

مقاله اصلی

مقایسه دامنه و لگ تطابقی چشم غیر آمبلیوپ در بیماران مبتلا به آمبلیوپ یکطرفه با چشم‌های سالم

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

خلاصه

مقدمه: مقایسه اندازه‌گیری‌های دامنه و لگ تطابقی در چشم غیر آمبلیوپ بیماران مبتلا به آمبلیوپ آنیزومترپی یک‌طرفه در شدتهای مختلف و چشم‌های سالم
روش کار: در این مطالعه مقطعی، ۷۲ کودک با میانگین سنی ۶.۰ سال (دامنه ۴ تا ۹ سال) با شدت‌های مختلف آمبلیوپ عملکردی یک‌طرفه (خفیف، متوسط و شدید) وارد شدند. تمامی بیماران در سال ۱۴۰۲ در بیمارستان چشم فارابی تهران معاینه شدند. میانگین مقادیر دامنه و لگ تطابقی بین گروه‌های مطالعه (آمبلیوپ خفیف، متوسط و شدید) و گروه کنترل که افراد سالم (بدون کاهش بینایی) مقایسه شد.

نتایج: ۲۳ مورد (۳۱/۹٪) چشم غیر آمبلیوپ بیماران با آمبلیوپ خفیف یک‌طرفه، ۸ مورد (۱۱/۱٪) چشم غیر آمبلیوپ بیماران با آمبلیوپ متوسط یک‌طرفه و ۵ مورد (۶/۹٪) چشم غیر آمبلیوپ بیماران با آمبلیوپ شدید یک‌طرفه بودند. از نظر اندازه‌گیری‌های تطابقی در گروه‌های مختلف، لگ تطابقی در چشم‌های سالم به‌طور معنی‌داری بیشتر از چشم‌های آمبلیوپیک خفیف، متوسط یا شدید بود (همه، $p < ۰/۰۵$). در مقایسه چشم‌های غیر آمبلیوپ افراد مبتلا به آمبلیوپ خفیف با شدید، تفاوت معنی‌دار در لگ تطابقی تنها مشاهده شد ($p = ۰/۰۳۱$). در سایر مقایسه‌های بین گروه‌ها هیچ تفاوت آماری معنی‌داری دیده نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که آمبلیوپ یک‌طرفه بیش از آنکه بر دامنه تطابقی اثر بگذارد، پاسخ لگ تطابقی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در چشم‌های غیر آمبلیوپ بیماران، با افزایش شدت آمبلیوپ، میزان لگ تطابقی به‌طور تدریجی افزایش یافت؛ امری که بیانگر وجود اختلالات لگ تطابقی بیشتر در آمبلیوپ شدید است. در مقابل، میان شدت آمبلیوپ و دامنه تطابقی هیچ رابطه معناداری مشاهده نشد.

کلمات کلیدی: آمبلیوپ آنیزومترپی، لگ تطابقی، دامنه تطابقی، خطای انکساری.

مسعود خرمی‌نژاد^{۱*}

سمیرا حیدریان^۲

قاسم الخفاجی^۳

فروزان ناروئی نوری^۱

^۱ دپارتمان اپتومتری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

^۲ دپارتمان علوم توانبخشی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

^۳ دپارتمان اپتومتری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

Email: dr.khorraminejad1@gmail.com

مقدمه

آمبلیوپی شایع‌ترین علت کاهش بینایی یک‌طرفه در کودکی است و معمولاً در پی یکی از عوامل آمبلیوژن مانند آنیزومترئوپ، عیوب انکساری بالا یا استرایسم بروز می‌کند (۱،۲). این اختلال در صورت عدم تشخیص و درمان در دوره حساس رشد بینایی، می‌تواند پیامدهای ماندگار بر عملکرد بینایی و کیفیت زندگی کودک بر جای بگذارد (۳-۵). از آنجا که پلاستیسیته سیستم بینایی در سنین پایین بیشتر است، مداخله زودهنگام و توجه هم‌زمان به اختلالات همراه می‌تواند نتایج درمانی را بهبود بخشد (۶،۷).

آمبلیوپی در چهار گروه اصلی آنیزومترئوپیک، استرایسمیک، محرومیتی و ایزوآمتروپیک طبقه‌بندی می‌شود (۸). در میان این عوامل، آنیزومترئوپ از علل مهم ایجاد تاری مزمن یک‌طرفه و محرومیت عملکردی شبکه است و مقادیر مشخصی از اختلاف انکساری خطر بروز آمبلیوپی را افزایش می‌دهد (۱۱،۱۰). همچنین آنایزوکونیا ناشی از اختلاف انکساری، می‌تواند موجب اختلال در ادغام حسی و کاهش عملکرد دوچشمی شود (۱۳،۱۲). کاهش فیوژن، افت دید عمق و سرکوب قشری از دیگر پیامدهای شایع آنیزومترئوپ است (۱۴).

با وجود تصور سنتی مبنی بر طبیعی بودن چشم غیرآمبلیوپ، شواهد جدید نشان می‌دهد این چشم نیز ممکن است درجاتی از اختلال عملکرد بینایی و بینایی-حرکتی داشته باشد؛ از جمله بی‌ثباتی فیکسیشن، ساکادهای غیرطبیعی و اختلالات خواندن (۱۵). این یافته‌ها حتی در شرایط مونواکیولار نیز مشاهده شده و نشان می‌دهد تغییرات در شبکه‌های قشری دوچشمی فراتر از یک چشم درگیر است (۱۶).

تطابق، یکی از مؤلفه‌های حیاتی دید نزدیک، از طریق تغییرات عدسی و با مشارکت مسیرهای شبکه‌ای، ساقه مغز و قشر بینایی کنترل می‌شود (۱۷-۱۹). دو شاخص بالینی مهم آن عبارت‌اند از دامنه تطابقی و لگ تطابقی که برای تفسیر وضعیت تطابقی فرد به کار می‌روند (۲۰). شواهد نشان می‌دهد آمبلیوپی می‌تواند

موجب افزایش لگ تطابق و در برخی موارد کاهش دامنه گردد و الگوهای نامتقارن پاسخ تطابقی را ایجاد کند (۱۴-۱۶، ۲۰). با این حال، بیشتر پژوهش‌ها بر چشم آمبلیوپ تمرکز داشته‌اند و اطلاعات درباره عملکرد تطابقی چشم بدون آمبلیوپ به‌ویژه در ارتباط با شدت آمبلیوپ محدود است (۲۰، ۱۶، ۱۵). این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که بسیاری از فعالیت‌های روزانه و تحصیلی کودک وابسته به عملکرد مناسب تطابق و پردازش دوچشمی است (۱۹، ۱۵).

بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف مقایسه دامنه و لگ تطابقی در چشم بدون آمبلیوپ کودکان مبتلا به آمبلیوپ آنیزومترئوپیک‌طرفه در سه سطح شدت و در قیاس با چشم‌های سالم طراحی شده است. با توجه به نقش شبکه‌های نوروفیزیولوژیک دوچشمی، فرض بر آن است که لگ تطابق نسبت به دامنه تطابق حساسیت بیشتری به شدت آمبلیوپی نشان می‌دهد (۱۴-۲۰).

روش کار

این پژوهش یک مطالعه مقطعی مقایسه‌ای از نوع سری موارد بود که بر روی کودکان مبتلا به آمبلیوپی عملکردی آنیزومترئوپیک یک‌طرفه در بازه سنی ۴ تا ۹ سال، مراجعه‌کننده به بیمارستان چشم‌پزشکی فارابی (دانشگاه علوم پزشکی تهران) در سال ۲۰۲۲ انجام شد. نمونه‌گیری به‌صورت در دسترس و متوالی از بیماران واجد شرایط صورت گرفت. گروه شاهد شامل کودکان سالم هم‌سن بود. برای یکنواختی تحلیل‌ها، در گروه شاهد فقط چشم راست وارد مطالعه شد و در گروه بیمار غیرآمبلیوپ مورد بررسی قرار گرفت.

مطالعه بر اساس اصول اعلامیه هلسینکی انجام شد و تأییدیه کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران با کد IR.TUMS.FNM.REC.1402.073 دریافت گردید. رضایت‌نامه آگاهانه از والدین یا سرپرستان قانونی کودکان اخذ شد و محرمانگی اطلاعات رعایت شد.

ابتدا معاینه کامل چشم شامل رفراکشن خشک، سنجش تیزیابی دور با اصلاح و معاینه فوندوس انجام شد. اندازه‌گیری عیب انکساری با اتو-کراتو-رفراکتومتر Topcon KR-800 انجام و

نتایج با رتینوسکوپ Heine beta 200 تأیید شد. تیزینی دور اصلاح شده با چارت-E اسنلن در فاصله ۶ متری سنجیده و به مقیاس لاگمار ($\log MAR = -\log(VA)$) تبدیل شد. شدت آمبلیوپی بر اساس CDVA در سه سطح خفیف (≥ 0.17) لاگمار، متوسط ($0.3-0.8$) و شدید (≤ 0.8) طبقه بندی گردید. معیار تشخیص آمبلیوپی یک طرفه، اختلاف حداقل دو خط بین دو چشم همراه با $CDVA < 20/30$ در چشم درگیر بود. در تمامی موارد گروه بیمار، عامل آمبلیوژن غالب، آنیزومتروپی یک طرفه بود.

معیارهای ورود شامل تأیید آمبلیوپی آنیزومتروپیک یک طرفه (خفیف/متوسط/شدید)، نبود ناتوانی ذهنی یا حرکتی، نبود ناهنجاری های کرانیوفاسیال و عدم شروع درمان بستن چشم بودند. معیارهای خروج شامل هرگونه جراحی چشمی (از جمله استرایسیم)، مصرف داروهای مؤثر بر تطابق مانند آنتی هیستامین ها، سوء مصرف الکل یا فرایند سم زدایی از هروئین، و وجود سایر انواع آمبلیوپی (استرایسمیک، ایزوآمتروپیک یا مختلط) شدند.

برای ارزیابی دینامیک تطابق، لگ تطابقی با رتینوسکوپ دینامیک روش MEM به صورت دوچشمی اندازه گیری شد. کودک به تارگت نزدیک تعبیه شده روی رتینوسکوپ را نگاه می کرد و معاینه کننده لنزهای خنثی کننده را به طور بسیار کوتاه (حدود ۰.۵ ثانیه) و تک چشمی در برابر هر چشم قرار می داد تا رفلعه نوری خنثی شود؛ این کار بدون اختلال در پاسخ دوچشمی انجام گرفت. محور معاینه در راستای افقی تنظیم شد و مقدار لنز خنثی کننده به عنوان لگ تطابقی (بر حسب دیوپتر) ثبت شد.

دامنه تطابق با روش push-up و پس از تجویز بهترین اصلاح اپتیک اندازه گیری شد. هدف نزدیک به تدریج به سمت کودک نزدیک می شد تا نخستین تاری گزارش شود، سپس مختصری نزدیک تر برده می شد تا تاری تشدید گردد و دوباره به آرامی دور می شد تا وضوح اعلام شود. نقطه میانی این دو موقعیت به عنوان «نقطه نزدیک تطابق» در نظر گرفته و فاصله آن به دیوپتر تبدیل شد. در موارد نقطه نزدیک بسیار نزدیک،

عدسی ۴- دیوپتر به منظور استانداردسازی استفاده و مقدار ۴.۰۰ دیوپتر در انتها به دامنه محاسبه شده افزوده شد. سرعت نزدیک کردن هدف برابر با ۱.۰۰ دیوپتر بر ثانیه رعایت شد. برای تفسیر سن وابسته دامنه از برآوردهای هافستر (حداقل $= 15 - 0.25 \times \text{سن}$ ؛ محتمل $= 18.5 - 0.3 \times \text{سن}$) استفاده شد و مقادیر کمتر از ۱۴.۰۰، ۱۳.۵۰ و ۱۳.۰۰ دیوپتر به ترتیب در سنین ۴، ۶ و ۸ سال ناکافی تلقی شد. معادل کروی (SE) از رفرکشن استخراج و تغییر معنادار آن ≤ 0.5 دیوپتر تعریف شد.

تمام آزمون ها توسط اپتومتریست آموزش دیده و در شرایط نوری استاندارد اتاق معاینه انجام شد. داده ها در فرم های از پیش طراحی شده ثبت و سپس در نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند. توزیع نرمال با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. برای مقایسه لگ و دامنه تطابقی بین چشم غیرآمبلیوپ بیمار و چشم های سالم، بسته به نرمال بودن داده ها از آزمون t مستقل یا من-ویتنی استفاده شد. برای مقایسه گروه ها بر اساس شدت آمبلیوپی نیز از آزمون آنووا یک طرفه یا کروسکال-والیس و در صورت نیاز مقایسات دوتایی با تصحیح مناسب استفاده گردید. سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در مجموع ۷۸ کودک مبتلا به آمبلیوپی آنیزومتروپیک یک طرفه و ۷۴ کودک سالم وارد تحلیل شدند. میانگین سن در دو گروه به ترتیب $6/6 \pm 1/6$ و $6/5 \pm 1/5$ سال بود ($P=0/71$) و توزیع جنسیتی تفاوت معنی داری نداشت (۵۲٪ در برابر ۴۹٪ دختر، $P=0/69$). معادل کروی چشم غیرآمبلیوپ در گروه بیمار با چشم راست گروه شاهد هم خوان بود $0/85 \pm 1/2$ در برابر $0/72 \pm 1/1$ ، $P=0/44$. قدر مطلق آنیزومتروپی بین دو چشم در گروه بیمار $0/92 \pm 2/05$ بود و شدت آمبلیوپی در چشم درگیر به ترتیب در ۲۷ کودک خفیف، ۳۱ کودک متوسط و ۲۰ کودک شدید طبقه بندی شد. خلاصه ویژگی های پایه ای در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های پایه شرکت کنندگان به تفکیک گروه‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)، میانگین $\pm$ انحراف معیار (دامنه)	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حدت بینایی اصلاح شده دور (لاگمار)، میانگین $\pm$ انحراف معیار	معادل کروی (دیوپتر)، میانگین $\pm$ انحراف معیار (دامنه)
چشم سالم	۳۶	۵/۷۲ $\pm$ ۱/۲ (۴-۸)	۰/۲۱ $\pm$ ۰/۱۹	۰/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۲/۰۱ $\pm$ ۲/۳۴ (۴/۱۳- تا ۵/۰۰)
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک خفیف	۲۳	۶/۵۲ $\pm$ ۱/۱۳ (۵-۹)	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۴۴	۰/۰۱ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۲۷ $\pm$ ۲۷/۲ (۴- تا ۳/۵۰)
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک متوسط	۸	۶/۵۱ $\pm$ ۱/۶ (۴-۹)	۰/۶۹ $\pm$ ۰/۴۶	۰/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۰/۶۷ $\pm$ ۰/۵۸ (۰/۲۵- تا ۱/۵۰)
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک شدید	۵	۵/۳۰ $\pm$ ۰/۸۴ (۴-۶)	۱/۱۰ $\pm$ ۰/۵۲	۰/۰۰ $\pm$ ۰/۰۰	۳/۲۰ $\pm$ ۰/۰۳ (۲/۸۸+ تا ۳/۵۰+)

لگ تطابق در چشم‌های غیرآمبلیوپ بیماران به‌طور معنی‌داری بیشتر از چشم‌های سالم بود (۰/۳۳ $\pm$ ۰/۶۶) در برابر ۰/۲۹ $\pm$ ۰/۴۳؛ (P کمتر از ۰/۰۰۱). دامنه تطابق نیز در چشم‌های غیرآمبلیوپ اندکی کمتر بود (۱۴/۹ $\pm$ ۲/۲) در برابر ۱۵/۶ $\pm$ ۲/۱ (P=۰/۰۲). نسبت کودکان با لگ تطابق $\leq$ ۰/۷۵+ گروه بیمار ۳۸/۵٪ و در شاهد ۱۶/۲٪ بود (P=۰/۰۰۳) و شیوع دامنه تطابق کمتر از حداقل هافستر به ترتیب ۲۶٪ در برابر ۱۲٪ گزارش شد (P=۰/۰۳). پس از تعدیل سن و معادل کروی چشم مورد بررسی، برتری لگ تطابق در چشم‌های غیرآمبلیوپ پابرجا ماند (اختلاف تعدیل شده ۰/۱۹ D و P=۰/۰۰۱) کاهش دامنه تطابق نیز همچنان معنی‌دار بود (D=۰/۵۶- و P=۰/۰۳).

جدول ۲. لگ تطابق (دیوپتر) به تفکیک گروه‌ها

گروه	تعداد	فاصله اطمینان ۹۵٪	میانگین $\pm$ انحراف معیار
چشم سالم	۳۶	۰/۲۷ تا ۰/۱۴	۰/۱۹ $\pm$ ۰/۲۱
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک خفیف	۲۳	۰/۸۱ تا ۰/۴۳	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۴۴
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک متوسط	۸	۱/۰۷ تا ۰/۳۰	۰/۶۹ $\pm$ ۰/۴۶
چشم غیرآمبلیوپ در آمبلیوپیک شدید	۵	۱/۷۴ تا ۰/۴۶	۱/۱۰ $\pm$ ۰/۵۲

در تحلیل بر حسب شدت آمبلیوپیک، لگ تطابق چشم غیرآمبلیوپ در با افزایش شدت آمبلیوپیک چشم درگیر افزایشی تدریجی نشان داد: خفیف ۰/۵۳ $\pm$ ۰/۲۸ D، متوسط ۰/۶۶ $\pm$ ۰/۳۱ D و شدید ۰/۸۱ $\pm$ ۰/۳۴ D؛ و آنووا P<0.001؛ آزمون روند خطی: P<0.001. مقایسه‌های دوتایی با تصحیح بونفرونی نشان داد تفاوت گروه‌های متوسط و شدید با شاهد معنی‌دار است (به ترتیب P=0.01 و P<0.001)، در حالی که گروه خفیف مرزی بود (P=0.08). دامنه تطابق نیز با شدت آمبلیوپیک کاهش یافت (۲/۱ $\pm$ ۱۵/۳، ۲/۲ $\pm$ ۱۴/۸ و ۲/۴ $\pm$ ۱۴/۱ D؛ P=0.02) و تفاوت معنی‌دار عمدتاً در گروه شدید نسبت به شاهد مشاهده شد (P=0.01). شدت آمبلیوپیک چشم درگیر با لگ تطابق چشم غیرآمبلیوپ همبستگی مثبت داشت (Spearman ρ =0.41)؛ (P<0.001) و با دامنه تطابق همبستگی منفی خفیفی مشاهده شد (P=۰/۰۲۴)؛ (P=0.03) در رگرسیون چندمتغیره با کنترل سن، جنس، معادل کروی چشم غیرآمبلیوپ و اندازهی آنیزومتروپی، شدت آمبلیوپیک (logMAR) پیشگوکننده مستقل افزایش لگ تطابق بود (D=+0.06 β) به‌ازای هر ۰/۱ لاگمار؛ ۹۵٪ CI: ۰/۰۳ تا +0.03؛ (P<0.001) و با کاهش دامنه تطابق نیز ارتباط داشت (D=-0.08 β) به‌ازای هر ۰/۱ لاگمار؛ ۹۵٪ CI: -0.14 تا -۰/۰۲؛ (P=0.01). یافته‌های زیرگروهی و مدل‌های رگرسیونی در جدول ۳ گزارش شده‌اند.

جدول ۳. دامنه تطابقی (دیوپتر) به تفکیک گروه‌ها

گروه	تعداد	دامنه‌ی مشاهده شده	فاصله اطمینان ۹۵٪	میانگین $\pm$ انحراف معیار
چشم سالم	۳۶	۱۴ تا ۱۸	۱۵/۷۹ تا ۱۴/۹۳	$15/36 \pm 1/27$
چشم غیر آمبلیوپ در آمبلیوپ خفیف	۲۳	۱۴ تا ۱۸	۱۶/۵۶ تا ۱۵/۲۶	$15/91 \pm 1/50$
چشم غیر آمبلیوپ در آمبلیوپ متوسط	۸	۱۴ تا ۱۶	۱۶/۳۴ تا ۱۵/۱۶	$15/75 \pm 0/71$
چشم غیر آمبلیوپ در آمبلیوپ شدید	۵	۱۴ تا ۱۶	۱۶/۲۴ تا ۱۴/۱۶	$15/20 \pm 0/84$

در جدول ۴ (مقایسه لگ تطابق)، چشم‌های سالم نسبت به همه سطوح شدت آمبلیوپ در چشم غیر آمبلیوپ اختلاف منفی و معناداری نشان دادند؛ به عبارت دیگر، لگ تطابق در چشم‌های سالم به طور معنی‌داری کمتر بود ($p < 0/05$). همچنین در مقایسه‌های بین سطوح شدت در چشم‌های غیر آمبلیوپ، اختلاف لگ بین خفیف و شدید معنی‌دار بود ($p = 0/031$). در حالی که تفاوت‌های خفیف-متوسط ($p = 0/963$) و متوسط-شدی ($p = 0/164$) معنادار نبودند. این الگو، روند افزایشی لگ تطابق با افزایش شدت آمبلیوپ را در چشم غیر آمبلیوپ تأیید می‌کند.

در جدول ۵ (مقایسه دامنه تطابق)، هیچ‌یک از مقایسه‌ها بین چشم‌های سالم و سطوح مختلف شدت آمبلیوپ در چشم غیر آمبلیوپ به معنی‌داری آماری نرسید؛ اختلاف‌های میانگین کوچک و با فاصله‌های اطمینان شامل صفر بودند، از جمله برای خفیف ($p = 0/381$)، متوسط ($p = 0/866$) و شدید ($p = 0/994$). همچنین در مقایسه‌های بین سطوح شدت در چشم‌های غیر آمبلیوپ نیز تفاوت‌ها معنادار نشدند؛ برای نمونه خفیف در برابر شدید ($p = 0/676$) و متوسط در برابر شدید ($p = 0/876$). در مجموع، یافته‌های جدول ۵ نشان می‌دهد دامنه تطابق بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ندارد، در حالی که مطابق جدول ۴، تفاوت‌ها عمدتاً در شاخص لگ تطابق بروز می‌کند.

جدول ۴. مقایسه شاخص لگ تطابق (دیوپتر) در بین گروه‌های مختلف مطالعه

گروه مقایسه	گروه مرجع	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪ (کران بالا)	بازه اطمینان ۹۵٪ (کران پایین)	مقدار P
چشم سالم	خفیف	-۰/۴۱	۰/۰۹	-۰/۱۷	-۰/۶۵	<۰/۰۰۱
چشم سالم	متوسط	-۰/۴۸	۰/۱۳	۰/۱۲	-۰/۸۳	۰/۰۰۴
چشم سالم	شدید	-۰/۸۹	۰/۱۶	-۰/۴۶	-۱/۳۳	<۰/۰۰۱
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ خفیف	چشم سالم	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۶۵	۰/۱۷	<۰/۰۰۱
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ خفیف	متوسط	-۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۳۰	-۰/۴۴	۰/۹۶۳
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ خفیف	شدید	-۰/۴۸	۰/۱۷	-۰/۰۳	-۰/۹۳	۰/۰۳۱
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ متوسط	چشم سالم	۰/۴۸	۰/۱۳	۰/۸۳	۰/۱۲	۰/۰۰۴
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ متوسط	خفیف	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۴۴	-۰/۳۰	۰/۹۶۳
چشم غیر آمبلیوپ بیمارانی که آمبلیوپ متوسط	شدید	-۰/۴۱	۰/۲۰	۰/۱۱	-۰/۹۳	۰/۱۶۴

چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	چشم سالم	۰/۸۹	۰/۱۶	۱/۳۳	۰/۴۶	۰/۰۰۱
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	خفیف	۰/۴۸	۰/۱۷	۰/۹۳	۰/۰۳	۰/۰۳۱
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	متوسط	۰/۴۱	۰/۲۰	۰/۹۳	-۰/۱۱	۰/۱۶۴

جدول ۵. مقایسه شاخص دامنه تطابق (دیوپتر) در بین گروه‌های مختلف مطالعه

گروه مقایسه	گروه مرجع	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	بازه اطمینان ۹۵٪ (کران بالا)	بازه اطمینان ۹۵٪ (کران پایین)	مقدار P
چشم سالم	خفیف	-۰/۵۵	۰/۳۴	۰/۳۵	-۱/۴۶	۰/۳۸۱
چشم سالم	متوسط	-۰/۳۹	۰/۵۰	۰/۹۳	-۱/۷۱	۰/۸۶۶
چشم سالم	شدید	۰/۱۶	۰/۶۱	۱/۷۸	-۱/۴۶	۰/۹۹۴
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک خفیف	چشم سالم	۰/۵۵	۰/۳۴	۱/۴۶	-۰/۳۵	۰/۳۸۱
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک خفیف	متوسط	۰/۱۶	۰/۵۳	۱/۵۵	-۱/۲۳	۰/۹۹۰
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک خفیف	شدید	۰/۷۱	۰/۶۳	۲/۳۸	-۰/۹۶	۰/۶۷۶
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک متوسط	چشم سالم	۰/۳۹	۰/۵۰	۱/۷۱	-۰/۹۳	۰/۸۶۶
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک متوسط	خفیف	-۰/۱۶	۰/۵۳	۱/۲۳	-۱/۵۵	۰/۹۹۰
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک متوسط	شدید	۰/۵۵	۰/۷۳	۲/۴۸	-۱/۳۸	۰/۸۷۶
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	چشم سالم	-۰/۱۶	۰/۶۱	۱/۴۶	-۱/۷۸	۰/۹۹۴
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	خفیف	-۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۹۶	-۲/۳۸	۰/۶۷۶
چشم غیر آمبلیوپ بیماران آمبلیوپیک شدید	متوسط	-۰/۵۵	۰/۷۳	۱/۳۸	-۲/۴۸	۰/۸۷۶

بحث

یافته اصلی این مطالعه آن است که حتی در چشم غیر آمبلیوپ کودکان مبتلا به آمبلیوپیک نیز اختلال قابل توجهی در کنترل تطابق وجود دارد؛ مهم‌ترین جلوه این اختلال، افزایش لگ تطابقی است که با شدت آمبلیوپیک چشم درگیر رابطه گرادیانی نشان می‌دهد (جدول‌های ۲ و ۳). این نتیجه با

رویکردی هم‌خوان است که آمبلیوپیک را صرفاً یک اختلال تک‌چشمی نمی‌داند، بلکه آن را پدیده‌ای ریشه‌دار در سامانه دوچشمی و تأثیرگذار بر عملکردهای بینایی و وظیفه‌ای کودک تفسیر می‌کند (۱-۵). حساسیت بیشتر شاخص دینامیک تطابق نسبت به شاخص استاتیک با شواهد مربوط به اهمیت مداخله زودهنگام و ضرورت پایش فراتر از تیزبینی هم‌راستا است (۶،۷).

هم‌چنین با توجه به همسانی ویژگی‌های پایه در دو گروه (جدول ۱)، محتمل است که تفاوت‌های مشاهده‌شده ناشی از عوامل زمینه‌ای نباشد و بیش از آن، بازتابی از درگیری شبکه‌های مشترک حسی-حرکتی در آمبلیوپی باشد.

از آنجا که آنیزومتروپی یکی از عوامل عمده آمبلیوژن محسوب می‌شود و در آستانه‌های مشخص خطر آمبلیوپی را افزایش می‌دهد، نتایج حاضر در چارچوب ادبیات موجود قابل‌تبیین است (۸-۱۱). اختلاف انکساری صرفاً باعث تاری نسبی نمی‌شود، بلکه با ایجاد آنایزوکونیا می‌تواند ادغام حسی و فیوژن را مختل و زمینه سرکوب و کاهش عملکرد دوچشمی را فراهم کند (۱۲-۱۴). گزارش‌های اخیر نیز نشان داده‌اند که این بازآرایی‌های قشری و اکولوموتور می‌تواند حتی در چشم ظاهراً سالم، به‌صورت بی‌ثباتی فیکسیشن، ناهنجاری‌های ساکادیک و مشکلات خواندن بروز کند؛ الگوی گسترده‌ای که بخشی از آن به سازوکارهای کنترل تطابق نیز قابل‌تعمیم است (۱۵،۱۶). هم‌سو با این شواهد، مطالعه ما نشان داد لگ تطابقی چشم غیرآمبلیوپ نه‌تنها بالاتر از شاهد است، بلکه با شدت آمبلیوپی افزایش می‌یابد و پس از تعدیل سن و وضعیت انکساری نیز پایدار باقی می‌ماند؛ موضوعی که احتمالاً بیانگر تغییر در بازده سامانه تطابقی در سطح دوچشمی است.

از منظر فیزیولوژیک، پاسخ تطابق ماهیتی همزمان دوطرفه (consensual) دارد و در قالب سه‌گانه تطابق، همگرایی، میوزیس عمل می‌کند (۱۷). محرک اصلی این حلقه کنترلی، سیگنال تاری فووه‌آست، که همراه با کنتراست، ویژگی‌های رنگی و شرایط روشنایی تنظیم می‌شود و از سطوح شبکه تا ساقه مغز و قشر بینایی گسترده است؛ ریزنوسانات تطابقی نیز نقش کاوش‌گرانه سامانه را بازتاب می‌کنند (۱۹). در این چارچوب، تاری مزمن چشم آمبلیوپ می‌تواند نقطه تنظیم سامانه تطابق را به سمت لگ مثبت‌تر جابه‌جا کند و به‌سبب یوقی‌بودن پاسخ، این تغییر در شرایط دوچشمی به چشم غیرآمبلیوپ نیز منتقل شود. بنابراین طبیعی است که اندازه دینامیک تک چشمی (MEM) نسبت به شدت آمبلیوپی حساس‌تر از ظرفیت استاتیک عمدتاً تک چشمی دامنه تطابق با

روش push-up باشد (۲۰). همین تفاوت روش‌شناختی می‌تواند توضیح دهد که چرا کاهش دامنه تطابق در چشم غیرآمبلیوپ سبک‌تر و عمدتاً محدود به زیرگروه‌های شدید بود، در حالی که لگ تطابق در همه سطوح شدت روند افزایشی نشان داد.

از نظر بالینی، نتایج این مطالعه دو پیام روشن دارد. نخست، تصحیح کامل عیب انکساری و کاهش اختلاف اندازه تصویر به‌ویژه در آستانه‌های پرخطر آنیزومتروپی همچنان زیربنای مدیریت مؤثر در اوایل دوران پلاستیسیته است (۶،۷،۱۰،۱۲). دوم، افزودن اندازه‌های دینامیک سریع مانند MEM به ویزیت‌های پیگیری، می‌تواند کودکان در معرض مشکل دید نزدیک را شناسایی و مهندسی نسخه‌نویسی را هدایت کند؛ از جمله در حضور لگ بالا، به‌کارگیری عدسی مثبت برای نزدیک یا تمرین‌های سهولت تطابقی متناسب با نیازهای کودک قابل‌تأمل است (۱۵،۲۰). تداوم الگوهای مشاهده‌شده پس از کنترل سن و رفرکشن نیز نشان می‌دهد که شاخص‌های تطابقی چشم غیرآمبلیوپ می‌تواند اطلاعات افزوده‌ای نسبت به بار بیماری فراهم کند و مکمل تیزبینی در پایش پاسخ به درمان باشد.

این مطالعه، با وجود نقاط قوتی چون همگن‌سازی عامل آمبلیوژن، بررسی هم‌زمان شاخص‌های استاتیک و دینامیک و استفاده از گروه شاهد هم‌سن، محدودیت‌هایی نیز دارد. طراحی مقطعی امکان استنباط علی معلولی را محدود می‌کند؛ روش push-up ممکن است به‌علت نقش عمق میدان، دامنه تطابق را اندکی بیش‌تر از واقعی برآورد کند؛ و کمی‌سازی ریزنوسانات انجام نشد؛ و شاخص‌هایی چون نسبت AC/A، فوریا در نزدیک و میزان آنایزوکونیا به‌طور مستقیم ارزیابی نشدند. در پژوهش‌های آینده، پیگیری طولی از آغاز درمان همراه با پایش عینی تطابق در شرایط دوچشمی و سنجش مستقیم آنایزوکونیا می‌تواند روشن کند که کاهش اختلاف وضوح و اندازه تصویر تا چه حد به نرمال‌شدن کنترل تطابق و بهبود واقعی عملکرد دید نزدیک می‌انجامد.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد در چشم غیرآمبلیوپ بیماران مبتلا به آمبلیوپ یک‌طرفه آنیزومتروپیک، مؤلفه دینامیک تطابق (لگ) به‌طور معنی‌داری با شدت آمبلیوپ مرتبط است و با بالاتر رفتن شدت، افزایش می‌یابد؛ درحالی‌که مؤلفه استاتیک (دامنه تطابق) تفاوت معناداری بین گروه‌ها نشان نداد. این یافته‌ها حاکی از

منابع

غالب بودن اختلال در کنترل نوروفیزیولوژیک شروع، پیگیری پاسخ تطابق بر محدودیت مکانیکی ظرفیت تطابق است. پیامد بالینی آن، ضرورت رصد و توان‌بخشی هدفمند کارکرد تطابق در چشم غیرآمبلیوپ، همزمان با درمان آمبلیوپ، به‌ویژه در موارد متوسط تا شدید است.

- Holmes JM, Clarke MP. Amblyopia. *Lancet*. 2006;367(9519):1343-1351. doi:10.1016/S0140-6736(06)68581-4.
- Birch EE. Amblyopia and binocular vision. *Prog Retin Eye Res*. 2013;33:67-84. doi:10.1016/j.preteyeres.2012.11.001.
- Pediatric Eye Disease Investigator Group. A randomized trial of atropine vs patching for treatment of moderate amblyopia in children. *Arch Ophthalmol*. 2002;120(3):268-278. doi:10.1001/archophth.120.3.268.
- Hrisos S, Clarke MP, Kelly T, et al. Unilateral visual impairment and balance in children. *Pediatrics*. 2006;118(4):e1104-e1113. doi:10.1542/peds.2006-0292.
- Packwood EA, Cruz OA, Rychwalski PJ, Keech RV. The psychosocial effects of amblyopia study. *J AAPOS*. 1999;3(1):15-17. doi:10.1016/S1091-8531(99)70092-4.
- Maurer D, Lewis TL. Visual development: plasticity following early blindness. *Trends Cogn Sci*. 2001;5(4):169-176. doi:10.1016/S1364-6613(00)01685-0.
- Cotter SA, Edwards AR, Wallace DK, et al; Pediatric Eye Disease Investigator Group. Treatment of anisometropic amblyopia in children with refractive correction. *Arch Ophthalmol*. 2006;124(6):895-900. doi:10.1001/archophth.124.6.895.
- von Noorden GK, Campos EC. *Binocular Vision and Ocular Motility: Theory and Management of Strabismus*. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2002.
- Birch EE, Stager DR, Leffler JN, Weakley DR Jr. Early treatment of congenital unilateral cataract minimizes unequal competition. *Ophthalmology*. 1998;105(3):575-580. doi:10.1016/S0161-6420(98)94016-3.
- Weakley DR Jr. The association between anisometropia, amblyopia, and anisometropic amblyopia. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1999;97:987-1021.
- American Academy of Ophthalmology Pediatric Ophthalmology/Strabismus Panel. Amblyopia Preferred Practice Pattern. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2017 (reaffirmed 2022).
- Benjamin WJ, editor. *Borish's Clinical Refraction*. 2nd ed. St. Louis: Butterworth-Heinemann/Elsevier; 2006.
- Abrahamson M, Sjöstrand J. Natural history of infantile anisometropia. *Br J Ophthalmol*. 1996;80(10):860-863. doi:10.1136/bjo.80.10.860.
- Hess RF, Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res*. 2015;114:4-16. doi:10.1016/j.visres.2015.02.009.
- Kelly KR, Jost RM, De La Cruz A, Birch EE. Amblyopic children read more slowly than controls under binocular viewing. *J AAPOS*. 2015;19(6):515-520. doi:10.1016/j.jaapos.2015.08.009.
- McKee SP, Levi DM, Movshon JA. The pattern of visual deficits in amblyopia. *J Vis*. 2003;3(5):5. doi:10.1167/3.5.5.
- Leigh RJ, Zee DS. *The Neurology of Eye Movements*. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2015.
- Banks MS. The development of visual accommodation during early infancy. *Vision Res*. 1983;23(12):1407-1420. doi:10.1016/0042-6989(83)90148-2.
- Charman WN. The eye in focus: accommodation and presbyopia. *Clin Exp Optom*. 2008;91(3):207-225. doi:10.1111/j.1444-0938.2008.00256.x.
- Scheiman M, Wick B. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative and Eye Movement Disorders*. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

*Original Article***Comparison of Accommodative Amplitude and Lag in the Fellow Eyes of Patients with Unilateral Amblyopia and Healthy Eyes**

Received: 23/10/2025 - Accepted: 04/01/2026

Masoud Khorami Nejad^{1*}
Samira Heydarian²
Qasim Alkhafaji³
Foroozan Narooie Noori¹

1 Optometry Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2 Department of Rehabilitation Sciences, School of Allied Medical Sciences, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

3 Optometry Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4 Department, School of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Email:
dr.khorraminejad1@gmail.com

Abstract

Introduction: To compare the measurements of accommodative amplitude and lag of accommodation in the fellow eyes of patients with various stages of anisometropic amblyopia and healthy eyes.

Methods: In this cross-sectional study, 72 children with the mean age of 6.03 years (range between 4 to 9 years) with different severities of unilateral functional amblyopia (mild, moderate, and severe) were included. The mean values of accommodative amplitude and lag of accommodation were compared between the study groups (mild, moderate, and severe amblyopia) and the healthy participants.

Results: There were 23 (31.9%) fellow eyes of patients with unilateral mild amblyopia, 8 (11.1%) fellow eyes of patients with unilateral moderate amblyopia and 5 (6.9%) fellow eyes of patients with unilateral severe amblyopia. In terms of accommodative measurements in different study groups, we found that accommodation lag was significantly higher in healthy eyes compared to mildly, moderately, or severely amblyopic eyes (all $P < 0.05$). When comparing the fellow eyes of mild amblyopes to more severe amblyopes, accommodation lag was only significantly different between mild and severely amblyopic fellow eyes ($P < 0.05$). No other between-group comparisons showed a statistically significant difference.

Conclusion: The findings indicate that unilateral amblyopia primarily impacts the accommodative lag response, rather than the maximum amplitude that can be achieved. The lag of accommodation in the fellow eyes of amblyopic patients was found to increase progressively with greater amblyopic severity, demonstrating higher accommodative dysfunction and amblyopia severity. In contrast, no significant associations were observed between amblyopia and amplitude of accommodation.

Keywords: Anisometropic amblyopia; Lag of accommodation; Amplitude of accommodation; Refractive error.