



Istituto di Ricerca
e di Studi in Ottica
e Optometria

IL RAPPORTO FRA ABERRAZIONI E ABILITÀ VISIVE IN PAZIENTI SOTTOPOSTI A TRATTAMENTO ORTOCHERATOLOGICO

Candidato: Eleonora Busacca

Relatore: Laura Boccardo

Anno di discussione: 2014/2015

INDICE

ABSTRACT	3
KEYWORDS.....	4
INTRODUZIONE.....	4
1. MATERIALI E METODI.....	6
1.1 Soggetti.....	6
1.2 Lenti.....	6
1.3 Acuità visiva a basso contrasto.....	8
1.4 Sensibilità al contrasto.....	8
1.5 Aberrazioni.....	8
1.6 Abilità di lettura.....	10
2. RISULTATI.....	10
3. DISCUSSIONE.....	19
4. CONCLUSIONI.....	22
RINGRAZIAMENTI.....	23
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	24

ABSTRACT

Obiettivo: Valutare la relazione tra le abilità visive e le aberrazioni, in occhi sottoposti al trattamento ortocheratologico.

Metodi: Lo studio è stato condotto su 14 occhi di 7 pazienti sottoposti ad ortocheratologia. I pazienti avevano un'età compresa tra i 20 e i 23 anni, con un range di miopia da 0,75 a 4,25 D. Le aberrazioni e le abilità visive sono state determinate prima, dopo una settimana e dopo un mese di trattamento. Per valutare le abilità visive sono state misurate l'acuità visiva a basso contrasto, la sensibilità di lettura con il Pelli-Robson e l'abilità di lettura con le tavole di Radner. Mentre per le aberrazioni sono state misurate quelle oculari e quelle corneali.

Risultati: Dopo un mese di trattamento la refrazione di tutti i pazienti ha subito una significativa diminuzione. Si ha un aumento significativo della UCVA (acuità visiva non corretta) da $0,43 \pm 0,38$ D di base a $-0,26 \pm 0,05$ D. Inoltre le aberrazioni totali e quelle di basso ordine sono diminuite, mentre le aberrazioni di alto ordine, coma e aberrazione sferica, sono aumentate, così come il totale meno il defocus.

L'acuità visiva a basso contrasto e la sensibilità al contrasto sono diminuite.

Mettendo in relazione l'aberrazione totale e l'acuità visiva a basso contrasto dopo un mese di trattamento otteniamo una correlazione significativa.

Al contrario non otteniamo una correlazione positiva mettendo a confronto le aberrazioni totali e quelle di alto ordine con l'ammontare della miopia.

L'abilità di lettura non varia in modo significativo dopo il trattamento, questo significa che l'ortocheratologia non la influenza.

Conclusioni: Dopo il trattamento ortocheratologico, si osserva una lieve diminuzione di sensibilità al contrasto e acuità visiva a basso contrasto. Inoltre, nonostante si sia verificato un aumento delle aberrazioni di alto ordine, queste non hanno avuto un effetto negativo né sull'acuità visiva ad alto contrasto e nemmeno sui parametri, come la sensibilità al contrasto, l'acuità visiva a basso contrasto e le abilità di lettura.

KEYWORDS

Aberrazioni, abilità di lettura, ortocheratologia, sensibilità al contrasto.

INTRODUZIONE

L'ortocheratologia è una tecnica refrattiva che prevede l'applicazione programmata di lenti a contatto che permettono di correggere un difetto visivo durante la notte, permettendo di vedere bene ad occhio nudo, senza l'ausilio di occhiali da vista o lenti a contatto. Questo è reso possibile all'azione della particolare geometria di lenti, la superficie anteriore della cornea subisce un rimodellamento morfologico che permette la compensazione dell'ametropia oculare.

Si tratta di un trattamento reversibile, ciò significa che basta interrompere l'uso delle lenti a contatto, che l'occhio, in breve tempo, ritornerà nelle sue condizioni iniziali. (Calossi, 2004)

Il trattamento ortocheratologico porta all'insorgenza di fenomeni ottici (aberrazioni oculari) che possono impoverire le performance visive, in particolare verso la sera. Diversi sono i fattori che innescano un maggior numero di aberrazioni totali nel corso del trattamento ortocheratologico. Le aberrazioni di elevato ordine più comuni, che insorgono dopo il trattamento ortocheratologico, sono quelle di terzo e quarto ordine rispettivamente coma e aberrazione sferica. (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al., 2007).

Agire ai fini correttivi sull'ottica oculare soprattutto con sistemi più moderni dei "tradizionali" occhiali, come le lenti a contatto o la chirurgia refrattiva può influenzare la funzione della sensibilità al contrasto. L'ortocheratologia riduce la funzione della sensibilità al contrasto per via dell'insorgenza delle aberrazioni di alto ordine.

Diversi studi riportano che la chirurgia refrattiva porta ad un aumento delle aberrazioni oculari di alto ordine e ad una diminuzione della sensibilità al contrasto. (Mannins, Zadnik, Johnoso et al., 1988) (Carr, Stulting, Sano et al., 1998). Spesso la chirurgia refrattiva produce ottimi risultati in termini di acuità visiva, ma la qualità visiva che i pazienti riportano è scarsa, questo si verifica soprattutto in condizioni di ridotto contrasto (visione notturna). La riduzione della sensibilità al contrasto è influenzata dalla tipologia di ablazione laser, dall'aumento dell'oblatura indotta sul profilo corneale nel caso di trattamenti miopici, dal più alto grado di miopia e dall'induzione di aberrazioni di alto ordine. (Fossetti, Rossetti, Zeri, 2012)

Lo scopo di questo studio è quello di approfondire il rapporto fra aberrazioni e abilità visive (sensibilità al contrasto e abilità di lettura) in pazienti sottoposti a trattamento ortocheratologico.

Questo perchè le aberrazioni provocano una riduzione della qualità dell'immagine retinica producendo una minore qualità visiva del paziente. In particolare indagheremo su come variano le aberrazioni, la funzione della sensibilità al contrasto e l'abilità di lettura dopo il trattamento ortocheratologico e se fra di esse esiste un particolare rapporto.

Studieremo quali sono le aberrazioni indotte dall'ortocheratologia, indagando sui fattori che accentuano la loro comparsa, riducendone gli effetti benefici del trattamento e cercheremo di capire se l'insorgenza di queste aberrazioni sia collegata con la diminuzione della funzione della sensibilità al contrasto.



1.MATERIALI E METODI

1.1 Soggetti

In questo studio sono stati esaminati 14 occhi di 7 soggetti (3 donne e 4 uomini).

Questi soggetti sono stati selezionati in base ad un criterio di inclusione: età compresa tra i 20 e i 25 anni, una miopia compresa tra 0,75 e 6,00 D, astigmatismo secondo regola di natura corneale fino ad 1,50 D, una buona acuità visiva con la propria correzione e non presentano malattie oculari.

I nostri soggetti presentavano un range di età tra i 20 e i 23 anni, acuità visiva con correzione compresa tra 16/10 e 20/10, miopia compresa tra 0,75 e 4,25 D. Tutti i soggetti non avevano mai avuto una passata esperienza con lenti a contatto per ortokeratologia.

Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad esame oculare che comprendeva, acuità visiva naturale e abituale, refrazione, cheratometria, topografia corneale, aberrometria, test della funzione della sensibilità al contrasto e abilità di lettura.

Tutte queste misure sono state effettuate prima, dopo una settimana e dopo un mese dal trattamento.

DATI PAZIENTE					
NOME	ETA'	REFRAZIONE(D)		CHERATOMETRIA(mm)	
A. M.	22	OD	-3,25 cil -0,75 ax 30°	OD	8,00/7,75 a 95°
		OS	-3,25 cil -0,75 ax 155°	OS	8,00/7,80 a 110°
B. E.	22	OD	-3,50	OD	7,95/7,80 a 105°
		OS	-2,00 cil -0,25 ax 20°	OS	7,85/7,65 a 110°
C. C.	21	OD	-1,50	OD	8,00/7,95 a 100°
		OS	-1,25	OS	8,00/7,95 a 105°
M. F.	23	OD	-1,25 cil -1,25 ax 10°	OD	8,20/7,80 a 80°
		OS	-2,00 cil -0,75 ax 180°	OS	8,05/7,65 a 90°
R. F.	22	OD	-3,75 cil -1,00 ax 170°	OD	7,80/7,55 a 90°
		OS	-4,25 cil -0,50 ax 180°	OS	7,70/7,60 a 90°
S. E.	23	OD	-0,75	OD	7,90/7,75 a 90°
		OS	-1,00	OS	7,80/7,70 a 120°
V. M.	22	OD	-1,25	OD	7,90/7,75 a 105°
		OS	-1,25 cil -0,50 ax 165°	OS	7,90/7,65 a 75°

1.2 Lenti

Le lenti utilizzate per questo studio sono state le lenti ESA Ortho-6 (Esavision Technology). Queste lenti, a geometria inversa, sono costruite con sei curve e si sviluppano su un modello biconico, prodotte in Boston XO, materiale iper-gas-permeabile, che garantisce il massimo rapporto di

ossigeno ad occhi chiusi. (Calossi, 2004)

Per la scelta della lente si procede come per le RGP tradizionali (convenzionali), si basa sul valore K corneale e sull'effetto correttivo che si vuole ottenere. Nel nostro caso, per la prima lente selezionata, il raggio base è stato selezionato in base alla lettura cheratometrica e il potere in base alla refrazione. Durante il controllo in lampada a fessura la lente doveva risultare centrata, possedere un certo movimento e un buon pattern fluoresceinico.

Queste lenti modificano la forma della cornea, da prolata ad oblata in una sola notte e si può ottenere una visione di 10/10 per tutto il giorno dopo solo una settimana di utilizzo. Cambiare la curvatura della zona centrale della cornea (zona ottica) è lo stesso concetto che è alla base della procedura chirurgica. Nel caso di miopia occorre appiattire la zona ottica, nel caso di una ipermetropia bisogna incurvare la zona ottica e in caso di astigmatismo, occorre agire su i meridiani. (Calossi, 2004)

Una volta consegnate le lenti, il primo controllo viene effettuato la mattina successiva ,dopo la prima notte di porto. Quello che andiamo a controllare è come ha agito la lente durante la notte, facciamo la topografia corneale, il controllo in lampada a fessura e la refrazione.

PAZIENTI		DATI LENTI APPLICATE						
NOME	ETA'	RAGGIO NOMINALE(mm)		DIAMETRO(mm)		EFFETTO CORRETTIVO(mm)		
A. M.	22	OD	7,90	OD	10,80	OD	-3,50	
		OS	7,9	OS	10,80	OS	-3,50	
B. E.	22	OD	7,80	OD	10,40	OD	-3,25	
		OS	7,80	OS	10,40	OS	-1,75	
C. C.	21	OD	8,00	OD	10,80	OD	-1,50	
		OS	7,90	OS	10,80	OS	-1,50	
M. F.	23	OD	8,00	OD	10,80	OD	-2,00	
		OS	7,90	OS	10,80	OS	-1,50	
R. F.	22	OD	7,70	OD	10,80	OD	-3,75	
		OS	7,70	OS	10,80	OS	-3,75	
S. E.	23	OD	7,80	OD	10,80	OD	-0,75	
		OS	7,80	OS	10,80	OS	-1,00	
V. M.	22	OD	7,80	OD	10,80	OD	-1,25	
		OS	7,7	OS	10,80	OS	-2,00	

1.3 Acuità Visiva a Basso Contrasto

L'acuità visiva a basso contrasto è stata misurata con LCD (VISION CHART CSO) ad una distanza di 4 metri, sono state utilizzate lettere di Sloan con un contrasto fisso del 12,5 %, l'unica cosa che variava era la grandezza delle lettere. Ai soggetti veniva chiesto di leggere le lettere fino alla loro massima acuità visiva a basso contrasto. Questa misura è stata svolta prima in monoculare, poi in binoculare con una illuminazione ambientale uniforme.

1.4 Sensibilità al Contrasto

La sensibilità al contrasto con il Pelli-Robson è stata misurata mediante LCD (VISION CHART CSO) ad una distanza di 1 metro, sono state utilizzate lettere con contrasto variabile (decresce di 0,15 unità logaritmiche alla volta) e solita grandezza (1,50 logMAR). Ai soggetti veniva chiesto di leggere la schermata con le triplette di lettere, finchè non sbagliava almeno due lettere della tripletta. Questa misura è stata svolta prima in monoculare, poi in binoculare con una illuminazione ambientale uniforme.

1.5 Aberrazioni

I dati per le aberrazioni oculari sono stati presi con l'aberrometro (OSIRIS CSO). L'esame è stato svolto al buio in modo da avere un diametro pupillare di almeno 5 mm. Abbiamo misurato le aberrazioni oculari di alto e basso ordine, il totale e il totale meno il defocus. Le aberrazioni di basso ordine che comprendono la miopia e l'astigmatismo, mentre le aberrazioni di alto ordine, sono quelle di 3° e 4° ordine, ovvero il coma e l'aberrazione sferica.

I dati per le aberrazioni corneali sono stati presi con il topografo (SIRIUS CSO). Abbiamo misurato le varie componenti delle aberrazioni corneali: astigmatismo, coma, aberrazione sferica.

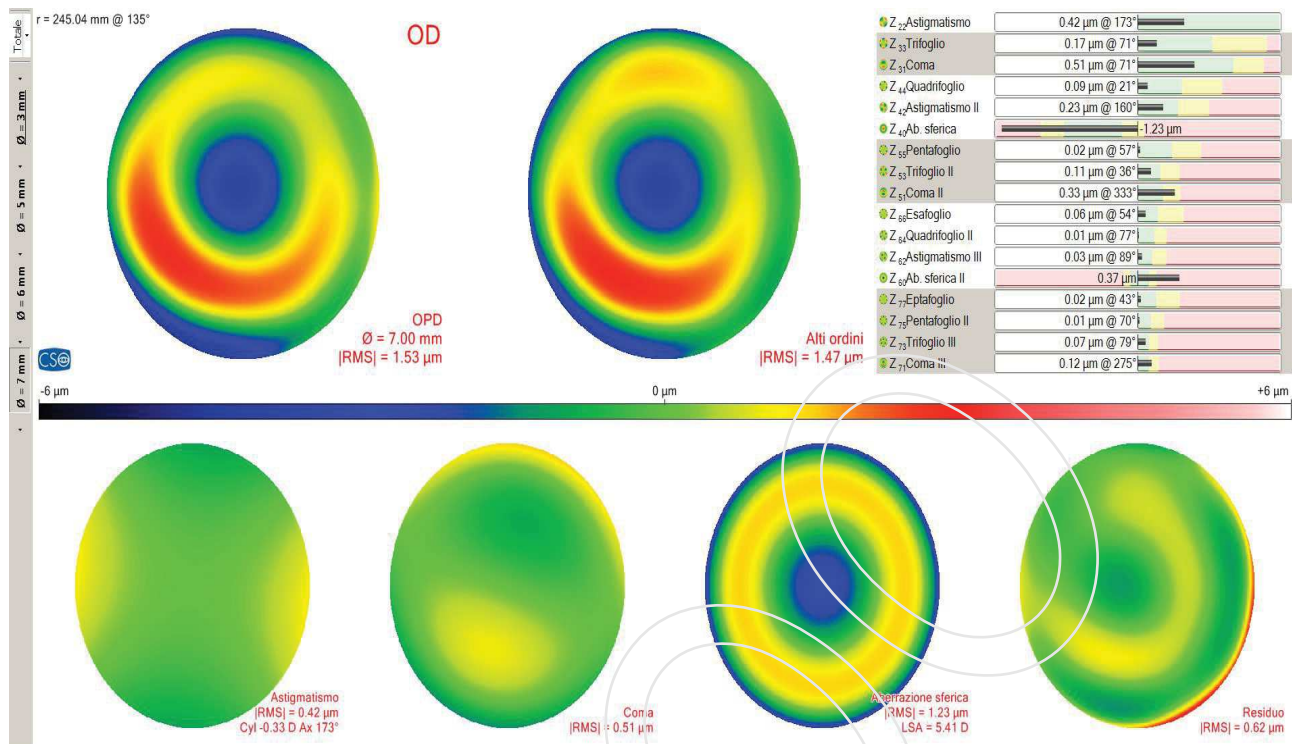


Immagine 1.

Immagine del sommario aberrometrico del SIRIUS CSO, dove sono rappresentate le aberrazioni corneali.

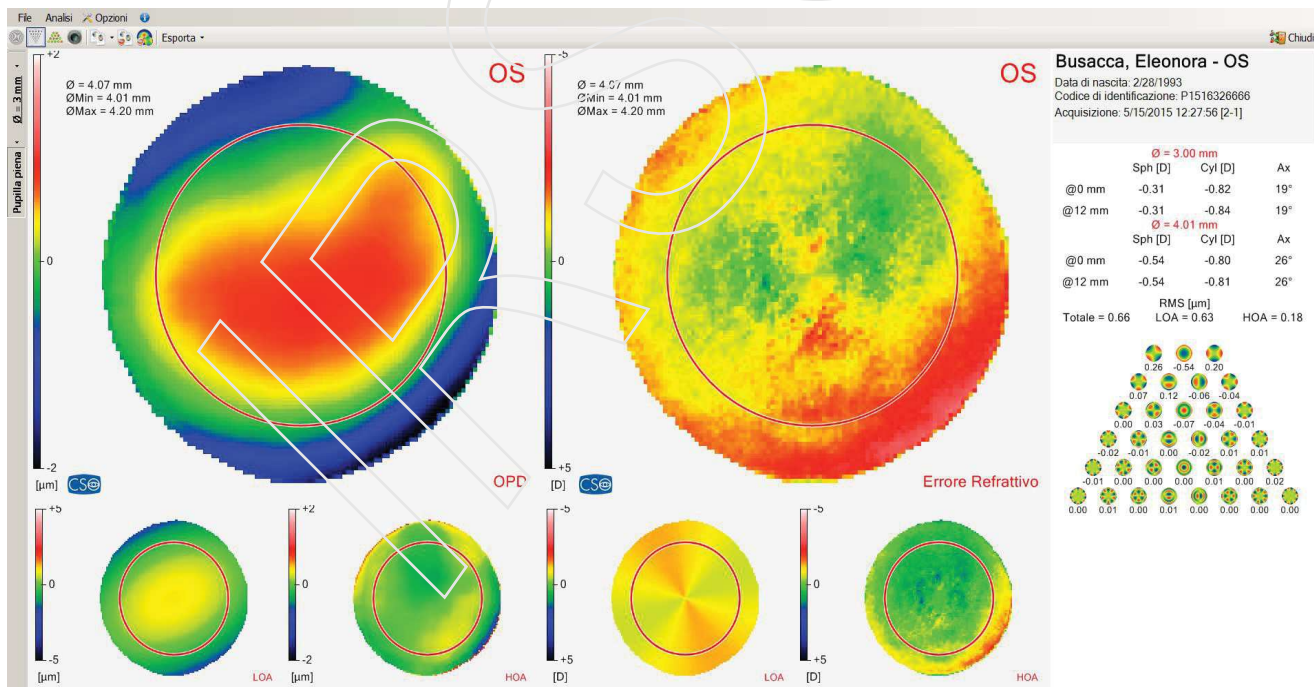


Immagine 2.

Immagine del sommario aberrometrico dell'OSIRIS CSO, dove sono rappresentate le aberrazioni oculari.

1.6 Abilità di Lettura

Per la velocità di lettura, sono state utilizzate le tavole di Radner. Le tavole di Radner si basano sul principio degli ottotipi a frasi per la misura standardizzata dell'acuità e velocità di lettura. Permettono la misura di tre parametri che consentono di determinare la funzionalità visiva nella lettura e nella visione da vicino: l'acuità di lettura, la velocità di lettura in parole al minuto e la dimensione critica di stampa, che permette di valutare il carattere di stampa che il paziente riesce a leggere confortevolmente e con efficienza. (Calossi, Boccardo, Fossetti, et al., 2014)

Per ogni paziente sono state proposte le tre tavole in modo casuale, binocularmente, ad una distanza di 40 cm con una illuminazione costante. Ad ogni paziente veniva chiesto di leggere un ottotipo alla volta e nel frattempo veniva registrato il tempo impiegato dal paziente per leggere ogni singolo ottotipo, inoltre tutti gli errori commessi nella lettura venivano segnati.

2. RISULTATI

Nella tabella 1 sono rappresentati gli equivalenti sferici della refrazione pre trattamento e gli equivalenti sferici delle sovrarefrazioni post trattamento. La refrazione ha subito una significativa diminuzione, da $-2,37 \pm 1,28$ D di base a $-0,09 \pm 0,11$ D dopo un mese di trattamento.

Nella tabella 2 sono rappresentati i valori di UCVA pre e post trattamento. La UCVA ha subito un aumento significativo da $0,43 \pm 0,38$ logMAR di base a $-0,26 \pm 0,05$ logMAR dopo un mese di trattamento.

Nella tabella 3 sono rappresentati i valori di BCVA pre e post trattamento. La BCVA ha subito un aumento da $-0,19 \pm 0,08$ logMAR di base a $-0,26 \pm 0,05$ logMAR dopo un mese di trattamento.

Nella tabella 4 sono rappresentati i valori medi più o meno la deviazione standard di UCVA, BCVA, acuità visiva al 12,5% e quelli di sensibilità al contrasto. Si ha un aumento significativo della UCVA da $0,43 \pm 0,38$ D di base a $-0,26 \pm 0,05$ D dopo un mese di trattamento, mentre la BCVA non varia in modo significativo da $-0,25 \pm 0,08$ D di base a $-0,26 \pm 0,05$ D dopo un mese di trattamento. L'acuità visiva al 12,5% diminuisce da $-0,02 \pm 0,07$ D di base a $0,01 \pm 0,08$ D dopo un mese di trattamento. Infine la sensibilità al contrasto, misurata con il Pelli-Robson, non varia in modo significativo, da $1,88 \pm 0,10$ D di base a $1,87 \pm 0,09$ D dopo un mese di trattamento.

Nella tabella 5 sono rappresentati i dati relativi alla velocità di lettura, la dimensione critica di stampa (CPS) e acuità di lettura. La velocità ottimale può essere calcolata mediante la formula: $\text{velocità} = 600 / \text{miglior tempo di lettura in secondi}$. La dimensione critica di stampa (CPS) corrisponde al logMAR della più piccola frase letta con velocità prossima alla massima. L'acuità di

lettura corrisponde al logMAR della più piccola frase letta senza commettere errori significativi. (Zeri, Fossetti, Rossetti, 2012)

Nel grafico 1 si ha una diminuzione significativa, dopo una settimana e un mese di trattamento, delle aberrazioni totali e delle aberrazioni di basso ordine. Mentre le aberrazioni di alto ordine e il totale - il defocus, tendono ad aumentare dopo una settimana e un mese di trattamento.

Nel grafico 2 sono rappresentate le aberrazioni corneali e si ha una lieve diminuzione dell'astigmatismo e un aumento significativo del coma e dell'aberrazione sferica dopo una settimana e un mese di trattamento.

Nei grafici 3 e 4 mettiamo in relazione l'acuità visiva a basso contrasto e la sensibilità al contrasto (Pelli-Robson). Entrambe le funzioni tendono a diminuire dopo una settimana e un mese di trattamento, ma la differenza non è statisticamente significativa. Per la sensibilità al contrasto (Pelli-Robson), otteniamo una differenza non statisticamente significativa ($p>0,05$) per i valori binoculari, mentre la differenza è statisticamente significativa ($p<0,05$) per i valori monoculari.

L'acuità visiva al 12,5% da $-0,02\pm0,07$ logMAR diventa di $0,04\pm0,16$ logMAR dopo una settimana e dopo un mese è di $0,01\pm0,08$ logMAR.

La sensibilità al contrasto (Pelli-Robson) da $1,88\pm0,10$ logMAR diventa $1,86\pm0,09$ logMAR dopo una settimana e dopo un mese è di $1,87\pm0,09$ logMAR.

Nel grafico 5 osserviamo una correlazione ($r^2=0,33$) fra l'aberrazione totale e l'acuità visiva a basso contrasto dopo una settimana e un mese di trattamento. ($p<0,05$)

Nel grafico 6 mettiamo in relazione l'acuità visiva a basso contrasto con le aberrazioni di alto ordine dopo un mese. Non otteniamo nessuna correlazione statisticamente significativa. ($r=0,14509$)

Nel grafico 7 mettiamo in relazione i cambiamenti dell'acuità visiva a basso contrasto con i cambiamenti di aberrazione sferica, ma non otteniamo una correlazione statisticamente significativa. ($r^2=0,13$)

Nel grafico 8 mettiamo in relazione i cambiamenti di aberrazioni totali con l'ammontare della miopia, ma non otteniamo una correlazione statisticamente significativa. ($r^2=0,00039$)

Nel grafico 9 mettiamo in relazione i cambiamenti di aberrazioni di alto ordine con l'ammontare della miopia, ma non otteniamo una correlazione statisticamente significativa. ($r^2=0,0320$)

Nel grafico 10 mettiamo in relazione i vari dati, pre e post trattamento, della abilità di lettura, ma non otteniamo nessun cambiamento significativo.

	Refrazione		
	Pre	Post 1 Settimana	Post 1 Mese
	Eq. Sferico(D)	Eq. Sferico(D)	Eq. Sferico(D)
Media	-2,37	-0,26	-0,09
Mediana	-2,00	0	0
Deviazione Standard	1,28	0,5	0,11

Tabella 1.

Rappresentazione dei valori medi degli equivalenti sferici, pre e post trattamento, con la rispettiva mediana e deviazione standard.

	UCVA					
	Pre		Post 1 Settimana		Post 1 Mese	
	Monoculare	Binoculare	Monoculare	Binoculare	Monoculare	Binoculare
Media	0,61	0,43	-0,16	-0,23	-0,18	-0,26
Mediana	0,62	0,35	-0,19	-0,26	-0,19	-0,28
Deviazione Standard	0,34	0,38	0,13	0,05	0,09	0,05

Tabella 2.

Rappresentazione dei valori medi di UCVA, pre e post trattamento, con la rispettiva mediana e deviazione standard.

	BCVA					
	Pre		Post 1 Settimana		Post 1 Mese	
	Monoculare	Binoculare	Monoculare	Binoculare	Monoculare	Binoculare
Media	-0,19	-0,25	-0,22	-0,25	-0,21	-0,26
Mediana	-0,2	-0,28	-0,26	-0,26	-0,2	-0,28
Deviazione Standard	0,08	0,08	0,07	0,04	0,06	0,05

Tabella 3.

Rappresentazione dei valori medi di BCVA, pre e post trattamento, con la rispettiva mediana e deviazione standard.

	PRE-TRATTAMENTO	1 SETTIMANA	1 MESE
UCVA (logMAR)	0,43±0,38	-0,23±0,05	-0,26±0,05
BCVA (logMAR)	-0,25±0,08	-0,25±0,04	-0,26±0,05
AV 12,5% (logMAR)	-0,02±0,07	0,04±0,16	0,01±0,08
Pelli-Robson (logMAR)	1,88±0,10	1,86±0,09	1,87±0,09

Tabella 4.

Rappresentazione dei valori medi più o meno la deviazione standard di UCVA, BCVA, acuità visiva al 12,5% e della sensibilità al contrasto.

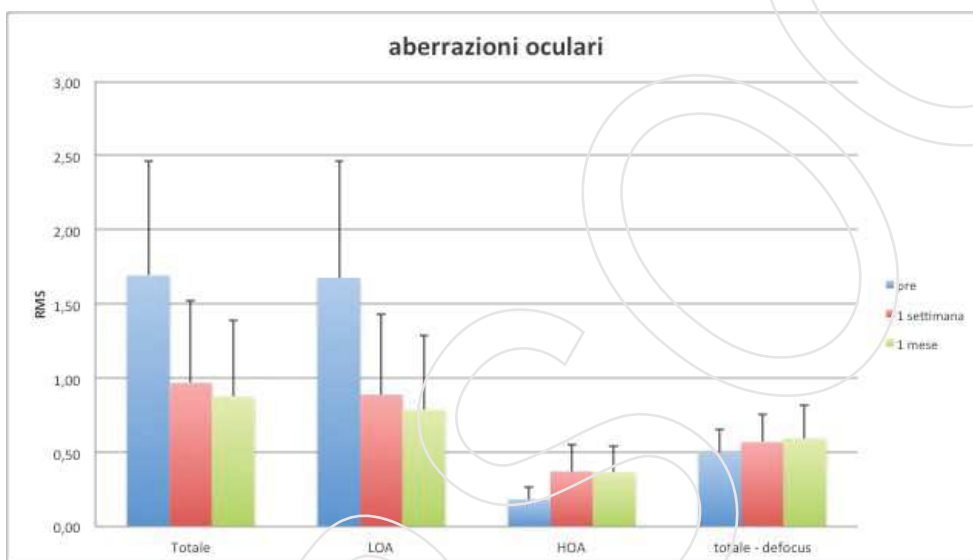


Grafico 1.

Rappresentazione delle aberrazioni oculari pre e post trattamento. Diminuzione significativa delle aberrazioni totali e le aberrazioni basso ordine, aumento delle aberrazioni di alto ordine e del totale meno il defocus.

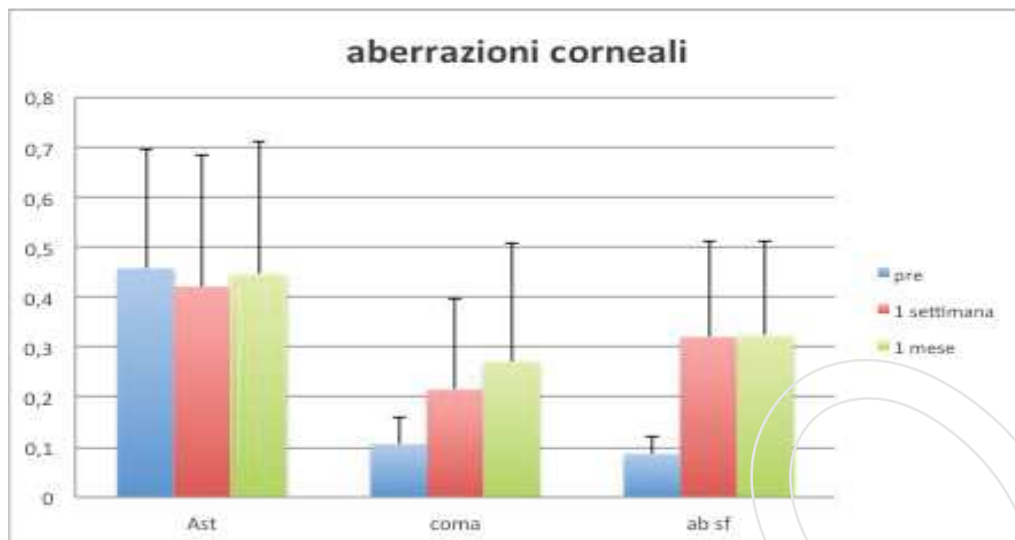


Grafico 2.

Rappresentazione delle aberrazioni corneali pre e post trattamento. Lievi modifiche dell'astigmatismo, aumento significativo del coma e dell'aberrazione sferica.

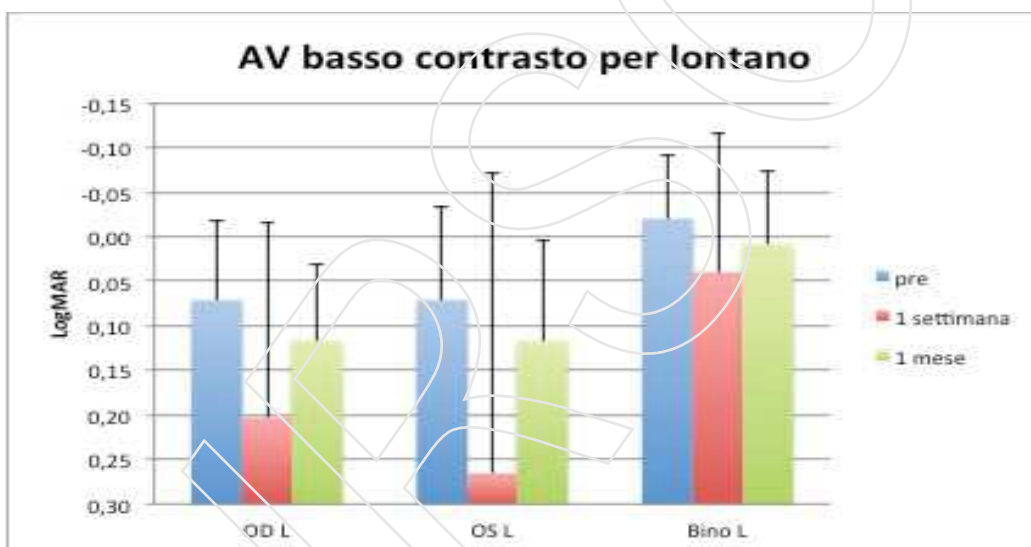


Grafico 3.

Rappresentazione delle relazioni di acuità visiva, monoculare e binoculare, pre e post trattamento. Diminuzione dell'acuità visiva a basso contrasto dopo il trattamento.

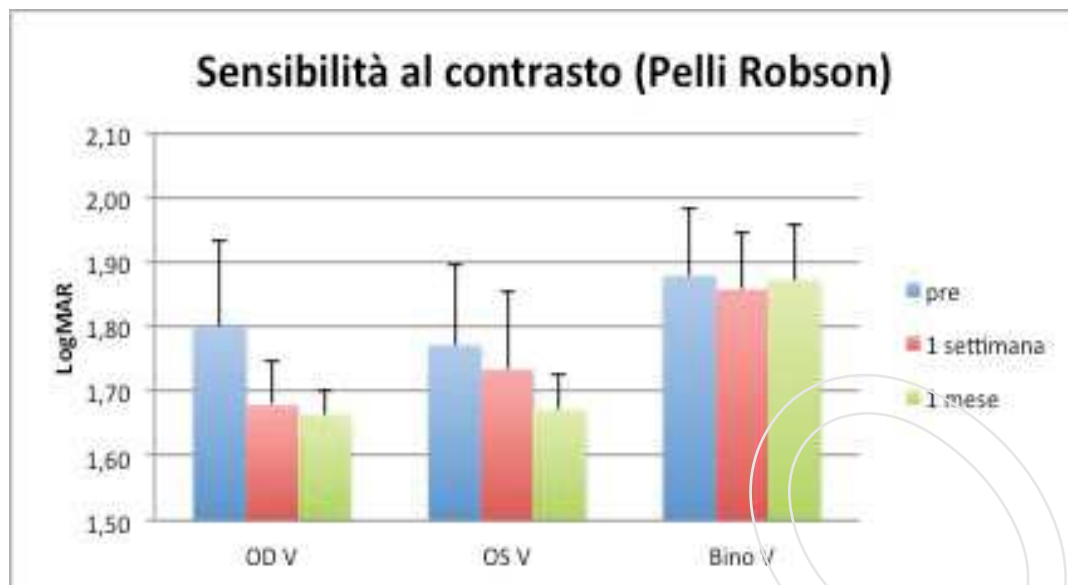


Grafico 4.

Rappresentazione della sensibilità al contrasto (Pelli-Robson), monoculare e binoculare, pre e post trattamento. Diminuzione della sensibilità al contrasto dopo il trattamento.

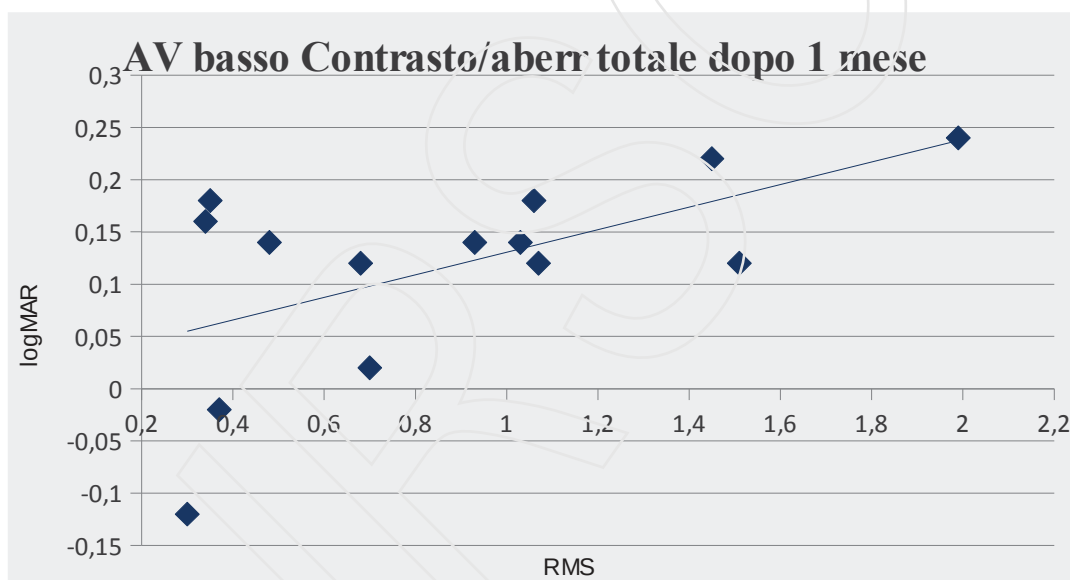


Grafico 5.

Rappresentazione della correlazione ($r^2=0,33$) fra l'acuità visiva a basso contrasto e le aberrazioni totali dopo un mese.

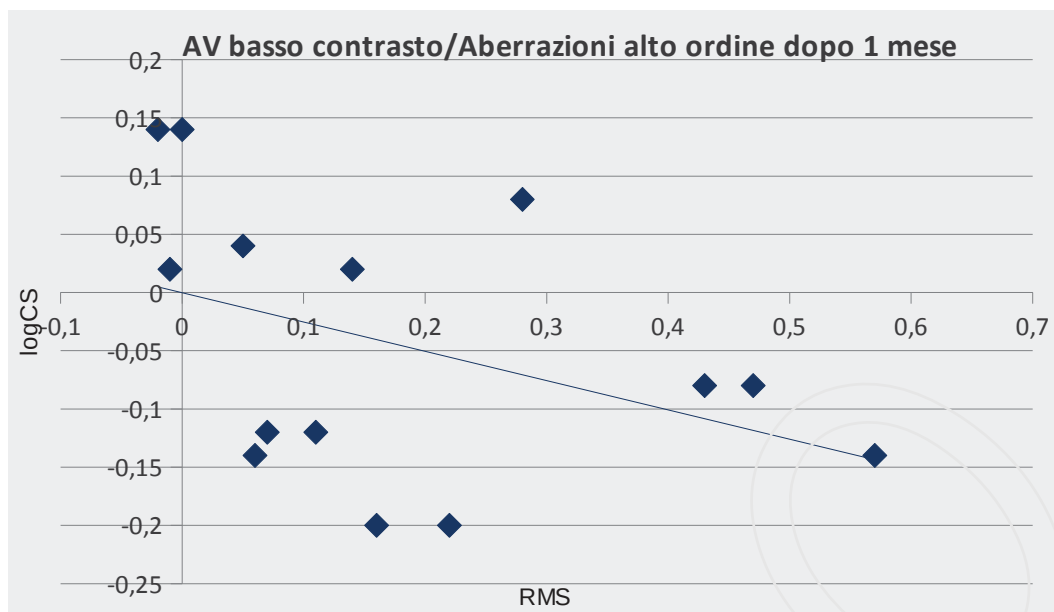


Grafico 6.

Rappresentazione della relazione tra i cambiamenti di acuità visiva a basso contrasto e i cambiamenti delle aberrazioni di alto ordine dopo un mese di trattamento. Non otteniamo nessuna correlazione significativa ($r^2=0,17$)

Differenza AV 12,5%/Differenza aberrazione sferica

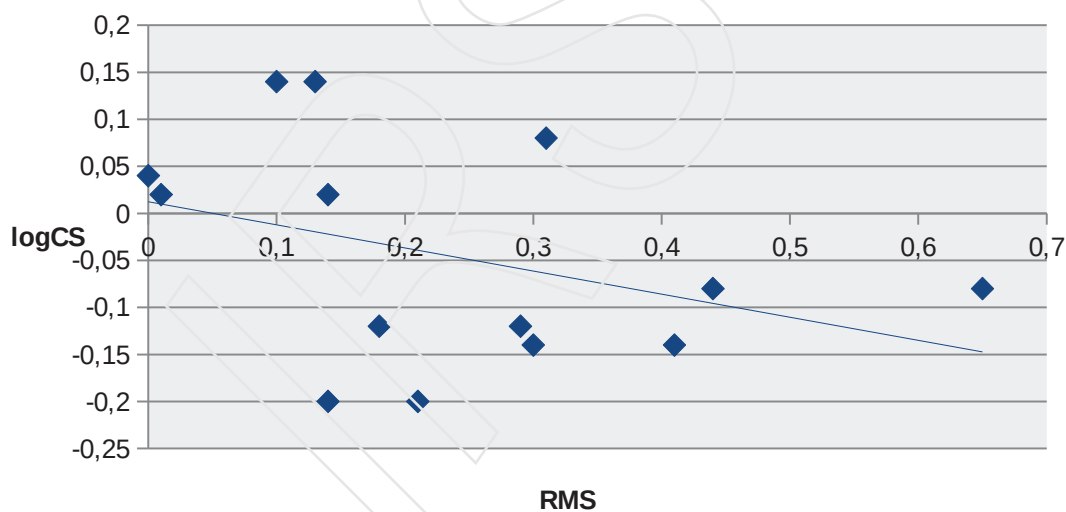


Grafico 7.

Rappresentazione della relazione tra i cambiamenti di acuità visiva misurata al 12,5% e i cambiamenti dell'aberrazione sferica dopo un mese. Non otteniamo nessuna correlazione significativa ($r^2=0,14$)

Differenza aberrazione totale/Differenza equivalente sferico

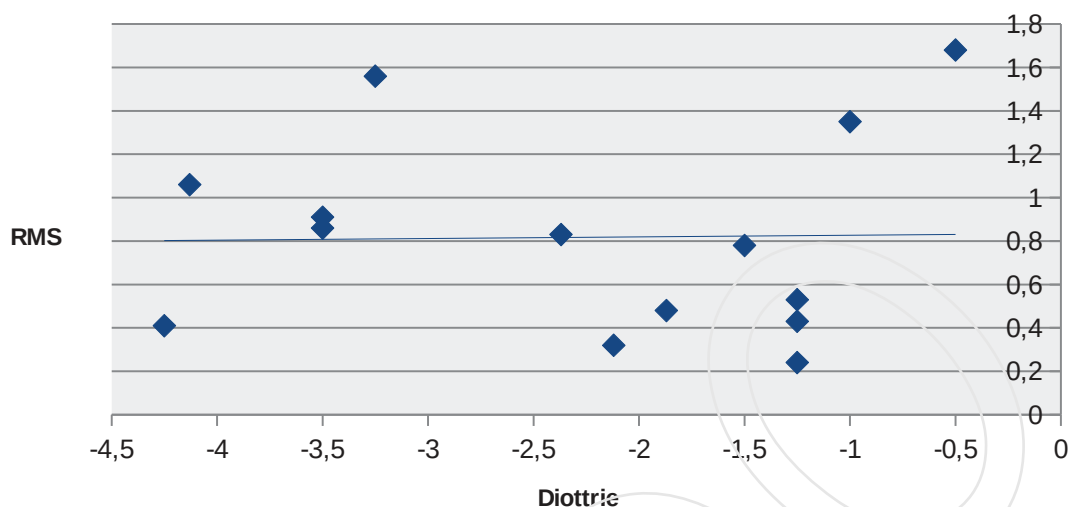


Grafico 8.

Rappresentazione della relazione fra i cambiamenti di aberrazione totale e l'ammontare della miopia dopo un mese di trattamento. Non otteniamo nessuna correlazione significativa.

Differenza Aberrazioni alto ordine/Differenza equivalente sferico

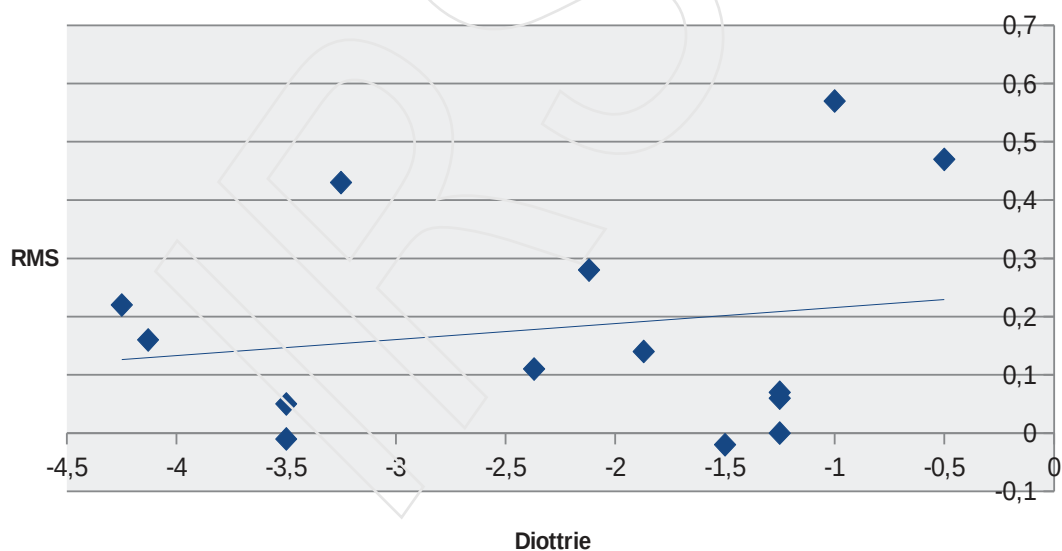


Grafico 9.

Rappresentazione della relazione fra i cambiamenti delle aberrazioni di alto ordine e l'ammontare della miopia dopo un mese. Non si ottiene nessuna correlazione significativa ($r^2=0,03$).

Abilità di lettura

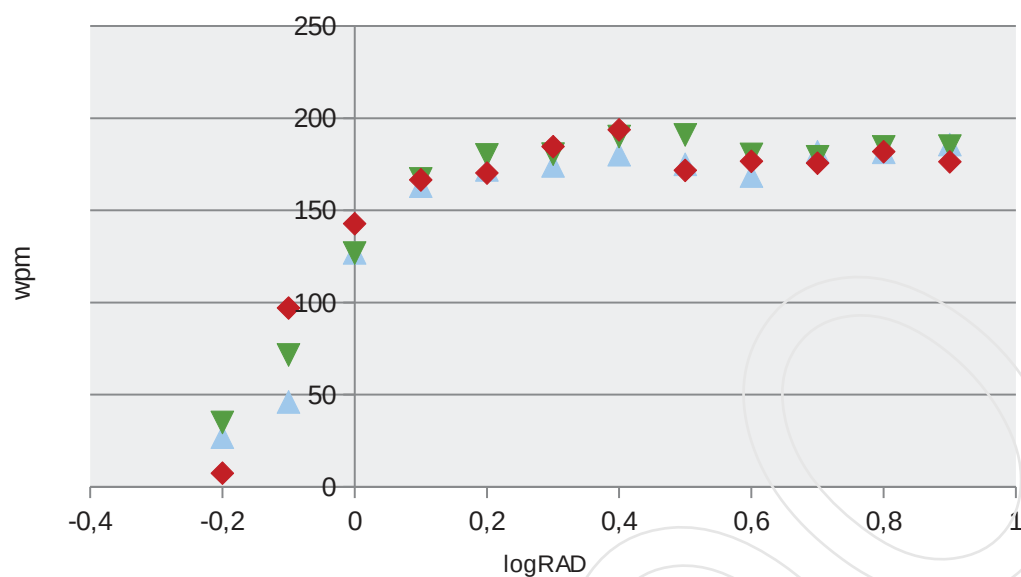


Grafico 10.

Rappresentazioni della relazione dell'abilità di lettura pre e post trattamento. Non si hanno cambiamenti significativi tra il pre e il post trattamento.

	ABILITÀ DI LETTURA		
	Velocità ottimale (wpm)	CPS(logRAD)	Av di lettura(logRAD)
Pre	179	0,2	-0,2
1 settimana	184	0,2	-0,2
1 mese	177	0,2	-0,2

Tabella 5.

Rappresentazione dei dati relativi alla velocità di lettura, pre e post trattamento

3. DISCUSSIONE

La sensibilità al contrasto che è definita come la capacità di rilevare le differenze di luminanza tra zone limitrofe, è una caratteristica fondamentale della visione e questa misura può fornire informazioni utili sulla funzione visiva, che non è possibile ottenere con i test di acuità visiva standard (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al., 2007)

I pazienti sottoposti ad ortocheratologia possono riferire dei disturbi visivi, anche se l'acuità visiva ad alto contrasto è buona (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al., 2007). Questo può essere dovuto ad una riduzione della funzione della sensibilità al contrasto, per questo motivo, nel nostro studio, sono stati misurati due indici della funzione della sensibilità al contrasto.

Nel nostro studio le misure di acuità visiva a basso contrasto e di sensibilità al contrasto sono state svolte, per il pre trattamento con la miglior acuità visiva corretta (BCVA), mentre per il post trattamento sono state fatte con l'acuità visiva non corretta (UCVA), quindi con il solo trattamento.

Come possiamo osservare dai nostri risultati (grafico 3 e 4) l'acuità visiva a basso contrasto, misurata con un contrasto del 12,5% , dopo il trattamento ortocheratologico diminuisce, la stessa cosa accade per la sensibilità al contrasto misurata con il Pelli-Robson.

Nel grafico 1 sono rappresentate le aberrazioni totali, le aberrazioni a basso ordine (LOA), le aberrazioni ad alto ordine (HOA) e il totale meno il defocus. Nelle aberrazioni totali sono comprese le aberrazioni ad alto ordine e basso ordine.

Le aberrazioni a basso ordine, sono quel tipo di aberrazioni che presentano al loro interno la miopia, ed è per questo motivo, che dopo il trattamento ortocheratologico diminuiscono, proprio perchè con il trattamento andiamo ad eliminare la miopia.

Le aberrazioni ad alto ordine sono tutte le aberrazioni dal terzo al settimo ordine, fra cui sono comprese l'aberrazione sferica e il coma.

Infine abbiamo le aberrazioni totali meno il defocus. Il defocus rappresenta l'aberrazione legata a miopia e ad ipermetropia. Le aberrazioni totali meno il defocus, dopo il trattamento ortocheratologico aumentano proprio perchè eliminando il defocus abbiamo eliminato la miopia e lasciato le aberrazioni di alto ordine più l'astigmatismo, che dopo il trattamento aumentano.

Nel grafico 2 sono rappresentate le aberrazioni corneali che sono l'astigmatismo, il coma e l'aberrazione sferica.

Il coma e l'aberrazione sferica sono le aberrazioni di terzo e quarto ordine. L'aumento del coma è dovuto ad un decentramento delle lenti, per questo motivo occorre prestare attenzione alla posizione della zona di trattamento, così che la lente rimanga centrata durante la notte. Mentre l'aumento

dell'aberrazione sferica è dovuto alla forma oblata, non fisiologica che assume la cornea dopo il trattamento (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al., 2007).

Come abbiamo dimostrato noi nei risultati, anche un altro studio condotto da Hiraoka, Mihashi, Okamoto et al., mette in luce come il trattamento ortocheratologico decentrato, provoca una diminuzione della sensibilità al contrasto, dimostrando che il centraggio della lente a contatto è fondamentale per ottenere buoni risultati.

Inoltre un aumento delle aberrazioni può essere dovuto al diametro pupillare del paziente. Elevati diametri pupillari impoveriscono la qualità dell'immagine retinica portando alla formazione di aloni e immagini fantasma che sono il segno delle aberrazioni ottiche, portando ad una perdita della nitidezza dell'immagine e dunque una minore sensibilità al contrasto. E' un fattore influente nei pazienti che possiedono delle pupille ampie o quando l'illuminazione ambientale diminuisce (midriasi pupillare), soprattutto la sera, rendendo più evidenti gli esiti delle aberrazioni oculari poichè esse incidono maggiormente sulla qualità dell'immagine retinica. (Campbell, 2013).

Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. (2007) hanno indagato gli effetti dell'ortocheratologia sulla sensibilità al contrasto, mettendo questa funzione in rapporto con le aberrazioni indotte, anche noi, come possiamo osservare dal grafico 3 mettiamo in relazione l'acuità visiva a basso contrasto e le aberrazioni totali dopo un mese, osserviamo come fra queste due ci sia una correlazione statisticamente significativa ($p < 0,05$).

Mentre nel grafico 4 mettiamo in relazione l'acuità visiva a basso contrasto con le aberrazioni di alto ordine dopo un mese, però non otteniamo una correlazione statisticamente significativa ($r = 0,14509$), al contrario, Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. (2007) hanno osservato che l'ortocheratologia produce un aumento delle aberrazioni oculari di alto ordine e che i cambiamenti indotti nella funzione della sensibilità al contrasto sono correlati con l'aumento delle aberrazioni oculari di alto ordine ($r = 0,471$). Questo accade perchè nel nostro studio sono stati presi in esame 7 pazienti e quindi non otteniamo dei dati statisticamente significativi in quanto la variabilità è grande, mentre per lo studio di Hiraoka e colleghi sono stati presi in esame 23 pazienti.

Quindi la funzione della sensibilità al contrasto, dopo ortocheratologia, è deteriorata in proporzione agli aumenti delle aberrazioni oculari. (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. 2007)

Inoltre la variazione delle aberrazioni oculari di alto ordine e della funzione della sensibilità al contrasto sono correlate con la quantità di miopia da correggere. Infatti viene richiesto un diverso rimodellamento corneale in base all'errore refrattivo da correggere. (Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. 2007). Infatti i cambiamenti refrattivi e morfologici sono associati a modifiche dell'asfericità

corneale dal momento che la cornea cambia da una forma prolata ad una oblata. Nei casi di miopia elevata le modifiche relative all'asfericità saranno maggiori. Il nuovo profilo corneale causerà l'insorgenza delle aberrazioni di elevato ordine a causa della diversa refrazione dei raggi centrali e periferici che attraversano la superficie corneale. (Mountford, 2004) Quindi un ammontare della miopia piuttosto consistente alimenterà l'influenza delle aberrazioni oculari sulla qualità visiva. Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. (2007), hanno messo in relazione i cambiamenti delle aberrazioni totali di elevato ordine con l'ammontare della miopia da compensare ottenendo una correlazione positiva ($r=0,666$), quindi una relazione statisticamente significativa. Anche noi, nel nostro studio abbiamo messo in relazione i cambiamenti delle aberrazioni totali con l'ammontare della miopia e i cambiamenti delle aberrazioni di alto ordine con l'ammontare della miopia, però a differenza dello studio condotto da Hiraoka, Okamoto, Ishii et al. (2007), noi non otteniamo, in entrambi i casi, delle correlazioni statisticamente significative. Questa differenza sarà data dal fatto che il nostro studio è stato condotto solo su 14 occhi, mentre quello di Hiraoka e colleghi su 46 occhi. Inoltre, osservando i nostri risultati (grafico 8 e 9), notiamo che in coloro che presentano una bassa miopia l'aumento delle aberrazioni incide maggiormente rispetto a chi ha una miopia più elevata.

L'abilità di lettura, misurata con le tavole di Radner, come mostrano i risultati, dopo il trattamento ortokeratologico, non porta a nessun cambiamento significativo. Questo significa che l'aumento di aberrazioni di alto ordine e il lieve calo di sensibilità al contrasto e di acuità visiva a basso contrasto, che abbiamo riscontrato nel nostro campione a seguito del trattamento di ortokeratologia, non influiscono sulle abilità di lettura, né per quanto riguarda la velocità di lettura, né la dimensione critica di stampa, né l'acuità di lettura.

Nel nostro studio le misure di abilità di lettura, per il pre trattamento sono state fatte con la miglior acuità visiva corretta (BCVA), mentre per il post trattamento sono state fatte con l'acuità visiva non corretta (UCVA) quindi con il solo trattamento.

Confrontando i valori medi, pre e post trattamento, (Tabella 4) di UCVA, BCVA, acuità visiva a basso contrasto e della sensibilità al contrasto, osserviamo che la UCVA (acuità visiva non corretta), dopo il trattamento aumenta. Questo accade perché con questo trattamento andiamo ad eliminare la miopia ed è inevitabile che dopo il trattamento il paziente riesca a vedere meglio di quanto non vedesse prima del trattamento senza correzione. Dimostrando così l'efficacia del trattamento ortokeratologico.

Confrontando, invece, la BCVA, pre e post trattamento, osserviamo dei lievi cambiamenti, questo significa, come possiamo osservare dalla tabella 1, che il trattamento ha avuto successo in quanto la

sovrarefrazione dopo un mese di trattamento è di $-0,09 \pm 0,11$.

Infine l'acuità visiva a basso contrasto e la sensibilità al contrasto diminuiscono, questo si verifica, come già detto in precedenza, a causa dell'aumento delle aberrazioni dopo il trattamento.

4. CONCLUSIONI

Questo studio ci ha permesso di arrivare alla conclusione che nei pazienti sottoposti al trattamento ortocheratologico, si osserva una lieve diminuzione di sensibilità al contrasto e acuità visiva a basso contrasto.

Inoltre abbiamo osservato che nei pazienti che presentano una bassa miopia, l'aumento di aberrazioni incide maggiormente rispetto a chi ha una miopia più elevata.

L'ortocheratologia ha avuto successo in tutti i pazienti, infatti tutti, dopo un mese di trattamento presentavano una buona acuità visiva, senza lamentare dei disturbi particolari.

Una prospettiva futura di questo studio sarebbe quella di poterlo condurre su un numero maggiore di pazienti, in questo modo sarebbe possibile ottenere maggior correlazioni positive. Un'altra prospettiva potrebbe essere quella di approfondire l'influenza del decentramento delle lenti di ortocheratologia sulle aberrazioni di alto ordine e sulla funzione della sensibilità al contrasto.

Infine possiamo dire che nonostante si sia verificato un aumento delle aberrazioni di alto ordine, queste aberrazioni non hanno avuto un effetto negativo né sull'acuità visiva ad alto contrasto e nemmeno su i parametri, come la sensibilità al contrasto, l'acuità visiva a basso contrasto e le abilità di lettura. Questo ci può aiutare a capire come mai, in generale, i pazienti sottoposti ad ortocheratologia sono soddisfatti della loro visione, anche se da un punto di vista strettamente oggettivo si osserva un aumento delle aberrazioni.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno aiutato nella realizzazione della mia tesi, con suggerimenti, critiche ed osservazioni.

Ringrazio anzitutto i pazienti e colleghi, Marco Aru, Corinna Capecchi, Francesco Macina, Filippo Ramacciotti, Emanuele Saddi, Marica Vampo, Eleonora Cataldi e Gabriele Nieri, che grazie alla loro disponibilità, pazienza e collaborazione hanno reso possibile la realizzazione di questa tesi.

Proseguo con il ringraziare Laura Boccardo, relatore della tesi, che grazie ai suoi suggerimenti, al suo aiuto e alla sua disponibilità sono riuscita nella realizzazione di questa tesi.

Ringrazio l'azienda ESAVISION TECHNOLOGY per averci fornito le lenti a contatto relative allo studio.

Volevo, infine, ringraziare le persone a me più care: la mia Famiglia e miei Amici per avermi supportata ed incoraggiata nella realizzazione di questo lavoro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Calossi A (2004). L'evoluzione dell'ortocheratologia. Lac, volume VI, numero I, pag.11-20.

Calossi A, Boccardo L, Fossetti A, Radner W, (2014). Design of short Italian sentences to asses near vision performance. Journal of Optometry; 7(4): 203-9.

Campbell, Elissa J (2013). Orthokeratology: An Update. Optometry & Visual Performance.

Carr JD, Stulting RD, Sano Y, Thompson KP, Wiley W, Waring GO 3rd. (1998) Prospective comparison of single-zone and multizone laser in situ keratomileusis for the correction of low myopia. Ophthalmology, 105, 1504-11.

Hiraoka T, Chikako O, Yuko I, Tetsuhiko K e Tetsuro O (2007). Contrast Sensitivity Function and Ocular Higher-Order Aberrations following Overnight Orthokeratology. Invest Ophthalmol Vis Sci; 48(2): 550-6.

Hiraoka T, Mihashi T, Okamoto C, Okamoto F, Hirohara Y, Oshika T (2009). Influence of induced decentered orthokeratology lens on ocular higher-order wavefront aberrations and contrast sensitivity function. Journal of cataract and refractive surgery; 35(11): 1981-26.

Hiraoka T, Matsumoto Y, Okamoto F, Yamauchi T, Hirohara Y, Mihashi T, Oshika T (2005). Corneal higher-order aberrations induced by overnight orthokeratology. American journal of ophthalmology; 139(3): 429-36.

Mannis MJ, Zadnik K, Johnson C, Adams C (1988). Contrast sensitivity after epikeratophakia. Cornea, 7, 280-4.

Mountford J (2004). Orthokeratology principles and practice. Butterworth Heinemann.

Zeri F, Fossetti A, Rossetti A, (2012), Ottica Visuale. Seu editrice universo. Dall'immagine retinica all'elaborazione dell'informazione visiva; pag.345,346.

RSO