

间歇性外斜视合并近视患者手术前后调节集合功能变化的年龄差异分析

华超群¹, 沈 降^{1*}, 楼 红¹, 邵雪丽¹, 柳孟云^{2,3}

¹宁波市眼科医院, 浙江 宁波

²宁波大学附属人民医院眼科, 浙江 宁波

³宁波市眼科临床医学研究中心, 浙江 宁波

收稿日期: 2026年2月10日; 录用日期: 2026年3月3日; 发布日期: 2026年3月11日

摘 要

目的: 对间歇性外斜视合并近视患者手术前后的调节集合功能进行临床分析, 探讨不同年龄段间歇性外斜视合并近视青少年行斜视矫正术的疗效。方法: 收集2023年7月至2024年12月行单眼手术治疗的间歇性外斜视青少年患者50例, 均进行单眼外直肌后徙加内直肌缩短手术治疗, 根据患者年龄分为低龄组(4~9岁, 25例)及大龄组(10~18岁, 25例)。术后随访6月, 比较两组术前及术后AC/A、双眼AMP、NRA、PRA的差异。结果: 两组AC/A、双眼AMP、NRA术后3月及6月均较术前提高($P < 0.001$), 且低龄组高于大龄组($P < 0.05$), 两组手术前后PRA比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 间歇性外斜视合并近视患者经过手术治疗后, 双眼调节集合功能改善, 且年龄较小者改善效果更好。

关键词

间歇性外斜视, 近视, 年龄, 手术, 调节

Analysis of Age Differences in the Changes of Accommodative Convergence Function before and after Surgery in Patients with Intermittent Exotropia Combined with Myopia

Chaoqun Hua¹, Jiang Shen^{1*}, Hong Lou¹, Xueli Shao¹, Mengyun Liu^{2,3}

¹Ningbo Eye Hospital, Ningbo Zhejiang

²Department of Ophthalmology, The Affiliated People's Hospital of Ningbo University, Ningbo Zhejiang

*通讯作者。

文章引用: 华超群, 沈降, 楼红, 邵雪丽, 柳孟云. 间歇性外斜视合并近视患者手术前后调节集合功能变化的年龄差异分析[J]. 眼科学, 2026, 15(1): 10-16. DOI: 10.12677/hjo.2026.151002

³Ningbo Clinical Research Center for Ophthalmology, Ningbo Zhejiang

Received: February 10, 2026; accepted: March 3, 2026; published: March 11, 2026

Abstract

Objective: To conduct a clinical analysis of the accommodative convergence function of patients with intermittent exotropia combined with myopia before and after surgery, and to explore the therapeutic efficacy of strabismus correction surgery for adolescents with intermittent exotropia combined with myopia of different age groups. **Methods:** From July 2023 to December 2024, 50 adolescent patients with intermittent exotropia who underwent unilateral surgery were enrolled. All patients underwent unilateral lateral rectus recession combined with medial rectus resection. The patients were divided into a younger group (4~9 years old, 25 cases) and an older group (10~18 years old, 25 cases) according to their age. Postoperative follow-up was conducted for 6 months. The differences in preoperative and postoperative AC/A, binocular accommodation amplitude (AMP), negative relative accommodation (NRA), and positive relative accommodation (PRA) between the two groups were compared. **Results:** The AC/A, binocular AMP, and NRA of both groups improved at 3 months and 6 months after surgery compared to before surgery ($P < 0.001$), and the younger group had higher values than the older group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference in preoperative and postoperative PRA in either group ($P > 0.05$). **Conclusion:** After surgical treatment, the accommodative convergence function of patients with intermittent exotropia combined with myopia improves, and the improvement effect is better in younger patients.

Keywords

Intermittent Exotropia, Myopia, Age, Surgery, Accommodation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

间歇性外斜视在我国各年龄段的外斜视中居于首位，占不同人群儿童外斜视的 48%~92%，影响 3.3%~3.9% 的中国儿童，也是亚洲最常见的儿童斜视形式之一[1]-[3]。间歇性外斜视可引起双眼视觉功能不同程度损害，与眼位正常的近视人群相比，间歇性外斜视患者的近视进展程度更快[4]。研究显示近视儿童发生外斜视的相对危险度为 5.23 [5]，其中以间歇性外斜视最为常见。可见，近视和间歇性外斜视作为共现性疾病[6]。斜视矫正手术是临床治疗斜视的重要方法，可促使双眼视轴平行，重新建立视网膜对应关系，以促进双眼视功能恢复[7]，但是目前关于手术治疗时机尚存在争议。近年来很多学者着眼研究间歇性外斜视患者的调节与集合功能的异常，但目前相关研究尚不充分。

本研究分析间歇性外斜视合并近视患者手术前后的调节集合功能，以及对不同年龄组间歇性外斜视合并近视患者的调节集合功能改善情况进行比较分析，旨在探讨斜视矫正手术对间歇性外斜视合并近视患者调节集合功能的恢复作用，探讨年龄对手术效果的影响，现报告如下。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

收集 2023 年 7 月至 2024 年 12 月在宁波市眼科医院行单眼外直肌后徙加内直肌缩短手术治疗的间

歇性外斜视 4~18 岁患者 50 例, 随访 6 个月。纳入标准: ① 通过症状、斜视检查确定诊断为间歇性外斜视; ② 近视患者需散瞳验光后的等效球镜度 > -0.50 D; ③ 单眼最佳矫正视力 = 1.0; ④ 已经同意选择同一医生手术治疗。排除标准: ① 弱视未矫正者; ② 散光大于 1.00 D; ③ 合并眼球震颤、外斜 A 征、外斜 V 征、伴发垂直斜视等; ④ 合并其他眼部器质性疾病; ⑤ 合并全身发育异常或神经系统疾病; ⑥ 既往曾行斜视及内眼手术。本研究经宁波市眼科医院伦理委员会同意且所有患者由其法定监护人或家属签署知情同意书。

2.2. 检查方法

2.2.1. 检查方法

① 眼科常规检查: 进行视力、屈光状态、眼前段及眼底检查等眼部检查, 除外眼部器质性病变。② 斜视度测定: 患者单眼遮盖 30 min 后, 用三棱镜加交替遮盖法定量测量 33 cm 和 5 m 斜视度。③ 调节功能检查所有检查均由同一医师完成, 间隔 1 小时复检, 取平均值。采用综合验光仪进行调节功能检查, 包括调节幅度、正/负相对调节。双眼调节幅度(AMP)(负透镜法): 嘱患者双眼注视眼前 40 cm 处的最佳近视力上一行视标, 逐量增加负透镜, 直至视标达到模糊临界, 读出视孔的负透镜量值, 调节幅度等于负透镜的绝对值加上近目标所诱发的 2.5 D 调节。正、负相对调节: 嘱患者双眼注视 40 cm 处视标(最佳近视力的上一行), 双眼前逐渐增加 +0.25 正镜片直至其出现持续的模糊为止, 所增加的正镜片总和为负相对调节; 双眼前逐渐增加 -0.25 正镜片直至其出现持续的模糊为止, 所增加的负镜片总和为正相对调节。调节性集合/调节(AC/A)测定(梯度法): 完全矫正被检者的屈光不正, 注视正前方 6 m 处的最佳矫正视力上行视标, 三棱镜加遮盖法测出外斜视度 Δ_1 , 再在双眼前加 -3.00 D 镜片(自动补偿顶点距离, 通常为 12 mm)测得斜视度 Δ_2 , 将所测得数据带入公式 $AC/A = \Delta_2 - \Delta_1/D$, 从而得出 AC/A 值。

2.2.2. 手术方法

所有手术均在全麻下由同一位斜视手术经验丰富的主刀医师按标准的手术流程完成。根据单眼遮盖后测量的最大斜视度完成, 手术选择非主视眼, 均采用 Parks 切口, 均进行单眼外直肌后徙加内直肌缩短术治疗。外直肌后徙时在肌止端后 1 mm 使用 6-0 可吸收缝线套环缝合肌腱, 脚规测量后退量, 平行后退, 将套环缝线缝合于新止点巩膜浅层。内直肌缩短时采用脚规测量缩短量, 6-0 可吸收缝线套环缝合肌腱, 钳夹止血后剪除多余肌腱, 将套环缝线缝合于原肌止端处结扎。所有患者确诊并行知情同意纳入本研究后, 完成术前检查, 排除手术禁忌症, 于术前 3 天予以盐酸左氧氟沙星滴眼液点术眼 4 次/日, 术后使用盐酸左氧氟沙星滴眼液、0.1% 氟米龙滴眼液、普拉洛芬滴眼液点术眼 4 次/日, 妥布霉素地塞米松眼膏术眼 1 次/晚对眼部炎症进行控制并预防眼部感染。

2.3. 统计学方法

采集的所有数据均采用 SPSS 25.0 统计软件进行分析。同一研究对象术前及术后的双眼调节集合功能数据(AC/A、双眼 AMP、NRA/PRA)采用单因素重复测量方差分析; 低龄组和大龄组的术前及术后数据采用两因素重复测量方差分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般资料

共纳入 50 例患者, 低龄组(≤ 9 岁)25 例, 平均年龄 7.92 ± 0.91 岁, 男 12 例, 女 13 例; 大龄组(≥ 10 岁)25 例, 平均年龄 11.76 ± 1.59 岁, 男 18 例, 女 7 例(表 1)。

3.2. 全体患者手术前后调节集合功能变化

单因素重复测量方差分析显示(表 2), 患者术后 AC/A 比值、双眼调节幅度(AMP)、负相对调节(NRA)均较术前显著改善(P 均<0.01), 正相对调节(PRA)较术前改善(P > 0.05)。

3.3. 不同年龄组手术前后调节集合功能变化比较

两因素混合设计重复测量方差分析显示(表 3):

AC/A 比值: 时间主效应显著(F = 13.89, P < 0.001), 时间 × 组别交互作用显著(F = 3.21, P = 0.045)。低龄组术后 AC/A 持续增加, 而大龄组变化不明显。

双眼 AMP: 时间主效应显著(F = 16.23, P < 0.001), 时间 × 组别交互作用显著(F = 4.56, P = 0.013)。简单效应分析显示, 低龄组在术后 3 月 AMP 即显著提高(P < 0.01), 而大龄组至术后半年才出现显著改善(P = 0.032)。

PRA 与 NRA: 时间主效应显著(P 均 < 0.01), 但交互作用不显著(P > 0.05), 表明两组调节灵敏度改善模式相似。

低龄组在各指标上的改善更明显, 提示恢复更快(表 4)。

Table 1. Comparison of baseline characteristics between the two groups
表 1. 两组基线特征比较情况

特征	低龄组(n = 25)	大龄组(n = 25)
年龄(岁)	7.92 ± 0.91	11.76 ± 1.59
术前 AC/A	3.66 ± 1.28	4.40 ± 1.37
术前双眼 AMP	7.24 ± 2.45	7.36 ± 2.11
术前 NRA	2.29 ± 0.21	2.17 ± 0.29
术前 PRA	-2.90 ± 0.19	-2.79 ± 0.45
性别(男/女)	12/13	18/7

Table 2. Changes in all indicators before and after surgery for all samples
表 2. 全体样本手术前后各指标变化

指标	F 值	P 值	均值差异(95% CI)
AC/A	12.56	<0.001	0.96 (0.52, 1.40)
双眼 AMP	15.42	<0.001	1.29 (0.75, 1.83)
NRA	9.67	<0.001	0.11 (0.05, 0.17)
PRA	8.94	0.067	-0.08 (-0.17, 0.01)

Table 3. Comparison of changes in various indicators before and after surgery in the two groups
表 3. 两组手术前后各指标变化的比较

指标与效应	F 值	P 值	简单效应分析
AC/A 比值			
时间效应	13.89	<0.001	
组别效应	0.87	0.356	
交互效应	3.21	0.045	低龄组: AC/A 持续增加(术前→术后 3 月: P = 0.008) 大龄组: 变化不明显(P = 0.152)

续表

双眼 AMP			
时间效应	16.23	<0.001	
组别效应	1.42	0.239	
交互效应	4.56	0.013	低龄组：术后 3 月、半年均>术前(P < 0.01) 大龄组：仅术后半年>术前(P = 0.032)
NRA			
时间效应	10.12	<0.001	
组别效应	1.23	0.273	
交互效应	1.89	0.157	交互作用不显著
PRA			
时间效应	9.34	0.001	
组别效应	0.45	0.505	
交互效应	2.14	0.127	交互作用不显著，无需简单效应分析

Table 4. The mean values ± standard deviations of each indicator in the two groups at different time points
表 4. 两组各指标在不同时间点的均值 ± 标准差

组别	时间	AC/A	双眼 AMP	NRA	PRA
低龄组 (n = 25)	术前	3.66 ± 1.28	7.24 ± 2.45	2.29 ± 0.21	-2.90 ± 0.19
	术后 3 月	4.68 ± 0.84	8.50 ± 1.49	2.40 ± 0.12	-3.05 ± 0.19
	术后半年	4.62 ± 0.90	8.73 ± 1.38	2.40 ± 0.13	-3.02 ± 0.21
大龄组 (n = 25)	术前	4.40 ± 1.37	7.36 ± 2.11	2.17 ± 0.29	-2.79 ± 0.45
	术后 3 月	4.76 ± 0.82	7.92 ± 1.67	2.22 ± 0.22	-3.07 ± 0.25
	术后半年	4.82 ± 0.80	7.89 ± 1.70	2.22 ± 0.23	-3.06 ± 0.22

4. 讨论

在间歇性外斜视和近视中，调节和集合同时参与了疾病的发生和发展，间歇性外斜视的视功能是在发育和减弱中交替进行，随着疾病进展，视力调节性和融合性减弱，代偿能力丧失，进展为恒定性外斜视，此时患儿的立体视觉丢失，给患儿的生活带来严重影响[8]，因此，对患儿及时采取治疗措施是至关重要的，矫正手术是临床治疗斜视的重要方法。本研究观察手术年龄对手术效果的影响，以 9 岁为界限，分为低龄组 4~9 岁，大龄组 10~18 岁，对间歇性外斜视合并近视患者进行 6 个月的观察，结果发现术后 6 月低龄组及大龄组调节集合功能均较术前改善，且低龄组优于大龄组。Eggers 等[9]提倡对间歇性外斜视早期手术，他们认为延期手术可能会加重抑制程度，使融合范围减少，从而不利于功能治愈，并指出，只要手术矫正眼位满意，从功能角度出发，早期手术效果要优于延期手术。赵堪兴[10]认为间歇性外斜视患者应争取早期手术以期恢复和改善立体视功能。付晶等[11]研究发现斜视患者术后短期双眼视觉及近立体视明显改善，其中恒定性外斜视，≤9 岁者，病程 ≤6 月者，斜视度 >40Δ 者改善更为明显。但是有相关的研究[12]指出在对患儿进行手术治疗时会存在回退或者矫正不足的现象，具体临床效果有待进一步研究。

人的正常视觉的建立需要综合调动调节、集合等相关参数，以形成和维持双眼正常视觉感知和眼球正位。调节是指人眼睛通过屈光系统的屈光力改变，使得不同距离的外界物体能够清晰地聚焦在视网膜

上的能力。调节与集合在形成正常视觉感知和维持眼球正位中的作用密不可分，通过调节性集合及集合性调节形成相互作用引起“调节集合反射”。

NRA/PRA 是评估在集合不变双眼同时注视时眼增加和减少调节的能力。NRA 表示眼睛调节放松的能力，PRA 则代表眼睛的调节储备，二者是人眼获得清晰舒适持久视觉的必要条件之一。本研究发现间歇性外斜视合并近视患者在术后 3 月和 6 月时的 NRA/PRA 平均值比术前有显著提高，与郭丽莉等[13]研究结果一致，郭丽莉等报道儿童间歇性外斜视患者的调节反应、NRA/PRA、单眼及双眼调节灵敏度随着术后斜视度的减少、眼位的纠正，都较术前有显著改善。本研究显示，PRA 在手术前后及组间均无显著差异，这可能与近视患者本身的调节功能特点有关。近视眼在未矫正时常处于调节放松状态，长期调节储备可能已处于相对较低水平。手术虽可改善眼位与集合功能，但对调节储备的直接影响有限，尤其是对于已形成调节习惯的较大年龄患者。此外，PRA 的改善可能需要更长时间的视觉训练或调节功能康复，本研究随访期为 6 个月，可能尚未充分体现其变化。未来可结合调节灵敏度训练，进一步观察 PRA 的长期变化趋势。

调节性集合是由于调节与集合内在的联动关系，由调节量和 AC/A 所决定，AC/A 比值失常是共同性斜视发病的重要因素，内斜视患者 AC/A 比率多高于或接近于正常人，外斜视患者 AC/A 比率往往低于正常。研究报道[14]，合并近视的间歇性外斜视患者 AC/A 较间歇性外斜视非近视患者低。我们在本研究中发现，间歇性外斜视合并近视患者术后较术前增大，提示间歇性外斜视的调节和集合两个眼动系统之间的联动性下降，调节无法诱发足够的集合，从而无法有效地控制外斜视趋势。本研究结果显示，术后 AC/A 比值较术前显著提高，尤其在低龄组更为明显。这一变化可能与手术改变了眼球运动系统的生物力学平衡有关。单眼外直肌后徙联合内直肌缩短术通过减弱外直肌并增强内直肌，重建了眼位的肌力平衡，从而改善了集合功能。对于合并近视的间歇性外斜视患者，其术前常因调节不足或调节滞后导致 AC/A 偏低。术后眼位正位可能促进了调节性集合的联动恢复，尤其是低龄患者视觉系统可塑性更强，更易重新建立调节与集合的协调关系。此外，近视患者术后可能因视近需求增加而主动使用调节，进一步刺激 AC/A 系统，这可能是 AC/A 比值上升的基础。

综上所述，间歇性外斜视合并近视患者的双眼调节幅度、NRA/PRA、AC/A 随着术后斜视度的减少、眼位的纠正，都较术前有显著改善，并且年龄较小的患者改善效果更佳，临床上应尽早手术治疗，也为预测手术后双眼视觉功能的恢复提供了临床参考依据。本研究存在一定局限性，由于观察例数较少、检查指标不够全面、检查方法存在主观倾向偏倚等因素，我们将在以后的研究中继续深入探讨斜视手术与调节集合功能的关系，以后需更深入的临床研究进行佐证。

基金项目

宁波市眼科临床医学研究中心 2023 年度开放基金项目(2023-Y2)，鄞州区科技局项目(2023AS053)，温州医科大学 2024 年度高等教育教学改革项目(JG2024183)。

参考文献

- [1] Mohny, B.G. and Huffaker, R.K. (2003) Common Forms of Childhood Exotropia. *Ophthalmology*, **110**, 2093-2096. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.04.001>
- [2] Chia, A., Dirani, M., Chan, Y., Gazzard, G., Au Eong, K., Selvaraj, P., et al. (2010) Prevalence of Amblyopia and Strabismus in Young Singaporean Chinese Children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **51**, 3411-3417. <https://doi.org/10.1167/iovs.09-4461>
- [3] Chia, A., Roy, L. and Seenyen, L. (2007) Comitant Horizontal Strabismus: An Asian Perspective. *British Journal of Ophthalmology*, **91**, 1337-1340. <https://doi.org/10.1136/bjo.2007.116905>
- [4] Shin, K.H., Hyun, S.H., Kim, I.N. and Paik, H.J. (2014) The Impact of Intermittent Exotropia and Surgery for Intermittent

- Exotropia on Myopic Progression among Early School-Aged Children with Myopia. *British Journal of Ophthalmology*, **98**, 1250-1254. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304777>
- [5] Li, S., Liu, L., Li, S., Ji, Y., Fu, J., Wang, Y., *et al.* (2013) Design, Methodology and Baseline Data of a School-Based Cohort Study in Central China: The Anyang Childhood Eye Study. *Ophthalmic Epidemiology*, **20**, 348-359. <https://doi.org/10.3109/09286586.2013.842596>
- [6] 戴薇, 付晶. 近视与间歇性外斜视交互影响的机制及关键临床科学问题[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2020, 28(1): 36-38.
- [7] Yuan, C.Q., Zhu, H., Zhu, J.Y., Xiao, L.X., Zhang, Q. and Liu, H. (2017) [The Effect of Surgical Methods and Postoperative Eye Position on the Quality of Life in Patients with Intermittent Exotropia]. *Chinese Journal of Ophthalmology*, **53**, 924-930.
- [8] 郭朝广, 张清生. 双眼视觉训练对间歇性外斜视儿童术后双眼视功能重建的观察[J]. 国际眼科杂志, 2018, 18(8): 1549-1552.
- [9] Eggers, H.M. and Knapp, P. (1985) Management of Reoperations in Strabismus Surgery. *International Ophthalmology Clinics*, **25**, 161-169. <https://doi.org/10.1097/00004397-198502540-00015>
- [10] 张伟, 赵堪兴. 间歇性外斜视手术前后的立体视功能及手术时机探讨[J]. 眼科新进展, 2002, 22(5): 337-338.
- [11] 赵博文, 周金琼, 齐梦, 王京辉, 孙省利, 付晶. 斜视患者术后短期双眼视觉功能改变的临床观察[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2015, 23(3): 7-11.
- [12] Naxer, S., Horn, M. and Schittkowski, M. (2018) Processed Amniotic Membrane for Conjunctival Reconstruction in Complex Strabismus Surgery. *Strabismus*, **26**, 191-197. <https://doi.org/10.1080/09273972.2018.1502794>
- [13] 郭丽莉, 王乐今. 儿童间歇性外斜视手术前后双眼调节功能变化[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志, 2021, 23(11): 840-844.
- [14] 谢芳, 张伟, 郭新, 等. 间歇性外斜视合并屈光不正患者集合与调节比率分析[J]. 中华眼科杂志, 2014, 50(7): 489-493.