

眼外伤评分与眼球结构参数在眼外伤愈后视力评估中的价值

周智露^{1,2}, 王杰¹, 夏文涛², 陈捷敏², 郝虹霞³

引用:周智露,王杰,夏文涛,等. 眼外伤评分与眼球结构参数在眼外伤愈后视力评估中的价值. 国际眼科杂志 2023; 23(2): 261-266

基金项目:国家重点研发计划项目(No.2022YFC3302001);推荐性国家标准计划项目(No.20214464-T-315,20214528-T-315)

作者单位:¹(550009)中国贵州省贵阳市,贵州医科大学法学院;²(200063)中国上海市,司法鉴定科学研究院 司法部司法鉴定重点实验室 上海市法医学重点实验室 上海市司法鉴定专业技术服务平台;³(154007)中国黑龙江省佳木斯市,佳木斯大学基础医学院

作者简介:周智露,在读硕士研究生,法医助理,研究方向:法医临床学鉴定。

通讯作者:王杰,教授,硕士研究生导师,研究方向:法医临床学鉴定. Wj6400@gmc.edu.cn;夏文涛,研究员,硕士研究生导师,研究方向:法医临床学鉴定. xiawt@ssfjd.cn

收稿日期:2022-05-11 修回日期:2023-01-14

摘要

目的:探讨眼外伤评分(OTS)、初诊视力与眼球结构参数在眼外伤愈后视力评估中的价值。

方法:选取司法鉴定科学研究院 2015-06/2021-06 受理并出具明确鉴定意见的眼外伤者 302 例 302 眼,根据眼外伤愈后最佳矫正视力(BCVA)进行分组,Ⅰ组 63 例 63 眼,BCVA<3.7;Ⅱ组 70 例 70 眼 3.7≤BCVA<4.5;Ⅲ组 78 例 78 眼,4.5≤BCVA<4.9;Ⅳ组 91 例 91 眼,BCVA≥4.9。另选取纳入的眼外伤者健眼 77 例 77 眼作为对照组即 V 组。分析纳入研究对象的眼外伤愈后 BCVA 和眼球结构参数及其相关性,并使用 IBM SPSS Modeler 18.0 软件建立预测眼外伤愈后视力的随机森林(RF)和支持向量机(SVM)模型。

结果:纳入眼外伤者初诊视力、OTS 评分、眼外伤愈后角膜分级、晶状体分级、眼底分级、视神经周围神经纤维层厚度与眼外伤愈后 BCVA 均存在相关性($P<0.01$)。除中央视网膜厚度外,各组眼球结构参数均有差异($P<0.001$)。SVM 模型较 RF 模型预测眼外伤愈后视力的准确率高,误差在 0.15 以内者准确率达 80% 以上。

结论:OTS 评分与眼球结构检查可为眼外伤后视觉功能障碍的法医临床鉴定提供有效信息,在鉴别伪装视觉功能障碍中具有价值。

关键词:眼损伤;眼外伤评分;眼球结构参数;视力预测;法医临床学

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2023.2.16

Value of ocular trauma score and ocular structural parameters in the assessment of healing visual acuity from ocular trauma

Zhi-Lu Zhou^{1,2}, Jie Wang¹, Wen-Tao Xia², Jie-Min Chen², Hong-Xia Hao³

Foundation items: National Key Research and Development Program Project (No.2022YFC3302001); Recommended National Standard Program Project (No.20214464-T-315, 20214528-T-315)

¹School of Forensic Medicine, Guizhou Medical University, Guiyang 550009, Guizhou Province, China; ²Academy of Forensic Science; Institute of Forensic Science, Ministry of Justice; Shanghai Key Laboratory of Forensic Medicine; Shanghai Forensic Service Platform, Shanghai 200063, China; ³Basic Medical College, Jiamusi University, Jiamusi 154007, Heilongjiang Province, China

Correspondence to: Jie Wang. School of Forensic Medicine, Guizhou Medical University, Guiyang 550009, Guizhou Province, China. Wj6400@gmc.edu.cn; Wen-Tao Xia. Academy of Forensic Science; Institute of Forensic Science, Ministry of Justice; Shanghai Key Laboratory of Forensic Medicine; Shanghai Forensic Service Platform, Shanghai 200063, China. xiawt@ssfjd.cn

Received:2022-05-11 Accepted:2023-01-18

Abstract

• **AIM:** To explore the value of ocular trauma score (OTS), initial visual acuity, and ocular structural parameters in the assessment of healing visual acuity from ocular trauma.

• **METHOD:** A total of 302 cases (302 eyes) of ocular trauma were selected as subjects, which were accepted and issued clear appraisal opinions by the Academy of Forensic Science from June 2015 to June 2021. The subjects were grouped according to the healing best corrected visual acuity (BCVA) from ocular trauma. Group I included 63 cases (63 eyes) with BCVA < 3.7; Group II included 70 cases (70 eyes) with 3.7 ≤ BCVA < 4.5; Group III included 78 cases (78 eyes) with 4.5 ≤ BCVA < 4.9; Group IV included 91 cases (91 eyes) with BCVA ≥ 4.9. In addition, 77 cases (77 healthy eyes) of ocular trauma were selected as the control group, namely Group V. The healing BCVA and ocular structural parameters from ocular trauma and their correlation were analyzed, and the random forest (RF) and support vector machine (SVM) model of healing visual acuity was established by the IBM SPSS Modeler 18.0.

• **RESULTS:** The initial visual acuity, OTS, the grading of

corneas, lenses, and fundus, and the thickness of the retinal nerve fiber layer of ocular trauma patients were correlated with the healing BCVA ($P < 0.01$). There were significant differences in ocular structural parameters among groups, except the central subfield thickness ($P < 0.001$). The SVM model had higher accuracy of predicting healing visual acuity than the RF model, and the accuracy rate was over 80% when the error was within 0.15.

• **CONCLUSION:** OTS and ocular structural examination can provide effective information for the clinical forensic medicine appraisal of visual dysfunction after ocular trauma, and they are valuable in discriminating camouflage of visual dysfunction.

• **KEYWORDS:** ocular damage; ocular trauma score; ocular structural parameter; prediction of visual acuity, forensic clinical medicine

Citation: Zhou ZL, Wang J, Xia WT, et al. Value of ocular trauma score and ocular structural parameters in the assessment of healing visual acuity from ocular trauma. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2023;23(2):261-266

0 引言

眼外伤在法医临床鉴定中较常见,伤情表现复杂多样,伤情鉴定时多以愈后实际视觉功能(尤其是远视力)作为关键指标,因此,鉴定过程中被鉴定人出于求偿或惩罚心理不乏伪盲或夸大视力障碍的情况。严重眼损伤导致视力障碍的认定通常不会存在争议,但在伤情相对轻微、损伤基础与视力障碍程度不相符合,或既往存在眼部伤病的案例中,常需排除被鉴定人不配合、需分析外伤与视力下降之间是否存在因果关系等,此时眼球结构的检查尤为重要。有学者对高度近视^[1-6]、白内障^[7-9]、青光眼^[10-13]等眼部病变与视力之间的关联性进行了研究,均证实眼球结构改变与视力密切相关。临床眼科对于术后视力十分关注,美国眼外伤协会制定的眼外伤评分^[14-15](ocular trauma score, OTS)被作为预测愈后视力的方法之一^[16-20]。OTS方法根据眼外伤后初次就诊的裸眼视力与眼损伤类型进行综合评分,再根据得分进行分级,可按照分级估计愈后视力的大致水平。法医临床鉴定中,将眼外伤所致眼球结构改变的客观检查结果作为评价愈后视力的指标,无疑具有重要意义。本研究旨在根据机械性眼外伤眼部结构改变和 OTS 评分分析其与愈后最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)的关联性,探索眼外伤治疗后不同视力范围的眼球结构差异及预测眼外伤愈后 BCVA 的可行性。

1 对象和方法

1.1 对象 选取司法鉴定科学研究院 2015-06/2021-06 受理并出具明确鉴定意见(包括人体损伤程度和残疾等级鉴定)的眼外伤案件,纳入眼外伤者 302 例 302 眼(眼外伤组),其中男 233 例,女 69 例,男性占比约为女性的 3.38 倍;年龄 8~75(平均 44.91±13.21)岁;左眼 165 例,右眼 137 例。纳入标准:(1)不同程度眼外伤满 6mo;(2)病历资料完整;(3)愈后视力可明确认定。排除标准:(1)等效球镜屈光度超过-6.00D 者;(2)既往存在影响视觉功能的自身眼病;(3)存在可能影响视觉功能的其他全身性疾病;(4)愈后视力不明确或难以准确判定者。将纳入的眼

外伤者根据眼外伤愈后 BCVA 进行分组, I 组 63 例 63 眼, BCVA < 3.7 (即小数视力 < 0.05), 其中男 49 例, 女 14 例, 年龄 14~68 (平均 43.46±13.27) 岁, 左眼 30 例, 右眼 33 例; II 组 70 例 70 眼, 3.7 ≤ BCVA < 4.5 (即小数视力 0.05 ≤ BCVA < 0.3), 其中男 56 例, 女 14 例, 年龄 9~75 (平均 45.20±14.68) 岁, 左眼 43 例, 右眼 27 例; III 组 78 例 78 眼, 4.5 ≤ BCVA < 4.9 (即小数视力 0.3 ≤ BCVA < 0.8), 其中男 62 例, 女 16 例, 年龄 24~74 (平均 47.81±12.80) 岁, 左眼 49 例, 右眼 29 例; IV 组 91 例 91 眼, BCVA ≥ 4.9 为 (即小数视力 BCVA ≥ 0.8), 其中男 66 例, 女 25 例, 年龄 12~70 (平均 43.21±12.07) 岁, 左眼 43 例, 右眼 48 例。另选取纳入的眼外伤者健眼 77 例 77 眼作为对照组即 V 组, 其中男 66 例, 女 11 例, 年龄 8~70 (平均 44.57±13.75) 岁; 左眼 30 例, 右眼 47 例; 等效球镜屈光度-2.00D 以上者 15 眼。排除有眼外伤史、患有影响视觉功能疾病者。各组年龄、性别构成、眼别差异无统计学意义 ($F = 1.510, P = 0.199; \chi^2 = 4.481, P = 0.345; \chi^2 = 12.648, P = 0.013$)。

1.2 方法

1.2.1 OTS 评分及分级 查阅纳入研究对象的完整病历, 详细记录眼外伤类型、伤后初诊视力、眼部检查结果, 按照初诊视力(记为 A)、眼外伤诊断(眼球破裂、眼内炎、眼球贯通伤、视网膜脱离、瞳孔相对性传导阻滞分别记为 B、C、D、E、F)进行 OTS 评分(表 1)及分级^[11,15]。OTS 评分为 A+B+C+D+E+F, 若某项评估指标不存在, 则该项计为 0, 根据总积分分为 1~5 级, 分级标准: 0~44 分为 1 级; 45~65 分为 2 级; 66~80 分为 3 级; 81~91 分为 4 级; 92~100 分为 5 级。

1.2.2 眼外伤愈后视力评估 采用视标投影仪(型号 GP-770)检测眼外伤愈后 BCVA, 为方便统计学分析, 将小数视力转换为五分记录法后进行数据分析。

1.2.3 眼外伤愈后眼球结构参数评估 采用裂隙灯显微镜观察角膜和晶状体情况, 根据法医临床相关指南^[21-22]进行角膜和晶状体分级; 应用彩色眼底照相机获取彩色眼底照, 参考刘夷嫦等^[6]方法进行眼底分级。此外, 应用光相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)获取中央视网膜厚度(central subfield thickness, CST)、视神经周围神经纤维层平均厚度(the average thickness of retinal nerve fiber layer, RNFL)及上方视神经纤维层厚度(superior RNFL, RNFL-S)、下方视神经纤维层厚度(inferior RNFL, RNFL-I)、鼻侧视神经纤维层厚度(nasal RNFL, RNFL-N)、颞侧视神经纤维层厚度(temporal RNFL, RNFL-T)。

表 1 OTS 评分

评估指标	积分	
A	眼外伤后初诊视力	
	无光感	+60
	光感/手动	+70
	0.005~0.095	+80
	0.1~0.4	+90
	≥0.5	+100
B	眼球破裂伤	-23
C	眼内炎	-17
D	眼球贯通伤	-14
E	视网膜脱离	-11
F	瞳孔相对性传导阻滞	-10

角膜分级标准:(1)0级,角膜未见明显异常;(2)1级,角膜见散在混浊斑点,未累及瞳孔区;(3)2级,角膜瞳孔区见点状瘢痕;(4)3级,角膜瞳孔区见片状斑翳;(5)4级,角膜瞳孔区见片状白斑。

晶状体分级标准:(1)0级,晶状体未见明显异常;(2)1级,人工晶状体置换术后;(3)2级,晶状体轻度混浊;(4)3级,晶状体重度混浊;(5)4级,晶状体缺失。

眼底分级标准:(1)0级,眼底未见明显异常;(2)1级,视盘周围开始出现弧形萎缩斑,或以中心凹为圆心、直径3mm区域内开始出现异常改变;(3)2级,视盘周围弧形萎缩斑 \leq 视盘周长1/2,或以中心凹为圆心、直径3mm区域内 \leq 1/2范围有异常改变;(4)3级,视盘周围弧形萎缩斑 $>$ 1/2,或以中心凹为圆心、直径3mm区域内 $>$ 1/2范围有异常改变(0~3级中心凹均无异常改变);(5)4级,视盘周围弧形萎缩斑包绕视盘,或以中心凹为圆心、直径3mm区域内异常改变累及中心凹。

统计学分析:使用SPSS 20.0软件进行数据分析。非正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间比较采用Kruskal-Wallis H 检验,进一步两两比较采用Nemenyi检验。计数资料采用 $n(\%)$ 表示,多组间比较采用卡方检验。相关性分析采用Spearman相关分析法。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。采用IBM SPSS Modeler 18.0软件建立预测眼外伤愈后视力的随机森林(random forest, RF)和支持向量机(support vector machine, SVM)模型。

2 结果

2.1 眼外伤情况 本研究纳入眼外伤者302例302眼,眼损伤类型(多发伤或联合伤均按主要损伤分类统计)包括眼部软组织损伤93眼、眶壁骨折28眼、角膜上皮损伤10眼、眼球破裂伤16眼、角膜穿通伤20眼、前房积血24眼、晶状体脱位7眼、玻璃体积血8眼、黄斑损伤20眼、视网膜损伤20眼、视神经损伤34眼、颅脑损伤21眼、眼内感染1眼。

2.2 眼外伤愈后 BCVA 情况 本研究纳入眼外伤者眼外伤愈后 BCVA 分布情况见表2。

2.3 各观察指标与眼外伤愈后 BCVA 的相关性 纳入眼外伤者初诊视力、OTS评分、眼外伤愈后角膜分级、晶状体分级、眼底分级、RNFL、RNFL-S、RNFL-I、RNFL-N、RNFL-T与眼外伤愈后 BCVA 均存在相关性($P<0.01$,表3),而眼外伤者年龄、眼外伤愈后 CST 与眼外伤愈后 BCVA 均无相关性($P>0.05$)。

2.4 眼外伤愈后眼球结构参数 各组 CST 差异无统计学意义($P=0.058$)。各组 RNFL、RNFL-S、RNFL-I、RNFL-N、RNFL-T 差异均有统计学意义($P<0.001$),其中 I 组与 II、III、IV、V 组,II 组与 IV、V 组 RNFL 差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 II、III、IV、V 组,III 组与 IV、V 组 RNFL-S 差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 III、IV、V 组,II 组与 III、IV、V 组 RNFL-I 差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 II、IV、V 组 RNFL-N 的差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 IV 组 RNFL-T 差异有统计学意义($P<0.05$)。各组角膜、晶状体、眼底分级差异均有统计学意义($P<0.001$),其

中 I 组与 IV、V 组,II 组与 III、IV、V 组角膜分级差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 III、IV、V 组,II 组与 IV 组晶状体分级差异均有统计学意义($P<0.05$);I 组与 III、IV、V 组,II 组与 IV、V 组眼底分级差异均有统计学意义($P<0.05$),见表4。

2.5 眼外伤愈后 BCVA 预测模型的建立 利用 OTS 分级、OTS 评分、年龄、性别、眼球结构参数等变量建立数据库,将 BCVA 设为目标变量,其余变量设为输入变量,分别建立 RF 和 SVM 模型,输出结果为预测视力,将其与实际愈后 BCVA 进行比较(图1),结果发现两种方法预测结果中眼外伤组差值 ≤ 0.1 的分别为94眼(31.1%)、239眼(79.1%);差值 ≤ 0.15 的分别为126眼(41.7%)、245眼(81.1%)。对照组差值 ≤ 0.1 的分别为59眼(76.6%)、62眼(80.5%);差值 ≤ 0.15 的分别为70眼(90.9%)、67眼(87.0%)。RF 和 SVM 模型视力预测值与实际 BCVA 的 Pearson 相关系数分别为0.919、0.940。

3 讨论

眼外伤指眼附属器与眼球遭受物理性、化学性因素导致损伤,可分为开放性与闭合性损伤。眼外伤可致多种眼部结构改变,如外伤后视神经管骨折致视神经损伤甚至萎缩;眼球挫伤或穿通伤时,晶状体囊膜破裂,房水进入晶状体形成混浊,发展为外伤性白内障;外伤后前房积血、房水循环系统被破坏,眼压持续性增高,可进展为外伤性青光眼;外伤后晶状体损伤、视网膜脱离、黄斑出血、黄斑裂孔等,遗留视力障碍。在眼部外伤导致如角膜、晶状体外伤后严重混浊,无法窥视眼底,或视神经萎缩甚至眼球萎缩等严重的眼球结构破坏,应认定其具有足以引起视觉功能严重障碍的损伤基础,可以直接认定外伤与视觉功能障碍之间的因果关系,一般无需再就愈后视力进行针对性的伪盲或伪装视力降低的鉴别。然而,在眼损伤的法医临床鉴定实践中,眼部结构检查未见足以引起视觉功能障碍的损伤基础,或眼球结构损伤性改变明显轻微,但自诉视力(视力表视力)显著降低的情形却更为多见,此时,甄别伪装视力降低或伪盲,提出客观、准确的司法鉴定意见,成为法医临床鉴定的重要关注点。本研究旨在探索眼外伤治疗后不同视力范围的眼球结构差异及其评估眼外伤愈后视力的可行性。

由于眼外伤形式多样、伤情复杂,为了尽可能全面考察影响视觉功能障碍的因素,本研究将角膜、晶状体、眼底均纳入研究范围。加之,角膜、晶状体均属于屈光间质,一般来说角膜瞳孔区遗留瘢痕、斑翳、白斑或晶状体出现明显混浊、缺失均对 BCVA 存在一定程度的影响。眼底结构包括黄斑、视网膜、动静脉、视杯、视盘等,即使有细微的改变也可能对视觉功能产生不可小觑的影响,故认为不同视力范围的眼球结构改变可能存在差异。结合现行盲目和视觉损伤分级标准及相关法医临床鉴定标准,视力低于3.7即为盲目,视力 ≥ 3.7 但 <4.5 属中度至重度视觉损伤,视力 ≥ 4.5 但 <4.9 属于轻度视觉损伤,本研究将纳入的眼外伤者分为4组,并设置V组(健眼)作为对照组,比较各组眼部检查结果,发现组间 CST 没有差异。角膜分级、晶状体分级与眼底分级组间两两比较部分存在统计学差异,

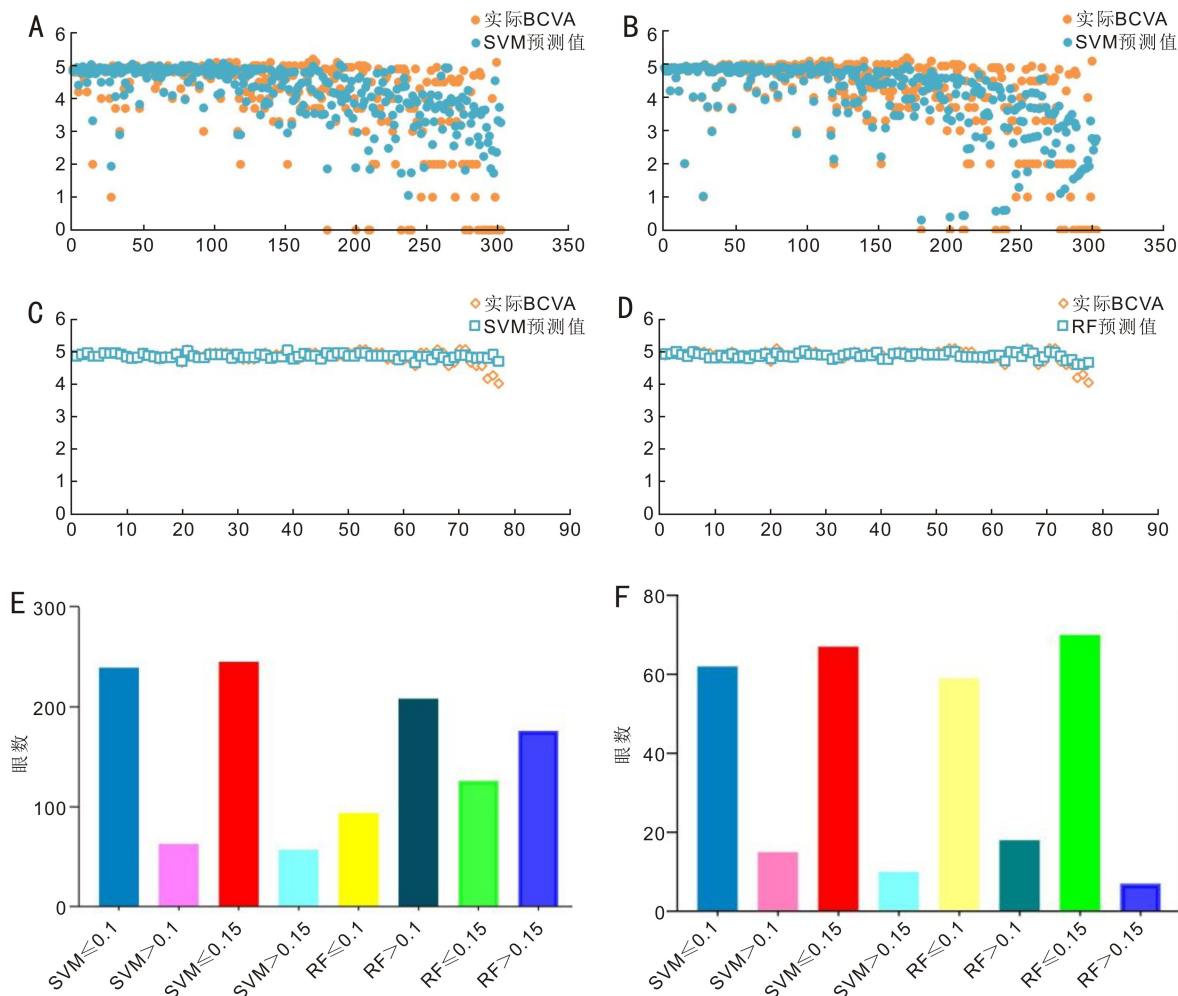


图1 眼外伤愈后 BCVA 预测模型的建立 A:眼外伤组眼外伤愈后实际 BCVA 值与 SVM 模型预测值散点图;B:眼外伤组眼外伤愈后实际 BCVA 值与 RF 模型预测值散点图;C:对照组实际 BCVA 值与 SVM 模型预测值散点图;D:对照组实际 BCVA 值与 RF 模型预测值散点图;E:眼外伤组 BCVA 预测值与眼外伤愈后实际 BCVA 差值;F:对照组 BCVA 预测值与眼外伤愈后实际 BCVA 差值。

表2 本研究纳入眼外伤者眼外伤愈后 BCVA 分布情况

OTS 分级	眼数	无光感	光感/手动	0.005~0.095	0.1~0.4	≥0.5
1	5	1(20.0)	1(20.0)	3(60.0)	0	0
2	54	16(29.6)	9(16.6)	11(20.4)	11(20.4)	7(13.0)
3	97	3(3.1)	12(12.4)	21(21.6)	37(38.1)	24(24.8)
4	84	0	1(1.0)	5(6.0)	23(27.5)	55(65.5)
5	62	1(1.6)	0	1(1.6)	3(4.8)	57(92.0)

表3 各观察指标与眼外伤愈后 BCVA 的相关性

指标	r_s	P	指标	r_s	P
年龄	-0.029	0.614	RNFL	0.305	<0.01
初诊视力	0.680	<0.01	RNFL-S	0.361	<0.01
OTS 评分	0.677	<0.01	RNFL-I	0.324	<0.01
角膜分级	-0.238	<0.01	RNFL-N	0.192	<0.01
晶状体分级	-0.273	<0.01	RNFL-T	-0.319	<0.01
眼底分级	-0.326	<0.01	CST	-0.092	0.074

分析与 BCVA 较低的组中眼损伤严重(多为眼球破裂伤、角膜穿通伤等),可造成角膜瘢痕、晶状体缺失、眼底改变等有关。而在视力轻度损伤组中,眼损伤相对轻微,引起的眼球结构改变较小。同时,在不同组间眼底分级的比较中发现,视力越低的组其眼底分级越高,这一结果与刘夷

嫦^[6]研究结果一致,证实眼球结构改变对视力存在影响。

本研究比较眼外伤组与对照组 RNFL、RNFL-S、RNFL-I、RNFL-N、RNFL-T 发现,眼外伤后 RNFL-T 改变最小,其次为 RNFL-N。RNFL-T 在眼外伤组与对照组均无明显

表4 各组眼外伤愈后眼球结构参数比较

分组	眼数	CST(μm)	RNFL(μm)	RNFL-S(μm)	RNFL-I(μm)	RNFL-N(μm)	RNFL-T(μm)	$M(P_{25}, P_{75})$		
								角膜分级(级)	晶状体分级(级)	眼底分级(级)
I组	63	228(206,295)	77(48,100)	75(48,109)	90(47,133)	52(26,69)	74(35,92)	0(0,0)	2(0,3)	2(1,4)
II组	70	228(210.8,281.8)	92.5(82.8,111.8) ^a	120.5(98.5,138.3) ^a	110(80,140.8)	68(45.8,80.8) ^a	79(61.8,99.3)	0(0,0)	1(0,2)	2(0,4)
III组	78	223.5(209,231.8)	101(80,110.3) ^a	122(87,138.3) ^a	130.5(106.5,145.3) ^{a,c}	63.5(49,91.3)	80(69.5,91.3)	0(0,0) ^c	0(0,2) ^a	1(0,2) ^a
IV组	91	226(212,242)	105(100,110) ^{a,c}	133(113,140) ^{a,c}	133(121,145) ^{a,c}	67(57,78) ^a	82(72,96) ^a	0(0,0) ^{a,c}	0(0,2) ^{a,c}	1(0,2) ^{a,c}
V组	77	222(212,234.5)	104(97.5,112) ^{a,c}	131(117,146) ^{a,c}	134(122,147.5) ^{a,c}	69(59,80.5) ^a	81(72.5,90)	0(0,0) ^{a,c}	0(0,2) ^a	1(1,2) ^{a,c}
H		9.11	42.537	61.914	49.532	21.016	10.036	33.568	22.339	43.20
P		0.058	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: I组:BCVA<3.7(即小数视力<0.05); II组:3.7 \leq BCVA<4.5(即小数视力0.05 \leq BCVA<0.3); III组:4.5 \leq BCVA<4.9(即小数视力0.3 \leq BCVA<0.8); IV组:BCVA \geq 4.9为(即小数视力BCVA \geq 0.8); V组:眼外伤者健眼。^a $P<0.05$ vs I组; ^c $P<0.05$ vs II组; ^e $P<0.05$ vs III组。

改变,RNFL、RNFL-S、RNFL-I、RNFL-N在I组明显变薄。孙飒等^[13]研究眼外伤性后RNFL改变趋势发现,眼外伤后RNFL明显较正常人变薄,但未根据伤眼的视力进行分组与健眼进行比较,研究对象较为单一。本研究将伤眼分为4个视力水平组与健眼进行比较,并囊括了多种眼损伤类型,可更好地分析眼外伤后不同视力水平的RNFL与CST的变化。此外,本研究发现,眼外伤愈后CST与BCVA不存在相关性,其原因可能与本组研究对象较少、黄斑损伤数据不足及此类损伤病情相对复杂有关,但眼底分级已将黄斑、视盘的形态学改变一并考虑在内,因此,黄斑作为评估视力的一个重要因素仍不可或缺。

OTS方法的法医学应用以往较为少见,但已应用于临床眼科眼外伤愈后视力的评估。项剑等^[23]将OTS方法与法医视觉功能鉴定相结合,发现该方法在评估愈后视力中具有可行性、稳定性及客观性,可为法医临床视觉功能鉴定提供可靠的信息。因此,本研究将OTS分级与评分作为输入变量建立模型。对于视力的评估,在临床眼科是一大重要关注点,相关研究表明,人工智能技术在预测视力方面具有可行性^[24-28]。Rohm等^[24]从OCT图像与临床病历中提取了上百个特征变量用于预测不同治疗阶段年龄相关性黄斑病变患者的视力水平。Waldstein等^[25]将OCT图像直接输入机器学习模型用于预测白内障术后视力。虽然目前研究表明人工智能预测术后视力具有可行性,但是否能直接作为一种辅助工具用于临床实践还有待进一步探索。本研究建立了随机森林与支持向量机模型,发现眼外伤眼与健眼随机森林模型准确率均较SVM模型准确率低,SVM在眼外伤组差值 ≤ 0.1 准确率为79.1%,对照组为80.5%。本研究利用已有的建模软件建立模型,而非人工智能技术进行建模,该方法优点在于对数据需求不高,时间成本低,缺点在于不能进行N折交叉验证,因此准确性可能较人工智能模型低。下一步研究计划加大样本量,增加新的特征变量或将眼部图像直接输入人工智能模型进行视力预测。

本研究结果显示,眼球结构与视觉功能之间存在密切联系,故认为可根据初次就医的检查记录和眼部改变情况、暴力作用大小、作用方式及眼外伤诊断结果等对愈后视力作出初步评估,然后根据鉴定时眼部结构检验所见,观察外伤引起的眼部结构改变是否呈动态改变,结合多方面因素,作出尽可能客观、准确的视力评定。本研究首次提出将角膜、晶状体、眼底状况分为五级,以对应OTS分

级的五个级别,同时观察黄斑、视盘、视网膜的变化,以评估眼外伤愈后BCVA。在法医临床视觉功能鉴定时,可有助于准确判断眼外伤与视觉功能损害之间的因果关系。此外,OTS方法也可为法医学中伪装视觉功能障碍的鉴别提供有效的信息。本研究的不足之处在于损伤类型多样、样本量总体仍偏少,加之预测终归是对未知事件的推测,具有一定的或然性,上述模型还有待进一步完善并验证。由于样本变量还涉及数据分布的问题,下一步拟进一步扩大样本量,并通过机器学习的方法建立模型。机器学习是人工智能的一个分支,该方法可以很好地解决数据样本分布不均、样本过拟合等问题,以期眼外伤愈后视觉功能评定提供准确率更高、更可靠的预测结果。

参考文献

- 王倩茹,李雪,杨帆,等.青少年高度近视患者高阶像差和屈光度及眼部结构参数的相关性.国际眼科杂志2020;20(5):860-864
- Chan NSW, Teo K, Cheung CMG. Epidemiology and diagnosis of myopic choroidal neovascularization in Asia. *Eye Contact Lens* 2016; 42(1): 48-55
- 赖文娟,曾惠红,梁堂钰,等.高度近视患者的高阶像差、屈光度、眼轴的相关性研究.广东药科大学学报2022;38(4):110-114
- 刘晓静,吴峥峰,邓铂林.高度近视患者眼底改变的研究进展:基于OCTA观察.眼科新进展2022;42(2):164-168
- Wang XL, Kong XM, Jiang CH, et al. Is the peripapillary retinal perfusion related to myopia in healthy eyes? A prospective comparative study. *BMJ Open* 2016; 6(3): e010791
- 刘夷嫦,夏文涛,朱广友,等.高度近视者眼球结构与视力的关系.法医学杂志2010;26(3):169-172
- 赵抒羽,何锦贤,吴燕纯,等.OPD-Scan III型像差分析仪评估高度近视合并白内障患者植入三焦点IOL术后视觉质量.国际眼科杂志2022;22(2):318-321
- 赵越,张晓峰,宋先德,等.探讨合并糖尿病眼底病变患者白内障手术治疗后视力及黄斑水肿情况.医学食疗与健康2021;19(2):197-198
- 何柳,魏冬冬.多层螺旋CT对单纯性眼球外伤性白内障的检查 and 诊断.中外医学研究2021;19(7):92-95
- Razeghinejad R, Lin MM, Lee D, et al. Pathophysiology and management of glaucoma and ocular hypertension related to trauma. *Surv Ophthalmol* 2020; 65(5): 530-547
- Milder E, Davis K. Ocular trauma and glaucoma. *Int Ophthalmol Clin* 2008; 48(4): 47-64
- 杨桂萍.外伤性青光眼221例的临床分析.国际眼科杂志2010;10(6):1146-1147
- 孙飒,柳慧,吴鹏伟,等.外伤性视神经病变视盘视神经纤维层厚

度及黄斑区节细胞复合体厚度分析. 实用医药杂志 2021; 38(2): 144-146, 193

14 Kuhn F, Maisiak R, Mann L, *et al.* The ocular trauma score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am* 2002; 15(2): 163-165

15 Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, *et al.* A standardized classification of ocular trauma. *Ophthalmology* 1996; 103(2): 240-243

16 操文莉, 陈震, 邢怡桥. 开放性眼外伤住院患者预后分析及 OTS 的应用. 医学研究杂志 2021; 50(11): 128-132

17 刘引, 秦波, 刘身文. 眼外伤的流行病学分析及眼外伤评分的临床应用. 国际眼科杂志 2013; 13(10): 1993-1997

18 江睿, 龙青清. 眼外伤评分在眼后节机械性眼外伤手术中的应用价值. 中国眼耳鼻喉科杂志 2015; 15(1): 16-19

19 Unal MH, Aydin A, Sonmez M, *et al.* Validation of the ocular trauma score for intraocular foreign bodies in deadly weapon-related open-globe injuries. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2008; 39(2): 121-124

20 Uysal Y, Mutlu FM, Sobaci G. Ocular Trauma Score in childhood open-globe injuries. *J Trauma* 2008; 65(6): 1284-1286

21 司法部司法鉴定管理局, 最高人民法院司法行政装备管理局. 《人体损伤致残程度分级》适用指南. 北京: 法律出版社 2016

22 司法部司法鉴定管理局, 最高人民法院司法行政装备管理局.

《人体损伤程度鉴定标准》适用指南. 北京: 法律出版社 2014

23 项剑, 郭兆明, 王旭, 等. 眼外伤评分法在机械性眼损伤中的法医学应用. 法医学杂志 2015; 31(5): 352-355

24 Rohm M, Tresp V, Müller M, *et al.* Predicting visual acuity by using machine learning in patients treated for neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology* 2018; 125(7): 1028-1036

25 Waldstein SM, Vogl WD, Bogunovic H, *et al.* Characterization of drusen and hyper reflective foci as biomarkers for disease progression in age-related macular degeneration using artificial intelligence in optical coherence tomography. *JAMA Ophthalmol* 2020; 138(7): 740-747

26 Huang CY, Kuo RJ, Li CH, *et al.* Prediction of visual outcomes by an artificial neural network following intravitreal injection and laser therapy for retinopathy of prematurity. *Br J Ophthalmol* 2020; 104(9): 1277-1282

27 Wei L, He WW, Wang JR, *et al.* An optical coherence tomography-based deep learning algorithm for visual acuity prediction of highly myopic eyes after cataract surgery. *Front Cell Dev Biol* 2021; 9: 652848

28 Murphy DC, Nasrulloh AV, Lendrem C, *et al.* Predicting postoperative vision for macular hole with automated image analysis. *Ophthalmol Retina* 2020; 4(12): 1211-1213