



Building a Sport Eyewear Human Comfort Rating Scale

Xueqi Yu

The School of Psychology and Cognitive Science, East China Normal University, Shanghai, China

Email address:

xueyul_love@sina.cn

To cite this article:

Xueqi Yu. Building a Sport Eyewear Human Comfort Rating Scale. *Science Innovation*. Vol. 5, No. 5, 2017, pp. 307-312.

doi: 10.11648/j.si.20170505.22

Received: June 30, 2017; **Accepted:** July 20, 2017; **Published:** August 16, 2017

Abstract: Sport eyewear can prevent athletes from ophthalmic injuries while having sports. But lack of comfort causes it losing a large number of users. According to the results of the interview and combined with previous researches, we found the reason why sports eyewear is not comfortable is because there's contradiction among factors which can influence its comfort. So which factor carries a bigger weight matters. The aim of this study is to find out the weight of different factors to influence the comfort by establishing a standardized multiple liner regression model, and then propose suggestions to promote the sports eyewear's comfort by the model. The participants are called to play basketball while wearing sport eyewear, and evaluate seven comfort factors and comprehensive comfort in the locus causal dimension (1-7, 1=the most uncomfortable. 7= the most comfortable) separately when doing sport 20 min and 40 min. The seven factors are pressure on eyepit, vision limit, pressure on back of head, slip, fog, pressure on bridge of nose and pressure on temple. The participants are 30 college students who have good sight without shortsightedness, have head average size, and have no experience in using eyewear. The eyewear used in the experiment is a commonly used sport eyewear which can be used while playing football, basketball, tennis, badminton, etc. The paired sample t-test was conducted to compare the comfort between short time and long time. Pressure on eyepit's comfort increases after long-time wearing. Vision limit and pressure on back of head's comfort don't have significant difference between short and long time. The rest of the factors' comfort decreases after long-time wearing. Through stepwise multiple linear regression, the linear regression equations between short-time/long-time comfort index and comfort factors are given. Short-time comfort index $C_1 = 0.596X_1 + 0.416X_2 + 0.350X_3 + 0.239X_4 + 0.223X_5$. From X_1 to X_5 is pressure on bridge of nose, slip, fog, pressure on eyepit and vision limit. Long-time comfort index $C_2 = 0.460X_1 + 0.360X_2 + 0.350X_3 + 0.341X_4 + 0.277X_5$. From X_1 to X_5 is fog, vision limit, slip, pressure on bridge of nose and pressure on temple.

Keywords: Sports Eyewear, Human Comfort Rating Scale, Ergonomic, Wearable Device

建立运动护目镜人体舒适度评价模型

于雪琪

心理与认知科学学院, 华东师范大学, 上海, 中国

邮箱

xueyul_love@sina.cn

摘要: 运动护目镜能预防运动时的眼部损伤, 却由于舒适度欠佳而失去了大批用户。根据访谈结果, 结合前人研究, 发现原因在于运动护目镜的滑脱感、各部位压迫感、视野限制之间存在矛盾。在目前技术下, 各因素难以做到兼顾, 因此哪个因素对舒适度的权重占比更大就显得尤为重要。本文旨在通过建立多元线性回归模型, 得出不同舒适维度对于综合舒适度的影响权重, 辅助设计师提高护目镜舒适度。要求被试佩戴护目镜进行篮球运动, 并分别在运动20分钟和40分钟时根据七点量表(1=最不舒适, 7=最舒适)评价各舒适维度以及综合舒适感。七个舒适维度分别为眼部压迫、视野限制、后脑压迫、滑脱感、鼻梁压迫、太阳穴压迫。被试为30名在校大学生, 视力良好, 无眼部疾病, 头部尺寸为中国平均水平, 无运动护目镜使用经验。实验所用护目镜是一种通用的运动护目镜, 可以在篮球、足球、网球、羽

毛球等运动时使用。长短时舒适度之间的配对样本t检验表明,眼部压迫舒适随时间增加,视野限制和后脑压迫无显著变化,其余维度随时间降低。通过逐步多重线性回归,得出短时舒适指数 $C_1 = 0.596X_1 + 0.416X_2 + 0.350X_3 + 0.239X_4 + 0.223X_5$, X_1 到 X_5 为鼻梁压迫、滑脱、起雾、眼部压迫以及视野限制。长时舒适指数 $C_2 = 0.460X_1 + 0.360X_2 + 0.350X_3 + 0.341X_4 + 0.277X_5$, X_1 到 X_5 为起雾、视野限制、滑脱、鼻梁压迫以及太阳穴压迫。

关键词: 运动护目镜, 人体舒适模型, 工程心理学, 穿戴式设备

1. 引言

1.1. 运动护目镜

随着健康越来越成为人们评估生活质量和幸福感的重要依据,中国人对运动也越来越重视,使得篮球、自行车、跑步等户外运动越发受到大众欢迎。但是运动也伴随着发生事故的可能性。Stephen J Dain在做了大量运动损伤统计工作后,总结到“运动的本质就是对风险的接受。但这正是我们所享受的。”Stephen J Dain回顾整理了由运动造成的眼部伤害,认为绝大多数眼部伤害都可通过佩戴有效的护目镜来避免。而在严重到可导致求医行为的眼部严重受伤中,有百分之二十是在运动时发生的[1]。

运动护目镜对于材料的强度要求很高,镜片能够耐冲击,同时镜片面积大、镜面呈较大弧度的流线型,包覆眼镜周围。运动护目镜通过转移和分散对眼球直接的外伤冲击来达到保护眼球的效果,可有效降低眼损伤的数量和严重程度。(Capa F, 2003)[2]。

但目前消费者尤其是中国消费者在运动时佩戴运动护目镜的比例仍很低,其原因包括,对运动护目镜造型不接受,身边的人都不用等等,其中最主要的原因有二,一是不了解运动护目镜的重要性从而认为不需要使用,二即佩戴不适。

1.2. 舒适度

运动护目镜是一种可穿戴设备,人机交互合理的舒适,是可穿戴设备的基石。但舒适是一种复杂的多维度的主观感受,那么评价运动护目镜佩戴时的舒适指的是什么呢?

Herzberg认为实际上人们只能感受到不舒适的感觉。舒适,实际上就是没有不舒适的感觉。对护目镜来说,舒适就是没有感觉到护目镜对自己身体带来的伤害和痛苦,以及给自己造成精神上的紧张。本研究的主观测评方法就运用了Herzberg的这种思路。

Richard认为,舒适是个人主观感受与环境之间的反应状态。强调了舒适度的考量不可忽视环境的影响。舒适度要放入一定的环境中时,才是有意义的。而运动护目镜的舒适度评价,更要考虑其最常使用的环境的条件。

Reynolds则提出,舒适的感觉会随时间不同而改变。一方面,用户会由于对设备的适应而产生舒适度提高的现象。如配了新眼镜后都会经历短暂的不适,一到两天后不适感就会消失。另一方面,由于长时间使用会使用户疲劳,暴露更多的问题,而生理疲劳和心理疲劳都会随着时间产生积累效应,导致舒适度大幅下降。如背包背了一段时间后,肩部肌肉酸痛感会大幅上升,导致舒适感不断下降。

综上所述,舒适是一种生理的与心理的综合的感受,根据环境与个体的交互而产生。舒适的内涵对于不同产品而言是不同的,不可一概而论。而运动护目镜作为一种穿戴式设备,其舒适度,不仅涉及到肌肉的放松、接触部位的贴合、给予人体的压力等,还需考虑用户对于安全的担忧,对该设备的焦虑水平,以及使用环境的影响[3]。

James F.Knight等在研究中建立了一种专门用于评估穿戴式设备舒适度的工具(comfort rating scales,CRS),并用此工具对两种穿戴式设备进行了评估,证实此工具是值得信任的,能够有效帮助设计师和制造商提高穿戴式产品的舒适度。他们认为穿戴式设备的舒适度应当分解为六个维度,分别是:情感(Emotion),依附感(Attachment),危害(Harm),知觉变化(Perceived Change),移动(Movement)和焦虑感(Anxiety)。当评估穿戴式设备的舒适度时,需纳入这六个维度的主观评分[4]。

1.3. 运动护目镜的舒适度

在对光学眼镜缺陷的调研中,排名前四的问题分别为压迫鼻梁、不易携带、影响运动和滑落[5]。而运动护目镜的舒适度相对于光学眼镜的情况则更为复杂。运动护目镜的舒适感可分为眼镜特有的视觉舒适和穿戴式设备的佩戴舒适。

(1) 视野限制

由于运动护目镜紧紧包覆眼部,来实现对眼部的有效保护,因此难免使得视野受到限制,影响了运动时的灵敏,尤其是球类运动时对球的位置的判断、团队运动时对队友位置的判断等。虽然各种国际标准对于运动护目镜的最小视野有严格规定,但仍然无法避免其影响的程度会导致投球传球不准、无法准确判断他人位置等问题,影响运动体验。

M Gallaway等考察被试佩戴运动护目镜时的周边视野任务,采用了七种不同的眼镜,都发现了他们对于周边视野的严重影响[6]。ML Dawson等选用了五种球类运动的护目镜,考察它们对于水平视野反应时的影响,发现运动护目镜会严重影响视野,同时发现护目眼镜惯用者与非护目眼镜惯用者之间无显著差异。即使是长期佩戴了护目镜的人,也会有视野上的不舒适[7]。

造成运动护目镜周围视野限制的原因,是由于为了缓冲冲击力而将镜面设计的弧度很大,镜框外框遮挡了周围视野。如果镜面能够大一些,则能缓解视野限制的情况,但这会使得护目镜容易滑动晃动,为了阻止护目镜滑动,用户会调整松紧带,但会增大后脑和耳朵的压迫感。

造成运动护目镜鼻侧视野限制的原因,是由于鼻垫为了缓冲鼻梁压迫而设计的较大,影响了鼻侧的视野。

因此运动护目镜视野问题的根本解决办法依赖于新材料的发现,运用强度更好同时很轻便的材料制作镜片就可以减少对于利用结构增大强度的依赖而使弧度减小;运用更舒适缓冲能力更强的材料制作鼻垫。目前在技术受限的情况下,则通过对镜框颜色、形式的改良设计,来缓解视野限制的情况。如采用半透明的镜框和镂空设计等。

(2) 压迫感与滑脱感及两者的矛盾

根据Brog CR-10的划分,可将人体的部位根据承重的能力分为独立的区域。可知,头部几乎不可承载任何物体,若运动护目镜对人体压力过大,则会导致头部肌肉酸痛、关节损伤或神经压迫。

另外,头部遍布神经脉络,与其他部位生理舒适主要与肌肉放松有关不同,头部的舒适更重要的是对神经的压迫,佩戴运动护目镜时,如果过紧,或是材料过于粗糙,会使神经受到压迫而造成头痛、眩晕、呕吐感等不良症状。

根据陈建雄等对运动护目镜的研究结果,在压迫感的维度上,被试更偏爱较自己头部尺寸大一些的护目镜,来使得压迫感不那么强烈;但在滑脱感的维度上,被试偏爱较紧的尺寸;在对有购买运动护目镜经验的用户调研时,发现有经验的消费者相比于舒适度,更加重视对安全性的担忧,从而会去购买更紧的尺寸,而牺牲生理舒适[8]。也有研究表明,安全眼镜由于需要紧密地贴合皮肤不会滑落,挂耳式的护目镜耳处宽度应为实际头部宽度减去8 mm。

(蔡耀伟, 2003)即表明为了安全感和滑脱感的考虑,护目镜的尺寸应当更紧一些从而不可避免的导致头部压迫[9]。

(3) 起雾

ASTM等对于运动护目镜的镜片起雾情况都有专门的检测规定,镜面起雾的问题也是困扰使用者的最大问题之一。由于运动护目镜包覆整个眼部来确保安全性,因此相比于普通光学矫正镜更加容易起雾,不仅影响舒适度,更带来了安全隐患,因此对于运动护目镜所用橡胶的透气性和护目镜结构透气性的设计有很高的要求。

1.4. 运动护目镜设计的矛盾

(1) 镜面大小与镜面弧度

镜面大一些可以使得视野好些,但镜面太大,不仅会增加护目镜的重量,也会导致护目镜易滑脱,为了弥补滑脱感,就需要将护目镜头带设置的更紧而导致后脑压迫。镜面弧度太大会影响视觉舒适和视野;但镜面弧度过小,则达不到抵抗撞击分散冲击的作用。

(2) 主要尺寸参数的设计

综合考虑亚洲人头部尺寸、安全性、滑脱几率以及对头部神经的压迫,该如何设计尺寸。

(3) 护目镜结构的设计与压迫感部位的分布

由于运动护目镜安全性的要求,运动护目镜必须紧紧贴合眼部,不能在运动过程中由于大动作而滑落或飞出,这就导致运动护目镜必然对于头部有所压迫。压迫的部位主要是鼻梁、太阳穴、后脑。运动护目镜的结构决定了压迫部位的分布,哪些部位的不适会更严重地影响舒适度,哪些部位受压迫的接受能力稍微强一些,应当是设计师在改良护目镜结构时该考虑进去的因素。

综上所述,影响运动护目镜的舒适度的关键因素包括视野限制、各部位的压迫感、滑脱感、和镜面起雾。但这四个共同决定着运动护目镜舒适度的因素,却彼此牵制彼此矛盾,在目前的技术条件下,设计师也只能顾此失彼,难以做到四者兼顾。那么视野限制、压迫感、滑脱感、镜面起雾究竟哪个对于运动护目镜舒适度的影响更重,即设计师在进行设计时,应当更加重视不要让护目镜给头部施加更多的压力,还是该更重视护目镜能够紧箍在头部而具有更好的安全性呢?(头带尺寸和镜框宽度的设计)是应当更重视视野开阔而扩大镜面大小,还是会考虑这样做会使得运动护目镜易晃动而牺牲视野呢?(镜面大小的设计)是应当更在意透气性不让镜面起雾,还是应当更在意运动护目镜对眼部的包裹和保护呢?(镜框结构的设计)其中是否能够有一个平衡点使得综合的舒适度达到最佳状态?

此外,运动护目镜与头部的接触点很多,包括鼻梁、眼眶、太阳穴、后脑,压迫是必然的,但是将压迫的部位设置在哪个部位,会最少得让用户产生不适感呢?(护目镜结构的设计)

这些矛盾都要求建立一种评价运动护目镜的有效模型,即解决以下问题:运动护目镜的舒适度是指什么?包括什么?重要性即权重如何?因此,本研究的目的是通过建立运动护目镜舒适度模型,探讨舒适度的不同因素对于综合舒适度的权重,从而给予设计师一些参考,在护目镜的安全性、舒适度等方面做出权衡。

2. 实验

2.1. 被试

被试选取视力良好、无任何眼部疾病、没有运动护目镜使用经验、头部尺寸为中国成年人平均值、经常参与户外运动的大学生。

由于被试视力情况如何对于运动护目镜的舒适度影响较大,测定视觉舒适时亦会带来过大的个体差异,因此本研究剔除近视者,仅研究视力良好者。

根据调研结果,目前运动护目镜的消费市场由品牌主导,有经验的运动护目镜消费者往往有特定的品牌偏好,将会与实验所用护目镜产生交互作用,影响实验结果。因此选取无任何护目镜使用经验的人群。

根据游志云等关于亚洲人头部安全设备的研究,亚洲人头宽(双耳垂距离)平均间距150.9mm,欧美地区则为138.5mm;亚洲人头深(眉至后脑)185.4mm,欧美地区为198.3mm。[10]这或许也是亚洲人使用欧美品牌的运动护目镜时虽然受品牌效应影响而乐意购买,但却舒适度欠佳的原因。因此在选择被试时,保证被试头部宽度在(150mm±5mm)范围内,头部深度在(185mm±5mm)范围内。

2.2. 实验产品、场景、环境的选择

实验所用运动护目镜是一种通用的运动护目镜,可以在足球、篮球、羽毛球等各种运动中使用。

James F.Knight等提出,对穿戴式设备舒适度的评估,应当在该产品将被使用的环境下进行,才能有效地评估出舒适程度。在实际场合中测量出的舒适度比实验室条件下的测量结果更具有说服力。

由于人体舒适度本身就受气象条件影响,因此对实验环境的选择尤为重要。而在陈建雄教授对运动眼镜的研究中,被试在实验室中静坐和跑步一百米后报告的舒适度没有显著差异,并推测是由于运动量不够大所导致的。因此本研究选取篮球运动作为实验中的运动内容,并适当加大运动量和运动时间,模拟真实的运动场景。此外,所有的实验均在同一天进行,以保证气象条件相同。

2.3. 程序

根据引言中对运动护目镜舒适度的分析,确定用于建立预测模型的因素为:视野限制、滑脱感、镜面起雾、鼻梁压迫、眼眶压迫、太阳穴压迫、后脑压迫。采用主观报告的方式,让被试在七点量表上报告各个舒适维度和综合舒适。(1=最不舒适,7=最舒适)

表1 CRS穿戴式设备舒适度评估工具。

维度	描述
情感 (Emotion)	我担心我穿上这件设备时看起来如何。
依附感 (Attachment)	我感觉到这件设备在我身上。
危害 (Harm)	这件设备给予我的物理感觉让我穿起来痛苦。
知觉变化(Perceived Change)	我由于知觉到设备与自身物理上的不同而感到尴尬和不协调。在活动时我需要特意去注意这件设备。
移动(Movement)	该设备影响了我的移动。
焦虑感(Anxiety)	我为该设备是否安全而忧心。

表2 不同舒适度因素得分描述性统计与长短时差异显著性检验。

短时舒适度平均值与标准差	长时舒适度平均值与标准差	t
3.20 (0.925)	3.00 (1.339)	0.744
3.33 (0.994)	2.23 (1.165)	3.370**
1.87 (0.819)	1.43 (0.728)	2.091*
6.47 (0.681)	6.13 (0.819)	1.581
6.43 (0.728)	3.60 (1.221)	10.433***
5.83 (0.913)	6.67 (0.758)	-4.631***
3.03 (1.006)	1.97 (0.999)	3.563**
3.23 (0.521)	2.07 (0.583)	8.635***

注: ***为 $p < .001$, **为 $p < .01$, *为 $p < .05$ 。

从上表可看出除去眼眶压迫由于适应而使得舒适度上升,其他因素舒适度均有所下降,其中只有后脑压迫和视野限制两项因素的下降水平没有达到显著水平。具体分析如下:

(1) 视野限制

视野限制的长短时舒适度没有显著差异,但得分均较低,视野限制对于球类运动来说影响尤为重大,以篮球运动为例,有时会导致因视野受限制而投篮命中率下降,无法准确判断传球位置等问题,给用户带来了极大的困扰。因此视野限制应当成为设计师的重点考虑之处。

(2) 起雾

镜面起雾的得分也较低,而且长时间佩戴之后,舒适度得分显著下降,这是由于随着运动时间的积累,人体散

实验流程为:

(1) 被试佩戴运动眼镜,感觉适应后,做热身运动10min。

(2) 被试进行篮球运动20min,包括简单的投篮动作,运球,传球等。

(3) 被试完成短时舒适度问卷。

(4) 被试参加篮球友谊赛40min。

(5) 被试完成长时舒适度问卷。

3. 结果与分析

3.1. 不同舒适度因素描述性统计与长短时舒适度差异显著性检验

对不同舒适度因素的得分作描述性统计,并将短时与长时舒适度作配对样本t检验,以考察样本短时舒适度和长时舒适度的差异是否具有统计学意义。如表1。

发的热量积累,镜面起雾的现象也会越发严重,从而导致舒适度降低及安全隐患。

(3) 鼻梁压迫

无论是短时间佩戴还是长时间佩戴,护目镜对鼻梁的压迫都使得用户痛苦不堪,鼻垫处给鼻子的压力和摩擦,不能随着时间推移而适应,反而会越加难以忍受。这是由于鼻子由骨与软骨为支架、外覆有软组织,内有血管、神经。如果长时间压迫,会引起头晕、头痛等症状[11]。

(4) 后脑压迫

后脑压迫的舒适度得分较好,长短时舒适度无显著差异,但是从样本统计量上看,舒适度略有所降低。这是由于国际国家标准对于运动护目镜的头带宽度有所规定,头带本身覆盖着人的整个头围,再加上头带较宽,分担

压力的面积较大,因此虽然后脑本身十分脆弱,不能承受过大的压强,但佩戴护目镜时却不会引起过大的不适。

(5) 太阳穴压迫

太阳穴压迫的短时舒适度得分较好,但长时舒适度得分较差,两者有极其显著的差异。用户佩戴上运动护目镜时,往往感觉不到护目镜对太阳穴的压迫,但时间一长,对太阳穴如此轻微的压迫却会给用户带来痛苦。这是由于太阳穴的位置是颅顶骨、额骨、蝶骨及颞骨的交汇之处,太阳穴是颅骨骨板最薄、骨质最脆弱的部位。[12]即使是轻微的压迫也会给人体带来不适感。

(6) 眼眶压迫

眼眶压迫的舒适度得分较好,而且与其他因素相反,长时舒适度的情况好于短时舒适度,这是由于眼眶处的骨质坚硬,内部神经少,因此人体可逐渐适应眼眶的压迫。

(7) 滑脱感

滑脱感的短时舒适度得分较低,长时舒适度得分很低,两者差异显著。为了实验的严谨,实验问卷中要求被试将头带尽量调至使头部舒适的尺寸。而这样舒适的尺寸会使得被试在运动时尤其是大动作运动时或与其他运动者存在身体接触时,担心护目镜脱落。

3.2. 短时舒适度多元回归建模

使用 SPSS 19.0 对运动护目镜短时舒适度进行多元线性回归建模,建模过程采用逐步剔除法,以防止多重共线性的问题而使结果不准确。由于回归系数的 t 值不显著剔除后脑压迫 ($t=1.843$) 和太阳穴压迫 ($t=0.542$),最终选定的方程, F 检验显著 ($F=52.279^{***}$),即方程有效,调整后的拟合优度 $R^2=0.898$,回归方程为,运动护目镜短时舒适度指数

$$C_1=0.596X_1+0.416X_2+0.350X_3+0.239X_4+0.223X_5 \quad (1)$$

其中 X_1 至 X_5 分别为鼻梁压迫、滑脱感、起雾、眼眶压迫和视野限制。

3.3. 长时舒适度多元回归建模

使用 SPSS 19.0 对运动护目镜长时舒适度进行多元线性回归建模,建模过程采用逐步剔除法,以防止多重共线性的问题而使结果不准确。由于回归系数的 t 值不显著剔除后脑压迫 ($t=-0.422$) 和眼眶压迫 ($t=-0.764$),最终选定的方程, F 检验显著 ($F=95.830^{***}$),即方程有效,调整后的拟合优度 $R^2=0.942$,回归方程为,运动护目镜长时舒适度指数

$$C_2=0.460X_1+0.360X_2+0.350X_3+0.341X_4+0.277X_5 \quad (2)$$

其中 X_1 至 X_5 分别为起雾、视野限制、滑脱感、鼻梁压迫和太阳穴压迫。

3.4. 舒适度回归模型分析

由以上两个模型(1)和(2)可知,短时佩戴运动护目镜,影响舒适度的因素按对综合舒适度贡献权重排序依次是鼻梁压迫、滑脱感、起雾、眼眶压迫和视野限制,而

后脑压迫和太阳穴压迫则对综合舒适度没有显著的影响;长时佩戴运动护目镜,影响舒适度的因素按对综合舒适度贡献权重排序依次是起雾、视野限制、滑脱感、鼻梁压迫和太阳穴压迫,而后脑压迫和眼眶压迫则对综合舒适度没有显著的影响。针对这两个模型作以下分析:

首先,由于滑脱感无论在短时与长时都占了更大的比重,因此在设计时,相比于压迫感应当更重视滑脱感,要在首先满足滑脱感的前提下,即首先确保了足够的不会滑落的压力,再去想办法尽量减少这种对头部的压迫导致的不适。

其次,减少压迫导致的不适的主要手段依托于压迫部位的权衡。根据建模结果,鼻梁的权重在短时和长时舒适度中都很高,而太阳穴虽然在短时舒适度中无显著影响,但在长时舒适度中有一定权重,并且平均得分很低,这两者都属于不可压迫的部位。因此在设计运动护目镜的结构时,尽量避免对鼻梁和太阳穴的压迫。而眼眶压迫仅仅对短时舒适度有所影响,对长时舒适度无显著影响,后脑压迫对两者都无显著影响,且眼眶压迫和后脑压迫的得分都比较高,因此可以考虑将鼻梁的压迫向眼眶转移,将太阳穴的压迫向后脑转移。

最后,起雾和视野限制,对短时和长时舒适度都有一定的贡献,并且对长时舒适度的权重都比短时有所升高,分别是长时舒适度指数权重排序的前两位,升高的原因正是由于运动的推进,视野的清晰和视觉的准确变得越发重要,而这两者的舒适都依托于镜面形状和镜框结构的设计。

3.5. 对运动护目镜设计的建议

根据以上对运动护目镜舒适度评价模型的分析,对运动护目镜的设计提出以下建议:

第一,由于滑脱感的重要性大于压迫,因此设计时应让护目镜紧贴于头部,而不应为了舒适度而牺牲安全性。另外,也可以采用摩擦较大较柔软的材料制作头带。

第二,为了尽量减少对鼻梁的压迫,可以将鼻垫扩大至上眼眶,这是由于眼眶骨架的承受力远大于鼻梁,但却没有被很好地利用,这样的设计可以帮助缓解对鼻梁的压迫,同时也能够起到缓冲撞击力的作用。

第三,主要的压迫可以分布在头带上,因为头带面积大,对后脑多一些压力并不会导致严重的不适,另外,也可以适当地加粗头带。

第四,太阳穴处的材料应当尽量柔软,避免给予太阳穴任何力的作用。由于太阳穴过于脆弱,即使很小的压力也会随着时间积累而带来痛苦,因此镜框和头带之间的连接材料,必须要柔软。

第五,由于视野限制对于运动护目镜的长时佩戴舒适度有重要影响,而后脑压迫对长时短时舒适度都无显著影响,因此可以通过适当增大后脑压迫,来让镜面大一些,改进视野情况。

第六,考虑到起雾和视野限制的重要性,可以考虑半镜框设计,这是对目前现有的镂空设计的进一步运用,仅有镜框的上半框通过橡胶紧贴眼眶,这能使透气性大为改进,同时也使视野开阔起来。虽然这样做会使原本由上下

眼眶同时分担的压迫全部施加于上半部分，但眼眶的权重低、舒适度得分高、承受能力强，因此是可以这样设计的。

4. 结论

运动护目镜短时舒适度模型见公式（1），其中 X_1 至 X_5 分别为鼻梁压迫、滑脱感、起雾、眼眶压迫和视野限制。

运动护目镜长时舒适度模型见公式（2），其中 X_1 至 X_5 分别为起雾、视野限制、滑脱感、鼻梁压迫和太阳穴压迫。

参考文献

- [1] Stephen J Dain BSc PhD FCOptom FAAO FIESA (ANZ). Sports eyewear protective standards [J]. Clinical & Experimental Optometry, 2016, 99: 4-23.
- [2] Capao Filipe J A, Rocha S A R F, Castro C J. Modern sports eye injuries [J]. British Journal of Ophthalmology, 2003, 87(11): 1336-1339.
- [3] 刘瑜. 圈椅椅圈对人体舒适性影响的研究[D]. 南京林业大学, 2011.
- [4] Schwirtz A. The Comfort Assessment of Wearable Computers [C]// IEEE International Symposium on Wearable Computers. IEEE, 2002, 65: 72.
- [5] 胡小羽. 基于我国人体头部尺寸驱动的眼镜规格研究[D]. 西南交通大学, 2008.
- [6] Gallaway M, Aimino J, Scheiman M. The effect of protective sports eyewear on peripheral visual field and a peripheral visual performance task. [J]. Journal of the American Optometric Association, 1986, 57(57): 304-10.
- [7] Dawson M L, Zabik R M. Effect of protective eyewear on reaction time in the horizontal field of vision [J]. Perceptual & Motor Skills, 1988, 67(1): 115-20.
- [8] 林佑安, 陈建雄. 运动眼镜尺寸与动静态使用之评估[J]. 工业设计, 2015, 131.
- [9] 蔡耀伟. 安全护目眼镜设计之人因规范研究[D]. 国立台北科技大学. 2003.
- [10] 游志云, 叶文裕, 杨怡学, 张碧慧. 劳工头型模式之研究[J]. 劳工安全卫生研究季刊, 1996, 4: 31-46.
- [11] Youn J, Sallis R E, Smith G, et al. Ocular injury rates in college sports [J]. Medicine & Science in Sports & Exercise, 2008, 40(3): 428.
- [12] 李清正. 配镜者选配之眼镜与其脸型尺寸之相关研究[D]. 国立台湾科技大学, 2005.