

· 论著 ·

新疆石河子地区学龄儿童近视增长与体格发育参数的相关性研究

白雪晴^{1,2} 张诚玥¹ 杜然¹ 任媛媛¹ 李兆生¹ 晏红改¹ 王争³ 张小涵⁴全晓杰¹ 李嘉¹ 韩伶俐¹ 续旭¹ 周杨¹ 刘明宾³ 张红妍⁴ 李莉¹

¹首都医科大学附属北京儿童医院眼科 国家儿童医学中心, 北京 100045; ²北京儿童医院新疆医院 新疆维吾尔自治区儿童医院眼科, 乌鲁木齐 831399; ³北京儿童医院保定医院 保定市儿童医院眼科, 保定 071000; ⁴北京儿童医院顺义妇儿医院 北京市顺义区妇幼保健院眼科, 北京 101300

白雪晴和张诚玥对本文有同等贡献

通信作者: 李莉, Email: liliyk1@163.com

【摘要】目的 通过测量眼球生物学和体格相关参数, 探讨新疆石河子地区学龄期儿童近视增长与体格发育的相关性, 为近视预防与控制工作的开展提供客观依据。**方法** 采用横断面研究设计。首都医科大学附属北京儿童医院眼科于 2023 年 10 月在新疆石河子地区用直接抽选法随机抽样选取了 33 所学校的一至六年级学生。根据年龄分为“低年龄组(6~9 岁)和高年龄组(10~13 岁)”。测量了儿童的身高、体重、眼轴长度(axial length, AL)、最大角膜屈光度(steepest keratometry, K1)及最小角膜屈光度 flattest keratometry, K2), 并计算了体质指数(body mass index, BMI)、角膜散光(keratometric astigmatism, ΔK)、角膜屈光度(mean keratometry, K)、角膜曲率(corneal radius, CR)和轴率比(axial length/corneal radius ratio, AL/CR)。对眼球生物学参数与身体参数进行相关性分析。采用 LASSO 回归分析筛选出最佳变量, 在调整了年龄和性别的混杂因素后, 构建线性回归模型。**结果** 本研究共纳入 6~13 岁儿童 3 986 例, 其中男孩 2 094 例(52.53%), 女孩 1 892 例(47.47%); 低年龄组 2 162 例、高年龄组 1 824 例。女孩的 K、ΔK 和 AL/CR 值均高于男孩(43.38 D vs 42.7 D, $t=-7.84$, $P<0.01$; 1.1 D vs 1.01 D, $t=-2.14$, $P=0.03$; 2.97 vs 2.96, $t=3.32$, $P=0.02$) 男孩的 AL、身高、体重和 BMI 均高于女孩(23.47 mm vs 23.02 mm, $t=13.77$, $P<0.01$; 1.34 m vs 1.33 m, $t=3.02$, $P=0.03$; 32 kg vs 29.5 kg, $t=7.82$, $P<0.01$; 17.4 vs 16.52, $t=10.36$, $P<0.01$)。用 LASSO 回归对 3 个身体参数变量(身高、体重、BMI)进行筛选, 确定身高是对于 AL/CR 最佳的身体参数变量。调节混杂因素后, 显示低年龄组(6~9 岁), 儿童的身高与 AL/CR 之间具有显著的正相关性($b=0.174$, 95%CI: 0.106~0.241, $P<0.001$); 而高年龄组(10~13 岁), 儿童的身高与 AL/CR 之间不具有相关性($b=0.086$, 95%CI: -0.038~0.21, $P=0.174$)。**结论** 新疆石河子地区的低年龄组儿童的身高与近视增长呈显著正相关; 高年龄组儿童的身高与近视增长无相关性。

【关键词】 学龄儿童; 近视; 眼轴; 轴率比**基金项目:** 国家自然科学基金(8197030562)**Correlation analysis between myopia growth and physical development parameters of school-age children in Shihezi area, Xinjiang Uygur Autonomous Region**Bai Xueqing^{1,2}, Zhang Chengyue¹, Du Ran¹, Ren Yuanyuan¹, Li Zhaosheng¹, Yan Honggai¹, Wang Zheng³,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20240817-00664

收稿日期 2024-08-17 本文编辑 韩锬

引用本文: 白雪晴, 张诚玥, 杜然, 等. 新疆石河子地区学龄儿童近视增长与体格发育参数的相关性研究[J]. 中华预防医学杂志, 2024, 58(12): 156-161. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20240817-00664.



Zhang Xiaohan⁴, Quan Xiaojie¹, Li Jia¹, Han Lingling¹, Xu Xu¹, Zhou Yang¹, Liu Mingbin³, Zhang Hongyan⁴, Li Li¹

¹Department of Ophthalmology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China; ²Department of Ophthalmology, Xinjiang Hospital of Beijing Children's Hospital, Xinjiang Uyghur Autonomous Region Children's Hospital, Urumqi 831399, China; ³Department of Ophthalmology, Baoding Hospital of Beijing Children's Hospital, Baoding Children's Hospital, Baoding 071000, China; ⁴Department of Ophthalmology, Shunyi Hospital of Beijing Children's Hospital, Shunyi Maternal and Child Hospital, Beijing 101300, China

Bai Xueqing and Zhang Chengyue contributed equally to the article

Corresponding author: Li Li, Email: liliyk1@163.com

【Abstract】 Objective To study the correlation between myopia growth and physical development of primary school student in Shihezi area of Xinjiang Uyghur Autonomous Region by measuring the ocular biometry and physical parameters of the eye, and to provide an objective basis for the development of myopia prevention and control. **Methods** A cross-sectional study design was used. The Grade 1-6 students from 33 schools in Shihezi area were randomly selected in October 2023. The children were classified according to age into the low age group (6-9 years) and the high age group (10-13 years). The children's height, weight, axial length (AL), maximum keratometry (steepest keratometry, K1), and minimum keratometry (flattest keratometry, K1) were measured. The body mass index (BMI), keratometric astigmatism (ΔK), mean keratometry (K), corneal radius (CR) and AL/CR were calculated. Correlation analyses were performed between ocular biometry and physical parameters. LASSO regression analysis was used to screen the best variables, and linear regression models were constructed after adjusting for confounding factors of age and sex. **Results** A total of 3 986 children aged 6-13 years were included in this study, including 2, 094 boys (52.53%) and 1 892 girls (47.47%); 2, 162 in the lower age group and 1 824 in the upper age group. Girls had higher K, ΔK and AL/CR values than boys (43.38 D vs 42.7 D, $t=-7.84$, $P<0.01$; 1.1 D vs 1.01 D, $t=-2.14$, $P=0.03$; 2.97 vs 2.96, $t=3.32$, $P=0.02$). Boys had higher AL, height, weight and BMI than girls (23.47 mm vs 23.02 mm, $t=13.77$, $P<0.01$; 1.34 m vs 1.33 m, $t=3.02$, $P=0.03$; 32 kg vs 29.5 kg, $t=7.82$, $P<0.01$; 17.4 vs 16.52, $t=10.36$, $P<0.01$). LASSO regression was used to screen the 3 physical parameter variables (height, weight, and BMI) to determine that height was the best physical parameter variable for AL/CR. After adjusting for confounders, it was shown that in the low age group (6-9 years), there was a significant positive correlation between children's height and AL/CR ($b=0.174$, 95%CI: 0.106 to 0.241, $P<0.001$), whereas in the high age group (10-13 years), there was no correlation between children's height and AL/CR ($b=0.086$, 95%CI: -0.038 to 0.21, $P=0.174$). **Conclusion** There was a positive correlation between height and myopia growth in the lower age group of children in Shihezi area, Xinjiang Uyghur Autonomous Region; there was no correlation between height and myopia growth in the higher age group.

【Key words】 School age children; Myopia; Axial length; Axial length/corneal radius ratio

Fund program: National Natural Science Foundation of China (8197030562)

近些年,随着人们生活水平的改善,儿童青少年身体生长发育水平不断提高。与此同时,全世界范围的近视患病率也在逐年上升^[1]。儿童近视增长与体格发育变化之间的相关性引起了社会广泛关注^[2]。研究显示儿童近视与身高、体重以及肥胖存在关联,但由于受到多种混杂因素的影响,其关联性目前并不明确^[3,4]。儿童生长发育时期,眼轴(axial length, AL)、角膜和晶状体的屈光力等参数不断发生动态变化。其中 AL 和角膜曲率(corneal radius, CR)值是影响屈光度最重要的因素,轴率比(axial length/corneal radius ratio, AL/CR)与 AL 相比,其对于近视的诊断更具可靠性,并且与屈光度

呈高度相关^[5,6]。因此,本研究拟通过对新疆石子地区的学龄期儿童眼球相关生物学参数和身体参数的测量,探讨近视增长可能与体格发育存在的相关性,为儿童青少年近视防控工作的开展提供客观依据。

材料和方法

一、研究对象

本研究采用横断面研究设计,首都医科大学附属北京儿童医院眼科于 2023 年 10 月按照新疆石子地区的分布用空间直接抽选法随机抽取了 33 所

学校的一至六年级学生,共计 4 182 名学龄期儿童,最终纳入有效样本 3 986 例。研究对象纳入标准为年龄在 6~13 岁之间且能够配合完成所有检查。根据年龄分为低年龄组(6~9 岁)和高年龄组(10~13 岁)。排除标准包括:存在眼部手术病史;配戴接触镜(包括角膜塑形镜);以及经裂隙灯显微镜、眼底照相等检查发现眼部器质性病变的儿童。本研究遵守《赫尔辛基宣言》,经过首都医科大学附属北京儿童医院伦理委员会批准(伦理审编号:2019-k-31),所有研究对象的监护人签署了知情同意书。

二、研究方法

记录儿童的基本信息,包括性别、年龄、学校信息等,并填写《近视儿童问卷调查》。使用统一的量具测量并记录身高和体重,每项指标测量 3 次,取平均值,身高精确到 0.01 m,体重精确到 0.01 kg。体质指数(body mass index, BMI)=体质量(kg)/身高(m)²。使用眼科光学生物测量仪(中国,万灵帮桥,StarEyes900)测量眼球屈光参数,包括 AL、K1、K2 等。每项指标至少连续测量 3 次并取平均值,计算公式: $K=(K1+K2)/2$; $\Delta K=K1-K2$; $CR=(1.337-1)\times 1000/K$ 。

所有测量人员均按统一的方法和标准进行培训,操作者熟悉设备和工作流程。测量前仪器设备均由专业人员进行维护和校准。

数据录入和管理:采用双人双录入的方法,在 Epidata 软件上平行录入数据,对录入资料进行一致性检验。发现异常值或缺失值时,立即查阅原始纸质资料进行核对,确保录入的准确性。

三、统计学方法

所有数据采用 R version 4.3.1 统计软件分析。符合正态分布的数据以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布数据以中位数(四分位数)即 $M(Q_1, Q_3)$ 表示。由于左右眼的生物测量数据高度相关,本研究仅纳入右眼数据进行统计分析,屈光参差患儿不纳入本研究。使用 Pearson 相关分析探索自变

量之间存在明显的相关性(如图 1 所示)。采用 LASSO 回归分析进行多变量的分析和筛选,并最终筛选出最佳变量,在调整了年龄和性别的混杂因素后,构建线性回归模型。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

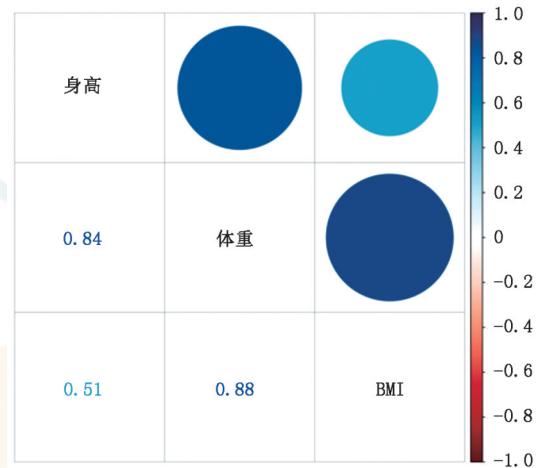


图1 身高、体重、BMI之间的相关性矩阵图

结 果

一、基本资料

最终共有 3 986 名年龄 6~13 岁的儿童纳入本研究,其中,男孩 2 094 人(52.53%),女孩 1 892 人(47.47%);低年龄组 2 162 人(54.24%),高年龄组 1 824 人(45.76%)。女孩的 K、 ΔK 和 AL/CR 值均高于男孩(43.38 D vs 42.7 D, $t=-7.84$, $P<0.01$; 1.1 D vs 1.01 D, $t=-2.14$, $P=0.03$; 2.97 vs 2.96, $t=3.32$, $P=0.02$)男孩的 AL、身高、体重和 BMI 均高于女孩(23.47 mm vs 23.02 mm, $t=13.77$, $P<0.01$; 1.34 m vs 1.33 m, $t=3.02$, $P=0.03$; 32 kg vs 29.5 kg, $t=7.82$, $P<0.01$; 17.4 vs 16.52, $t=10.36$, $P<0.01$)(见表 1)。

二、LASSO 回归筛选变量

由于变量身高、体重、BMI 之间存在高度相关

表1 新疆石河子地区学龄儿童眼生物学参数和身体测量数值

参数	总体(n=3 986)	男生(n=2 094)	女生(n=1 892)	t 值	P 值 ^a
眼轴(mm)	23.26(22.65, 24.01)	23.47(22.9, 24.22)	23.02(22.42, 23.72)	13.77	<0.01
角膜屈光度(D)	43.02(42.08, 44.04)	42.7(41.75, 43.64)	43.38(42.5, 44.38)	-7.84	<0.01
角膜散光(D)	1.06(0.69, 1.5)	1.01(0.66, 1.48)	1.1(0.71, 1.52)	-2.14	0.03
AL/CR	2.96(2.90, 3.05)	2.97(2.9, 3.06)	2.96(2.88, 3.05)	3.32	0.02
身高(m)	1.33(1.26, 1.45)	1.34(1.27, 1.45)	1.33(1.25, 1.45)	3.02	0.03
体重(kg)	30.4(25, 40.5)	32(25.6, 42.6)	29.5(24, 39)	7.82	<0.01
BMI(kg/m ²)	16.95(15.28, 19.95)	17.4(15.64, 20.92)	16.52(15.01, 19.07)	10.36	<0.01

注:^a示 $P<0.05$, 男生和女生比较差异具有统计学意义。

性,用 LASSO 回归对 3 个身体参数变量(身高、体重、BMI)进行筛选,以确定对于 AL/CR 最佳的相关体格发育参数变量,选择交叉验证曲线 $\text{Lambda}=1\text{-SE}$ 处所保留的唯一变量(身高),建立回归模型,探索其与 AL/CR 的相关性(图 2、图 3)。调整年龄和性别的混杂效应后,结果显示在低年龄组(6~9 岁),儿童的身高与 AL/CR 之间具有显著的正相关性($b=0.174$, $95\%CI: 0.106\sim0.241$, $P<0.001$);而在高年龄组(10~13 岁),儿童的身高与 AL/CR 之间不具有相关性($b=0.086$, $95\%CI: -0.038\sim0.21$, $P=0.174$)。

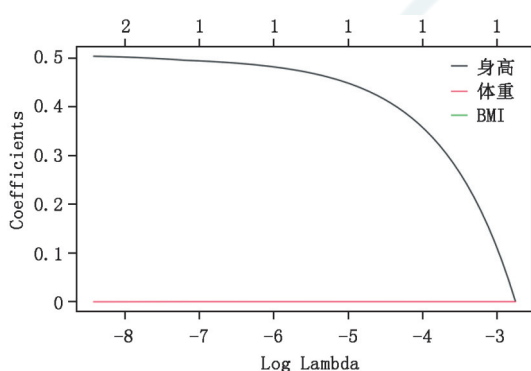


图 2 LASSO 回归系数随 λ 参数的变化趋势

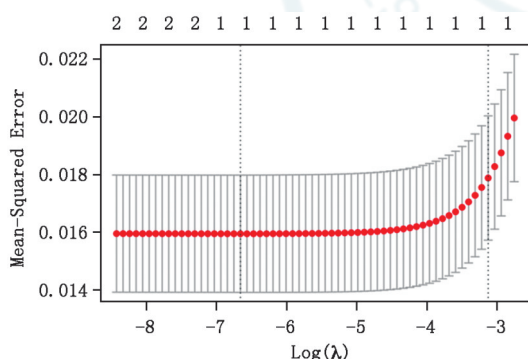


图 3 LASSO 回归模型中均方差随 λ 参数的变化趋势

讨 论

眼球作为人体重要的器官,其生物学参数与身型参数之间存在一定的关联^[7]。近视加重的一个特征是 AL 的过度增长,儿童的 AL 随着身高的生长而增加,两者同样受遗传背景和环境的影响^[8-9]。此外,AL 和身高的快速增长期结束的年龄相近(约 13 岁),身高与 AL 之间的独立相关性在多个研究中得到证实,为眼球和身体的共同生长提供了间接证据^[10-13]。但是在目前分析身高与轴率比的相关性的研究中,所遇到的问题是两者受到的混杂因素较多,计算量大且影响了结果的选择。

尽管 AL 是影响近视进展的主要因素,然而屈光状态是由 AL、角膜和晶状体屈光力等共同决定的。相关的研究发现,眼球在发育过程中晶状体会通过变薄、变平和降低屈光力以补偿 AL 的增长;在另外的研究中,不同屈光度的儿童的晶状体厚度没有发现明显差异^[14-15]。AL/CR 比值虽然不是全部,但可以解释大部分的屈光度变化^[5]。当评估学龄儿童近视的发生及发展时,屈光度与 AL/CR 比 AL 具有更强的相关性^[5, 16]。调查显示,AL/CR 与近视的增长高度相关,学龄儿童 AL/CR 每增加 0.1 个单位,SE 增加 1.07D^[5]。在大规模筛查工作中,AL/CR 比散瞳验光更为简便、快速;比视力表、小瞳下电脑验光更客观、精确,成为近年来筛查近视的一项重要的客观指标。

因此,本研究以 AL/CR 作为近视评估指标,采用逻辑回归方法分析新疆石河子地区学龄期儿童近视与体格参数之间的关系。在临床中,多个指标之间常常存在多重共线性的问题,导致回归结果出现波动,稳定性较差。LASSO 回归分析可以有效处理模型中存在多重共线性的问题,通过在模型中增加惩罚项,将不必要的回归系数压缩为零进而从模型中剔除,达到变量筛选的目的^[17-19]。本研究通过 LASSO 回归筛选出身高为最佳体格参数变量,再进一步将身高与 AL/CR 建立线性回归模型,简化了模型以及纳入方程变量的个数。在调整了身高、体重、BMI 之间的多重共线性以及年龄和性别等混杂因素后,发现在低年龄组(6~9 岁),儿童的身高与 AL/CR 之间具有显著的正相关性($P<0.001$);而在高年龄组(10~13 岁),儿童的身高与 AL/CR 之间不具有相关性($P=0.174$)。近几十年来,我国儿童青少年的生长发育水平出现加速和提前的趋势^[20]。根据本研究的结果可以推测,儿童较早出现的身高发育可能是近视发生发展的危险因素,这与以往的研究结论一致^[21]。

一些重要的全身性激素,如胰岛素、胰岛素样生长因子、生长激素和维生素 D 等内源性激素的变化,不仅调节儿童的生长发育,也参与了近视的发生与发展^[22-23]。维生素 D 是一种脂溶性维生素,主要依靠紫外线暴露下的皮肤合成,血清 25-(OH)-D 浓度通常被视为户外暴露时长的标志物^[24]。学龄儿童的生长发育迅速,若户外活动时长不足,容易导致维生素 D 缺乏,在西北、西南等欠发达地区的低龄儿童当中尤为普遍^[25]。维生素 D 水平不足与近视的风险增加的机制,包括其对于巩膜重塑,多

巴胺合成,眼内组织合成降解等的影响^[26-28]。应鼓励学龄儿童增加户外活动时间,关注维生素D等的营养状况。

综上所述,本研究对新疆石河子地区3 986名学龄儿童的研究分析表明,低年龄组(6~9岁)儿童的身高与AL/CR之间具有显著的正相关性;而在高年龄组(10~13岁)儿童的身高与AL/CR之间不具有相关性。本研究存在一定的局限性。未使用睫状肌麻痹验光作为近视的评估指标,但近年来,小瞳下AL/CR在学龄儿童当中已被证明与SE高度相关,并且作为一项监测近视的客观指标被普遍接受和使用。另外,本研究的样本均选自新疆石河子地区,该地区位于我国西北,民族多样化、环境及气候与内陆儿童有很大的差异,因此得出的结果可能只适用于当地的近视防控情况。最后,由于本研究使用的是横断面设计,并不能建立儿童近视与身体发育之间的因果关系。在今后的研究中有必要延长随访时间,以更准确的验证本研究的结论。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢北京后生公益基金会对于本次调查中的组织协调工作给予的支持

参 考 文 献

- [1] Mark A, Ian G, Kyoko O, et al., As Far as the Eye Can See: Importance of Myopia as a Pressing Public Health Need [J]. *Ophthalmol Sci*, 2024. 4(1): 435-438. DOI: 10.1016/j.xops.2023.100438.
- [2] Jugnoo S, Phillippa M, Catherine S. Myopia over the lifecourse: prevalence and early life influences in the 1958 British birth cohort[J]. *Ophthalmology*, 2011. 118(5): 797-804. DOI: 10.1016/j.optha.2010.09.025.
- [3] Yossy M, Asaf I, Eduardo C, et al. Dissecting the complex sex-based associations of myopia with height and weight [J]. *Eye (Lond)*, 2024. 38(8): 1485-1495. DOI: 10.1038/s41433-024-02931-7.
- [4] Síoira H, Veronica O. The association between time spent on screens and reading with myopia, premyopia and ocular biometric and anthropometric measures in 6-to 7-year-old schoolchildren in Ireland[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2023. 43(3): 505-516. DOI: 10.1111/opo.13116.
- [5] Xiangui H, Haidong Z, Lina L, et al., Axial length/corneal radius ratio: association with refractive state and role on myopia detection combined with visual acuity in Chinese schoolchildren[J]. *PLoS One*, 2015. 10(2): 761-766. DOI: 10.1371/journal.pone.0111766.
- [6] 李童, 张磊. 眼轴长度/角膜曲率半径比值在筛查近视中的应用[J]. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2022, 30(2): 46-47. DOI: 10.3969/j.issn.1005-328X.2022.02.017.
- [7] Wong T, Foster P, Johnson G, et al., The relationship between ocular dimensions and refraction with adult stature: the Tanjong Pagar Survey[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2001. 42(6): 1237-1242.
- [8] Attebo, K, Ivers R, Mitchell P. Refractive errors in an older population: the Blue Mountains Eye Study[J]. *Ophthalmology*, 1999. 106(6): 1066-1072. DOI: 10.1016/S0161-6420(99)90251-8.
- [9] Brown N, Koretz J, Bron A. The development and maintenance of emmetropia[J]. *Eye (Lond)*, 1999. 13 (Pt 1): 83-92. DOI: 10.1038/eye.1999.16.
- [10] Cong S, Anne-Louise P, Shayne A, et al., Associations of birth weight with ocular biometry, refraction, and glaucomatous endophenotypes: the Australian Twins Eye Study[J]. *Am J Ophthalmol*, 2010. 150(6): 909-916. DOI: 10.1016/j.ajo.2010.06.028.
- [11] Laurence S, Seang-Mei S, Swetha E, et al. Distribution and determinants of ocular biometric parameters in an Asian population: the Singapore Malay eye study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010. 51(1): 103-109. DOI: 10.1167/iops.09-3553.
- [12] Vinay N, Jost B, Arshia M, et al. Body height and ocular dimensions in the adult population in rural Central India. The Central India Eye and Medical Study[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2010. 248(11): 1657-1666. DOI: 10.1007/s00417-010-1448-0.
- [13] Seang M, Wei H, Ching Y, et al. Height and its relationship to refraction and biometry parameters in Singapore Chinese children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2002. 43(5): 1408-1413.
- [14] Donald O, John R, Lynn M, et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007. 48(6): 2510-2519. DOI: 10.1167/iops.06-0562.
- [15] Zengrui Z, Jingyu M, Jing W, et al. Correlation between refractive errors and ocular biometric parameters in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023. 23(1): 472. DOI: 10.1186/s12886-023-03222-7.
- [16] 胡学敏, 周炼红, 金小琴, 等. 6~12岁儿童眼轴长度, 角膜曲率半径及其比值与等效球镜的关系[J]. *中国斜视与小儿眼科杂志*, 2021, 29(2): 8-11. DOI: 10.3969/j.issn.1005-328X.2021.02.003.
- [17] 奚丽婧, 郭昭艳, 杨雪珂, 等. LASSO及其拓展方法在回归分析变量筛选中的应用[J]. *中华预防医学杂志*, 2023, 57(1): 107-111. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20220117-00063.
- [18] Tibshirani R. The lasso method for variable selection in the Cox model[J]. *Stat Med*, 1997. 16(4): 385-395. DOI: 10.1002/(sici)1097-0258(19970228)16:4<385::aid-sim380>3.0.co;2-3.
- [19] Dongdong Z, Xiaoli L, Xinhui W, et al. A prognostic nomogram based on LASSO Cox regression in patients with alpha-fetoprotein-negative hepatocellular carcinoma following non-surgical therapy[J]. *BMC Cancer*, 2021. 21(1): 246. DOI: 10.1186/s12885-021-07916-3.
- [20] 王西婕, 王政和, 董彦会, 等. 中国汉族中小学生学习2010-2014年体质质量指数和腰围身高比变化趋势[J]. *中国学校卫生*, 2017, 38(6): 888-890. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2017.06.028.
- [21] Vivien C, Chen W, Xiao Y, et al., The relationship between growth spurts and myopia in Singapore children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2012. 53(13): 7961-7966. DOI:

- 10.1167/iov.12-10402.
- [22] Fulvio P, Paolo P. Perissutti, Congenital growth hormone deficiency and eye refraction: a longitudinal study[J]. *Ophthalmologica*, 2005. 219(4): 226-231. DOI: 10.1159/000085732.
- [23] Dan H, Zvi L, Moshe S, et al., Insulinlike growth factor I affects ocular development: a study of untreated and treated patients with Laron syndrome[J]. *Ophthalmology*, 2006. 113(7): 1197-1201. DOI: 10.1016/j.ophtha.2005.12.023.
- [24] Ian G, Kathryn A. ALSPAC study does not support a role for vitamin D in the prevention of myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014. 55(12): 8559. DOI: 10.1167/iov.14-15998.
- [25] 吴琼辉, 陈倩, 杨亭, 等. 中国 20 个城市 2~<7 岁儿童血清维生素 A 和维生素 D 水平现况调查[J]. *中华儿科杂志*, 2024, 62(3): 231-238. DOI: 10.3760/cma.j.cn112140-20230923-00216.
- [26] 李逸凡, 董力, 魏文斌. 维生素 D 与近视眼的关系及其机制的研究进展[J]. *中华眼科杂志*, 2021, 57(6): 470-470. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20201120-00766.
- [27] 徐小同, 周翔天. 内源性激素在近视发展中作用与机制的研究进展[J]. *中华眼科杂志*, 2024, 60(6): 547-558. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20231106-00213.
- [28] Amber T, Janek K, Bian L, et al., Association Between Serum Vitamin D Levels and Myopia in the National Health and Nutrition Examination Survey (2001-2006) [J]. *Ophthalmic Epidemiol*, 2024. 31(3): 229-239. DOI: 10.1080/09286586.2023.2232460.

