

فصل دوم

تکامل سیستم بینایی

دانستن فرآیند تکامل نرمال سیستم بینایی به معاینه کننده کمک می کند که به درستی هرگونه انحراف از وضعیت نرمال را تشخیص داده و مداخلات اولیه در زمان مناسب برای برطرف کردن ریسک مشکلات بینایی را فراهم کند.

هرچه اختلال بینایی در سال های اول زندگی زودتر رخ دهد، اختلال بیشتری در تکامل سیستم حسی و حرکتی کودک ایجاد خواهد کرد.

بی نقص بودن سیستم بینایی برای تکامل این سیستم کاملاً ضروری می باشد.

تحقیقات بیشتر بر روی نقش مکانیسم های عصبی در تکامل بینایی و یا جنبه های رفتاری تکامل بینایی در نوزادان متمرکز است.

VA

تکامل VA با دو روش رفتاری و الکتروفیزیولوژی مطالعه شده است. شیوه رفتاری بر پایه تحقیقات FANTZ بر روی نگاه ترجیحی در نوزادان است. در این روش در واقع ترجیح نوزاد برای نگاه به الگوهای خاصی ارزیابی می شود.

در روش الکتروفیزیولوژی، هدف بهره گیری از روش های غیر تهاجمی مثل تست VEP می باشد.

تست VEP، درست و سالم بودن مسیر بینایی از رتین تا کورتکس بینایی را با ثبت فعالیت امواج مغز همزمان با تحریکات بینایی را ارزیابی می کند که می توان برای تخمین حدت بینایی نوزاد در شرایط خاص به کار گرفت.

اگرچه در گذشته باور بر این بود که نوزادان توانایی بینایی محدودی در تولد به کمک تست نگاه ترجیحی دارند اما در روش VEP نشان داده شد که نوزادان در بدو تولد قادر به دیدن بوده و VA آنها در ۶ ماه اول زندگی مقدار چشمگیری بهبود می یابد.

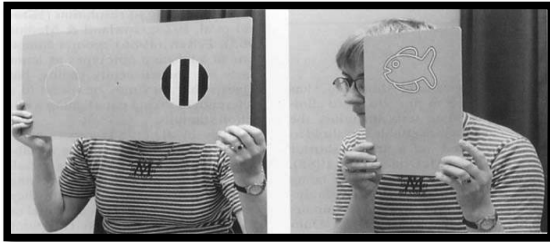
این تکنیک ها را می توان در ارزیابی درمان، مخصوصاً آمبلیوپي چشم نوزادان به کار برد.

روش رفتاری (behavioral) براساس نگاه ترجیحی، VA را ارزیابی می کند. FANTZ مشاهده کرد که نوزادان بیشتر به الگوهای پیچیده تر توجه می کنند و ایشان نگاه ترجیحی را براساس تعداد و مدت زمان تمرکز روی هر الگو تعیین کرد.

این یافته های FANTZ منجر به توسعه استفاده از تکنیک نگاه ترجیحی شد. در روش FPL یک الگوی نواری شکل (grating) و یک صفحه خالی بدون الگو بطور همزمان به کودک نشان داده می شود.

معاینه کننده موقعیت صفحه دارای گریٹینگ را نمی داند و تلاش می کند که موقعیت را براساس میزان توجه نوزاد به الگو تشخیص دهد.

اگر نگاه کردن به صفحه خاکستری و دارای گریتینگ برای نوزاد مثل هم باشد، ترجیح فیکسیشن وجود ندارد. نوزاد توسط چندین الگوی گریتینگ مختلف تست شده و داده ها با توجه به درصد پاسخ های درست مشاهده گر ثبت می شود. معمولا آستانه پاسخ های درست ۷۵ درصد تعریف شده است. FPL بیشترین کارایی را در نوزادان از تولد تا ۶ ماهگی دارد. در نوزادان بزرگتر، بیشتر از Operant (preferential looking) استفاده می شود که معمولا از سن ۵ ماه تا ۵ سال به خوبی جواب می دهد. استفاده از کارت VA (شکل 2.1) که در واقع همان FPL تغییر یافته است در کودکان کاربرد مناسبی دارد. این تکنیک آگاهی خوبی از تاریخچه طبیعی تاخیر در تکامل سیستم بینایی، شدت نقص سیستم بینایی و نیز مقدار بهبود دید کودک برای ما فراهم می کند.



شکل 2.1. بهره گیری از کارت های تیزبینی روشی موثر در اندازه گیری تیزبینی در کودکان می باشد

تکامل دید، در ماه های اولیه زندگی سریع می باشد. مطالعات نشان داده اند که در روش FPL تیزبینی با افزایش سن بهبود یافته و در سن ۳-۵ سالگی به سطح بزرگسالان (30 cycle/deg یا 20/20) می رسد. دید نوزاد در هنگام تولد 1 سیکل بر درجه، در 3 ماهگی 3 سیکل بر درجه، در 6 ماهگی 6 سیکل بر درجه و در 12 ماهگی 12 سیکل بر درجه می باشد.

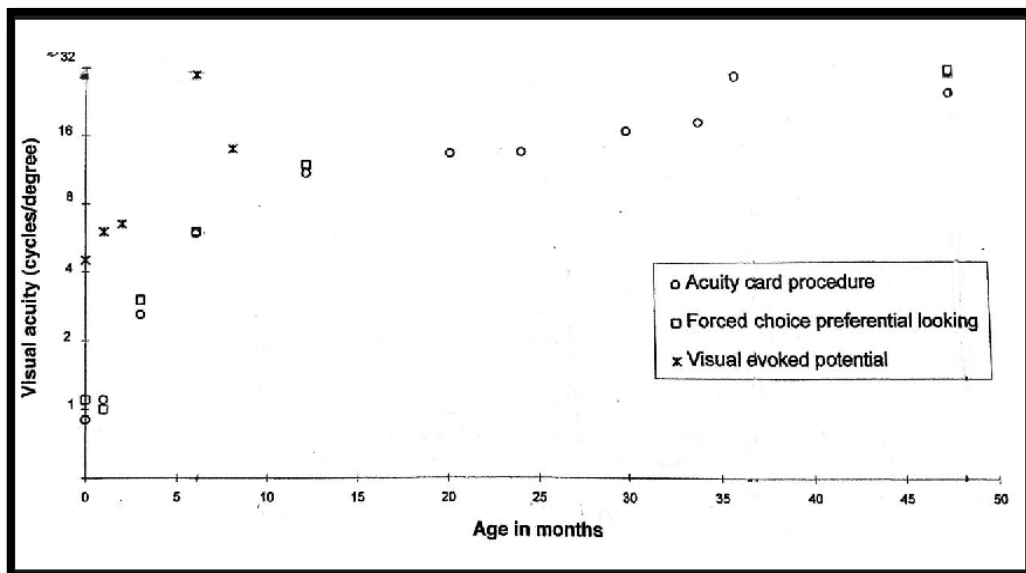
VA تک چشمی و دوچشمی در نوزادان در سال اول زندگی به سرعت از 2 سیکل بر درجه به 9.6 سیکل بر درجه می رسد. در ۶ ماه اول زندگی تکامل VA تک چشمی و دوچشمی سرعت مشابهی دارند اما از ۶ تا ۱۱ ماهگی VA دوچشمی نوزاد از تک چشمی پیشی می گیرد.

MAYER و همکارانش مشاهده کردند که میانگین VA یک نوزاد از ۱ تا ۶ ماهگی به سرعت بهبود می یابد اما بعد از آن از سرعت این روند افزایشی کاسته می شود. مطالعات BERNET و همکارانش نشان داد که VEP در طول نوزادی دسرخوش تغییرات تکاملی سریع می شود.

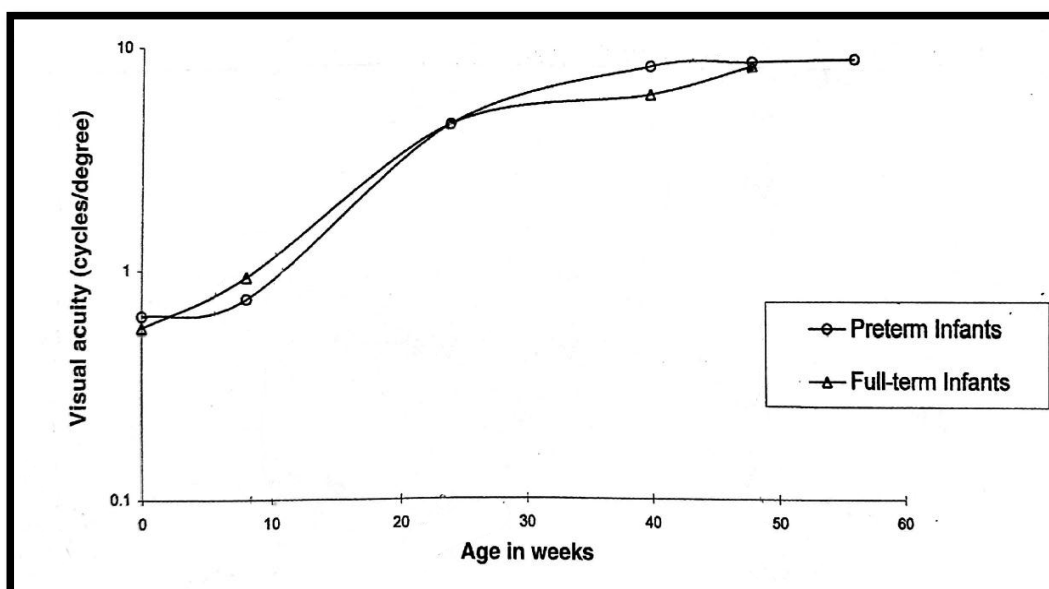
از VEP برای ارزیابی VA در نوزادان استفاده می شود (شکل 2.2). SOKOL از الگوی تحریک معکوس (reverse pattern) برای اندازه گیری VA در نوزادان ۲ تا ۶ ماه استفاده کرد و مشاهده کرد که VA با سرعت بیشتری در ۶ ماه اول زندگی افزایش می یابد و از 20/150 در دو ماهگی به 20/20 در ۶ ماهگی می رسد.

تحقیقات HAMER و همکارانش گزارش کردند که VA دوچشمی و تک چشمی منحنی رشد مشابهی دارند. VA دوچشمی تا سن ۶ ماهگی کمی بهتر از نوع تک چشمی می باشد.

براساس تحقیقات VANHOF که با استفاده از روش FPL بین بچه های preterm و full term انجام شد مشاهده شد که ۶۳٪ نوزادان preterm دید بهتری نسبت به full term داشتند که این نشان دهنده رشد تکاملی سریعتر نوزادان preterm می باشد. میانگین VA نوزادان preterm در همه ی سنین مقداری بالاتر بود (شکل 2.3).



شکل 2.2 تیزبینی دوچشمی در کودکان نرمال تابعی از سن می باشد.



شکل 2.3 تکامل تیزبینی در کودکان کامل و نارس به کمک روش های نگاه ترجیحی

در روش sweep VEP در نوزادان preterm، تیزیابی بالاتر از نوزادان full term بود.

صرف نظر از روش بکار برده شده در اندازه گیری VA، تا سن ۶ ماهگی VA نوزاد به مقدار چشمگیری افزایش می یابد. تغییرات VA با روش VEP افزایش چشمگیری را نسبت به روش نگاه ترجیحی نشان می دهد.

کنترل حرکات چشمی

حرکات چشمی معمولاً یک اندیکاسیون از میزان دید نوزادان هستند. حرکات نرمال چشمی در نوزادان با اختلال دید تکامل پیدا نمی کند.

حرکات چشمی غیرنرمال اغلب اولین علامت مشکلات چشمگیر بینایی می باشند. نوزادان حرکات چشمی مختلفی دارند اما به پیچیدگی حرکات چشمی بزرگسالان نیست. آنها قادر به فیکس کردن روی اجسام اطراف، دنبال کردن حرکت محرک و حرکت چشم ها به سمت محرک های اطراف در میدان دید می باشند.

کیفیت این پاسخها تحت تاثیر تنوع و جذابیت محرک ارائه شده می باشد که در معاینات باید مد نظر قرار گیرد.

حرکات ساکاد (saccadic movements)

اگرچه نوزادان به محرکی که ناگهان ظاهر می شود توجه می کنند اما این حرکات در تولد کامل نیستند. نوزادان قادر هستند که توجهشان را با استفاده از حرکات ساکاد به صورت مستقیم به سمت محرک ببرند. حرکات ساکاد در نوزادان اگرچه برنامه ریزی متفاوتی نسبت به بزرگسالان دارد اما از نظر دینامیک مشابه بزرگسالان هستند.

ROUCOUX و همکارانش دو نوع حرکت ساکاد را در نوزادان شناسایی کردند:

- ساکاد های پومتریکی که با حرکات سر مرتبط می باشد
 - ناهماهنگی حرکت سر و چشم که اغلب های پومتریکی می باشد.
- افراد بزرگسال اغلب حرکات ساکاد را با یک ساکاد بلند با ضریب خطای ۵ الی ۱۰ درصد به مکان مورد نظر می برند.

در نوزادان اغلب مجموعه ای از حرکات ساکاد ریز با دامنه مشابه اولین ساکاد تا رسیدن به هدف انجام می شود. این ساکادهای های پومتریکی کوچک دامنه استاندارد داشته و وابسته به فاصله تارگت نیستند و به طور معمول حدود ۵۰٪ از فاصله تارگت را پوشش می دهند بنابراین در نوزاد زمان طولانی تری

نسبت به بزرگسالان برای رسیدن به تارگت لازم بوده و گاهی بیشتر از یک ثانیه طول میکشد. علاوه براین نوزادان دیرتر حرکت ساکاد را شروع می کنند.

در افراد بزرگسال تاخیر زمانی برای انجام ساکاد به سمت تارگت ۲۰۰-۲۵۰ میلی ثانیه می باشد در حالی که در نوزادان این مقدار به ۵۰۰ الی ۸۰۰ میلی ثانیه می رسد.

براساس مطالعه ی HARRIS و همکارانش ، هایپومتریک بودن حرکات ساکاد در نوزادان بخشی از فرآیند تکاملی نرمال در نظر گرفته می شود. حرکات هایپومتریک ساکاد در سن ۷ ماهگی کمتر دیده می شوند اما درستی این حرکات هنوز مثل بزرگسالان نیست. HARRIS حرکات ساکاد هایپومتریک واضح را در نوزادان ، مخصوصا با تارگت های بزرگ ، گزارش کرد. همچنین مشاهده کردند که ساکاد ثانویه در جهت مخالف ساکاد اولیه (در واقع ساکاد هایپومتریک) نسبتا نادر می باشد و وجود این ساکاد نشان دهنده ابنرمالی می باشد.

ZEE و LEIGH دریافتند که ساکاد های هایپومتریک اغلب مرتبط با بیماری مخچه می باشد. نوزادان برای مشاهده یک تارگت در اطراف علاوه بر حرکت ساکاد، یک حرکت سر هم دارند. معمولا توانایی فیکس کردن روی یک تارگت در اطراف نوزاد با انجام یک ساکاد، از سن یک سالگی دیده می شود.

MCKENZIE در مطالعه ای که انجام داد گزارش کرد که پاسخ نوزادان به تارگت های مختلف، متفاوت می باشد. در این مطالعه مشاهده شد که نوزادان در هنگام تولد قادر به فیکس کردن بر روی چهره ها بوده ولی به نور و تارگت های بینایی و صدا تا ۳ ماهگی پاسخ نمی دهند.

بنابراین انتخاب محرک مناسب در ارزیابی حرکات چشمی مهم بوده و یکی از موثرترین محرک ها برای نوزادان چهره ی معاینه کننده می باشد.

حرکات ساکاد افقی قبل از ساکاد های عمودی تکامل می یابند. حرکات عمودی معمولا تا سن ۴-۶ هفتگی دیده نمی شوند. در ۳ ماهگی پاسخ حرکات ساکاد افقی و عمودی بسیار مشابه یکدیگر هستند. تکامل ساکاد افقی و عمودی نوزادان به هم وابسته نمی باشد.

حرکات پرسوییت (pursuit movements)

در گذشته تفکر بر این بود که نوزادان تا سن ۳ ماهگی پرسوییت نداشته و از ساکاد های کوچک برای دنبال کردن استفاده می کنند.

مطالعات حال حاضر نشان می دهند که در شرایط خاصی نوزادان قادر به انجام حرکات نرم چشم و سر می باشند. ابتدا سرعت تارگت برای اجرای حرکت آهسته چشم و سر باید پایین باشد و اگر سرعت بیشتر شود نوزاد شروع به حرکات ساکاد می کند. مدت زمان حرکات پرسوییت در نوزادان تازه متولد شده کوتاه بوده و حدود 300-400 میلی ثانیه می باشد که بستگی به اندازه تارگت دارد. اندازه تارگت باید ۱۲ درجه یا بیشتر باشد تا نوزاد حرکت پرسوییت را نگه دارد. اگرچه حرکات پرسوییت در ۶-۸ ماهگی ظاهر می شوند ولی درستی این حرکات به علت هماهنگ نبودن شدت حرکات با شدت تارگت ضعیف می باشد. حرکات

پرسویت ممکن است در نوزاد دیده شوند اما اغلب از بعد از ۶-۸ ماه زندگی دیده می شوند. البته در این سن هم این نوع حرکت وابسته به شدت تارگت و اندازه ی تارگت می باشد (جدول 2.1).

سن	مهارت
3 ماهگی تولد 3 ماهگی 3 ماهگی	فیکسیشن روی نورها صورت ها اجسام صداها
در بدو تولد	اپتوکینتیک نیستاگموس
در بدو تولد 4-6 هفتگی 3 ماهگی	حرکات ساکاد افقی عمودی به سمت بالا عمودی به سمت پایین محرك ها صورت ها چراغ قوه
در بدو تولد 3 ماهگی	
6-8 هفتگی	حرکات پرسویت
در بدو تولد	رفلکس وستیبولار چشمی VOR
3 ماهگی	هماهنگی بین حرکات سر-چشم

جدول 2.1 تکامل سیستم اکولوموتور

اپتوکینتیک نیستاگموس (OKN)

فاز سریع و آهسته ی حرکات اپتوکینتیک نیستاگموس از بدو تولد قابل مشاهده می باشد. نوع تک چشمی این حرکت نسبت به بزرگسالان نا کامل می باشد. نوزادان با دید نرمال حرکات OKN غیر متقارن دارند. آن ها یک پرسویت ضعیف هنگام حرکت تارگت از نازل به سمت تمپورال در شرایط تک چشمی نشان می دهند اما حرکت از تمپورال به نازل راحت تر می باشد. حرکات OKN بعد از ۳-۶ ماهگی متقارن می شوند.

مشاهده حرکات OKN غیر متقارن در نوزادان بالای ۳-۶ ماهه نشان دهنده مشکل در تکامل سیستم بینایی می باشد. این عدم تقارن در پاسخ در کودکان و بزرگسالان با دید دوچشمی ضعیف ناشی از استرابیسم های infant onset، آمبلیوپ و کاتاراکت یک طرفه مادرزادی می باشد.

حرکات سر و چشم

نوزادان در ۱ الی ۵ ماهگی توانایی استفاده هماهنگ از چشم و سر برای فوکوس روی تارگت های بینایی را دارند. زمانی که سر حرکت کند، رفلکس vestibulo-ocular فیکسیشن را روی تارگت نگه می دارد.

در مطالعات GOODKIN دیده شد که نوزادان دو ماهه چشم هایشان را به سمت تارگت بدون حرکت سر حرکت می دهند. در ۳ ماهگی نوزادان چشم هایشان را و سپس سرشان را به سمت محرک نوری در کمتر از یک ثانیه حرکت می دهند.

VOR در بدو تولد موجود است و به ننگه داشتن یک فیکسیشن واضح در طول حرکت سر کمک می کند. ابرمالی هایی شبیه غیر متقارن بودن اپتوکینتیک نیستاگموس دوچشمی و پرسویت آهسته و نیستاگموس در هرسی غیرنرمال می باشند.

فیکسیشن دوچشمی و تقارب

یک نوزاد می تواند بصورت دوچشمی روی اجسام فیکس کند اما ترجیح به فیکساسیون روی چهره می باشد. وقتی سن بالاتر می رود اسباب بازی ها و نور های مختلف، تارگت های جذابی برای کودک هستند. نوزادان قادر به تقارب هستند؛ به شرطی که تارگت تحریک بینایی خوبی داشته باشد و فاصله از چشم نوزاد حدود ۱۰ اینچ یا بیشتر باشد.

ASLIN و JACKSON دریافتند که نوزادان ۳-۴ ماهه حرکت تقاربی درستی را نشان می دهند. نوزادان بالای ۲ ماه توانایی تقارب مشابه بزرگسالان را دارند.

حرکات ورجنسی (vergence movements)

ASLIN مشاهده کرد که از ۳ ماهگی ۷۰٪ نوزادان قادر به تقارب و تباعد درست می باشند.

در تحقیقاتی که به کمک پریم و ارزیابی پاسخ حرکات ورجنسی فیوژنی (fusinal vergence) انجام گرفت مشاهده شد که از ۶ ماهگی تعداد زیادی از نوزادان پاسخ رفلکس فیوژنی را نشان می دهند.

این مطالعات نشان داد که نوزادان بسته به سن، نوع تارگت و سرعت تارگت قادر به حرکت چشم-هایشان می باشند. نوزادان به طور کلی قادر به بروز توانایی تقارب و حرکات ورجنسی فیوژنی در سن ۴ تا ۶ ماه می باشند.

تطابق

تحقیقات WHITE نشان داد که عملکرد درست سیستم تطابقی در ۲ ماهگی بیشتر از آن چیزی است که در گذشته تصور میشد. BANKS مشاهده کرد که پاسخ تطابقی نوزادان در سن ۳-۴ ماهگی مشابه بزرگسالان می شود.

BRADDICK و همکارانش عملکرد تطابق را با فتورفرکشن ارزیابی کردند و مشاهده کردند که نوزادان از تولد تا ۶ ماهگی قادر به تطابق صحیح برای تارگت های ۷۵ و ۱۵۰ سانتی متری هستند.

دید دو چشمی

تشخیص دیسپاریتی

تشخیص دیسپاریتی برای عملکرد درست دید دوچشمی ضروری بوده و در بدو تولد تکامل ضعیفی دارد. نوروپاتی های کورتکس مغز که دیسپاریتی های کوچک را تشخیص می دهند در بدو تولد احتمالاً وجود نداشته و یا ناقص اند. نوزادان در سن ۳-۴ ماهگی قادر به تشخیص تغییرات دیسپاریتی می باشند.

استریوپسیس

تکنیک نگاه ترجیحی برای ارزیابی فیوژن حسی و استریوپسیس استفاده می شود. BIRCH و همکارانش دریافتند که فیوژن حسی در بدو تولد وجود ندارد اما در طول ۶ ماه اول زندگی به سرعت تکامل می یابد. وجود استریوپسیس در نوزادان ۱۶ هفته ای با استفاده از روش two choice preference نشان داده شده است.

Random dot stereopsis در بدو تولد دیده نشده اما در ۳-۴ ماه اولیه مشاهده شده است.

در طول ۳-۴ ماه اول زندگی عملکرد دوچشمی، به ویژه استریوپسیس، به واسطه ی تفاوت دید دوچشم تحت تاثیر قرار می گیرد.

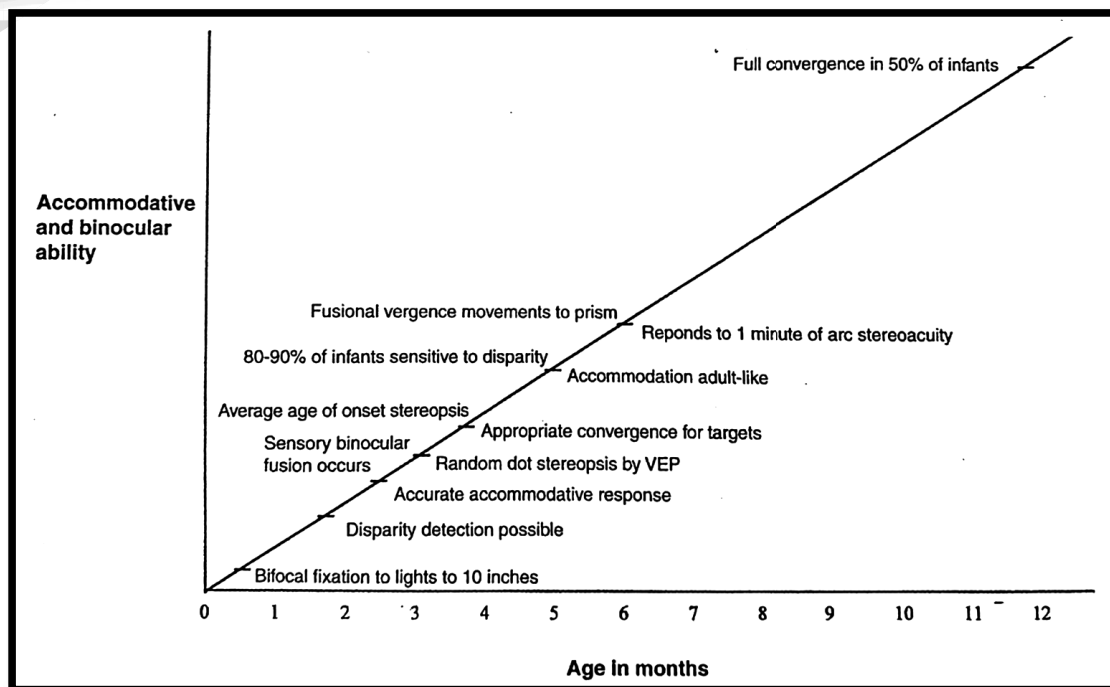
BIRCH و همکارانش مشاهده کردند که نوزادانی که به تارگت های استریوپسیس پاسخ نمی دهند معمولاً تفاوت چشمگیری در دید بین دو چشم دارند.

براساس تحقیقات CINER و همکارانش با کمک تارگت های Random dot مشاهده شد که با افزایش سن، استریوپسیس نوزاد هم بهبود می یابد؛ البته به شرطی که سیستم بینایی عملکرد نرمالی داشته باشد (شکل 2.4).

حساسیت کنتراست

حساسیت کنتراست (CS)، حداقل کنتراست مورد نیاز برای تشخیص گریٹینگ های با الگوی موج سینوسی با فرکانس های فضایی مختلف است.

مطالعات نشان داده اند که عملکرد حساسیت کنتراست در نوزادان مشابه بزرگسالان نمی باشد.



شکل 2.4. تکامل تطابق و مهارت های دید دوچشمی

ATKINSON و همکارانش از روشهای الکتروفیزیولوژی و نگاه ترجیحی برای ارزیابی تکامل حساسیت کنتراست در نوزادان استفاده کردند و مشاهده شد که بهبود سریعی در ظرفیت بینایی در طول ۱-۳ ماه اولیه زندگی روی می دهد.

نوزادان، افزایش حساسیت به همه فرکانس های فضایی را نشان می دهند و اولین تظاهر آن، پاسخ به فرکانس های فضایی پایین در ۲-۳ ماهگی می باشد.

مطالعات دیگر نشان داد که نوزادان ۶ ماهه هنوز یک نقص در حساسیت به فرکانس های فضایی بالا نسبت به بزرگسالان نشان می دهند.

مطالعات الکتروفیزیولوژی و نگاه ترجیحی نشان می دهد که آستانه کنتراست 1 cycl/deg بسیار نزدیک به سطح بزرگسالان است. بر اساس مطالعات ADAMS و COURAGE حساسیت کنتراست دوچشمی به مقدار چشمگیری بالاتر از مقدار تک چشمی آن در سن یک سالگی است.

مطالعات RICHMAN و LYONS نشان داد که نوزادان حساسیت کنتراست کمتری نسبت به بزرگسالان دارند و این مقدار تا سن ۷ سالگی به سطح کنتراست بزرگسالان نمی رسد.