



小学体育教学中防控近视的睫状肌训练时值研究

徐建荣,郑文彬,周晟,杨敢峰*,蔡赅

摘要:目的:观察体育教学中不同视标呈现时值的睫状肌训练对小学生裸眼远视力和动态视力的影响。方法:将123名小学生随机分为睫状肌训练视标呈现时值1 s组、3 s组、5 s组和对照组并进行32周干预实验,在实验前、中、后分别进行裸眼远视力与动态视力检测。结果:实验后,各实验组的动态视力及裸眼远视力均显著高于对照组($P < 0.05$);1 s组和3 s组的动态视力和裸眼远视力后测较中测、后测较前测,以及中测较前测均显著性提高($P < 0.05$);5 s组的动态视力和裸眼远视力后测较中测,以及后测较前测均显著性提高($P < 0.05$);对照组的动态视力后测较前测显著性下降($P < 0.05$),裸眼远视力中测较前测以及后测较前测均显著性下降($P < 0.05$)。结论:视标呈现1 s、3 s和5 s时值的睫状肌训练,对小学生的动态视力和裸眼远视力有积极影响。在体育教学中采用视标呈现1~3 s时值的睫状肌训练较为科学、合理。

关键词: 体育教学;近视;动态视力;裸眼远视力

中图分类号:G804 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2022)03-0031-06

DOI:10.12064/ssr.20220305

Study on Ciliary Muscle Training Duration for Preventing and Controlling Myopia in Primary School Physical Education

XU Jianrong, ZHENG Wenbin, ZHOU Sheng, YANG Ganfeng*, CAI Geng

(School of Physical Education, Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: Objective: To observe the effect of ciliary muscle training with different visual target presentation time on static visual acuity and kinetic visual acuity of primary school students in physical education. Methods: 123 primary school students were randomly divided into 1s group, 3 s group, 5 s group and control group for different ciliary muscle training optotype presentation time and the intervention experiment lasted for 36 weeks. Before, during and after the experiment, static visual acuity and dynamic vision were tested. Results: After the experiment, the kinetic visual acuity and static visual acuity of each intervention group were significantly higher than those of the control group ($P < 0.05$). The kinetic visual acuity and static visual acuity in 1s and 3 s group were significantly improved in post-test compared with middle test, in post-test compared with pretest, and in middle test compared with pretest ($P < 0.05$). The kinetic visual acuity and static visual acuity in the 5 s group were significantly improved in post-test compared with middle test, and in post-test compared with pre-test ($P < 0.05$); The kinetic visual acuity of the control group was significantly lower than that of the pre-test ($P < 0.05$), and the static visual acuity in both of the middle test and the post-test were significantly lower than that of the pre-test ($P < 0.05$). Conclusion: The ciliary muscle training with 1s, 3 s and 5 s visual target presentation time had a positive impact on the dynamic vision and static visual acuity of the students. It is more scientific and reasonable to use the ciliary muscle training with 1~3 s time duration in physical education teaching.

Keywords: physical education; myopia; kinetic visual acuity; static visual acuity

近年来,我国学生视力不良检出率呈高发、低龄化趋势,2020年儿童青少年近视率达到52.7%^[1],小

学阶段近视率上升较快,其中以9~11岁年龄段增幅较大^[2]。眼是结构复杂的视觉器官,任何一个结构的

收稿日期:2022-02-11

基金项目:国家社会科学基金项目(19BTY078)。

第一作者简介:徐建荣,男,硕士,副教授。主要研究方向:体育教育训练学。E-mail:xujianrong@suda.edu.cn。

*通信作者简介:杨敢峰,男,博士研究生,副教授。主要研究方向:武术教学与训练。E-mail:401221617@qq.com。

作者单位:苏州大学体育学院,江苏苏州215021。



功能异常都将引起视力受损。睫状肌过度紧张引起晶状体曲率异常,这是近视眼功能障碍的内在原因^[3]。

对于视觉环境引起的近视,根据眼调节机制进行视觉训练,可达到防控近视的目的^[4]。Foreman等^[5]指出,体育活动在儿童青少年近视防控的作用上可能独立于户外活动时间,并呼吁重视体育锻炼计划,并纳入学校课程之中,促进学龄儿童视力健康发展。不同运动项目对人眼识别有不同要求,使得睫状肌对外界刺激的调节频率和深度不同,这可能是产生防控效果差异的原因^[6]。在常规体育活动基础上增加视标识别任务,即睫状肌训练,可强化体育活动对人眼工作状态的改善,提高练习者动态视力并恢复裸眼远视力水平^[7]。视标呈现时值是睫状肌训练的重要变量^[8]。受调节功能个体差异影响,对视标刺激的反应速度不同^[9],同时睫状肌调节功能的强化存在干预阈值,为提高睫状肌训练效益,视标的呈现需考虑时值因素。

本研究旨在观察体育教学中不同视标呈现时值的睫状肌训练对小学生裸眼远视力和动态视力的影响,探索睫状肌训练防控小学生近视的合理视标呈现时值区间,健全小学体育教学中睫状肌训练运动处方体系。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究采用简单随机抽样法,抽取苏州科技城SY小学校五年级4个班级123名裸眼远视力低于5.0的学生为实验对象,分为视标呈现1s组(n=31),视标呈现3s组(n=30),视标呈现5s组(n=32)和对照组(n=30)。身体存在潜在问题、可能参加其他影响本实验研究结果的治疗,以及存在认知与运动障碍的学生不参与实验,在实验过程中因转学、实验参与次数未能达到实验要求以及其他原因无法继续参与的被试予以自然脱落。实验开始前对各组进行同质性检验,各组间动态视力、裸眼远视力均无显著统计学差异($P>0.05$),可进行进一步实验研究。实验对象基本情况见表1。

表1 实验对象基本情况($\bar{X}\pm SD$)

Table1 Basic information of subjects($\bar{X}\pm SD$)

组别(n)	性别(n)	动态视力	裸眼远视力
1s组(31)	男(18)	0.383±0.146	4.644±0.283
	女(13)	0.350±0.125	4.626±0.191
3s组(30)	男(16)	0.394±0.172	4.650±0.131
	女(14)	0.352±0.188	4.629±0.234
5s组(32)	男(17)	0.381±0.153	4.659±0.229
	女(15)	0.363±0.142	4.593±0.201
对照组(30)	男(18)	0.373±0.215	4.672±0.208
	女(12)	0.368±0.138	4.567±0.210

1.2 研究方法

1.2.1 训练方案

以《江苏省义务教育体育与健康课程实施方案》^[10]为依据,选取水平三阶段基础运动技能教材进行睫状肌训练方案设计。以快速跑、篮球变方向运球和足球脚内侧传接球举例:(1)快速跑:练习者跑动至标志桶处时,观察标志桶上粘贴的英文字母视标,并做出规定的相应动作(如高抬腿、开合跳、后踢腿等),在此过程中识别3m外“C字母”视标的开口方向,待视标呈现时值截止后以“C字母”开口方向绕过标志桶向前跑动;(2)篮球变方向运球:练习者行进间运球至标志桶时,观察标志桶上粘贴的“汉字成语”视标,并原地左右手运球,在此过程中识别3m外“E字母”视标的开口方向,待视标呈现时值截止后以“E字母”开口方向绕过标志桶向前行进运球;(3)足球脚内侧传接球:2名练习者为二组进行脚内侧传接球,传球者传球后举起视标卡片,接球者原地小碎步停球并识别3m外“英文单词”视标,待视标呈现时值截止后,将球传出。

1.2.2 实验设计

实验组的睫状肌训练贯穿一个学年体育课程教学中,在每周相应时间进行3次睫状肌训练,训练总周期为32周(第一学期为适应阶段,第二学期为强化阶段),对照组依照学校固有体育课程教学进行常规课程学习和体育活动,不进行干预。视标以“手持卡片”或“粘贴于标志桶上”的方式呈现,各实验组视标呈现时值相应为1s、3s、5s。视标呈现时值的控制以秒表计时为主,以报数“1001、1002、1003、1004、1005”的方法计时为辅,时值截止则停止呈现。“远视标”尺寸为每边宽度43.64mm、笔画宽度8.73mm,“近视标”尺寸为每边宽度4.36mm、笔画宽度0.87mm。受试者在练习过程中每识别成功远、近视标1次,为完成睫状肌训练1个练习频次,各实验组受试者每节课中须完成30个练习频次的睫状肌训练。

为观察3个不同视标呈现时值的睫状肌训练和对照组的常规体育教学对受试者动态视力及裸眼远视力的影响,分别在2021年2月第4周、2021年6月第5周和2022年1月第1周进行动态视力和裸眼远视力检测,检测地点采光正常且无干扰因素。

动态视力采用动态视力检测仪(XP.14-TD-J905,上海)进行检测,共进行3次,每次检测间隔30s,取3次检测均值作为最终动态视力值。裸眼远



视力采用《标准对数视力表》(GB111533-2011)进行检测,该视力检测表符合国家标准,并使用5分记录法,视力值范围为4.0~5.3,专业检测人员录入受试学生右、左眼裸眼远视力最小值,最终结果取右眼裸眼远视力。

1.2.3 统计分析

采用SPSS22.0进行统计学分析,裸眼远视力和动态视力数据满足正态分布、方差齐性,以均数±标准差表示。统计学分析采用重复测量方差分析和配对样本T检验,显著性水平为 $\alpha=0.05$ 。

2 研究结果

2.1 动态视力变化情况

将各时点的3个实验组和对照组的动态视力进行重复测量方差分析发现,时间主效应($F=5.780, P<0.05$)和时间×组别交互效应($F=4.609, P<0.001$)具有显著性差异,表示受试者动态视力随时间推移而变化,且各组别动态视力的变化情况存在差异。简单效应分析结果指出,前测时各实验组和对照组的动态视力不存在显著性差异($F=0.006, P>0.05$),后测时各实验组的动态视力显著性高于对照组($F=6.625, P<0.05$)(表2)。

表2 动态视力的变化情况($\bar{X}\pm SD$)

Table2 Changes in kinetic visual acuity($\bar{X}\pm SD$)

组别(n)	前测阶段	中测阶段	后测阶段	F	P	η^2p
1s组(31)	0.369±0.137	0.412±0.153*	0.461±0.171**	5.833	<0.05	0.090
3s组(30)	0.375±0.178	0.421±0.206*	0.485±0.232**	8.115	<0.001	0.121
5s组(32)	0.373±0.146	0.401±0.159	0.437±0.171**	2.911	>0.05	0.047
对照组(30)	0.371±0.185	0.330±0.160	0.290±0.168*	4.590	<0.05	0.072
F	0.006	1.761	6.625			
P	>0.05	>0.05	<0.05			
η^2p	<0.001	0.042	0.143			

注:*与前测比较, $P<0.05$;#与中测比较, $P<0.05$ 。

配对样本T检验结果显示,1s组、3s组和5s组后测较前测、后测较中测均显著性提高($P<0.05$),1s组、3s组中测较前测显著性提高($P<0.05$),5s组中测较前测未产生显著性差异($P>0.05$);对照组中测较前测、后测较中测均未产生显著性差异($P>0.05$),后测较前测显著性下降($P<0.05$)。

分别计算各实验组在不同阶段的动态视力提升百分比[(中测均值-前测均值)/前测均值×100%]、[(后测均值-中测均值)/中测均值×100%],1s组的适应阶段和强化阶段分别为11.65%、11.89%;3s组的适应阶段和强化阶段分别为12.26%、15.20%;5s组的适应阶段和强化阶段分别为7.50%、8.97%。由偏 η^2 效应量可知动态视力强化效益,其中3s组优于1s组,而5s组低于1s组。

2.2 裸眼远视力变化情况

将各时点的3个实验组和对照组的裸眼远视力

进行重复测量方差分析发现,时间主效应($F=7.250, P<0.05$)和时间×组别交互效应($F=4.746, P<0.001$)具有显著性差异,表示受试者裸眼远视力随时间推移而变化,且各组别裸眼远视力的变化情况存在差异。简单效应分析结果指出,前测时各实验组和对照组的裸眼远视力均不存在显著性差异($F=0.021, P>0.05$),后测时各实验组的裸眼远视力均显著性高于对照组($F=5.114, P<0.05$)。

配对样本T检验结果显示,1s组、3s组和5s组后测较前测、后测较中测均显著性提高($P<0.05$),1s组、3s组中测较前测显著性提高($P<0.05$),5s组中测较前测未产生显著性差异($P>0.05$);对照组中测较前测显著性下降($P<0.05$),后测较中测未产生显著性差异($P>0.05$),后测较前测显著性下降($P<0.05$)(表3)。

表3 裸眼远视力的变化情况($\bar{X}\pm SD$)

Table3 Changes in static visual acuity($\bar{X}\pm SD$)

组别(n)	前测阶段	中测阶段	后测阶段	F	P	η^2p
1s组(31)	4.637±0.245	4.681±0.289*	4.752±0.312**	5.401	<0.05	0.084
3s组(30)	4.640±0.188	4.703±0.245*	4.787±0.276**	8.677	<0.001	0.128
5s组(32)	4.628±0.215	4.666±0.244	4.738±0.286**	5.049	<0.05	0.079
对照组(30)	4.630±0.212	4.583±0.221*	4.527±0.265*	4.358	<0.05	0.069
F	0.021	1.299	5.114			
P	>0.05	>0.05	<0.05			
η^2p	0.001	0.032	0.114			

注:*与前测比较, $P<0.05$;#与中测比较, $P<0.05$ 。



分别计算各实验组在不同阶段的裸眼远视力提升百分比 [(中测均值-前测均值)/前测均值×100%]、[(后测均值-中测均值)/中测均值×100%], 1 s 组的适应阶段和强化阶段分别为 0.94%、1.51%; 3 s 组的适应阶段和强化阶段分别为 1.35%、1.78%; 5 s 组的适应阶段和强化阶段分别为 0.82%、1.54%。由偏 η^2 效应量可知裸眼远视力改善效益, 其中 3 s 组优于 1 s 组, 而 5 s 组低于 1 s 组。

3 分析与讨论

世界范围内,近视的发病率逐年上升^[11],与欧洲^[12]、美洲^[13]的一些国家相比,我国儿童青少年的近视问题较为严重^[14]。有研究预测,我国 3~19 岁儿童青少年近视率在 2050 年可能达到 84%^[15]。一般认为,近视的影响因素包括基因^[16]、教育程度^[17]、近距离工作^[18]、户外时间^[19]等。在人为引起的环境因素方面,导致眼调节负荷加重的行为都有可能对视力构成影响^[20]。研究发现,儿童和成人的屈光不正与睫状肌厚度有关,近视眼的睫状肌厚度高于正视眼,且睫状肌的调节较少^[21]。为此,加强和恢复睫状肌调节功能可能是防控近视的重要途径^[22]。

体育活动是儿童近视的重要保护因素,经常参与体育活动可以降低近视风险,延缓中、低度近视的发展^[23]。在体育活动中,学生频繁地改变注视目标或注视距离,能锻炼睫状肌调节能力^[24]。有研究指出,视觉训练是一种缓解眼肌痉挛和僵直状态,提高眼肌力量、速度等素质,改善视功能的运动训练^[25]。因此,制定有效的运动处方是改善近视的必要措施^[26]。适当增加环境中的空间频率内容,提高视觉切换频率有助于控制近视的发生和发展^[27]。当人眼识别视觉目标时,睫状肌发生肌纤维构型变化,形成向前和向内的运动,并影响悬韧带的张力^[28]。

本研究显示,在各实验组中,3 s 组动态视力强化效果优于 1 s 组,而 1 s 组则优于 5 s 组。原因可能是视标刺激的频率和深度的不同,虽然睫状肌训练中视标呈现 1 s 时值可调动睫状肌工作,但刺激深度不足使练习者无法辨别视标的细节,由于快速的视觉切换频率,干预强度得到提高,从而增强了动态视力。

在视标呈现 5 s 时值的睫状肌训练中,练习频次之间的衔接间隔较长。所以,虽然视标呈现 5 s 时值可能充分刺激睫状肌的调节深度,但受视觉切换频率下降的影响,减弱了干预强度,反映出视标呈现时值并非越久越好,超出一定区间后,动态视力的强化效果可能会下降。

以往研究发现,乒乓球运动需要人眼在短时间内准确感知远近交替的球体,虽然不能清晰辨别乒乓球细节,但由于球体的往返频率较快,可以促进眼部血液循环,增强睫状肌的收缩力和弹性^[29]。与乒乓球相比,足球运行速度相对较慢,可以充分刺激睫状肌的调节深度,对动态视力的改善效果优于乒乓球运动^[30]。

Mees 等^[31]发现,中等强度的身体活动可以增加感光细胞的细胞核数量,增强视网膜成像功能。3 s 组的视觉切换频率、睫状肌调节深度的刺激,以及身体活动强度介于 1 s 组和 5 s 组之间,但动态视力强化效果最高,表明视标呈现 3 s 时值可以有效刺激睫状肌的调节深度和频率,增强人眼调节和聚散系统的协调性,以及交感神经与副交感神经之间的相互作用。

视网膜位于眼球的后壁,包括盲部和视部 2 个部分,其中负责感光的视细胞层、负责联络的双节细胞层和负责传导的细胞层共同构成了视网膜的感觉层^[32]。人眼识别视觉目标时,睫状肌发挥调节能力,将清晰图像聚焦于视网膜黄斑中心凹^[33]。睫状肌过度紧张时,会引起调节性近视,表现为视力模糊和图像扭曲,其内部机制是调节、收敛和瞳孔缩小过程的紊乱^[34]。

相关研究发现^[35-37],睫状肌痉挛状态的缓解可以提高成像质量。与以往研究结果一致,动态视力是在调节功能的作用下获取动态物体细节的能力,动态视力增强的过程将引起裸眼远视力的改善^[38]。在本研究中,1 s 组、3 s 组和 5 s 组的裸眼远视力均显著性提高,与动态视力相似,其作用机制可能是在睫状肌训练中,人眼识别远近交替的视标,增强了睫状肌的调节能力,在一定程度上改善了晶状体的曲率异常,从而提高人眼对静止物体细节的成像清晰度^[39]。结果表明,睫状肌训练与裸眼远视力的提高有一定关联,这一通路主要通过动态视力这一中介变量来实现^[40]。

受自身眼轴增长和外部环境影响,9~12 岁是儿童从正视向近视转变最快的时期^[41]。在维持正视眼发育的过程中,内部各种屈光因素间的协调配合非常重要,当某些屈光因素不能相互代偿时,会导致近视的发生和发展^[42]。睫状肌训练改善动态视力和裸眼远视力需要一定时间,以促进屈光系统内部机制间的相互适应^[43]。

本研究结果显示,5 s 组的动态视力和裸眼远视力在强化阶段显著性提高,而 1 s 组和 3 s 组在适应阶段显著性改善,表明视标呈现 1~3 s 时值区间的



睫状肌训练可以缩短视功能强化“量变到质变”的进程。此外,在视标呈现5 s时值的睫状肌训练中,视标呈现5 s时值会干扰学生进行体育活动的流畅性,结合动态视力和裸眼远视力的干预效果以及体育课程时间的利用率,在体育教学中采用视标呈现1~3 s时值的睫状肌训练较为科学、合理。

随着《综合防控儿童青少年近视实施方案》^[44]颁布实施以来,体育锻炼受到了重视,开足体育课、增加户外活动时间在各级中小学得到落实。研究结果显示,对照组的动态视力、裸眼远视力均出现下降。为此,通过增加体育活动时间来消除视疲劳,可能并未有效发挥体育活动在防控近视中的核心功能,即改善眼部的调节功能^[40]。在体育活动中,人眼对场上人员、器材、场地及环境的识别时,睫状肌得到调动,这在一定程度上可以缓解视疲劳^[22]。然而,学生受日常近距离工作、学业压力、不良生活习惯等因素影响,常规体育教学对眼健康的促进作用被抵消。一方面,这种现象反映了当前的学校近视防控工作应在日常学习和生活中减轻学生的用眼负荷^[45];另一方面,表明在学校近视防控工作中应发挥体育活动促进儿童青少年视力健康的关键,即通过加强视觉识别来提升学生睫状肌的调节能力^[46]。

本研究以学年为周期,将实验分为适应阶段和强化阶段。结果发现,各实验组裸眼视力和动态视力的改善幅度均高于适应阶段,表明体育教学中的睫状肌训练需要长期的机制来维护近视学生的视力,通过人体生理功能的适应和提高,有效防控近视。此外,在学校体育与健康课程教学中,应加强眼健康教育,促使学生掌握睫状肌的训练原理,并将其应用于日常生活,更好地维护视力健康。

4 结论

视标呈现1 s、3 s和5 s时值的睫状肌训练,对小学生的动态视力和裸眼远视力均有积极影响。在体育教学中采用视标呈现1~3 s时值的睫状肌训练较为科学、合理。

参考文献:

[1] 樊未晨.我国儿童青少年总体近视率为52.7%[EB/OL]. (2021-10-27)[2022-01-05]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2021/53799/mtbd/2021110/t20211027_575366.html.

[2] 陈鸿雁,廖娅,董磊,等.新冠肺炎疫情前后宿迁市小学生筛查性近视率比较[J].中国学校卫生,2021,42(10):1571-1574.

[3] JEON S, LEE W K, LEE K, et al. Diminished ciliary muscle movement on accommodation in myopia[J]. *Experimental Eye Research*, 2012,105:9-14.

[4] SIVAK J. The cause(s) of myopia and the efforts that have been made to prevent it[J]. *Clinical Experimental Optometry*, 2012,95(6):572-582.

[5] FOREMAN J, CROWSTON J G, DIRANI M. Is physical activity protective against myopia?[J]. *The British Journal of Ophthalmology*, 2020,104(10):1329-1330.

[6] 周晟,周冲,谈强,等.闭锁性技能身体活动结合动态视觉任务改善四年级近视儿童视功能的效果[J].中国康复理论与实践,2020,26(12):1383-1389.

[7] 曹娇妍,蔡赓,王国祥,等.追加视觉任务的体育活动对儿童动态与静态视敏度的影响[J].中国康复理论与实践,2019,25(1):112-115.

[8] 金刚,潘景玲,蔡赓.体育锻炼对小学生视力健康的现实意义与实证研究[J].首都体育学院学报,2021,33(1):40-48.

[9] ALLEN P M, O'LEARY D J. Accommodation functions: Co-dependency and relationship to refractive error[J]. *Vision Research*, 2006, 46(4):491-505.

[10] 关于印发《江苏省义务教育体育与健康课程实施方案》(试行)的通知[EB/OL]. (2014-03-10)[2022-01-03]. http://jyt.jiangsu.gov.cn/art/2014/3/10/art_58399_7508243.html.

[11] WONG K, DAHLMANN-NOOR A. Myopia and its progression in children in London, UK: A retrospective evaluation[J]. *Journal of Optometry*, 2020, 13(3):146-154.

[12] ALVAREZ-PEREGRINACC,SANCHEZ-TENAMAMA, MARTINEZ-PEREZ C C, et al. Prevalence and risk factors of myopia in Spain[J]. *Journal of Ophthalmology*, 2019, 2019:3419576.

[13] HRYNCHAK P K, MITTELSTAEDT A, MACHAN C M, et al. Increase in myopia prevalence in clinic-based populations across a century[J]. *Optometry and Vision Science*, 2013, 90(11):1331-1341.

[14] 项耀,王艳,张凤云,等.2018年江苏省儿童青少年近视状况调查结果分析[J].江苏预防医学,2021,32(4):409-411.

[15] DONG L, KANG Y K, LI Y, et al. Prevalence and time trends of myopia in children and adolescents in China: A systemic review and meta-analysis[J]. *Retina (Philadelphia, Pa)*, 2020, 40(3):399-411.

[16] CAI X B, SHEN S R, CHEN D F, et al. An overview of myopia genetics[J]. *Experimental Eye Research*, 2019, 188:107778.

[17] NICKELS S, HOPF S, PFEIFFER N, et al. Myopia is associated with education: Results from NHANES 1999-2008[J]. *PLoS One*, 2019,14(1):e0211196.

[18] WEN L, CAO Y, CHENG Q, et al. Objectively measured



- near work, outdoor exposure and myopia in children[J]. *The British Journal of Ophthalmology*, 2020, 104(11): 1542-1547.
- [19] LINGHAM G, MACKEY D A, LUCAS R, et al. How does spending time outdoors protect against myopia? A review[J]. *British Journal of Ophthalmology*, 2020, 104(5):593-599.
- [20] MORGAN I G, FRENCH A N, ASHBY R S, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention[J]. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2018, 62:134-149.
- [21] WAGNER S, SCHAEFFEL F, ZRENNER E, et al. Prolonged nearwork affects the ciliary muscle morphology[J]. *Experimental Eye Research*, 2019, 186:107741.
- [22] 殷荣宾,孙雷,王国祥,等.应用 ICF 理论研究体育活动对青少年近视的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(10):1223-1227.
- [23] HANSEN M H, LAIGAARD P P, OLSEN E M, et al. Low physical activity and higher use of screen devices are associated with myopia at the age of 16-17 years in the CCC2000 Eye Study[J]. *Acta Ophthalmologica*, 2020, 98(3):315-321.
- [24] 魏聪,刘佳,卢亚梅.3~15岁儿童青少年眼轴与屈光状态变化分析[J]. *中国斜视与小兒眼科杂志*, 2021, 29(4):31-32,34.
- [25] 陆作生,赵修涵,谭丽.视觉训练:防控儿童青少年视力低下的方法及应用[J]. *上海体育学院学报*, 2020, 44(8): 27-32.
- [26] 丁增辉,胡伟涛,郭强.儿童青少年防控近视运动处方库实施体系构建研究[J]. *健康教育与健康促进*, 2021, 16(5):489-492.
- [27] FLITCROFT D I, HARB E N, WILDSEET C F. The spatial frequency content of urban and indoor environments as a potential risk factor for myopia development[J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2020, 61(11):42.
- [28] 葛坚,王宁利.眼科学[M].3版.北京:人民卫生出版社, 2015:66-68.
- [29] 黄燕玲.乒乓球左推右攻运动对儿童眼视力影响的实验研究[D].广州:广州体育学院,2020.
- [30] 金剛,陈健,陈钢,等.三项球类运动改善小学低年级学生动态视敏度的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2019, 25(11):1279-1282.
- [31] MEES L M, COULTER M M, CHRENEK M A, et al. Low-intensity exercise in mice is sufficient to protect retinal function during light-induced retinal degeneration[J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2019, 60(5):1328.
- [32] 成令忠.组织学与胚胎学[M].北京:人民卫生出版社, 1994:673.
- [33] LANDRENEAU J R, HESEMANN N P, CARDONELL M A. Review on the myopia pandemic: Epidemiology, risk factors, and prevention[J]. *Missouri Medicine*, 2021, 118(2):156-163.
- [34] KHALID K, PADDA J, POKHRIYAL S, et al. Pseudo-myopia and its association with anxiety[J]. *Cureus*, 2021, 13(8): e17411.
- [35] 黎绮霞,郑才.穴位按摩操及眼保健操防治青少年近视眼的效果比较[J]. *中国实用医药*, 2020, 15(5):168-169.
- [36] KUMARAN A, HTOON H M, TAN D, et al. Analysis of changes in refraction and biometry of atropine- and placebo-treated eyes[J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2015, 56(9):5650-5655.
- [37] 李岩,李富馨,王旸.轻中度近视调节功能训练有效性分析[J]. *中国妇幼保健*, 2021, 36(19):4472-4475.
- [38] 孙雷,蔡庚,殷荣宾,等.儿童静态视敏度与动态视敏度的相关性及其对体育活动的意义[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(12):1485-1488.
- [39] 曾彩琼,周炼红.近视发病机制的研究进展[J]. *临床眼科杂志*, 2017, 25(6):565-568.
- [40] 张萌,符琼,周晟,等.体育活动防控儿童青少年近视的 Meta 分析[J]. *体育科研*, 2022, 43(1):55-64, 83.
- [41] 石一宁,方严.中国儿童青少年近视形成机制以及预测与防控[M].西安:陕西科学技术出版社,2012:9.
- [42] 赵治,吴燕,刘晓宁,等.镇江市 6~12 岁儿童屈光发育现状及其影响因素[J]. *中华实验眼科杂志*, 2020, 38(12):1071-1077.
- [43] OLIVEIRA C, TELLO C, LIEBMANN J M, et al. Ciliary body thickness increases with increasing axial myopia [J]. *American Journal of Ophthalmology*, 2005, 140(2): 324-325.
- [44] 教育部,卫生健康委,体育总局,等.教育部等八部门关于印发《综合防控儿童青少年近视实施方案》的通知[J]. *中华人民共和国国务院公报*, 2019(3):29-34.
- [45] 李凤娟,王丽茹,王旭,等.2018年河南省中小學生视力状况和屈光状态分析[J]. *现代预防医学*, 2021, 48(17): 3135-3137, 3167.
- [46] 周晟,张萌,邱卓英,等.将身体活动融入基于学校的健康服务:政策与发展研究[J]. *中国康复理论与实践*, 2021, 27(12):1374-1383.

(责任编辑:刘畅)