



**Andrea Lembo, Paolo Nucci**

Department of Clinical Sciences and Community Health, Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) Multimedica, Università di Milano, Eye Clinic San Giuseppe Hospital, Milano

# Impianto di IOL nei bambini affetti da cataratta congenita

**Abstract:** *Impianto di IOL in un bambino operato di cataratta congenita: esiste un timing corretto? E quali conseguenze possiamo aspettarci? La crescita di un occhio affetto da cataratta in età pediatrica avviene con modalità differenti rispetto ad un occhio sano, come osservato dall'Infant Aphakia Treatment Study. Partendo dalle fisiologiche variazioni di un occhio sano, in questo articolo cercheremo di spiegare come mai è opportuno non impiantare il cristallino artificiale prima dei 18 mesi di età. Spiegheremo inoltre come la comparsa di glaucoma e ambliopia da deprivazione possano influenzare ulteriormente l'allungamento del bulbo oculare e quali siano le formule di calcolo e i tipi di lenti più corrette da utilizzare in età pediatrica. Infine faremo un breve accenno alle tecniche di capsulectomia posteriore e di vitrectomia anteriore per rendere più prevedibile il decorso dei pazienti affetti da cataratta infantile e per limitare il rischio di complicanze post-operatorie.*

**Parole chiave:** *cataratta congenita, lente intraoculare (IOL), glaucoma afachico, shift miopico, target refrattivo*

## Dimensioni e crescita oculare nel bambino

L'occhio di un bambino presenta delle peculiarità strutturali che lo differenziano da quello dell'adulto. Fin dagli anni Ottanta sono note le curve di Gordon e Donzis che descrivono lo sviluppo refrattivo in una popolazione che va dalla prematurità fino all'età adulta, riportando le caratteristiche di crescita di un occhio normale privo di cataratta [1].

Nel bambino vediamo come le curve cheratometriche siano molto ripide e come la crescita assiale avvenga con un andamento trifasico (un'iperbole rapida nei primi mesi fino a 2 anni di età, per poi decrescere lentamente fino all'età adulta). Ai 2 anni di età, l'occhio sano ha raggiunto approssimativamente il 90% del-

la sua lunghezza assiale definitiva. Questa è il primo pilastro per affrontare l'argomento che tratteremo in questo articolo.

In un occhio affetto da cataratta in età pediatrica si possono verificare variazioni importanti con misure cheratometriche più ripide, diametro corneale più piccolo e lunghezza assiale più corta [2][3], come osservato dal trial IATS (Infant Aphakia Treatment Study), che ha messo a confronto i risultati di bambini con cataratta congenita, operati tra il 28° giorno e il 7° mese di vita, trattati in maniera randomizzata con lenti a contatto di correzione o con impianto di intraocular lens (IOL), escludendo bambini con microcornea e altre malformazioni oculari fetali [4]. Ad un anno di età, la velocità di cre-

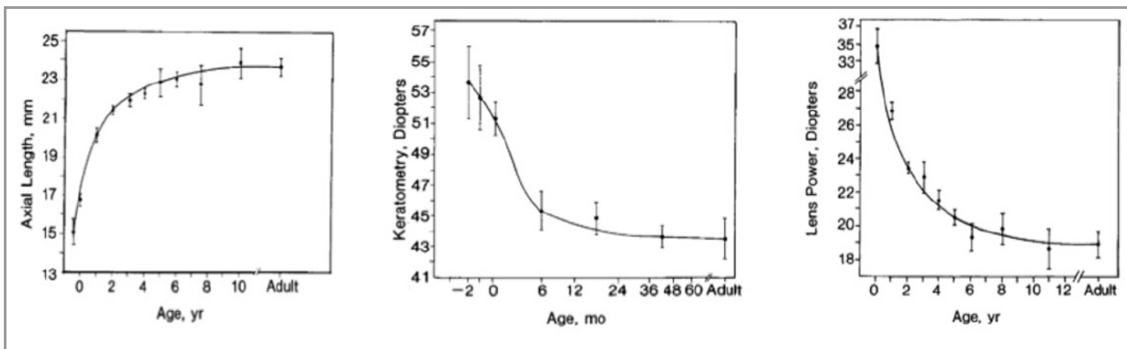


Figura 1 - Progressione di lunghezza assiale, potere diottrico della cornea e del cristallino dai primi anni fino all'età adulta [1].

scita oculare negli occhi operati non è risultata dipendente dall'età e si è rilevata maggiore negli occhi impiantati con IOL rispetto agli occhi corretti con LAC. Questo differisce dagli occhi normali, in cui il ritmo di crescita sembra più correlato all'età. Inoltre, la lunghezza assiale media all'età di 1 anno è risultata minore negli occhi afachici e pseudofachici (19 e 19.5mm) operati ad un mese di età rispetto a quelli operati a 6 mesi di età (20.6 e 21.1mm). Gli occhi normali, di confronto, hanno invece una lunghezza media assiale di  $20.7 \pm 0.6$  mm ad 1 anno di età. A 5 anni gli occhi sottoposti a impianto di IOL hanno mostrato un errore refrattivo mediano di circa -2.25 diottrie (D).

Nei bambini operati di cataratta, quindi, la velocità di crescita assiale e il conseguente shift miopico sembrano maggiori sotto i 2 anni di età (soprattutto nei primi 6 mesi dopo la chirurgia) [7]. Nello studio di Vasavada et al. è stato trovato un ritmo di crescita assiale maggiore nei bambini operati sotto 1 anno di età (4.04 mm), rispetto ai bambini operati tra 1 e 3 anni di età (1.07 mm) o quelli operati tra i 4 e i 10 anni di età (0.97mm) [8]. I casi di cataratta unilaterale hanno mostrato una crescita assiale molto molto più elevata rispetto agli occhi normali. Queste considerazioni sono molto interessanti per ragionare su quando sia il momento più opportuno per impiantare una IOL in un bambino afachico.

### Shift miopico e calcolo IOL

La variazione miopica media in un bambino operato prima dei 2 anni è piuttosto elevata, e si attesta attorno alle 6 D di media [9, 10]; l'effettivo shift miopico è probabilmente maggiore a causa dell'effetto ottico della posizione della IOL, che in un occhio in fase di crescita si allontana dalla retina. Tale modifica refrattiva non si arresta comunque e può proseguire anche dopo i 10 anni di età, con una variazione media nella refrazione di circa  $-0.30 \pm 0.38$  D/anno nella seconda decade di vita [11,12]. Inoltre, la comparsa di glaucoma e ambliopia da deprivazione possono influenzare ulteriormente l'allungamento del bulbo. È stato infine dimostrato come maggiore sia la velocità di crescita refrattiva e minore sarà l'acuità visiva finale in bambini, soprattutto nei casi di cataratta monolaterale operati al di sotto di 1 anno di età, mentre in quelli operati tra i 2 e i 6 anni non si è notata una significativa differenza nell'acuità visiva finale o nella variazione miopica [13, 14]. Alla luce di quanto detto finora, possiamo considerare prevedibili le formule per il calcolo della IOL che siamo abituati ad usare nella nostra routine clinica? Per rispondere, definiamo prima il concetto di "errore di previsione", con cui si intende la differenza tra la refrazione predetta e la refrazione che si osserva nel post-operatorio (ottenuta dopo qualche settimana

dall'operazione), usata per confrontare l'accuratezza delle formule e prevedere il risultato refrattivo precocemente. Le varie formule per i calcoli della IOL (Sanders-Retzlaff-Kraff (SRK) Il regression formula, SRK Theoretic (SRK/T), Holladay 1, Hoffer Q, e Haigis formulas) sono molto più affidabili nei bambini più grandi e negli adulti, mentre le ampie variazioni nelle misure cheratometriche e di lunghezza assiale osservate nei bambini piccoli, e le variazioni anatomiche che possono modificare l'effettiva posizione della lente, alterano la capacità della formula di essere performante [15,16]. In generale, quindi, l'errore di previsione, usando una qualsiasi fra le formule, risulta più elevato negli studi pediatrici rispetto agli studi con pazienti adulti [17-20]. Un errore maggiore è stato associato a misure cheratometriche più ripide, timing chirurgico precoce e lunghezza assiale ridotta [20-22].

Quali strategie possiamo dunque adottare per un calcolo corretto della IOL nel paziente pediatrico? Considerando che lo shift miopico e l'allungamento del bulbo sono elementi imprescindibili, sono state proposte diverse strategie per trovare un valore target di refrazione nel primo periodo post-operatorio che dia una correzione precoce, che non induca una significativa anisometropia nel breve e nel lungo periodo, e che non risulti in un errore refrattivo elevato al completamento della crescita oculare. La maggior parte delle linee guida riguardanti la selezione del potere della IOL raccomanda una scelta basata sull'età del bambino al momento dell'operazione, ma in generale le varie strategie hanno l'obiettivo di lasciare l'occhio ipermetrope subito dopo l'operazione, anticipando così la variazione miopica di almeno 6 D che avviene nei primi anni. Alcuni studi consigliano un'ipermetropia residua di +7-8 D quando si opera a tre mesi di età, mentre altri

mirano a +8 D per i bambini operati tra le 4 e 6 settimane di età e +6 D per bambini sopra le 6 settimane di età [4]. Un altro strumento utile quando si sceglie il potere di una IOL è la formula di McClatchey che permette di prevedere il range dei possibili risultati refrattivi finali e la deviazione standard per l'occhio basata sulle misure biometriche, sull'età al momento dell'operazione e sul tipo di IOL impiantata [23].

Nella nostra pratica, nella scelta del potere refrattivo residuo per l'impianto della IOL, a seconda dell'età del bambino, prendiamo spesso come riferimento il Delphi del 2016 di Serafino et al. [24], con le indicazioni mostrate nella Fig. 2, frutto di un processo di raccolta di informazioni dal patrimonio conoscitivo di un gruppo di esperti, eseguito per mezzo di una serie di questionari intervallati da feedback di verifica sulle opinioni espresse.

Timing chirurgico	Target refrattivo post-operatorio
< 6 mesi	6-10 D
6-12 mesi	4-6 D
1-3 anni	4 D
3-4 anni	3 D
4-6 anni	2-3 D
6-8 anni	1-2 D
> 8 anni	0-1 D

Figura 2 - Scelta del potere refrattivo residuo nell'impianto di una IOL in relazione all'età [24].

### Impianto IOL secondario

In molti casi, e soprattutto nei bambini operati prima dei 18 mesi di vita, si preferisce utilizzare in un primo momento occhiali o lenti a contatto per correggere l'occhio afachico, la cui curva di crescita risulta essere piuttosto imprevedibile, per poi effettuare un impianto secondario più avanti, quando avremo informazioni più preci-

se riguardo il potenziale visivo dell'occhio e lo stato refrattivo, oltre la presenza di ambliopia e la sua gravità. Inoltre, non dimentichiamo quanto possa essere indaginoso impiantare una IOL in età precoce per poi dover eseguire nuovi interventi di sostituzione con diversi poteri, esponendo il bambino a più complicanze di quelle previste, o aumentandone comunque il rischio.

Un'altra tecnica discussa per correggere un'elevata ipermetropia nel bambino afachico è la tecnica Piggyback: una IOL permanente è posizionata nel sacco capsulare e una seconda IOL viene posizionata nel solco ciliare (polipseudofachia temporanea) [25]. L'intento sarebbe quello di rimuovere la IOL anteriore una volta che la crescita oculare porti ad una miopia elevata [26,27]. Bisogna tenere sempre conto che anche questa tecnica è indaginosa, e inoltre implica l'impiego di due IOL a potere diottrico elevato in un occhio piccolo, non sempre in

grado di ospitare il piatto di entrambe le lenti senza un aumentato rischio di complicanze.

In generale, alla luce di quanto finora detto, possiamo dire che l'impianto di una IOL possa essere considerato un intervento sicuro e prevedibile per bambini con età superiore ai 18-24 mesi. Inoltre, molte pubblicazioni hanno sottolineato una maggiore frequenza di complicanze peri- e post-natali nei bambini molto piccoli che vanno incontro a impianto precoce rispetto a bambini lasciati afachici [28,29].

Tra le complicanze, ricordiamo la riopacizzazione della capsula posteriore (PCO), la formazione di una membrana pupillare e la corectopia; sono stati riportati maggiori tassi di re-interventi nei bambini con l'impianto IOL precoce (72% nel gruppo dei bambini IOL Vs. 21% nei bambini con correzione esterna). Le evidenze scientifiche riportate suggeriscono quindi massima cautela riguardo all'impianto di una IOL in bambini con cataratta congenita

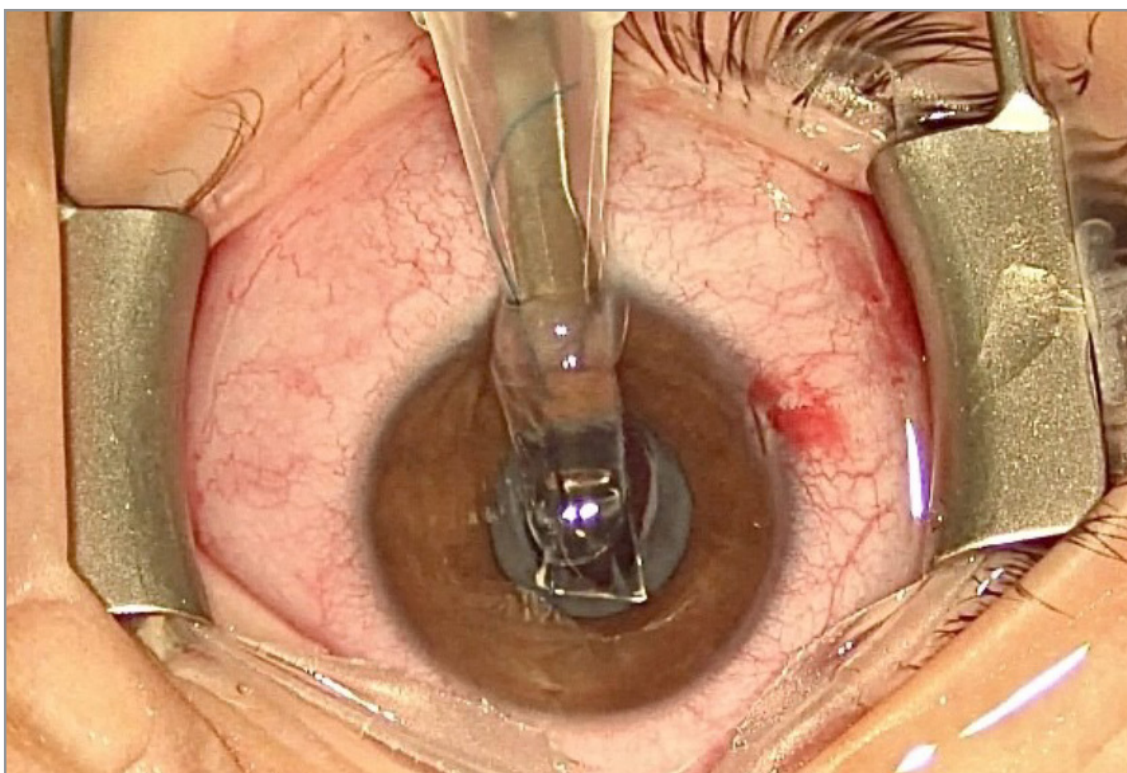


Figura 3 - Impianto di IOL secondario: si evidenzia la frequente difficoltà di dilatazione pupillare in età pediatrica, nonostante l'uso di strumenti farmacologici adeguati, e la fibrosi della capsula anteriore.

monolaterale che vanno incontro all'intervento ad un'età uguale o inferiore ai 6 mesi. Nei casi di cataratta congenita bilaterale, ci dovrebbe essere un'attenta discussione con i genitori del bambino sui benefici alla visione e sull'aumentato rischio di complicanze post-operatorie che potrebbero necessitare ulteriori interventi. È importante considerare che gli occhi con cataratta congenita microftalmici o con significative anomalie del segmento anteriore dovrebbero essere esclusi da una procedura di impianto IOL al momento dell'operazione.

La maggior parte dei chirurghi che svolgono operazioni di cataratta pediatrica preferiscono lenti in acrilico idrofobico [30]. Trivedi et al. ha preso in considerazione i 4 tipi di IOL in acrilico idrofobico (Acrysof MA60AC, SA60AT, SN60AT, SN60WF) maggiormente utilizzate in bambini sotto 12 mesi di vita senza rilevare alcuna differenza significativa nei livelli di PCO [31]. L'utilizzo di IOLs PMMA rigide si associa invece ad un maggiore rischio di complicanze come rottura della capsula anteriore, prolasso irideo, decentramento della IOL, sinechie irido-lenticolari con alterata meccanica pupillare e uveite fibrinosa. Tutto questo potrebbe trovare giustificazione nell'incisione più ampia per l'inserimento del piatto lenticolare [32].

La lente viene preferibilmente iniettata nel sacco capsulare laddove integro, si possono usare comunque IOL a tre pezzi (come Acrysof MA30AT o MA60AT) da iniettare in maniera controllata, e ciò può talvolta rivelarsi più sicuro in presenza di una capsulectomia posteriore in un bambino piccolo. In presenza di una capsula posteriore instabile, anormale o lacerata, il posizionamento è preferibile nel solco ciliare. L'impianto all'interno del sacco capsulare garantisce comunque maggior stabilità e riduzione del rischio di infiammazione post-operatoria rispetto ad una lente fissata al

solco, inoltre previene l'avanzamento del vitreo anteriormente [33], e può ridurre o ritardare l'insorgenza di PCO [34,35].

L'esecuzione di capsulectomia posteriore (PCC) e di vitrectomia anteriore al momento della facoaspirazione riduce o ritarda l'insorgenza di PCO, molto più elevata nei bambini con età inferiore agli 8 anni al momento dell'operazione [36]; altri autori suggeriscono la PCC quando l'operazione di cataratta avviene ad un'età inferiore di 6 anni [37]; rimangono però dei dubbi sull'età precisa fino a cui è necessario effettuare queste due procedure.

La scelta tra le diverse tecniche possibili per effettuare la capsulectomia dipende dalle caratteristiche cliniche del paziente, dall'esperienza e preferenza del chirurgo e dagli strumenti disponibili. Tra le tecniche più frequenti si ha la capsuloressi curvilinea continua manuale (CCC), la "two incision push pull" e la vitrectoressi tramite sclerotomia per via pars plana. La PCC e la vitrectomia anteriore possono essere effettuate sia prima dell'inserzione della lente IOL, sia dopo l'inserzione.

Quando la PCC viene svolta prima dell'inserzione IOL, può essere utile l'utilizzo di trypan blue 0.06% per visualizzare meglio la capsula posteriore: viene instillato sotto il viscoelastico e poi si irriga la camera anteriore con una soluzione salina bilanciata [38].

La tecnica di capsulectomia via pars plana e la vitrectomia anteriore possono essere effettuate una volta che la IOL è stata posizionata all'interno del sacco, riducendo il rischio che filamenti vitreali si portino in avanti durante la rimanente parte dell'operazione [39], come vediamo nella figura 4.

L'obiettivo della vitrectomia anteriore è quello di rimuovere approssimativamente un terzo del vitreo direttamente dietro la capsula posteriore. Può essere effettuata sotto il viscoela-



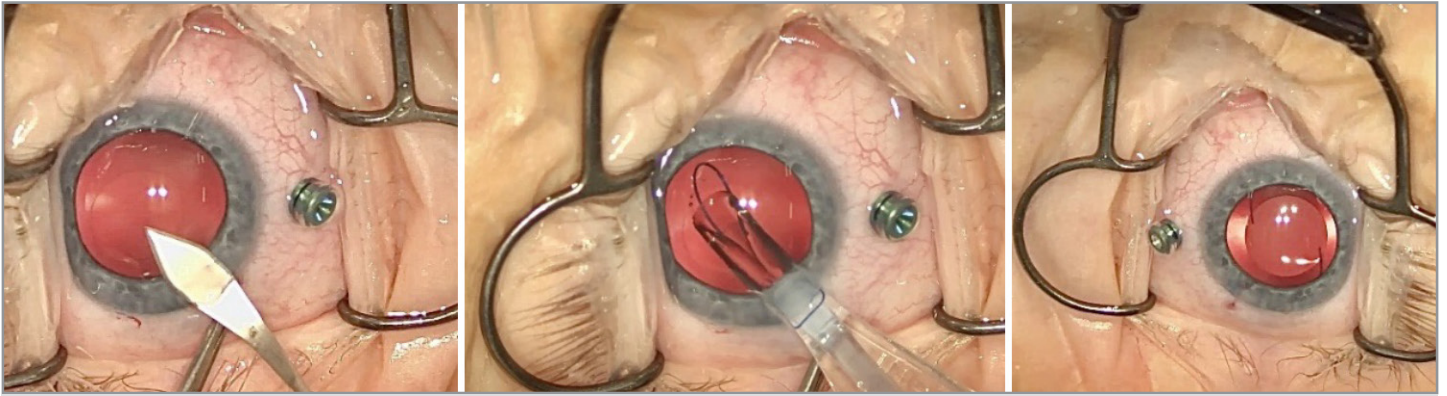


Figura 4 - Inserimento primario di IOL (contestualmente all'intervento di facoaspirazione). Si noti l'inserimento di un trocar in camera vitrea per eseguire la capsulectomia posteriore in un secondo momento, senza mobilizzare la IOL 3 pezzi posizionata correttamente nel sacco capsulare.

stico senza l'infusione della camera anteriore, permettendo di minimizzare il rischio di idratazione e l'estrusione del vitreo nella camera anteriore. Può risultare anche utile l'iniezione intracamerale di triamcinolone acetone dopo la capsulectomia posteriore per una miglior visualizzazione della faccia anteriore del vitreo, dopo la vitrectomia e dopo l'impianto della IOL per visualizzare e aiutare la rimozione di residui di vitreo [40]. È stato osservato in uno studio svolto su 43 occhi di bambini sottoposti a chirurgia per cataratta che l'utilizzo di steroidi intracamerale non provoca l'insorgenza di glaucoma o di ipertensione oculare secondaria nei 12 mesi di follow-up [41].

Tra le complicanze che possono verificarsi durante impianto IOL ricordiamo lussazione della IOL verso la capsula posteriore, interruzione della capsula posteriore e prolasso dell'iride nell'incisione. Le complicanze post-operazione dopo l'inserzione di IOL e capsulectomia includono uveiti, corectopia, deposizione di pigmento, aderenze posteriori, adesioni iridocorneali, riproliferazione delle cellule LEC o della membrana pupillare che causa PCO.

Qualora manchi un adeguato supporto per posizionare la IOL nel solco ciliare, in linea teorica si può utilizzare la lente Artisan a fissazione iridea in camera anteriore, conosciuta anche

come impianto primario in casi di sublussazione traumatica del cristallino e in caso di ectopia del cristallino.

Questo tipo di lente può essere di tre dimensioni diverse in base alla grandezza del bulbo oculare. La tecnica per l'impianto è una procedura bimanuale delicata, da pianificare con attenzione. La IOL viene inserita tramite un'incisione corneale e - una volta posizionata correttamente - il chirurgo mantiene la lente con le pinze mentre con l'altra mano usa un'altra pinza o un ago per spingere il tessuto irideo attraverso la fessura delle anse, assicurandosi di inglobare una quantità adeguata di tessuto. Il sito di inglobamento nasale deve essere scelto attentamente cercando di evitare i vasi più grandi, mentre a livello temporale della pupilla è presente maggior tessuto irideo per la procedura. In questi casi, si rende necessaria una concomitante iridectomia per ridurre il rischio di glaucoma o blocco pupillare. Alcuni autori sostengono che l'impianto retro-pupillare di una IOL Artisan riduca la perdita di cellule endoteliali corneali nel lungo periodo; tuttavia, altri studi suggeriscono che il livello di perdita delle cellule endoteliali corneali sia simile a quello di un occhio con una IOL in camera posteriore [42]. Questa tecnica risulta comunque indagativa nell'occhio di un bambino e le

complicanze a breve o lungo termine possono essere ben più temibili di una riabilitazione con occhiali o lenti a contatto. Le lenti da camera anteriore a “supporto angolare” non sono invece raccomandate per un impianto secondario nei bambini a causa dell’elevato numero di complicanze osservate [3]. Infine, in caso di insufficiente supporto, esistono IOL a fissazione iridea [44]. Anche in questo caso, non rientrano tra le nostre scelte per l’enorme imprevedibilità di un bulbo in fase di crescita e il rate non trascurabile di complicanze a cui si possa andare incontro. Ad esempio, l’erosione progressiva dei nodi di sutura alla sclera può portare allo sfaldamento della congiuntiva, creando una comunicazione tra l’ambiente intra ed extra-oculare con conseguente aumento del rischio di contaminazione ed endoftalmite. E’ stato inoltre riportato il rischio di dislocazione parziale della IOL in camera vitrea, poiché in generale con questa tecnica anche le suture più spesse

vanno incontro a biodegradazione e idrolisi in circa 10 anni. Infine, tra le altre varie complicanze a cui l’occhio di un bambino è più soggetto con l’impianto di queste lenti ricordiamo edema maculare cistoide, emorragia vitreale, decentramento della lente e distacco di retina. Concludiamo questo articolo con un elenco di punti salienti discussi nel corso della nostra trattazione, su cui è sempre bene riflettere quanto si parla di impianto di IOL in età pediatrica: corretto timing chirurgico, valutare sempre se è opportuno eseguire un impianto primario o secondario, considerare la sede più corretta di inserimento della IOL, il tipo di IOL da inserire e il target refrattivo post-operatorio in base all’età del bambino, nonché la sicurezza generale di tale procedura quanto ci troviamo di fronte a quadri malformativi (come ad esempio microftalmo o la persistenza della vascolarizzazione fetale).

## REFERENCES

1. Gordon RA, Donzis PB. Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol.* 1985;103(6):785–9.
2. Flitcroft DJ, Knight-Nanan D, Bowell R, Lanigan B, O’Keefe M. Intraocular lenses in children: changes in axial length, corneal curvature, and refraction. *Br J Ophthalmol.* 1999;83(3):265–9.
3. VanderVeen DK, Nizam A, Lynn MJ, Bothun ED, McClatchey SK, Weakley DR, DuBois LG, Lambert SR, Infant Aphakia Treatment Study Group. Predictability of intraocular lens calculation and early refractive status: the Infant Aphakia Treatment Study. *Arch Ophthalmol.* 2012;130(3):293–9. doi:10.1001/archophthalmol.2011.358.
4. The Infant Aphakia Treatment Study Group. Design and clinical measures at enrollment. *Arch Ophthalmol.* 2010;128(1):21–7.
5. Lambert SR, Lynn MJ, DuBois LG, Cotsonis GA, Hartmann EE, Wilson ME, Infant Aphakia Treatment Study Group. Axial elongation following cataract surgery during the first year of life in the Infant Aphakia Treatment Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53(12):753945. doi:10.1167/iops.12-10285.
6. Lambert SR, Lynn MJ, Hartmann EE, DuBois L, Drews-Botsch C, Freedman SF, Plager DA, Buckley EG, Wilson ME, Group IATS. Comparison of contact lens and intraocular lens correction of monocular aphakia during infancy: a randomized clinical trial of HOTV optotype acuity at age 4.5 years and clinical findings at age 5 years. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132(6):676–82. doi:10.1001/jamaophthalmol.2014.531.
7. Fan DS, Rao SK, Yu CB, Wong CY, Lam DS. Changes in refraction and ocular dimensions after cataract surgery and primary intraocular lens implantation in infants. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(7):1104–8.
8. Vasavada AR, Raj SM, Nihalani B. Rate of axial growth after congenital cataract surgery. *Am J Ophthalmol.* 2004;138(6):91524. doi:10.1016/j.ajo.2004.06.068.
9. McClatchey SK, Dahan E, Maselli E, Gimbel HV, Wilson ME, Lambert SR, Buckley EG, Freedman SF, Plager DA, Parks MM. A comparison of the rate of refractive growth in pediatric aphakic and pseudophakic eyes. *Ophthalmology.* 2000;107(1):118–22.

10. Superstein R, Archer SM, Del Monte MA. Minimal myopic shift in pseudophakic versus aphakic pediatric cataract patients. *J AAPOS*. 2002;6:271–6.
11. Hutchinson AK, Drews-Botsch C, Lambert SR. Myopic shift after intraocular lens implantation during childhood. *Ophthalmology*. 1997;104 (11):1752–7.
12. Inatomi M, Kora Y, Kinohira Y, Yaguchi S. Long-term follow-up of eye growth in pediatric patients after uni-lateral cataract surgery with intraocular lens implantation. *J AAPOS*. 2004;8(1):50–5. doi:10.1016/S1091853103002544.
13. Gochbauer AC, Trivedi RH, Hill EG, Wilson ME. Interocular axial length difference as a predictor of postoperative visual acuity after unilateral pediatric cataract extraction with primary IOL implantation. *J AAPOS*. 2010;14(1):20–4. doi:10.1016/j.jaapos.2009.10.015.
14. Lambert SR, Archer SM, Wilson ME, Trivedi RH, del Monte MA, Lynn M. Long-term outcomes of under-correction versus full correction after unilateral intra-ocular lens implantation in children. *Am J Ophthalmol*. 2012;153(4):602–608, 608.e601. doi:10.1016/j.ajo.2011.08.046
15. Mezer E, Rootman DS, Abdolell M, Levin AV. Early postoperative refractive outcomes of pediatric intra-ocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30(3):603–10. doi:10.1016/j.jcrs.2003.07.002.
16. Eibschitz-Tsimhoni M, Tsimhoni O, Archer SM, Del Monte MA. Discrepancies between intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *Ophthalmology*. 2007;114(2):383–6. doi:10.1016/j.ophtha.2006.06.063.
17. Moore DB, Ben Zion I, Neely DE, Plager DA, Ofner S, Sprunger DT, Roberts GJ. Accuracy of biometry in pediatric cataract extraction with primary intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(11):1940–7. doi:10.1016/j.jcrs.2008.07.019.
18. Trivedi RH, Wilson ME. Prediction error after pediatric cataract surgery with intraocular lens implantation: contact versus immersion A-scan biometry. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(3):501–5. doi:10.1016/j.jcrs.2010.09.023.
19. Nihalani BR, VanderVeen DK. Comparison of intra-ocular lens power calculation formulae in pediatric eyes. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1493–9. doi:10.1016/j.ophtha.2010.09.023.
20. Tromans C, Haigh PM, Biswas S, Lloyd IC. Accuracy of intraocular lens power calculation in paediatric cataract surgery. *Br J Ophthalmol*. 2001;85(8):939–41.
21. Trivedi RH, Wilson ME, Reardon W. Accuracy of the Holladay 2 intraocular lens formula for pediatric eyes in the absence of preoperative refraction. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(7):1239–43. doi:10.1016/j.jcrs.2011.01.021.
22. Eibschitz-Tsimhoni M, Tsimhoni O, Archer SM, Del Monte MA. Effect of axial length and keratometry measurement error on intraocular lens implant power prediction formulas in pediatric patients. *J AAPOS*. 2008;12(2):173–6. doi:10.1016/j.jaapos.2007.10.012.
23. Joshi PM, Mehta R, Ganesh S. Accuracy of intraocular lens power calculation in pediatric cataracts with less than a 20 mm axial length of the eye. *Nepal J Ophthalmol*. 2014;6(11):56–64. doi:10.3126/nepjoph.v6i1.10773.
24. Serafino M, Trivedi RH, Levin AV, Wilson ME, Nucci P, Lambert SR, Nischal KK, Plager DA, Bremond-Gignac D, Kekunnaya R, Nishina S, Tehrani NN, Ventura MC. Use of the Delphi process in paediatric cataract management. *Br J Ophthalmol*. 2016 May;100(5):611–5.
25. Gayton JL, Sanders VN. Implanting two posterior chamber intraocular lenses in a case of microphthalmos. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19(6):776–7.
26. Wilson ME, Peterseim MW, Englert JA, Lall-Trail JK, Elliott LA. Pseudophakia and polypseudophakia in the first year of life. *J AAPOS*. 2001;5(4):238–45. doi:10.1067/mpa.2001.116867.
27. Boisvert C, Beverly DT, McClatchey SK. Theoretical strategy for choosing piggyback intraocular lens powers in young children. *J AAPOS*. 2009;13(6):555–7.
28. Plager DA, Lynn MJ, Buckley EG, Wilson ME, Lambert SR. Complications, adverse events and additional intraocular surgery one year after cataract surgery in the Infant Aphakia Treatment Study. *Ophthalmology*. 2011;118(12):2330–4.
29. Solebo AL, Russell-Eggitt I, Cumberland PM, Rahi JS, British Isles Congenital Cataract Interest Group. Risks and outcomes associated with primary intra-ocular lens implantation in children under 2 years of age: the IoLunder2 cohort study. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(11):1471–6.
30. Medsinge A, Nischal KK. Pediatric cataract: challenges and future directions. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:77–90.
31. Trivedi RH, Wilson ME, Vasavada AR, Shah SK, Vasavada V, Vasavada VA. Visual axis opacification after cataract surgery and hydrophobic acrylic intraocular lens implantation in the first year of life. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(1):83–7.
32. Rowe NA, Biswas S, Lloyd IC. Primary IOL implantation in children: a risk analysis of foldable acrylic v PMMA lenses. *Br J Ophthalmol*. 2004;88(4):481–5.
33. Dada T, Dada VK, Sharma N, Vajpayee RB. Primary posterior capsulorhexis with optic capture and intra-cameral heparin I paediatric cataract surgery. *Clin Exp Ophthalmol*. 2000;28(5):361–3.



34. Raina UK, Gupta V, Arora R, Mehta DK. Posterior continuous curvilinear capsulorhexis with and without optic capture of the posterior chamber intraocular lens in the absence of vitrectomy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2002;39(5):278-87.
35. Koch DD, Kohnen T. A retrospective comparison of techniques to prevent secondary cataract formation following posterior chamber intraocular lens implantation in infants and children. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1997;95:351-60.
36. Guo S, Wagner RS, Caputo A. Management of the anterior and posterior lens capsules and vitreous in pediatric cataract surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2004;41(6):330-7.
37. Jensen AA, Basti S, Greenwald MJ, Mets MB. When may the posterior capsule be preserved in pediatric intraocular lens surgery? *Ophthalmology*. 2002;109(2):324-7.
38. Sharma N, Balasubramanya R, Dada VK, Vajpayee RB. Efficacy of trypan blue in posterior capsulorhexis with optic capture in pediatric cataracts. *BMC Ophthalmol*. 2006;6:12.
39. Alexandrakis G, Peterseim MM, Wilson ME. Clinical outcomes of pars plana capsulotomy with anterior vitrectomy in pediatric cataract surgery. *J AAPOS*. 2002;6(3):163-7.
40. Shah SK, Vasavada V, Praveen MR, Vasavada AR, Trivedi RH, Dixit NV. Triamcinolone-assisted vitrectomy in pediatric cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(2):230-2.
41. Praveen MR, Shah SK, Vasavada VA, Dixit NV, Vasavada AR, Garg VS, Trivedi RH. Triamcinolone-assisted vitrectomy in pediatric cataract surgery: intraoperative effectiveness and postoperative outcome. *J AAPOS*. 2010;14(4):340-4.
42. Sminia ML, et al. Long term follow up of corneal endothelium after aphakic iris fixated IOL implantation for bilateral cataract in children. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37:866-72.
43. Ellerton CR, et al. Secondary implantation of open-loop, flexible anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 1996;22:951-4.
44. Buckley EG. Scleral fixated (sutured) posterior chamber lens implantation in children. *J AAPOS*. 1999;3:289-94.