLT a fine zona ottica modulando l'asfericità della lente. L'altro aspetto preso in analisi è la dinamica che varia solamente se consideriamo il movimento, all'incirca dimezzato per le lenti LT₂₀ e LT₃₀; mentre per la centratura non si sono ottenute differenze clinicamente rilevanti tra una lente e l'altra.

I risultati quantitativi, supportati dall'analisi qualitativa delle mappe topografiche e dai sintomi soggettivi emersi, consentono di concludere che si ottiene un modellamento rilevante, nella zona paracentrale, con almeno 30 µm di spessore lacrimale a fine zona ottica. Si deve però tenere in considerazione che, con il TLT a 30 µm, nonostante il raggio della zona ottica sia stato scelto pari al raggio corneale si è riscontrato un appiattimento dei SIMK che può aver variato la rifrazione dei soggetti di circa mezza diottria. Si può affermare anche che la geometria inversa non sembra essere la soluzione più efficace nella risoluzione del decentramento di una lente corneale, ma è possibile utilizzarla qualora si avesse la necessità di limitare il movimento della lente ed avere quindi maggior stabilità. Inoltre, il valore di TLT di 30 µm può essere considerato, nella progettazione di lenti a geometria inversa per applicazioni post chirurgia refrattiva, su cheratocono e su cornee regolari, come il limite a cui tenersi al di sotto per non modellare la cornea; mentre nelle applicazioni di ortokeratologia come il valore minimo per ottenere un modellamento corneale (tenuto conto dei modelli di Mountford¹).

È doveroso sottolineare alcune limitazioni dello studio che sono la ridotta ampiezza del campione preso in esame e la scelta di non misurare la rifrazione e la sensibilità al contrasto. Il seguente studio può essere dunque considerato come lavoro pilota per approfondimenti futuri legati al modellamento corneale controllato, in relazione ai recenti sviluppi nel campo delle geometrie per lenti RGP corneali

¹ Mountford, J., Ruston, D., & Dave, T. (2004). *Orthokeratology: principles and practice*. Butterworth-Heinemann Medical.

incluso il trattamento in ortocheratologia e nella gestione dei quadri aberrometrici corneali post trattamento.