

户外体育运动干预学生视力健康的共性实证研究——以足球、网球、定向运动为例

许余有

广东司法警官职业学院, 广东 广州 510520

[摘要] 本篇文章通过选取足球、网球、定向运动等为代表项目, 将研究对象确定为某市两所中学 12~15 岁年龄段的 480 名学生, 对比干预组学生试验前后的裸眼视力变化情况, 梳理、总结出不同类型户外运动改善和预防学生视力问题的共性效应及作用机理, 并在每类运动中找到其核心规律。经实证研究表明: 足球、网球和定向运动都可通过光生物学效应、视觉调节训练、行为替代效应这三种机制干预视力, 在以上三种运动方式每周户外有效运动时长大于等于 5h, 视距切换频率大于等于 4 次/min 条件下, 眼轴增长速度下降大于等于 40%, 裸眼视力提高大于等于 0.1, 以上三种运动干预学生视力效果共性显著。

[关键词] 户外运动; 干预; 学生; 视力; 共性

DOI: 10.33142/jscs.v5i4.17421

中图分类号: G8

文献标识码: A

Common Empirical Study on the Intervention of Outdoor Sports on Students' Visual Health — Taking Football, Tennis, and Orienteering as Examples

XU Yuyou

Guangdong Justice Police Vocational College, Guangzhou, Guangdong, 510520, China

Abstract: This article selects football, tennis, orienteering and other representative projects, and determines the research subjects as 480 students aged 12-15 in two middle schools in a certain city. The changes in naked eye vision of the intervention group students before and after the experiment are compared. The common effects and mechanisms of different types of outdoor sports in improving and preventing students' vision problems are sorted out and summarized, and the core rules are found in each type of sports. Empirical research has shown that football, tennis, and orienteering can all intervene in vision through three mechanisms: photobiological effects, visual regulation training, and behavioral substitution effects. Under the conditions of effective outdoor exercise duration of 5 hours or more per week and line of sight switching frequency of 4 times or more per minute, the growth rate of the eye axis decreases by 40% or more, and the naked eye vision improves by 0.1 or more. The common effect of these three sports interventions on students' vision is significant.

Keywords: outdoor sports; intervention; student; vision; commonality

当前, 我国青少年儿童近视率逐年提升, 而且呈现低龄化、群体化、近视度数日趋加深的趋势。以 2024 年我国学生体质健康检测结果来看: 12~15 岁学生群体近视率高达 71.6%, 比 2019 年增加了 9.2%; 长时间近距离日均超过 6h 以上用眼造成睫状肌痉挛、眼轴过度伸长和年增速大于 0.3mm 及缺乏足够的户外活动时间 (日均不足 1h) 是主要原因。传统近视防控方式, 如低浓度阿托品药物干预、光学矫正等方法虽然有较好效果, 但是由于其易产生较大的依从性差等问题以及具有潜在副作用及成本较高的问题使得这些方法在一定程度上影响其可行性。科学的户外运动是最有效且成本最低的近视防控手段之一^[1]。不同运动项目基于近视防控的实证共性干预规律至今没有找到, 这也是本文的主要研究方向。

1 户外活动与视力健康的关联机制和文献综述

1.1 户外运动与视力健康的关联机制

现有研究证明, 户外运动对视力的干预具有光生物学效应、视觉调节训练、行为替代效应三种机制, 其中光生物学效应指户外自然光照度大于或等于 10000 lux, 刺激视网膜分泌多巴胺, 抑制眼轴伸长^[2]; 视觉调节训练指运动过程中视距由近及远的快速变换使睫状肌得到充分锻炼, 缓解

视疲劳^[3]; 行为替代效应指户外运动代替了用眼时间长的近距离使用电子产品或者阅读等活动, 减少产生近视的原因^[4]。

足球、网球、定向运动都是我国校园三大户外运动, 都是具有很强视觉交互性的项目, 都代表着户外运动中主要的视觉系统危害因素, 而三种运动都具有规律性的特点需要通过实践去验证。

足球是一种开放型运动技能, 需要运动员有开阔的视野, 它还是一种长距离追视的动作技能, 需要运动员扫描整个场地, 跟随场上的球以及自己的队友和对手移动, 把握传球时的力度和角度、深浅等, 这样就会极大的训练到我们的周边视野, 我们的动态视距敏感度以及我们的视觉预测的能力。

网球是一项对视觉要求极高的持拍运动, 要求极高的手眼协调、对高速小球的精准追踪和瞬间聚焦, 运动员需要精准地追踪高速、旋转、弹跳多变的小球, 并在极短时间内完成从看清来球到做出击球反应的闭环。这一过程极大地训练了视觉追踪、聚焦灵活性和手眼协调。

定向运动是一项在自然环境中利用地图和指北针导航的智力型运动, 深度融合了自然环境下的快速读图、远眺定位和动态决策。运动员需要在奔跑中频繁地在手中的地图和实地环境之间切换视线, 具体来说就是从近处、静

态、抽象信息到远处、动态、具体信息的视觉交替中进行快速的空间定位和路线决策。这种反复看远-看近的交替活动,被认为是一种主动的、自然的视觉训练,有助于缓解近距离长时间用眼导致的痉挛调节。

1.2 户外活动与视力健康的文献综述

2015 年, He 等^[5]在广州完成的集群随机对照试验显示,每天额外增加 40min 户外体育运动的被试组 3 年内近视率下降 9.1%。2008 年, Rose 等^[6]在悉尼对长期参加户外活动的儿童和青少年进行了调查发现,长时间户外活动的儿童和青少年,其近视发生率明显低于近距离用眼的时间较长而户外活动较少的学生,且近视的发生独立于近距离用眼的时间。可见,户外体育运动是重要的。以上结果均证明户外体育运动可以干预学生视力健康,并将其确定为干预学生视力健康的方法之一。

2 研究设计与方法

2.1 研究对象

采用整群抽样法选取某市 2 所中学 12~15 岁学生 480 人开展研究,学生监护人及其本人均知情同意。通过体检档案筛选,排除已有严重眼部疾病、遗传性疾病或不适合参与剧烈运动的学生:①裸眼视力 0.5~0.8;②无眼部器质性疾病;③近 3 个月未系统参与户外运动。

随机分为 4 组:采取足球、网球、定向运动组(各 $n=120$)、对照组($n=120$,仅参加普通体育课程,无户外运动干预)各 4 组,其中足球、网球、定向运动组为干预组,各組间性别、年龄、初始屈光度、眼轴长度等基线数据无显著性差异($P>0.05$),各組间具有可比性。

2.2 干预方案

足球、网球、定向这三种运动干预组在原有每周 3 节体育课的基础上,额外增加 3 次/周的专项运动训练,每次训练时长为 60min。训练均在户外自然光环境下进行,阴天照度也远高于室内。训练由专业教练负责,运动强度要求平均心率保持在 120~150 次/min。干预周期为两个学期,共 8 个月。

对照组保持正常的校园生活作息,每周 3 节常规体育课,允许他们课余时间自由活动,不增加户外运动干预,不做强制性要求。

2.3 检测指标与工具

检测指标分为客观和主观指标。

客观指标包括裸眼视力、眼轴长度、调节灵敏度、户外光照时间,每 4 周检测 1 次,由不知分组情况的专业验光师

完成。裸眼视力采用《标准对数视力表》GB 11533—2011 检测,记录小数视力值。眼轴长度使用 IOL Master 生物测量仪检测,精准到 0.01mm,眼轴增长过快是近视加深的直接原因^[7]。视力检查中的调节灵敏度通过 $\pm 2.00D$ 的镜片交替放置在眼前,要求学生在 1min 内清晰辨认视力表上的字符方向。记录每分钟完成的有效周期数,1 周期等于正负镜各成功辨认 1 次。户外光照时间是通过佩戴腕式活动记录仪客观记录每日户外光照时间,照度需大于 10000 lux 的时间^[8]。

主观指标在实验前后各测 1 次,主要有视疲劳量表(CVS-Q)和运动参与度问卷。其中视疲劳量表(CVS-Q)包含灼烧感、眼痒、视物模糊、异物感等 17 项,每项评分从低到高 2-4-6 分,总分越高疲劳越严重。运动参与度问卷主要评估学生对运动的主动参与意愿,评分从低到高 2-6 分,包含每周参加乒乓球、羽毛球等看远看近运动的次数,放学后会做哪些运动等 16 项问题。

3 数据分析

对干预方案收集的数据采用 SPSS 26.0 进行统计分析,同时采用重复测量方差分析比较各組不同时间点指标的差异进行组内比较,计量数据以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示。采用单因素方差分析比较四組在 T2 时间点的指标变化值(Δ 值=T2 值-T0 值),若存在差异,进一步进行 LSD 事后检验的组间比较。采用 Pearson 相关分析探讨每日户外光照时间与眼轴增长量、调节灵敏度之间的相关性分析。显著性水平设定为 $P<0.05$ 。

4 研究结果

4.1 三组运动对裸眼视力的干预效果共性

12 周后,三组运动干预组裸眼视力均显著提升,对照组无明显变化(表 2)。

表 2 裸眼视力变化趋势

运动项目	干预效果
足球组	从 0.63 \pm 0.10 提升至 0.76 \pm 0.09 ($P<0.05$)
网球组	从 0.62 \pm 0.11 提升至 0.74 \pm 0.10 ($P<0.05$)
定向运动组	从 0.64 \pm 0.09 提升至 0.79 \pm 0.08 ($P<0.01$)
对照组	从 0.63 \pm 0.10 降至 0.61 \pm 0.11 ($P>0.05$)
共性规律 1	三种运动均可提高裸眼视力,而且裸眼视力提高的程度和每周户外的有效运动时间成正比($r=0.67$, $P<0.01$),当每日的户外运动 $\geq 1.5h$ (每周 $\geq 10.5h$)时,提高 ≥ 0.1 的概率可达 78.3%(对照组仅 6.2%)。

表 1 三组干预核心参数

运动项目	核心视觉任务	视距范围(近/中/远)	视距切换频率(次/min)	目标移动速度(m/s)	日均户外光照时间($\geq 10000lux$, min)
足球	传接时看球(近)-队友(中)-球门(远)	0.5m/5~10m/20~50m	4~6	3~5	54 \pm 7
网球	接发球时追踪球(动态)-看落点(远)	0.3m/5~15m/10~30m	8~10	10~15	53 \pm 6
定向运动	地图(近)-地标(中)-检查点(远)	0.3m/10~30m/50~100m	6~8	1~3	61 \pm 8
对照组	常规体育课内容,不增加户外运动干预	1~5m	<2	<1	15 \pm 5

4.2 三组运动对眼轴长度的抑制效果共性

眼轴长度是近视发展的核心预测指标,正常年增长小于等于 0.2mm, 12 周后数据显示 (表 3)。

4.3 三组运动对调节灵敏度的改善效果共性

调节灵敏度反映睫状肌快速聚焦能力, 12 周后数据见表 4。

4.4 三组运动对视疲劳的缓解效果共性

视疲劳量表 CVS-Q 量表得分显示 (表 5)。

4.5 三组运动干预视力的共性机制

综合上述结果, 可以将三种运动干预视力的共性机制归纳为“三维协同模型”(表 6)。

4.6 三种运动干预效果的特异性与共性关系

(1) 基于共性机制下的特异性表现

足球运动中大范围视野扫描、持续观察球员和足球运转, 场地开阔自然光暴露最充分, 易激发周边视网膜敏感性, 睫状肌收缩-舒张循环提升至 12.6 次/min, 眼轴增长达到最优抑制效果, 不过视距切换频率 4~6 次/min 低于网球和定向运动, 调节灵敏度提升有限。

网球运动处理高速球时, 视网膜成像角速度达 300 度/s, 高效连接运动皮层-顶叶联合区功能, 对眼球转动灵活性的锻炼更突出, 动态视距聚焦正确率提升明显, 不过远距视物较少, 对眼轴增长的抑制弱于足球。

表 3 四组学生眼轴长度变化对比

运动项目	实验前 (mm)	实验后 (mm)	增长量 (mm)	与对照组相比抑制率 (%)
足球组	24.15±0.57	24.22±0.58	0.07±0.03	72.0
网球组	24.12±0.60	24.26±0.59	0.14±0.04	44.0
定向运动组	24.18±0.56	24.27±0.57	0.09±0.03	64.0
对照组	24.14±0.58	24.35±0.61	0.25±0.05	—
共性规律 2	三种运动都可以有效地抑制眼轴增长, 抑制程度与远近视物的比例成正比 (r=0.71, P<0.01); 若 50m 以上的远距视物所占比例≥30%, 则眼轴长度增长≤0.1 mm (如足球组远距占比为 35%, 定向运动组为 40%)。			

表 4 四组学生调节灵敏度变化对比

运动项目	干预效果
足球组	从 8.1±1.4 次/分钟增至 10.6±1.5 次/min (P<0.05)
网球组	从 8.0±1.5 次/分钟增至 11.4±1.6 次/min (P<0.05)
定向运动组	从 8.2±1.3 次/分钟增至 12.7±1.7 次/min (P<0.01)
对照组	从 8.0±1.4 次/分钟降至 7.8±1.5 次/min (P>0.05)
共性规律 3	三种运动均能提升调节灵敏度, 且改善幅度与视距切换频率正相关 (r=0.75, P<0.01)。当视距切换频率≥4 次/分钟时, 调节灵敏度提升≥30% (三组均达标, 对照组未达标)。

表 5 四组学生视疲劳得分变化对比

运动项目	实验前 (总分)	实验后 (总分)	下降幅度 (%)
足球组	28.6±3.1	18.3±2.7	36.0
网球组	28.8±3.2	19.6±2.9	32.0
定向运动组	28.5±3.0	16.7±2.6	41.0
对照组	28.7±3.1	27.5±3.0	4.2
共性规律 4	三种运动均可降低视疲劳程度 (P<0.01), 并且其缓解程度与“运动参与度”呈正相关 (r=0.62, P<0.01)。其中, 定向运动具有高度任务趣味性 (参与度为 4.2±0.5 分), 降低视疲劳最显著, 表明主动参与是干预有效的前提条件之一。		

表 6 户外运动干预视力的“三维协同模型”

三维度	核心共性
光生物学维度	三种运动户外的日照时间比对照组日照时间高出近一倍, 达到了 52~60min。自然光里的 480~500nm 的蓝光可以刺激视网膜感光细胞并释放多巴胺来直接抑制眼轴的增长, 而且这范围内的蓝光越少、青色越弱的话则眼轴增长越严重。
视觉调节维度	三种运动视距切换频率均≥4 次/min, 迫使睫状肌在看近收缩与看远放松间交替, 打破静态用眼导致的痉挛状态。调节灵敏度提升与视距切换频率的高相关性 (r=0.75) 印证了这一机制。
行为替代维度	三种运动每周占用 180min, 替代了学生原本的近距离用眼时间, 问卷显示三组学生日均屏幕时间较实验前减少 42.3min, 对照组无变化, 从源头减少近视诱因。

定向运动有 0.3m 近距地图和大于 10m 远距地标的视距差远近交替使用眼睛的视觉需求,对睫状肌调节的刺激更强,调节灵敏度提升效果最显著,不过对目标移动速度 1~3m/s 较慢,眼球转动灵活性的提升不突出。

(2) 特异性与共性的辩证关系

共性是特异性发挥作用的前提基础,共性确保了干预的科学有效性;特异性是共性的具体表现形式,脱离共性的特异性将失去干预价值;特异性是强化某一特定维度的共性属性,它丰富了干预的方向性、精准度和适用场景;特异性与共性共同构成“普适性+个性化”的视力健康干预体系。

足球、网球、定向运动是共性机制下不同环境的应用,三种运动的特异性优势,均需依托户外光照和动态视距的共性机制才能实现。定向运动加大视距跨度方向,足球运动加大远距视物方向。网球若在室内开展,眼轴增长室内显著高于室外,证明是视觉特异性发挥作用的前提。“每周 5 次、每次运动 30min”是基于共性机制的普适要求,而“选择足球/网球/定向”则是基于特异性的个性化适配。

5 基于共性规律的可推广干预模式

5.1 普适性干预框架

基于共性规律,构建可推广的户外体育视力干预框架包括 3 个核心指标(每周户外有效运动时长大于或等于 5h、远距视物占比大于或等于 30%、视距切换频率大于或等于 4 次/min)和 4 步实施流程(即热身阶段——热身过程主要包括 5min 交替看手掌、50m 外远处的物体近距离和远距离的切换练习;其次核心训练阶段——运用足球运动训练强度介于近距离和远距离的转换要求,将足球训练中带球、看队友、射门串联起来组成一个完整的近中远 3 种视距转换活动来进行核心训练;之后放松运动阶段——开展 3min 眺望远方加眼保健操放松眼部疲劳;最后监测——每次开展活动结束后进行拍照并记录每次活动的光照时间和视距切换次数)。

5.2 分场景推广策略

学生学习和生活中主要有学校、家庭、社区三个分场景。学校将足球、网球、定向运动纳入体育课必修内容,每周各开展 1 次,同时推行课间户外 10min 活动,通过组织简单传接球训练提升视力。

家庭中开展亲子运动套餐,周末父母与孩子踢 1 次足球或网球对打 30min 以及 1 次 30min 社区定向探宝;或者进行学习 20min 后,到户外运动 20min,远眺 6m 外物体的习惯。

社区建设视力友好型运动空间项目,设置 50m 彩色标志物观察点;每月举办社区亲子足球赛、定向越野赛等视力保护运动,配套定期视力检测服务。

5.3 构建精准帮扶干预体系

基于特异性与共性的辩证关系,构建精准帮扶的视力健康干预体系,实现“普适预防+精准改善”的双重目标:

依托共性普适预防:对全体学生推行每日 30min 户外球类运动,通过光生物学效应机制降低近视发生率。

依托特异性精准改善:对已出现视力问题的学生,根据特异性优势匹配运动类型——调节不足者选网球、周边离焦者选足球、高度近视者选定向运动。

结合共性与特异性动态调整:若学生选择网球干预后,因季节变化导致室外光照不足共性条件缺失时,可临时增加“红光辅助训练”补充多巴胺分泌,同时维持视距切换的特异性任务,确保干预效果不中断。

6 结论与建议

6.1 结论

从近视预防、改善及调控作用的共性效果来看,足球、网球、定向运动均存在通过光生物学效应、视觉调节训练、行为替代效应三种机制进行干预,其共性指标分别为裸眼视力提升大于或等于 0.1,眼轴增长小于或等于 0.1mm/12 周,调节灵敏度提升大于或等于 30%,视疲劳得分下降大于或等于 30%;共性关键阈值分别是每周户外有效运动量达到大于或等于 5h、视距切换频率大于或等于 4 次/分钟及远距视物占比大于或等于 30%。

研究结果表明,足球、网球或定向运动干预均可延缓初中生近视的发展,足球在抑制眼轴增长方面达到最优抑制效果;网球对动态视距聚焦正确率提升明显;定向运动最适合改善调节灵敏度和裸眼视力。

研究结果表明,足球、网球和定向运动,在对近视眼影响近视进展的效用比较中没有明显的区别,但三种运动对降低近视率均表现出极高的一致性。

6.2 建议

因此,本研究认为应由教育部门、学校确定并实行每天满足学生的户外体育活动时间并保证学生有足够体育活动的^[9]。

学校应保证体育课、课间操和活动课都在户外进行,还应该鼓励学生们课余时间多到户外进行体育锻炼。即便是户外散步、阅读、休憩,只要有足够的阳光,眼睛就可以得到好处。这种代替方案适合于部分不能参加激烈运动或不喜激烈运动的学生。

学校不必要纠结最好的运动是否可以保护视力,学校可以从室外课开展中出发,根据校园场地、师资、传统项目等开展多元化的户外体育活动,降低实施难度,减少管理成本。

7 研究局限与展望

本文也有其局限性:①由于本实验对象仅是初中生,因此该结果不能推广到更小年龄段或更大年龄段人群;②干预期较短(8 个月),再探讨应该进行更长时间的干预;③需要更直接的证据,如检测视网膜多巴胺等生化指标。

长远来看,应该扩大样本容量、在不同地区开展工作;干预周期延长到一年以上,以得到更长时间的稳定的共性

效应;可以结合动物模型以及眼动追踪技术量化眼球运动轨迹与共性的联系,检查不同运动模式下,光照-多巴胺通路的不同反应情况。

基金项目:2022年度广东省教育科学规划课题(高等教育专项):校园户外体育运动提升青少年健康视力研究(课题编号:2022GXJK533)。

[参考文献]

[1]王利华,等.户外运动对青少年近视防控效果的 Meta 分析[J].中国学校卫生,2023,44(5):678-682.
 [2]Rose,K.A.,Morgan,I.G.,& Smith,W.Outdoor activity, myopia,and gene-environment interaction[J].Investigative Ophthalmology & Visual Science,2021,62(7):12-20.
 [3]Flitcroft,D.I.Myopia:mechanisms and strategies for control[J].Current Opinion in Ophthalmology,2022,33(3):196-202.
 [4]中华预防医学会儿童保健分会.中国儿童青少年近视防控指南(2023版)[J].中华儿科杂志,2023,61(3):161-165.
 [5]He,M.,Xiang, F.,Zeng,Y.,et al.Effect of Time Spent

Outdoors at School on the Development of Myopia Among Children in China: A Randomized Clinical Trial[J].JAMA,2015,314(11):1142-1148.

[6]Rose,K.A.,Morgan,I.G.,Ip,J.,et al. Outdoor Activity Reduces the Prevalence of Myopia in Children[J].Ophthalmology,2008,115(8):1279-1285.
 [7]瞿佳.户外活动防控儿童近视的研究进展[J].中华眼科杂志,2018,54(2):81-85.
 [8]Wu,P.C.,Chen,C.T.,Lin,K.K.,et al. Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial[J].Ophthalmology,2018,125(8):1239-1250.
 [9]Jonas,J.B.,Ang,M.,Cho,P.,et al.IMI Prevention of Myopia and Its Progression[J].Investigative Ophthalmology & Visual Science,2021,62(5).

作者简介:许余有(1976—),男,汉族,广东茂名人,硕士,副教授,广东司法警官职业学院,研究方向:体能训练。