

目录

CONTENTS

01	前言	04
	一、编制背景	04
	二、医学使用边界	05
	三、编制方法与证据分级	05
	四、核心内容与体系价值	05
	五、读者指引	06
02	中国儿童青少年近视：现状与困境	07
	1.1 流行病学核心特征	07
	1.2 近视到底是怎么发生的？	07
	1.3 为什么“增加户外活动”对中国孩子不够用？	07
	1.4 当前护眼方式的四块短板	08
	1.5 本章小结：我们需要的不是更多工具，而是一个清晰的思路	08
03	分龄看风险：不同年龄段孩子的用眼特点	09
	2.1 学龄前期（3-5岁）：被低估的近距离暴露风险	09
	2.2 幼小衔接期（6-7岁）：习惯定型的黄金干预窗口	09
	2.3 学业加速期（8-10岁）：近视新发的高峰攻坚阶段	09
	2.4 青春期前期（11-13岁）：管理难度升级的维持阶段	10
	2.5 高中阶段（14-18岁）：并发症风险防控期	10

目录

CONTENTS

2.6 本章小结：五维伤害模型——所有年龄段的统一风险框架	10
04 认识1311：一个帮你理清护眼思路的系统框架	12
3.1 什么是1311体系	12
3.2 1311体系的三步决策流程	13
3.3 “1个源头”：距离太近——为什么它是近视的第一扳机	13
3.4 “3个放大器”：光线不足、姿势不正、时间太长——它们如何让伤害倍增	14
3.5 “1个根基”：行为底盘失序（乱）——为什么做了很多却效果打折	15
3.6 “1个医学协同模块”：疗——为什么家庭减伤必须与专业医学协同	16
3.7 五因子画像与分级执行	17
05 从框架到行动：家庭护眼环境优化指南	18
4.1 近维度：帮孩子把“看近”变成“看远”	18
4.2 暗维度：打造“看得清、不费力”的学习光环境	19
4.3 歪维度：通过环境设计帮孩子“自然坐正”	19
4.4 久维度：给眼睛设个“下课铃”	20
4.5 乱维度：让护眼变成“有据可查”的日常	20
4.6 不同风险层级家庭落地参考	22
06 多方共治：行动倡议与展望	23
5.1 给家长的建议：从焦虑到行动、从碎片化到系统化	23

目录

CONTENTS

	5.2 给学校的建议：环境改造与制度配合	23
	5.3 给卫健机构的建议：筛查与建档	23
	5.4 长远展望	24
07	附录A 数学模型技术说明	25
	A.1 五维伤害模型形式化定义	25
	A.2 近维度 (P)：调节滞后与远视离焦	25
	A.3 暗维度 (D)：光照放大系数 k_D	26
	A.4 歪维度 (A)：姿势放大系数 k_A	26
	A.5 久维度 (L)：时间放大系数 k_L	27
	A.6 乱维度 (O)：管理熵加项 k_O	27
	A.7 耦合放大项 C_{mult}	27
	A.8 场景级合成 $H(S)$	27
08	附录B 术语索引	29
09	附录C 数字模型证据等级表	30
10	附录D 研究验证方案说明	31
11	附录E 家庭自查清单	32
12	参考文献	33

前言

课题立项单位：清华大学医学院

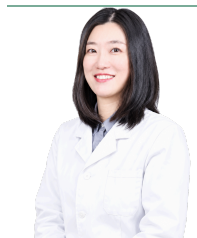
专家组



王韧琰

清华大学附属北京清华长庚医院

1



崔珊珊

清华大学第一附属医院

2

资金来源与利益冲突声明

本白皮书课题研究由立项单位组织开展。专家组专家提供学术评审、内容修订建议，专家个人无相关产品直接股权、销售分成等利益关联。白皮书所有模型推导、文献遴选、结论撰写独立于商业产品，研究参数、观点不以商业产品推广为导向。

内容摘要

我国儿童青少年近视呈现高发、低龄化特征，国内儿童受学业时长挤压，“增加户外活动”这一经典防控手段落地受限，现有防控普遍存在干预碎片化、窗口期错置、标准一刀切、执行断裂短板。

本白皮书立足国内儿童真实居家、校园用眼场景，提出1311儿童青少年近视防控体系，建立“五维伤害模型”，把近视伤害拆解为1个核心触发源（近）、3个联合放大器（暗、歪、久）、1个行为底盘（乱），叠加1个医学协同模块（疗）；明确“以“清零”为目标先减伤，再按需家庭眼保健、医学干预”的分层干预逻辑，输出可量化、可家庭落地的分级执行方案，服务家长、学校、卫健视光从业者。本体系聚焦近视发生前的前置预防和日常用眼行为管理，与临床医疗干预互为补充。

一、编制背景

儿童青少年近视已成为我国重大公共卫生问题。2018年教育部等八部门联合印发《综合防控儿童青少年近视实施方案》，将近视防控上升为国家战略，明确了2030年分学段近视率管控目标。

当前我国儿童近视仍呈高发、低龄化态势：《国家疾控局积极推进儿童青少年近视防控 近视率呈下降趋势》显示^[1]，我国儿童近视患病率随学段升高呈阶梯式上升：小学阶段约37%，初中阶段约71%，高中阶段达81%，远视储备消耗速率远超正常值，干预窗口持续前移。

中国儿童面临独特的用眼场景约束：北京大学组织开展的中国家庭追踪调查（CFPS）数据显示，2022年，我国儿童周学习时长从小学阶段 46 小时攀升至高中阶段 59.7 小时，日均户外活动时间不足 30 分钟，不及欧美同龄儿童的1/3；课后时段呈现高负荷、高密度、高静态的“三高”特征，“增加户外活动”等通用处方落地空间受到客观条件挤压。与此同时，防控领域存在干预碎片化、窗口期错置、标准一刀切、执行断裂四类固有现实短板，单维度工具难以应对多因素耦合的系统性风险，预防端的系统化方案供给不足。

本白皮书基于中国儿童真实学习场景，构建1311近视防控体系，为家庭、学校与医疗机构提供一套从机制到落地的完整防控参考。

二、医学使用边界

- 1 本白皮书提出的1311体系、五维伤害模型，用于识别、评估、管理儿童日常可干预用眼暴露，并非近视完整病因学解释模型，不能用于预测个体近视发病概率；
- 2 本体系重点聚焦近视发生前的前置预防、家庭用眼环境与行为系统化管理，仅作为健康管理参考，不能替代眼科专科检查、视光诊断、临床治疗与医学防控方案；
- 3 已经确诊近视、远视储备快速下降、存在斜视 / 弱视、高度近视家族史等高风险儿童，必须遵从眼科 / 视光医师的诊疗意见，家庭环境干预为医疗干预的补充，不可以取代专业医学手段；
- 4 白皮书内部分耦合系数、部分阈值为现有公开文献推导赋值，尚待多中心临床队列进一步校准，相关推导参数不直接用于个体临床诊疗。

三、编制方法与证据分级

本白皮书采用「机制推导 + 循证文献综述 + 本土场景逻辑构建」混合研究方法。

- 1 文献证据来源：纳入国内外近视流行病学、眼轴增长、调节滞后、光照、姿势、近距离工作、睡眠营养相关公开研究、国内专家共识、行业国家标准；
- 2 证据等级划分：
 - - 高等级：国内专家共识、RCT 随机对照研究、大样本队列流行病学研究；
 - - 中等级：观察性研究、机制基础实验；
 - - 推导赋值：基于现有文献做数学模型推演的参数（正文与附录标记【待验证 / 推导值】）；
- 3 模型构建逻辑：立足国内儿童“学业负荷高、户外时间不足”的本土现实场景，构建五维伤害耦合模型；基于模型输出分层干预逻辑，转化为家庭、学校可执行的实操标准；
- 4 当前体系阶段：完成理论完备性验证，系统级多中心临床验证正在推进。

四、核心内容与体系价值

本白皮书以轴性近视发生机制为基础，**提出五维伤害模型假说**，明确“近为核心触发源，暗、歪、久为联合放大器，乱为行为底盘”的层级化伤害结构，量化维度间的耦合放大效应，揭示单点干预效果有限的底层逻辑。

基于该模型，本白皮书提出1311近视防控体系：以“降低累积近距离用眼伤害”为核心原则，同步管控暗、歪、久三个放大器，为未近视儿童建立前置预防屏障；针对已近视儿童，通过五因子画像分类器输出个性化分级方案，配套“追踪-复盘-调整”的长期管理闭环，实现延缓近视进展、降低高度近视并发症风险的双重目标。

五、读者指引

- 儿童家长：重点阅读第一章现状认知、第四章家庭落地指南及附录自查清单，快速掌握实操方法；
- 视光从业者与研究者：重点阅读第二章伤害模型、第三章干预标准，评估学术与应用价值；
- 教育与公共卫生工作者：重点阅读第一章场景特征与第五章多方共治倡议，参考校园防控优化方向。

第一章

中国儿童青少年近视：现状与困境

1.1 流行病学核心特征

《国家疾控局积极推进儿童青少年近视防控 近视率呈下降趋势》^[1]显示，我国儿童近视患病率随学段升高呈阶梯式上升：小学阶段约 37%，初中阶段约 71%，高中阶段达 81%；清华大学医学院、北京清华长庚医院等团队整合 1998—2022 年全国 119 项研究、509 万余名 7—18 岁儿童青少年数据，进一步细化国内近视流行特征，研究证实我国近视发病格局已由城市率先增长，逐步转向城乡共同高发；2022 年 16—18 岁青少年近视率在城市、农村分别达到 81.4% 和 74.4%。整体来看普通近视率已步入高位平台期，但高度近视人群仍在持续累积，模型预测至 2050 年，16—18 岁青少年高度近视率或将达到 22.1%。这意味着，近视防控的重点不能只放在近视后的矫正，更需要前移到学龄阶段的早期预防与全过程管理^[2]。

近视低龄化与眼轴加速增长特征突出。基于温州医科大学WEPrOM队列研究数据^[3]，7岁儿童中，近视性眼轴年增长为 0.52mm（第50百分位），而同期生理性眼轴年增长为 0.22mm；可见，进入近视状态后，儿童眼轴增长速率会出现明显跃升，远高于同年龄段生理发育水平。眼轴的异常快速增长，会加速远视储备耗竭，进一步推高后续近视进展以及成年后高度近视的发生风险，增加视网膜病变等致盲性眼底并发症的疾病负担。

1.2 近视到底是怎么发生的？

我国儿童青少年近视中绝大多数为单纯性轴性近视，核心病理改变是眼轴长度异常延长。正常成人眼轴约 23.5~24.0mm^[4]，眼轴每延长 1mm，等效球镜度数约加深 200~300 度。

在目前主流的远视离焦假说框架下，轴性近视存在一条被广泛讨论的潜在病理通路：持续近距离用眼，可引发调节滞后，进而造成视网膜远视性离焦；远视离焦信号可进一步引起脉络膜变薄、血流灌注改变，诱导巩膜重塑，最终带来眼轴的代偿性增长^[5]。其中调节滞后是触发病理级联的首个关键环节，视距越近，调节滞后量越大，驱动眼轴增长的离焦信号越强^[6-7]。

近年研究提示，除调节滞后驱动的中央离焦外，周边视网膜离焦在眼轴调控中也发挥独立作用。动物实验表明，局部视网膜区域可对局部离焦信号产生独立响应^[8]。因此，近视的病理驱动机制可理解为“中心凹调节滞后产生的远视性离焦叠加周边远视性离焦”的双通路模型^[9]，这为多点离焦框架眼镜、角膜塑形镜等周边离焦矫正手段提供了理论基础。

远视储备是儿童正视化过程中的生理缓冲空间：新生儿远视储备约 +2.5~+3.00D^[10]，随着年龄的增长，6岁学龄儿童的远视储备平均为 +1.38D，随后每年以平均 +0.12D 的速度减少，8~9 岁的下降幅度最为明显（+0.37D），15 岁时远视储备约为 +0.31D^[4]。当储备完全归零后，眼轴增长将直接转化为近视度数。因此，近视防控的核心战略窗口是远视储备耗尽之前，通过干预延缓储备消耗、抑制眼轴异常增长。

1.3 为什么“增加户外活动”对中国孩子不够用？

增加户外活动是目前循证证据最充分的近视预防手段，但在中国儿童的学习场景下存在客观落地局限。北京大学组织开展的中国家庭追踪调查（CFPS）数据显示，2022 年，我国儿童周学习时长从小学阶段 46 小时攀升至高中阶段 59.7 小时，日均户外活动时间不足 30 分钟，不及欧美同龄儿童的 1/3。学业压力对户外时间的刚性挤压，使得“每天 2 小时户外活动”的通用处方落地难度极大。

课后时段的“三高”特征进一步加剧防控压力：《中国青少年用眼行为大数据报告》显示，在6~17岁学龄儿童和青少年中，83.2%的学生单次连续近距离用眼超过40分钟，其中超过120分钟的占53.5%（高负荷）^[11]，这一用眼时长已远超20~30分钟的建议上限（高密度）^[12]，同时，全程静态坐姿、躯体微运动极少的模式（高静态）也普遍存在。三者叠加，构成了我国学龄儿童的共性用眼行为模式，也是单一干预措施效果受限的深层原因；因此，对于无法充分保障户外活动的中国学龄儿童，防控策略需要从“单一强调户外”转向“行为干预+光学干预+药物干预”的差异化、个体化组合方案。

1.4 当前护眼方式的四块短板

1.4.1 干预碎片化

现有护眼手段多为单维度工具（护眼灯、坐姿矫正器、计时器等），各自为战，无法覆盖“近（读写视距过近）、暗（学习光照不足）、歪（读写姿势偏斜）、久（连续近距离用眼时长超标）、乱（用眼作息与管理秩序失序）” 五维耦合的系统性伤害。即便单维度干预达到100%效果，也仅能削减部分风险，无法从根源阻断近视伤害链。

1.4.2 窗口期错置

当前防控资源高度集中于近视确诊后的矫治环节，远视储备归零前的5~9岁预防窗口期被系统性忽视。家长普遍在学校体检提示视力不达标后才启动干预，一旦眼轴已出现结构性改变，干预大多仅能延缓进展，较难实现逆转；少数尚处于近视前期、以调节紊乱为主要表现的儿童，经科学干预存在屈光改善的可能。

1.4.3 标准一刀切

现有指南多采用统一化建议，未区分不同年龄段儿童的眼负荷、调节能力、姿势控制水平与自我管理能力差异。6岁儿童与12岁青少年适用同一套休息规则与户外标准，方案的个体适配性不足。

1.4.4 执行断裂

科普与建议仅告知“应该做什么”，未提供可落地的执行标准、效果验证方法与复盘调整机制。知识无法转化为持续的日常行为，最终干预依从性差、实际效果打折扣。

1.5 本章小结：我们需要的不是更多工具，而是一个清晰的思路

我国近视防控面临的是“三高约束 + 四类缺失”的系统性问题，零散的工具补充无法破解结构级困境。需要一套从伤害机制出发、覆盖全维度、适配本土学习场景、可落地可验证的系统化防控框架。这套框架的核心逻辑，不是用更多工具去堆防护，而是对核心伤害源做系统性削减——持续降低近距离用眼伤害的输入。

第二章

分龄看风险：不同年龄段孩子的用眼特点

儿童青少年近视的发生发展与学龄阶段高度相关，不同年龄段的生理发育水平、学习负荷强度与日常用眼场景存在显著差异，主导近视进展的风险维度也各有侧重。基于流行病学数据与儿童视觉发育规律，将学龄期划分为五个阶段，结合五维伤害模型明确各阶段核心风险与防控重点，为后续个性化干预方案提供分层依据^[13]。

2.1 学龄前期（3-5岁）：被低估的近距离暴露风险

典型用眼场景为绘本阅读、精细手工与启蒙早教，呈现近维度高暴露 + 暗维度光照不足的双重特征。该阶段儿童远视储备最为充足，但家长普遍对非学习类近距离用眼的伤害认知不足，趴卧阅读、暗光玩耍等场景易形成“近 + 暗”的耦合伤害，加速储备消耗^[14-15]。



防控核心任务

建立家庭光环境底线标准，严格控制单次连续近距离用眼时长，按照指南要求完成首次眼轴、屈光及角膜曲率基线建档，动态监测远视储备水平，为儿童眼球发育筑牢健康基线。

2.2 幼小衔接期（6-7岁）：习惯定型的黄金干预窗口

儿童进入纸笔书写入门期，用眼负荷较学龄前陡增，典型风险为歪维度姿势偏差快速累积 + 久维度时长负荷上升。握笔姿势不规范易引发侧向歪头与单眼代偿，若未及时纠正，将形成长期不良姿态习惯，加重双眼视功能负担，提升屈光参差发生风险^[16]。



防控核心任务

开展坐姿与握笔姿势规范训练，建立日常望远行为习惯，复核并更新已建立的眼轴与屈光发育档案，结合入学后的用眼负荷变化评估远视储备消耗风险，正式启动系统化近视防控管理。

2.3 学业加速期（8-10岁）：近视新发的高峰攻坚阶段

伴随课内作业量增加与课外屏幕学习普及，本阶段近距离用眼负荷达到学龄期峰值，主导风险为久维度时长累积主导 + 近维度视距持续退化。连续用眼时长普遍突破生理阈值，视距随疲劳度上升不断缩短，近与久的耦合放大效应显著，是全学龄期近视新发率最高的三年^[17]。



防控核心任务

严格执行分龄工作 - 休息周期，积极采取各类可降低近距离负荷的干预方式；每半年复查眼轴长度与远视储备，动态监控储备消耗速率。

2.4 青春期前期（11-13岁）：管理难度升级的维持阶段

本阶段学业强度持续加大，考试复习场景增多，同时儿童自主意识增强，家庭干预依从性有所下降，主导风险为久维度极端累积 + 乱维度管理熵升高。睡眠不足可能影响脉络膜血流节律和巩膜胶原代谢的夜间恢复，放大近距离用眼的伤害效应^[18-19]。



防控核心任务

落实固定用眼休息周期，保证每日睡眠时长达标，持续维护并更新屈光发育档案，实现眼球屈光发育状态的长效追踪管理。

2.5 高中阶段（14-18岁）：并发症风险防控期

以全天候学业学习与晚自习为主要场景，近视进展速率相对放缓，但高度近视占比持续攀升，主导风险为久维度持续暴露 + 暗维度光照缺陷 + 乱维度管理失效三者叠加。



防控核心任务

强制落实学习场景光环境达标标准，建立定时强制休息机制，将防控重点从“降低发病率”转向“控制进展速度、防控高度近视并发症”。

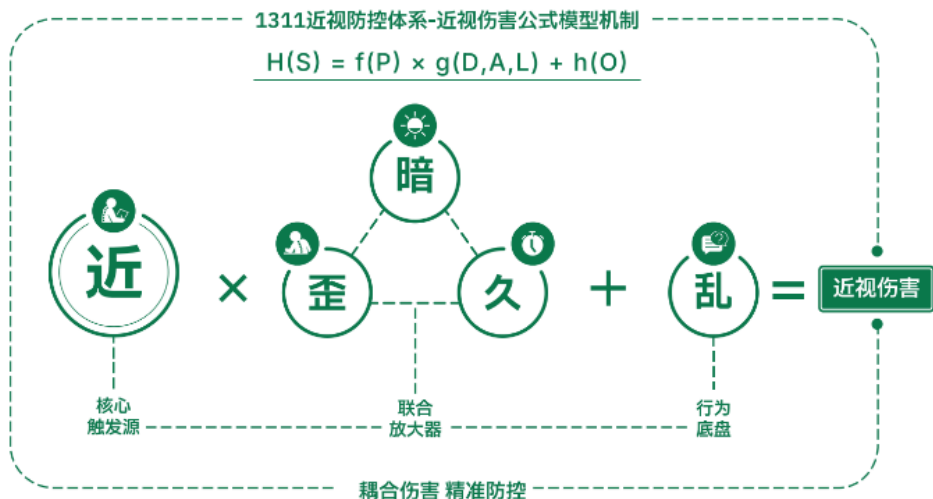
2.6 本章小结：五维伤害模型——所有年龄段的统一风险框架

尽管不同学龄阶段的主导风险各有差异，但近视的核心驱动因素可统一归纳为“近、暗、歪、久、乱”五个维度，五者在同一学习场景内耦合放大，共同推动近视发生发展。

$$\text{五维伤害模型核心公式: } H(S) = f(P) \times g(D, A, L) + h(O)$$

公式说明：本公式为概念性逻辑模型，用于定性说明各维度间的相对关系和干预优先级，其定量关系及参数尚需进一步临床研究验证，不可直接用于个体伤害的定量计算或预测。

$$\text{近视伤害} = \text{核心触发源（近）} \times \text{联合放大器（暗、歪、久）} + \text{行为底盘（乱）}$$



这个公式的数学结构是后续1311框架分层的理论基础——触发源（近）、放大器（暗、歪、久）、底盘（乱）在公式中分别位于独立因子、乘积系数和加和项的位置，数学角色不同，对应的干预策略也必然不同。基于这一结构推论，1311框架的分层设计正是将三个不同角色的维度分别处理，再纳入统一的动态管理。其中，放大系数 $g(D,A,L) \geq 1$ ：暗、歪、久三者只会对近伤害产生“放大”（最小为1，即不放大），永远不会小于1。正是这一数学约束，决定了仅管控放大器最多只能把伤害压到“暗歪久=1”这一档，始终无法归零——因此必须在优先级上将近触发源控制至接近零（ $f(P) \rightarrow 0$ ），才能使整条乘积降低与持续近距离用眼相关的风险负荷。

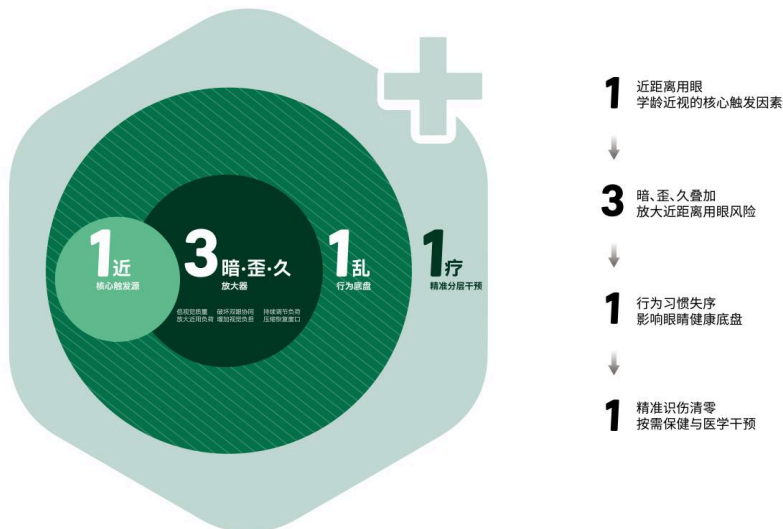
这一逻辑落到防控实践层面同样成立：任何单一维度的干预手段都无法独立消除近视相关风险负荷——无论是仅优化学习环境、纠正读写姿势、管控连续用眼时长，还是仅采用单一的视距调节手段，只要未将重点可干预风险因素与各放大因子作为一个耦合系统进行协同干预，近视伤害的驱动链条就始终存在，无法从根源上被切断。因此，多维度协同的系统化整合干预，是实现降低近视风险负荷的必要条件之一。

第三章

认识1311：一个帮你理清护眼思路的系统框架

3.1 什么是1311体系

1311近视防控体系（简称“1311”），是聚焦家庭学习场景，以中国儿童青少年近视相关日常可干预风险为主要管理对象，以家庭风险管理为主体、医学协同为支撑的系统化近视防控体系。该体系基于近视风险的协同作用关系，构建“1个核心触发源 + 3个联合放大器 + 1个行为底盘 + 1个医学协同模块”的四层系统框架，对应“1-3-1-1”的体系化命名，覆盖“近、暗、歪、久、乱、疗”六个防控模块。



- 1个核心触发源（近）：近距离用眼是学龄近视的核心触发因素，是启动近视伤害链的“扳机”，也是所有防控干预中必须优先处理的重点可干预风险因素。
- 3个联合放大器（暗、歪、久）：光照不足、姿势偏差、持续用眼时长超标三者叠加，会以乘积级效应放大近距离用眼的近视风险，是伤害从功能性疲劳固化为结构性改变的核心推手。
- 1个行为底盘（乱）：作息、饮食、干预管理的无序状态，会系统性拉低眼睛的健康防御底线，削弱所有防控手段的执行效果，是保障干预生效的基础支撑。
- 1个医学协同模块（疗）：家庭的“清零”与行为管理是基础（本体系统中“清零”是指可干预用眼伤害输入的最小化管理，并非治愈近视，也不等于完全停止用眼，目标是控制伤害应力不持续累积），专业医学则负责检查、分级、干预与动态调整。家庭看见并减少每天的可控暴露，医学依据视力、屈光、远视储备、眼轴及视功能检查判断风险阶段、决定管理强度。“疗”由清零、家庭眼保健、医学干预三类动作组成，先“减伤”打底，再按需家庭眼保健与医学干预。

3.2 1311体系的三步决策流程

体系遵循“分层优先级”的干预逻辑，落实为三步递进的决策路径：

- 1 找根因：通过五维度评估，判断孩子当前主要受“近、暗、歪、久、乱”中的哪些因素影响。每个孩子的风险画像不同，方案起点也因此不同。
- 2 先“减伤”：在找到根因之后，优先减少每天持续发生的核心伤害——包括凑近、光线不良、姿势偏斜、连续用眼和生活节律混乱。这是所有干预中优先级最高的一步。
- 3 再按需家庭眼保健与医学干预：在找根因、先“减伤”的基础上，根据检查结果和实际风险，决定后续动作——可由家庭自主、规范地开展日常眼健康养护（家庭眼保健），或针对明确的矫正需求、近视进展风险、视功能异常及时进入专业医学干预。这一步即对应体系“疗”模块中的家庭眼保健与医学干预：先“减伤”打底，再按需家庭眼保健与医学干预。医学干预无需等到伤害输入完全消除后再进行——“清零”是习惯渐进养成的过程，存在医学需要时即可同步进入，并与减伤方案并行，但“清零”始终是重要底座，不因医疗介入而降低其地位。

需要强调的是：这三步在逻辑上是顺序依赖的——不先识别就动手等于方向不明；不落实减伤目标，底部的持续伤害会抵消后续动作的效果。但这是逻辑层面的优先级，不等于必须“完全消除伤害输入”才能进行医学干预。“清零”作为目标底座始终重要，而家庭眼保健与医学干预可在“减伤”习惯逐步建立的过程中，按需适时接入并同步运行。

3.3 “1个源头”：距离太近——为什么它是近视的第一扳机

基于1311体系“先‘清零’、后按需进行家庭眼保健与医学干预”的决策逻辑，近距离用眼作为启动近视伤害链的唯一核心触发源，是防控中优先级最高的重点可干预风险因素。“降低近距离用眼伤害优先”的核心原则，正是围绕这一核心维度构建的。

3.3.1 降低近距离用眼伤害优先的核心逻辑

“清零”即通过系统性精准干预近视伤害的核心触发源，使多维伤害公式中的核心触发项降至接近零，让日常用眼伤害不累积、不固化为结构性眼轴改变。

这一优先级由多维伤害模型的数学结构直接决定：近是公式中唯一的独立触发因子，暗、歪、久仅作为乘积放大器放大伤害量级。只有先将近维度的核心伤害降至接近零，才能实现伤害量级的根本性下降；仅管控放大器维度，只能有限降低伤害倍数，无法从根源阻断近视发生发展的链条。

同时需明确边界：“清零”是近视预防环节的核心原则，针对未发生的近视伤害有效，无法逆转已形成的眼轴增长，不替代专业临床治疗。

3.3.2 近维度的伤害机制

近维度伤害是指视距过近导致的调节滞后与远视性离焦信号，是驱动眼轴异常增长的核心触发因素。视距越近，调节滞后量越大，驱动眼轴增长的离焦信号越强。

基于成人/大龄儿童的调节滞后数据拟合与光学模型，本体系提出一组用于机制解析的理论参考距离：

- 1 调节滞后归零参考点（LZB，理论参考距离，约 67 cm）：模型推导提示，在此视距以上，成人/大龄儿童调节滞后在理论上趋近于消失。该数值由成人调节实验拟合得到；6-8岁儿童调节幅度更大，该参考点可发生年龄漂移，外推参考区间可达75-85 cm，属于模型推导值【研究假设 | 待验证，不用于个体临床决策】，不能直接作为儿童家庭读写的硬性临床阈值。家庭场景仍执行国内指南推荐的读写眼-书距离 ≥ 33 cm，核心防控重点是避免持续凑近读写。
- 2 调节需求归零参考点（ZAD，理论参考距离，约 6 m）：模型理论上视距达到该距离时睫状肌可实现近乎完全松弛；该数值仅作为家庭开展远眺训练的简化实操提示，并不代表达到此距离就实现全部近视相关伤害归零【研究假设 | 待验证，不用于个体临床决策】。

三区间伤害逻辑为本体系的理论建模假设，完整推导、分段说明详见附录 A.2。该模型用于定性理解视距-伤害的变化趋势，不用于个体伤害定量计算与临床诊疗。

3.3.3 实现近维度伤害削减的干预标准

基于上述伤害边界，近维度的伤害削减主要通过两条路径实现：

- 1 自然望远：每日累计有效望远 ≥ 60 分钟，其中有焦点望远（注视 6m 外具体目标） ≥ 30 分钟，单次连续用眼后望远 ≥ 3 分钟[20]。
- 2 光学拉远：通过光学系统将桌面书写 / 阅读的等效视距延长至 3m 以上（ $EOD \geq 3m$ ），使调节需求从 4D 以上降至 0.33D 以下，降幅超 90%，可等效替代部分自然望远，适配高学习负荷场景。

3.4 “3个放大器”：光线不足、姿势不正、时间太长——它们如何让伤害倍增

3.4.1 暗维度：光环境缺陷的放大效应

伤害机制：光照不足通过抑制多巴胺释放解除眼球生长抑制（撤掉“刹车”），同时瞳孔扩张加重调节负担、夜间屏幕蓝光压缩修复窗口，共同放大近维度伤害^[21]。光环境越差，近伤害的放大倍数越高。

干预标准：分层设置底线标准与推荐改善标准

- 1 底线必达标准（国家疾控局《儿童青少年近视防控公共卫生综合干预技术指南》）：桌面平均照度不低于300 lx，为家庭学习照明的基础安全门槛，应当优先保障实现。
- 2 推荐改善标准（GB/T 9473 台灯国 AA 级理想参考）：读写桌面中心照度 ≥ 750 lux；照度均匀度 ≥ 0.7 ；符合 IEEE 1789 无频闪标准[22]；显色指数 $Ra \geq 95$ ，色温 3000-4000 K。该标准为理想改善目标，鼓励家庭条件允许时尽可能向该标准靠拢，不强制要求必须全部实现。

3.4.2 歪维度：姿势偏差的放大效应

伤害机制：侧向歪头导致双眼视距不等，引发不等像视与隐斜失代偿；头部前倾导致斜向散光与泪膜失衡，二者共同加重调节系统负担，不对称离焦还会提升屈光参差风险。

干预标准：侧向倾斜 $\leq 10^\circ$ 、前俯角 $\leq 35^\circ$ 、眼书距离 $\geq 33cm$ ^[4]；优先通过桌椅适配、光源位置优化等环境改造实现自然正姿，辅以轻量级监测反馈。

3.4.3 久维度：时长累积的固化效应

伤害机制：持续近距离用眼导致近工作诱导短暂近视（NITM），连续时长越长，NITM 消退时间呈超线性增长；超过 60 分钟后，睫状肌痉挛难以恢复，功能性损伤逐步固化为结构性眼轴增长。

干预标准：

国家指南底线（必达）：依据国家卫健委《儿童青少年近视防控适宜技术指南（更新版）》，读写连续用眼时间不宜超过40分钟，每40分钟左右应休息远眺10分钟。

通用法则参考（便捷操作）：推荐“20-20-20法则”——每近距离用眼20分钟，向20英尺（约6米）外远眺至少20秒。该法则简便易记、无需计时工具配合，适合无法精确计时的日常场景作为快速参考。

本体系强化目标（分龄优化）：基于“关口前移、抓早抓小”的防控原则，年龄越小，调节系统耐受性越差，休息间隔应相应缩短。本体系提出分龄强化管理参考值：

- 6-8岁：连续用眼 ≤ 15 分钟^[12]；
- 9-12岁：连续用眼 ≤ 25 分钟；
- 12岁以上：连续用眼 ≤ 40 分钟^[23]；

说明：上述分龄数值属于本体系提出的强化管理参考值，基于年龄越小调节系统耐受性越差的原则推导，并非统一临床阈值。家庭应在确保达到国家指南底线（40分钟）的基础上，逐步向更短间隔优化，不必强求一步到位。该标准适用于课后居家读写、自主屏幕学习等可自由调控节奏的场景；学校课堂等固定节奏场景仍以国家指南40分钟标准为准。

有效休息三要素：休息需满足“离座微运动 + 有焦点望远 + 无焦点远眺”三要素，仅闭眼或看近处不算有效休息。

3.5 “1个根基”：行为底盘失序（乱）——为什么做了很多却效果打折

此处的“乱”并非单指桌面环境杂乱，而是覆盖学习场景与生活习惯的全维度行为秩序缺失，是所有干预手段生效的底层行为底盘。

第一层是学习场景秩序混乱：读写场景不固定、坐姿启动无标准、休息节奏无边界、家庭成员管控要求不一致。这类混乱会让近、暗、歪、久的单点管控反复失效——刚调整好的视距、光环境、坐姿，会因场景切换、规则缺失回到失控状态，持续消耗干预效果。

第二层是生活与管理秩序混乱：睡眠、膳食、干预方案、健康数据缺乏稳定管理。睡眠不足会压缩巩膜夜间修复窗口，干扰脉络膜血流节律恢复；长期高糖饮食会降低巩膜胶原交联强度，削弱眼球抗形变能力；干预方案频繁更换则无法验证真实防控效果；缺少连续屈光档案会让防控决策全凭主观感受，无法精准调整策略。

伤害机制：管理混乱不直接产生视觉伤害，但会系统性拉低身体防御阈值——睡眠不足压缩巩膜修复窗口^[24]、高糖饮食削弱巩膜强度、干预频繁切换导致效果无法归因、数据断裂使决策全靠猜测，最终让所有维度的干预效果都打折扣。

干预核心框架：从五个子维度实现管理熵最小化：

- 1 睡眠管理：小学生 ≥ 10 h / 日、初中生 ≥ 9 h / 日、高中生 ≥ 8 h / 日，睡前 30 分钟停止近距离用眼^[25]；
- 2 饮食管理：控制精制糖摄入，保障锌、铬、镁等微量元素充足；
- 3 方案稳定：单一干预方案持续执行 ≥ 3 个月，不频繁更换；
- 4 数据管理：建立连续屈光档案，每次复查后及时记录归档；
- 5 营养补充：遵医嘱精准补充，不盲目叠加护眼产品。

3.6 “1个医学协同模块”：疗——为什么家庭减伤必须与专业医学协同

“疗”是1311体系中最后一个“1”的核心内涵，指在家庭“清零”与行为管理的基础上，由专业医学协同完成的检查、分级、干预与动态调整。家庭负责看见并减少每天的可控暴露，专业医学通过视力、屈光、远视储备、眼轴及必要的视功能检查，判断孩子处于什么风险阶段，并决定管理强度。

按专业边界划分，“疗”由三类动作组成，三者并列、并非由轻到重的层级：

- ① “清零”（目标与状态）：以主要伤害不再累积为目标，通过基础和高阶减伤方案持续处理近、暗、歪、久、乱。“清零”是需要持续维持的目标状态；减伤动作以及基础、高阶减伤方案是实现“清零”的方法——完成一个减伤动作，不等于已经实现整体“清零”。
- ② 家庭眼保健（日常主动养护）：在保持减伤状态的基础上，由家庭自主、规范地增加日常主动眼健康养护。家庭眼保健不是“清零”的替代品，也不是医学干预的低配版本——它是“疗”中独立的家庭主动养护部分，不承担屈光矫正、控制眼轴或治疗明确异常。
- ③ 医学干预（按风险进入）：针对明确的矫正需求、近视进展风险或视功能异常，需要通过专业检查、适应证研判、参数适配/调整与定期复查实施规范的专业介入。

不同孩子不必然沿“清零”→家庭眼保健→医学干预逐级前进，组合可枚举（“清零”+家庭眼保健 / “清零”+医学干预 / “清零”+家庭眼保健+医学干预），但所有方案都不能缺少“清零”。基于清零目标：先“减伤”打底，再按需家庭眼保健与医学干预。

3.6.1 睡前恢复：疗在典型场景中的落地案例

睡前是每天固定发生、起止清晰的用眼边界节点，也是“疗”的三部分在特定场景中的集中落地。睡前恢复不是“疗”之外的第四类工作，也不是1311的新层级——它是“清零”、家庭眼保健、医学干预三部分在睡前场景中的具体执行。

睡前恢复 = 睡前眼放松 + 睡前眼保健 + 睡前视训，分别对应“疗”中的“清零”、家庭眼保健、医学干预：

- ① 睡前眼放松（对应清零）：统一流程为“近用收口→望远归位→安睡入眠”。它是一套服务于降低伤害目标的睡前减伤方案，主要帮助孩子结束当天最后一段持续近用，减少睡前继续发生的“近、久、乱”。完成一次睡前眼放松，不代表已经实现全天伤害消除。
- ② 睡前眼保健（对应家庭眼保健）：核心关系为“保持减伤状态 + 增加主动养护”。可承接眼保健操 1.0—3.0（1.0 物理按揉、2.0 眼动锻炼、3.0 将远像眼动、图像引导、眼球活动与物理按揉组织成完整流程；1.0—3.0 表示动作构成与流程完整性的递进，不代表医学疗效等级），以及适合家庭的图示卡、远像画面、眼球跟随视频、互动游戏等。睡前眼保健不承担屈光矫正、逆转眼轴或治疗视功能异常的作用。
- ③ 睡前视训（对应医学干预）：属于医学干预中的专业视功能路线。只有在规范矫正和专项检查确认存在调节、集合、融像、眼位或眼球运动异常后，才根据专业方案进入，训练目标、工具、参数、频次、评价与复评节点均由专业人员确定；是否适合安排在睡前，也由具体方案决定。睡前视训不是每个孩子都要完成的必要档位，也不是眼保健操 3.0 的下一版本。

重要安全警示：睡前视训属于医学干预范畴，不可自行开展。不少家长容易跳过专业检查环节，直接使用网络教程、视频或 App 给孩子做“眼动锻炼/眼球跟随/调节训练”。此类操作存在风险，不当训练可诱发或加重视疲劳、调节痉挛；对于存在隐斜视、调节集合功能异常的儿童，甚至可能造成不可逆视功能损害。视训必须由眼科医师或视光师完成规范评估（包含调节、集合、融像、眼位、眼球运动检查），出具明确训练处方后方可实施。家长切勿自行诊断、安排训练，全程需遵从专业人员指导。若孩子训练中出現复视、头晕、眼痛、视物模糊等不适，应立即停止训练并及时就诊。

睡前恢复的价值在于：睡前是每天固定发生、起止清晰的执行节点，容易把眼保健固化为稳定习惯，让孩子从被动接受提醒转向主动参与眼健康养护；同时可在近用收口与望远归位之后，形成完整、稳定的睡前流程。

需要强调的是：无论是睡前眼放松、睡前眼保健还是睡前视训，都在“疗”的三部分框架之内，不新增独立结构。“清零”始终是底座——睡前场景同样不以完成一次恢复动作等同于整体“伤害消除”。

3.7 五因子画像与分级执行

在“疗”模块中，为实现“千人千策”的精准管理，需将医学检查结果与个体用眼暴露特征相结合，输出一套适配个体需求的执行方案。本体系通过五因子画像分类器实现这一目标，采用“统一标准+差异化强度”的两层方案设计，既保障底线防控效果，又避免过度干预增加负担。

- 基础范式层（P/D/A）：降低近距离用眼伤害、光环境达标、姿势端正是全人群统一达标准，是所有孩子必须守住的防控底线，无年龄 / 风险差异。
- 分级管理层（L/O）：用眼节奏与系统管理的执行强度需按需调整，由个体风险画像动态决定，既不过度干预增加负担，也不欠量干预留下漏洞。

五因子画像分类器：通过5个维度的画像标签匹配对应强度的方案，共可覆盖1200余种典型画像组合，实现“千人千策”：

A 因子 - 学龄：对应不同年龄段的生理发育与用眼负荷特征

B 因子 - 视力阶段：基于远视储备与眼轴增速划分风险等级

C 因子 - 防控目标：由家长意愿决定的干预强度上限

S 因子 - 特殊风险：遗传、视功能异常等高危因素加成^[26-27]

H 因子 - 伤害暴露指数：评估当前日常用眼的实际伤害水平

以「生理底线（A×B）+ 目标加成（C）+ 风险加成（S）+ 暴露补偿（H）」的加法公式计算 L/O 执行档位，每一步调整均可溯源，确保方案适配个体需求。

第四章

从框架到行动：家庭护眼环境优化指南

4.1 近维度：帮孩子把“看近”变成“看远”

4.1.1 家庭可立即落地措施

- 1 书桌优先布置在靠窗位置，抬头可直视窗外远景；窗外视野受限，可设置提示标识，提醒休息时主动远眺。
- 2 设置视距物理限位：桌面靠近身体一侧贴彩色标记，书本边缘对齐标记，维持读写距离 $\geq 33\text{ cm}$ [28]，用物理标记替代反复口头提醒。
- 3 设置固定望远锚点：窗前选定稳定远处目标（远处树木、建筑窗户），作为每次休息时的注视对象，降低孩子思考“看什么”的心理负担。
- 4 建立休息约定：学习计时结束，放下书写工具，移步窗前注视远处目标，完成规定望远时长。



4.1.2 光学拉远设备的选用提示

对于课后读写负荷重、自然望远时间难以保障的家庭，可评估选用光学拉远设备（如拉远镜、远像光屏等）。选用时注意：

- 核心参数：等效视距（EOD）应 $\geq 3\text{ m}$ ，调节需求降至 0.33 D 以下；
- 使用原则：该手段属于物理光学干预，仅改变成像距离，不能治愈或逆转近视，不可替代自然望远；
- 专业评估：是否选用以及具体产品类型，建议结合儿童用眼时长、个体视功能情况，在专业人员指导下综合评估。

- 使用注意事项：①适用于每日有固定近距离书写/屏幕学习场景的学龄儿童，不适用于低龄（<6岁）儿童，也不适用于在无近距离用眼需求时长期佩戴；②使用前建议完成基础视功能检查（调节幅度、调节灵敏度、隐斜视评估），排除潜在的调节或双眼视功能异常；③使用期间如出现眼胀、头痛、复视、视物模糊等不适，应暂停使用并及时就诊；④光学望远设备不能完全替代自然望远，日间仍应保证户外活动和远眺时间。

4.2 暗维度：打造“看得清、不费力”的学习光环境

4.2.1 家庭可立即落地措施

- 1 纠正“只开台灯”习惯：学习时必须同时开启台灯+房间主顶灯，避免“局部亮、整体暗”的亮度断崖。仅开台灯时，瞳孔在明亮桌面与昏暗环境间频繁切换，调节负担显著上升，是家庭中最常见且最易被忽视的错误用光模式。
- 2 正确摆放台灯位置：将台灯放置在非书写手的斜前方——右利手儿童放左前方，左利手儿童放右前方。这一摆放可消除手部投影，避免孩子因避开阴影而歪头，同时减少侧向不对称照明对双眼调节的干扰。
- 3 使用照度APP做家庭粗筛：下载手机照度测量APP（仅作参考，不能替代专业检测），在读写桌面中心位置测量。若读数明显低于750lux：优先更换房间主顶灯为更高功率的吸顶灯；其次在书桌前方或侧方增加辅助照明（如落地灯、桌面补充灯），确保桌面照度均匀。
- 4 消除亮度断崖：在书桌前方墙面补充柔和壁灯、灯带或辅助落地灯，减少桌面与周边环境的巨大亮度反差。环境亮度与桌面照度差距过大时，即使桌面照度达标，眼睛仍需频繁适应明暗变化，加重视觉疲劳。
- 5 养成“提前开灯、主动补光”的习惯：阴天、傍晚或自然光不足时，提前开灯，不等“看不清了再开”。黄昏时段照度下降迅速，在视觉疲劳累积之前主动补光，效率更高、负担更小。

4.2.2 读写灯具选择指南

选购台灯时，以产品参数为核心依据，理性看待“护眼”“防蓝光”“AA级”等营销概念，不将营销标签作为选购的唯一依据。

关注指标	推荐标准	如何查看/验证
照度等级	国AA级（中心照度 $\geq 750\text{lux}$ ）	查看包装标注，优先选择明确标注“国AA级”的产品
光源类型	全光谱LED优先	产品说明中查找“全光谱”“高显指”等关键词
频闪	符合 IEEE 1789 无频闪要求	查看灯具包装参数标注
显色指数与色温	$Ra \geq 95$ ；色温3000-4000K	查阅灯具规格书

4.3 歪维度：通过环境设计帮孩子“自然坐正”

4.3.1 家庭可立即落地措施

- 1 调整座椅高度：儿童坐下双脚完整踩实地面，膝关节约 90° 弯曲，大腿大致水平。椅子过高脚悬空、过低膝盖顶到桌底，都会破坏坐姿稳定性。

- 2 调整桌面高度：端坐状态下，前臂平放桌面，肘关节自然呈 90°；桌面过高耸肩，过低导致驼背趴桌。
- 3 台灯放置非书写手斜前方，消除手影，减少歪头诱因。
- 4 使用书立将阅读书本支撑，与桌面呈约 45°，减少低头幅度，维持眼书距离。
- 5 清理桌面冗余物品，为前臂提供足够支撑空间；桌面拥挤，手臂无处安放，容易造成肩膀前旋、驼背。
- 6 需要长期坚持：儿童身高增长快，每学期复查桌椅适配状态；书桌张贴可视化检查清单，用环境提示替代家长反复口头纠正。



4.4 久维度：给眼睛设个“下课铃”

4.4.1 家庭可立即落地措施

- 1 使用机械计时器，避免使用手机计时，防止计时过程中接触电子屏幕。计时到点即停止读写，不延长“再写两分钟”。
- 2 设置家庭“下课规则”：计时器响起，放下笔，起身移步窗前，进行远眺休息。
- 3 设置固定远眺位置，降低每次启动休息的心理阻力。
- 4 将大块作业任务拆分为多个短时段，控制每一段的连续用眼时长；近视风险主要取决于单次连续视近时长，不完全取决于全天总时长。
- 5 重视学校课间：督促孩子课间离开教室，走出座位，教室静坐不算有效休息。
- 6 屏幕学习场景：线上学习同样适用计时打断规则，计时器的客观提醒，减少家长与孩子之间的冲突。

4.5 乱维度：让护眼变成“有据可查”的日常

4.5.1 睡眠管理

- 节律要求：固定上床与起床时间，周末避免过度补觉，维持昼夜节律稳定；
- 睡前规则：睡前 30 分钟停止近距离屏幕用眼，可保留低照度纸质阅读；作业量较大时优先保障睡眠，可调整为次日早起完成剩余任务。

- 核心作用：保障巩膜胶原夜间修复与脉络膜血流节律稳定，维持眼球正常的生理恢复能力。

4.5.2 膳食管理

- 管控核心：重点控制含糖饮料、果汁、调味酸奶、饼干糕点等游离糖的摄入频次，无需追求绝对零糖；
- 基础原则：日常保持均衡膳食，保证瘦肉、坚果、绿叶菜、全谷物的足量摄入，获取锌、镁、铬等与巩膜发育相关的微量元素；

- 核心作用：维持巩膜正常胶原弹性与强度，避免高糖饮食削弱眼球抗形变能力^[29]。

4.5.3 干预方案管理

- 稳定性要求：选定家庭环境干预、光学干预等防控策略后，至少稳定执行 3 个月再评估整体效果，避免频繁更换方案；
- 异常处理：若使用过程中出现眼痛、重影、头晕等眼部不适，需立即停用并及时前往眼科就诊。

- 核心作用：排除方案切换的干扰，准确判断干预手段的真实防控效果，避免无效试错消耗管理精力。

4.5.4 屈光档案管理

- 档案内容：留存每一次眼科复查报告，重点记录眼轴长度、屈光度、远视储备三项核心指标；
- 复查频率：未近视儿童每半年复查 1 次；远视储备偏低 / 处于近视前期的儿童每 3 个月复查 1 次；已确诊近视儿童遵从医嘱频率复查；
- 使用原则：家庭仅负责完整记录数据，不自行解读指标，防控方案调整交由眼科医师评估。

- 核心作用：为防控决策提供客观依据，避免凭主观感受判断防控效果。

4.5.5 营养补充管理

- 基础原则：普通均衡饮食即可满足绝大多数儿童的眼部营养需求，无需常规额外补充；
- 补充规范：仅当医师评估确认存在营养素缺乏时，遵医嘱针对性补充，不盲目叠加各类护眼保健品。

- 核心作用：避免无依据的营养补充造成管理混乱与不必要的经济负担。

4.5.6 场景与标准管理

- 固定读写场景：优先在专属书桌完成所有近距离学习任务，避免卧床、沙发、随意坐姿等非规范场景读写；
- 统一家庭标准：家庭成员对齐防控要求与执行尺度，避免宽严不一导致孩子规则认知混乱；
- 桌面秩序管理：保持读写区域整洁，书本、文具固定摆放，减少杂物对视距、坐姿的干扰。

● 核心作用：从场景层面固化护眼规则，降低临场管理成本，让近、暗、歪、久的管控标准稳定落地。

4.6 不同风险层级家庭落地参考

环境干预需要匹配儿童近视风险等级，避免低风险家庭过度干预，同时保证高风险家庭干预强度到位。

4.6.1 低风险家庭：学龄前、小学低段，远视储备充足

人群画像：3-5岁，远视储备充足，无近视高危因素。

干预定位：基础预防，优先搭建环境、养成用眼习惯，避免过度干预与消费。

时段	使用场景	环境与行为要点
白天	绘本、手工、拼图	控制单次连续用眼时长；充分利用窗边自然光；计时结束执行远眺休息
屏幕时间	动画、早教应用	控制总时长，全屋环境照明开启；严格执行计时休息
睡前	亲子阅读	维持合理读写距离，照明充足；睡前30分钟结束近距离用眼

配套管理：完成首次眼轴+屈光建档，每半年复查；配置合格照明；保障日间户外活动。

4.6.2 高风险家庭：小学阶段，已近视或存在高危因素

人群画像：6-7岁及以上，确诊近视、眼轴增长偏快，存在高度近视家族史。

干预定位：将家庭行为环境干预发挥到最大限度，必须同步配合正规眼科医疗评估，家庭环境优化不能替代医学防控。

时段	使用场景	环境与行为要点
放学后	书面作业	严格控制单次连续用眼时长，落实远眺休息，完善照明、桌椅适配
晚间	阅读、线上学习	完整落实五大维度环境管理，执行计时打断
全天日常	生活管理	跟踪睡眠、户外活动、屏幕使用情况

配套管理：保障对应年龄段睡眠时长；控制游离糖摄入；缩短复查间隔至每3个月，重点监测眼轴变化；当全部家庭行为干预落实后，近视仍然进展较快，及时启动医学层面防控。

第五章

多方共治：行动倡议与展望

5.1 给家长的建议：从焦虑到行动、从碎片化到系统化

许多家长购置了护眼灯、坐姿矫正器等多种产品，孩子近视仍在进展，根源在于“做了”而非“做对”。近视是近距离用眼、光照、姿势、时长、管理秩序多因素耦合的结果，单一维度改善若不能与其他维度协同，效果会被抵消。《综合防控儿童青少年近视实施方案》明确防控需政府、学校、医疗机构、家庭共同努力，家庭是最贴近日常行为的一环^[30]。

建议一：优先核查用眼距离、光照、姿势等基础环境是否达标，而非简单堆砌产品。近距离用眼时长与近视风险存在稳定关联^[31]，光照不足、姿势偏差、持续不间断用眼则会进一步以耦合效应放大近距离用眼的伤害。

建议二：建立可追踪的屈光及眼轴档案，用数据取代主观判断。儿童屈光状态存在稳定的年龄发育轨迹，建议按半年或三个月频率定期复查，形成连续记录。

建议三：把握远视储备未耗尽的窗口期，前置干预而非补救。可参照《中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识》判断发育阶段并及早介入。世界卫生组织指出，长期健康行为的坚持比单次强干预更具决定性^[32]，家长需要的是可持续、可复查、可调整的日常管理，而非临时补救。

建议四：警惕信息过载导致的执行混乱，选定一套科学标准并保持相对稳定的执行节奏，结合复查数据渐进调整。总之，家长应从产品消费者转变为孩子视觉发育的系统管理者。

5.2 给学校的建议：环境改造与制度配合

学校是近距离用眼最集中的场所。《综合防控儿童青少年近视实施方案》要求课间组织学生室外活动或远眺，确保每天1小时以上体育活动；2024年教育部等部门进一步要求“严管教师拖堂或占用课间”，反映课间被挤占仍是执行短板。

建议一：推进教室光照环境达标改造。IMI关于光照与近视的共识指出，充足均匀的光照有助于降低近视风险^[33]；IEEE照明标准对LED频闪的健康风险范围作出界定^[34]。建议以照度、均匀度、频闪、色温四项指标验收，一次投入、长期受益。

建议二：将“课间望远”从倡导转化为可核查制度，依据教育部等八部门《综合防控儿童青少年近视实施方案》中“有序组织和督促学生在课时到室外活动或远眺，防止学生持续疲劳用眼”的要求，建议学校将课间离座、室外活动或远眺纳入班级日常巡查内容，**推动**课间不被拖堂占用，**鼓励**学生离开座位、进行远眺，切实落实“视近与视远交替”原则。

建议三：视力筛查中增加眼轴测量。眼轴增长是近视发生发展的核心生物学标志，且常先于屈光度变化出现^[35-36]，有助于识别储备消耗中的风险儿童，落实防控关口前移。

建议四：将户外活动落实情况纳入督导考核。充足户外活动与较低近视患病率相关^[37-39]，是政策要求儿童每天户外活动不少于2小时的重要依据^[30]，应避免“计划时长”与“实际执行”脱节。

5.3 给卫健机构的建议：筛查与建档

国家卫生健康委2026年发布的《近视防治指南》为专业机构筛查与干预提供统一规范，国家疾病预防控制中心的全国监测报告为宏观政策提供数据基础。

建议一：将远视储备科普纳入儿童健康宣教常规内容。《近视防治指南》（2026 年版）指出，0至6岁是远视储备逐渐消耗的关键期，应减少电子屏幕接触以延缓消耗。建议基层机构在儿童体检中同步讲解储备概念，帮助家长建立“窗口期”意识。

建议二：推广连续屈光及眼轴档案建设。可参照中华预防医学会眼科学分会发布的学龄儿童眼球生物学参数参考区间专家共识作为个性化档案基线^[10]，并建立跨机构数据可携带机制，避免因更换机构导致档案中断。

建议三：探索“行为干预+医疗干预”分层防控模式。世界卫生组织指出，长期健康结果更依赖持续行为依从性而非单次干预强度^[40]；国际近视研究学会报告显示，近视及高度近视全球患病率持续上升，早发近视对应更高远期风险^[41-42]。建议按风险分级建立转诊路径，使不同风险儿童获得匹配的干预强度。

建议四：推动教育与卫生系统数据互通，在保护隐私前提下建立区域性视觉健康信息共享机制，形成筛查—转诊—干预—反馈闭环。

5.4 长远展望

儿童青少年近视防控是长期系统工程，其成效取决于证据积累与多方协同能否真正落地，以下方向值得持续关注。

其一，防控标准将随证据积累持续迭代。近视病因涉及遗传、环境、行为等多因素复杂交互^[43]，国家卫生健康委近视防治指南、中华医学会近视管理白皮书等均在不断更新完善，未来量化标准将随前瞻性研究数据校准优化。

其二，数字化手段有望降低家庭执行门槛。当前家庭行为记录多依赖主观判断，随可穿戴设备和智能监测技术发展，用眼数据自动采集与方案动态调整将更便捷。世界卫生组织指出，降低执行门槛是提高长期依从性的关键因素^[40]。

其三，多部门协同治理需从文件倡导走向可考核的制度安排。已有政策明确了政府、学校、医疗机构、家庭多方共治框架及2030年量化目标^[44]，但基层执行与政策目标仍有落差，未来需在可考核性、数据协同、资源配置上持续推进。

其四，社会认知需从“近视后矫正”转向“近视前预防”。随着远视储备等预防性概念的科普推广，家庭、学校和社会的防控意识有望从事后补救转向事前系统管理，最终实现儿童青少年近视发生率的实质性下降。

附录A 数学模型技术说明

本附录内容为1311体系的理论模型推导，包含大量基于有限公开文献的假设性参数（标记为「待验证 / 推导值」）。这些公式和数值目前仅用于解释体系内在逻辑框架，不具备任何临床预测、诊断或治疗指导价值。严禁将附录中的任何公式或数值用于个体儿童的近视风险评估或干预效果预测。本套模型参数有待多中心临床队列研究进一步校准。

A.1 五维伤害模型形式化定义

近视风险归纳为五个既独立又耦合的维度：近（P）、暗（D）、歪（A）、久（L）、乱（O）。

三区间分段函数（随视距区间变化呈现三种函数形态）：

$$\text{区间①} (\rho \leq 67\text{cm}, \text{LZB以内}) : H(S) = f(P) \times g(D,A,L) \times C_mult + h(O)$$

$$\text{区间②} (67\text{cm} < \rho < 6\text{m}, \text{LZB-ZAD之间}) : H(S) = k_fatigue(\rho, \delta) \times g'(D,A,L) + h(O)$$

$$\text{区间③} (\rho \geq 6\text{m}, \text{ZAD以外}) : H(S) = 0 + h(O)$$

区间①：伤害主力为远视离焦信号驱动的结构性伤害。f(P)为调节滞后函数L(ρ)，g(D,A,L)=k_D×k_A×k_L为三个放大器的乘积项，C_mult为场景覆盖系数。

区间②：伤害主力切换为睫状肌疲劳累积（功能性伤害链）。k_fatigue(ρ,δ)为疲劳累积函数，g'(D,A,L)为衰减放大器。光学拉远设备EOD≈3m即落在此区间。

区间③：睫状肌完全松弛，调节需求归零，全系统伤害归零，仅剩管理熵h(O)残余项。

A.2 近维度（P）：调节滞后与远视离焦

本附录所涉及的数值模型（包括LZB、ZAD及三区间划分）基于特定样本（成人/大龄儿童）的调节滞后数据拟合得出，属于探索性研究假设，所有参数均未经大规模人群验证。该模型仅用于机制阐释与理论推导，目前不推荐直接用于临床决策或制定儿童家庭读写硬性标准。读者在引用本模型时，需严格注意其适用条件与年龄局限性。

调节滞后函数 L(ρ)：

$$L(\rho) = 0.25 \times (100/\rho - 1.5), \text{ 当 } \rho \leq 67\text{cm}; L(\rho) = 0, \text{ 当 } \rho > 67\text{cm} \quad (\rho \text{ 单位 cm}, L \text{ 单位 D})$$

两个关键边界：

边界	距离	生理含义	什么停止	什么未停止
LZB 调节滞后归零边界	67cm	远视离焦信号切断	眼轴增长的直接推动力	睫状肌仍轻度工作，疲劳累积继续
ZAD 调节需求归零边界	6m	睫状肌完全松弛	全系统归零	—

注：LZB=67cm 基于成人/大龄儿童调节滞后数据拟合。6-8岁儿童调节幅度（约14-16D）高于成人（约8-10D），LZB 可能存在年龄漂移，初步外推 6-8 岁儿童可上浮至 75-85cm（非实测值）。建议将 67cm 视为保守下限。【待验证】

视距退化曲线： $\rho(t) = d_0 - (d_0 - d_{\min}) \times (1 - e^{(-\lambda \times t)})$

Lag 风险分级：

Lag(D)	风险等级	对应典型视距
0-0.25	安全	≥50cm
0.25-0.50	轻度	40-50cm
0.50-0.75	中度	30-40cm
0.75-1.00	高度	20-30cm
>1.00	极高	<20cm

A.3 暗维度 (D)：光照放大系数 k_D

$$k_D(\lambda) = k_{\text{illum}}(\bar{E}) \times k_{\text{unif}}(U_0) \times k_{\text{flicker}}(f\%) \times k_{\text{spectrum}}(K, \tau)$$

$k_{\text{illum}} = 500/\bar{E}$ (<500 lux) ; $=1.0$ ($500 \leq \bar{E} \leq 10000$ lux) ; $=1.0$ (>10000 lux)

$k_{\text{unif}} = 0.7/U_0$ ($U_0 < 0.7$) ; $=1.0$ ($U_0 \geq 0.7$)

$k_{\text{flicker}} = 1.0$ (<3%) ; $=1.0 + 0.1 \times (f\% - 3)$ (3%-10%) ; $=1.7 + 0.2 \times (f\% - 10)$ (>10%)

推导逻辑：500 lux 基于 GB/T 9473 读写最低要求及多巴胺释放剂量-反应衰减拐点；10000 lux 为多巴胺保护平台上限。照度降至 100 lux 时 $k_{\text{illum}} \approx 5.0$ ，即伤害被放大 5 倍。

A.4 歪维度 (A)：姿势放大系数 k_A

$$k_A = k_{\text{tilt}}(\theta) \times k_{\text{depression}}(\varphi)$$

$k_{\text{tilt}}(\theta) = 1.0 + 0.6 \times \sin(\pi \times \theta / 90)$, $\theta \in [0, 90]^\circ$

$k_{\text{depression}}(\varphi) = 1.0 + 0.15 \times (\varphi / 20 - 1)$ ($\varphi > 20^\circ$) ; $=1.0$ ($\varphi \leq 20^\circ$)

A.5 久维度 (L)：时间放大系数 k_L

$$k_L(\delta, r) = (\delta/20)^\alpha \times \exp(-\beta \times r/\delta), \text{ 前提 } \rho \leq 67\text{cm}; k_L=1.0 \text{ } (\rho > 67\text{cm})$$

$\alpha=1.4$ 为基于 NITM 数据的初步赋值（幂律函数表达），定性方向正确（时长越长伤害越大），精确值需 NITM 动态监测校准。【推导值】

核心洞察：休息不能撤回已累积的 NITM。休息从 5 分钟延长到 10 分钟， k_L 从 5.59 仅降至 5.52——边际收益极低。因为 $(\delta/20)^\alpha$ 已奠定伤害基数，休息只减尾不减头。当 $\rho > 67\text{cm}$ 时 $k_L=1.0$ ，连续看远对近视零伤害。

A.6 乱维度 (O)：管理熵加项 k_O

乱以独立加项进入方程： $R = f(P) \times g(D, A, L) + h(O)$ 。五子维度为 $k_O = k_{\text{sleep}} + k_{\text{diet}} + k_{\text{chaos}} + k_{\text{data}} + k_{\text{nutrition}}$ ，对应睡眠、膳食、干预方案、屈光数据、营养补充五项管理熵来源，是降低所有维度伤害阈值的根基。

A.7 耦合放大项 C_{mult}

$$C_{\text{mult}} = (1 + \Delta_{\{D, P\}}) \times (1 + \Delta_{\{A, P\}}) \times (1 + \Delta_{\{L, P\}}) \times (1 + \Delta_{\{D, A\}}) \times (1 + \Delta_{\{D, L\}}) \times (1 + \Delta_{\{A, L\}})$$

耦合项	公式	证据强度
$\Delta_{\{D, P\}}$ 暗→近	$0.08 \times (k_D - 1.0)$	行为观察文献
$\Delta_{\{A, P\}}$ 歪→近	$0.12 \times \Delta p$	几何光学可推导，证据最强
$\Delta_{\{L, P\}}$ 久→近	$0.06 \times k_L$	疲劳退化趋势
$\Delta_{\{D, A\}}$ 暗→歪	$0.05 \times (k_D - 1.0)$	定性观察
$\Delta_{\{D, L\}}$ 暗→久	$0.04 \times (k_D - 1.0)$	推测值
$\Delta_{\{A, L\}}$ 歪→久	$0.05 \times k_A$	人因工程学推导

A.8 场景级合成 $H(S)$

$$H(S) = f(P) \times k_D \times k_A \times k_L \times C_{\text{mult}} + k_O$$

△ 声明：所有 $H(S)$ 数值均为基于推导参数的场景间相对排序，反映伤害驱动结构的差异方向与量级，不具备临床预测意义，不可用于个体临床决策。场景差异定性方向 ($S_3 > S_2 > S_1$) 有机制基础支撑；数值本身为推导值，待临床校准。

附录B 术语索引

术语	缩写	含义
五维伤害模型	—	近(P)×放大器(暗D/歪A/久L)+管理熵(乱O)的系统化伤害框架
近	P (Proximity)	视距低于生理安全阈值的持续暴露，近视的触发扳机
暗	D (Dimness)	光照强度不足与光谱缺陷，通过撤多巴胺刹车放大 P 伤害
歪	A (Awkward Posture)	读写姿势偏离标准轴线，通过不等像视放大 P 伤害
久	L (Length of exposure)	单段连续用眼超出生理恢复窗口，将功能损伤固化为结构改变
乱	O (Order disruption)	作息/营养/管理的信息无序，降低所有维度伤害阈值
调节滞后	Lag	实际调节力低于理论需要的差值
调节滞后归零边界	LZB	约 67cm，切断远视离焦→眼轴增长路径
调节需求归零边界	ZAD	约 6m，睫状肌完全松弛，全系统归零
光学拉远等效距离	EOD	光学系统将等效视距延长的量化指标 (≥3m)
近工作诱导短暂近视	NITM	连续近用眼后的短暂近视状态，消退需时间
放大系数	$k_D/k_A/k_L$	暗/歪/久各维度的伤害放大倍数，≥1
管理熵	h(O)	乱维度的独立加项伤害
远视储备	—	新生儿生理性远视，随发育消耗的正视化缓冲空间

附录C 数字模型证据等级表

维度	核心主张	最高证据等级	待验证项
P 近	光学拉远切断调节滞后->眼轴增长	高（调节滞后-眼轴关联；机制基础实验+专家共识） [9][10]	设备长期效果的系统级RCT
D 暗	全光谱+高照度+高均匀度消除光环境伤害放大	高（光照-多巴胺通路；专家共识/机制研究） [15][21][33]	均匀度量化阈值+k_D复合指数效果
A 歪	实时纠正姿势偏差防止非对称离焦	中（姿势-屈光参差关联；观察性研究） [28]	容忍度标准精确阈值+设备纠正长期效果
L 久	分龄休息周期阻断NITM固化	中（NITM机制；机制基础实验） [18]	分龄deltaMax精确值
O 乱	管理熵最小化提升全系统干预效率	中（睡眠与糖基化；观察性研究/系统综述） [24][29]	游离糖阈值+h(O)复合指标独立效果
系统整合	五维协同增效	推导赋值（模型化整合；待临床验证）	五维组合RCT+Delta耦合系数精确值

附录D 研究验证方案说明



核心任务

通过前瞻性研究验证1311框架作为一个完整系统的实际干预效果。

近期（2026 Q3-Q4）：启动单中心预实验（ $n=50-100$ ），验证生成逻辑的输出合理性和用户可接受度。核心问题：按五因子画像+公式输出的方案等级是否与临床专家判断一致；用户（家长）对方案的执行意愿和理解度。

中期（2027）：启动多中心前瞻性队列研究（ $n>=500$ ， ≥ 3 个中心），对比1311系统方案与常规护眼建议在眼轴年增速、远视储备消耗速率两个核心指标上的差异。

远期（2028及以后）：若中期结果阳性，启动多中心RCT（随机对照试验， $n>=500$ ， ≥ 5 个中心）。同期启动真实世界研究（RWS），通过持续积累用户数据，优化各参数的精确取值和各维度的权重。

路线图的关键约束：前瞻性研究的最小观察窗口为2年（以捕捉眼轴增速的真实趋势变化）。这意味着系统级验证的初始结果预计最早于2028年发表。在系统级RCT结果出来之前，1311体系的循证状态定位为“各维度独立证据充分+系统整合有理论支撑=有充分理由推荐使用，但最终效果强度待系统级RCT确认”。

附录E 家庭自查清单

本清单供家长独立使用，完成约需 5 分钟，不依赖专业设备。基于 1311 五维框架（近/暗/歪/久/乱），覆盖家庭防控环境中所有可自主检查的关键点。它不是诊断工具，而是一张“认知地图”。

A 学龄（单选）：☐ 学前(3-5岁) ☐ 幼小衔接(6-7岁) ☐ 小学低段(8-10岁) ☐ 小学高段(11-13岁) ☐ 初中及以上(14岁+)

B 视力阶段（单选，以最近一次睫状肌麻痹散瞳验光等效球镜为准，评估需结合上表学龄对应的年龄参考区间）：☐ 储备充足(远视储备处于该年龄正常参考范围) ☐ 储备偏低(远视储备低于该年龄正常参考下限，但仍 $>0D$) ☐ 近视前期($0D < \text{等效球镜} \leq +0.50D$) ☐ 已近视进展期(等效球镜 $\leq -0.50D$)

脚注：儿童生理性远视储备随年龄增长逐步下降，参考《WS/T 10039-2025 儿童青少年裸眼视力和屈光状态评价规范》（散瞳验光）：

3-5 岁： $+2.05 \sim +2.48D$ ； 6 岁： $+1.72 \sim +2.45D$ ； 7 岁： $+1.48 \sim +2.00D$ ； 8 岁： $+1.19 \sim +1.79D$ ； 9 岁： $+1.11 \sim +1.38D$ ； 10 岁： $+0.92 \sim +1.16D$ ； 11 岁： $+0.83 \sim +1.07D$ ； 12 岁： $+0.61 \sim +0.85D$ ； 13 岁： $+0.27 \sim +0.65D$ ； 14 岁： $+0.09 \sim +0.24D$ ； 15 岁及以上不再评估远视储备。

提示：本清单仅为家庭科普自查，不散瞳电脑验光结果不可直接套用；最终屈光评估以医院眼科散瞳验光为准。

C 防控目标（单选）：☐ 基础预防 ☐ 主动防控 ☐ 零近视捍卫

S 特殊风险（多选）：☐ 父母一方或双方高度近视($\leq -6.00D$) ☐ 持续不良用眼行为 ☐ 依从性差 ☐ 已诊断弱视/斜视/调节功能异常

P 近维度：☐ 学习位置是否采用视距拉远方案 ☐ 绘本/iPad/书写三类近距离场景均落实视距拉远 ☐ 孩子是否自发缩短视距（趴桌/凑近）

D 暗维度：学习区主光源类型：☐ 全光谱LED ☐ 普通LED ☐ 荧光灯 ☐ 白炽灯 ☐ 桌面有台灯 ☐ 台灯+顶灯同开是否有暗角 ☐ 晚间屏幕是否开灯

A 歪维度：☐ 桌椅高度可调节 ☐ 是否频繁歪头/趴桌/胸贴桌沿 ☐ 具备坐姿提醒干预手段

L 久维度：孩子单段连续用眼通常约____分钟 ☐ 有定时休息提醒 ☐ 休息时：望远/闭眼/看近物/继续写

O 乱维度：☐ 日均睡眠 $\geq 10h/9-10h/8-9h/<8h$ ☐ 规律摄入高糖零食 ☐ 过去6个月更换护眼方案

自查完成后：对照勾选结果形成系统性认知——哪些维度已做好、哪些有缺口。1311 核心理念是“五个维度一个系统”：护眼灯解决了暗不等于解决了近，正姿器管了歪不等于管了久。清单帮你把模糊的“我应该注意什么”变成清晰的“我还差在哪里”。

参考文献

- [1] 国家疾控局. 国家疾控局积极推进儿童青少年近视防控 近视率呈下降趋势[EB/OL]. (2024-03-13)
- [2] Pan Z, Xian H, Li F, et al. Myopia and high myopia trends in Chinese children and adolescents over 25 years: a nationwide study with projections to 2050. *The Lancet Regional Health – Western Pacific*. 2025;59.
- [3] Wong YL, Yuan Y, Ye Y, et al. Variations in Physiological and Myopic Eye Growth Among Children From Different Populations. *American Journal of Ophthalmology*. 2025;280:20-27.
- [4] 国家卫生健康委办公厅. 近视防治指南（2026年版）[EB/OL]. (2026-07-13).
- [5] 梁刚, 潘臣伟. 脉络膜生理特性及其与儿童青少年近视的关联[J]. *中国学校卫生*, 2024, 45(2): 296-299+304.
- [6] Troilo D, Quinn N, Baker K. Accommodation and induced myopia in marmosets. *Vision Res*. 2007 Apr;47(9):1228-44.
- [7] Langaas T, Riddell PM, Svarverud E, et al. Variability of the accommodation response in early onset myopia. *Optom Vis Sci*. 2008 Jan;85(1):37-48.
- [8] Norton TT, Siegwart JT Jr, Amedo AO. Effectiveness of hyperopic defocus, minimal defocus, or myopic defocus in competition with a myopiagenic stimulus in tree shrew eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006 Nov;47(11):4687-99.
- [9] 刁佳乐, 吴鹏, 任建涛, 等. 眼调节功能在眼轴增长中作用机制的研究进展[J]. *国际眼科杂志*, 2026, 26(7): 1210-1215.
- [10] 中华预防医学会公共卫生眼科分会. 中国学龄儿童眼球远视储备、眼轴长度、角膜曲率参考区间及相关遗传因素专家共识(2022年)[J]. *中华眼科杂志*, 2022, 58(2): 96-102.
- [11] 肖洁. 青少年用眼行为大数据报告发布[N]. *中国科学报*, 2018-11-20(004).
- [12] 防控儿童青少年近视核心知识十条[J]. *中国实用乡村医生杂志*, 2023, 30(10): 4-5.
- [13] 中华预防医学会公共卫生眼科分会. 儿童青少年近视防控公共卫生策略分期专家共识(2022)[J]. *中华预防医学杂志*, 2023, 57(6): 806-814.
- [14] Ma Y, Qu X, Zhu X, et al. Age-specific prevalence of myopia and hyperopia in Chinese school children. *Ophthalmic Epidemiology*, 2020, 27 (4): 277-284.
- [15] IMI. Light and Myopia. *IOVS*, 2021, 62(5): 9.
- [16] 国家儿童青少年视力健康管理专家咨询委专家共识：同心协力·促进儿童青少年眼健康[J]. *名医*, 2021, (11): 1.
- [17] 黄峻嘉, 张琪, 赵娜, 等. 基于近视筛查数据的近视影响因素分析和近视预测[J]. *电子科技大学学报*, 2021, 50(2): 256-260.
- [18] Ciuffreda KJ, Vasudevan B. Nearwork-induced transient myopia (NITM) and permanent myopia—is there a link?. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2008, 28(2): 103-114.
- [19] Nicole X L, John T N, Jingjing W, et al. Sleeping late is a risk factor for myopia development amongst school-aged children in China. *Scientific Reports*, 2020, 10(1): 17194-17194.
- [20] He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia. *JAMA*, 2015, 314(11): 1142-1148.
- [21] Karouta C, Thomson K, Morgan I, et al. Light Inhibits Lens-Induced Myopia through an Intensity-Dependent Dopaminergic Mechanism. *Ophthalmol Sci*. 2025 Mar 28;5(5):100779.
- [22] IEEE. IEEE 1789-2015: Modulating Current in LEDs for Mitigating Health Risks[S]. 2015.
- [23] 儿童青少年近视中西医一体化综合防控指南[J]. *中国中医眼科杂志*, 2025, 35(11): 1001-1008.
- [24] Zhao X, He Y, Zhang J, et al. Effects of Insufficient Sleep on Myopia in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nature and Science of Sleep*, 2024, 16: 1387-1406.
- [25] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 中小学生一日学习时间卫生要求: GB/T 17223-2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.

- [26] 郑婕,张健,封利霞.环境及遗传因素对儿童青少年眼轴长度的影响[J].中国学校卫生,2026,47(6):869-872.
- [27] 宋青青,赵瑞兰,赵芳芳,等.多维度视角下小学生近视发生危险因素与防控对策[J].眼科新进展,2026,46(4):307-311.
- [28] Jiang D, Shi B, Gao H, et al. Associations between reading and writing postures and myopia among school students in Ningbo, China. *Frontiers in Public Health*, 2022, 10: 713377.
- [29] 王铁凡,张莲,解孝锋,等.高糖饮食与近视发生发展关系研究进展.国际眼科杂志, 2023,23(8):1333-1337.
- [30] 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].中华人民共和国教育部公报,2018,(Z2):25-30.
- [31] Ip JM, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008.
- [32] WHO. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action[M]. Geneva: WHO, 2003.
- [33] MURALIDHARAN A R, et al. Light and myopia: from epidemiological studies to neurobiological mechanisms. *THER ADV OPHTHALMOL*, 2021.
- [34] PERUMAL S R, BAHARUM F. Measurement, Simulation, and Quantification of Lighting-Space Flicker Risk Levels Using Low-Cost TCS34725 Colour Sensor and IEEE 1789-2015 Standard. *Journal of Daylighting*, 2021.
- [35] 陈志,张芷榕,文雯,等.提高近视与近视前期儿童眼轴长度检测率的必要性与实施路径[J].中国眼耳鼻喉科杂志,2026,26(3):195-198.
- [36] 教育部办公厅国家卫生健康委办公厅国家疾控局综合司关于切实抓牢幼儿园和小学近视防控关键阶段防控工作的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2024,(6):3-5.
- [37] Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology*, 2008, 115(8): 1279-1285.
- [38] He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia Among Children in China. *JAMA*, 2015, 314(11): 1142-1148.
- [39] Wu PC, Chen CT, Lin KK, et al. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. *Ophthalmology*. 2018 Aug;125(8):1239-1250.
- [40] WHO. Adherence to Long-Term Therapies: Evidence for Action[M]. Geneva: WHO, 2003.
- [41] Sankaridurg P, Tahhan N, Kandel H, et al. IMI impact of myopia. *IOVS*, 2021, 62(5): 2.
- [42] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042.
- [43] Morgan IG, French AN, Ashby RS, et al. The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in Retinal and Eye Research*, 2018, 62: 134-149.
- [44] 教育部办公厅等十五部门关于印发《儿童青少年近视防控光明行动工作方案（2021—2025年）》的通知[J].中华人民共和国教育部公报,2021,(Z2):20-23.