

不同厚度、不同材质护齿膜片能量吸收特性分析

包世婕¹,任笑威¹,李一涵¹,叶盛佳¹,董建辉^{2*},魏斌^{3*}

(1.上海交通大学医学院附属第九人民医院·口腔医学院 口腔修复科,2.口腔综合科,3.口腔第一门诊,国家口腔疾病临床医学研究中心,上海市口腔医学重点实验室,上海市口腔医学研究所,上海 200011)

[摘要] 目的:利用冲击试验测试不同厚度、不同材质的护齿膜片吸收能量的性能。方法:1-4、7号膜片分别为 BIOPLAST 5、4、3、2、1 mm 的软质膜片,5号膜片为 ERKOLOC-PRO 2 mm 的软硬结合膜片,6号膜片为 DURAN 2 mm 的硬质膜片。冲击压头从不同高度冲击膜片,利用高速摄像采集系统,拍摄冲击压头下落、压入膜片以及回弹的过程,将图像传输至软件进行数据处理,获得冲击压头的入射速度、入射深度及回弹高度。计算膜片碰撞过程中吸收的能量和吸收能量比,反映不同护齿膜片吸收能量的性能。采用 SPSS 22.0 软件包中的单因素方差分析及最小显著性差异法,分析不同组别之间的差异。结果:冲击压头下落高度越高,碰撞过程中护齿膜片的能量吸收比越大。软质护齿膜片中,1、2、3、4、7号膜片平均吸收能量比有显著差异 ($P<0.05$);其中,7号1 mm 膜片碰撞过程中平均吸收能量比最大,为 $(77.98\pm 2.19)\%$ 。对于2 mm 不同材质的护齿膜片,4、5、6号膜片平均吸收能量比有显著差异 ($P<0.05$);其中,软质膜片和软硬结合膜片的能量吸收比较大,硬质膜片最小。结论:3 mm 护齿膜片的吸收能量性能不亚于4、5 mm 膜片,其性能足够支持其用于制作运动护齿,且具有轻薄舒适的优势。软质和软硬结合膜片相比于硬质膜片,更适合用于制作运动护齿。

[关键词] 运动护齿;冲击试验;吸收能量

[中图分类号] R783.1

[文献标识码] A

DOI: 10.19439/j.sjos.2019.05.007

Study on energy absorption of mouthguard splints by impact test BAO Shi-jie¹, REN Xiao-wei¹, LI Yi-han¹, YE Sheng-jia¹, DONG Jian-hui², WEI Bin³. (1. Department of Prosthodontics, 2. Department of General Dentistry, 3. Special Dental Consultation Clinic, Shanghai Ninth People's Hospital, College of Stomatology, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; National Clinical Research Center for Oral Diseases, Shanghai Key Laboratory of Stomatology, Shanghai Research Institute of Stomatology. Shanghai 200011, China)

[Abstract] PURPOSE: Using impact test to study energy absorption ability of mouthguard splints of different thickness and materials. **METHODS:** In this experiment, group 1 was BIOPLAST 5 mm splint, group 2 was BIOPLAST 4 mm splint, group 3 was BIOPLAST 3 mm splint, group 4 was BIOPLAST 2 mm splint and group 7 was BIOPLAST 1 mm splint. Group 5 was ERKOLOC-PRO 2 mm splint, group 6 was DURAN 2 mm splint. Mouthguard splints were clashed by impact head from different heights. Digital Image Correlation System was used to record the process of the test. Images were transferred to data processing software, to analyze incident speed, incident depth and rebound height of the impact head. Absorbed energy and energy absorption ratio were calculated to analyze energy absorption ability of mouthguard splints of different thickness and materials. The data were analyzed using SPSS 22.0 software package for one-way analysis of variance and LSD. **RESULTS:** The higher impact head fell, the larger energy absorption ratio was. There was significant difference among group 1, 2, 3, 4, 7 in average energy absorption ratio ($P<0.05$), and group 7 was the largest. There was significant difference among group 4, 5, 6 in average energy absorption ratio ($P<0.05$), among which group 4 and group 5 were larger. **CONCLUSIONS:** 3 mm splint is good enough to be used to make mouthguard, which is also thinner and more comfortable. Splint of soft material is more suitable for mouthguard than splint of hard material.

[Key words] Mouthguard; Impact test; Energy absorption

[收稿日期] 2019-02-18; **[修回日期]** 2019-04-05

[作者简介] 包世婕(1994-),女,硕士研究生,

E-mail:portia0923@126.com

[通信作者] 魏斌, E-mail:weibin0328@hotmail.com; 董建辉,

E-mail:dongjianhuijy@yeah.net。*共同通信作者

©2019年版权归《上海口腔医学》编辑部所有

Shanghai J Stomatol,2019,28(5):484-489.

在一些体育竞技和日常运动中,运动员处于口腔颌面部损伤的高风险之下。有报道显示,31%的口腔颌面部损伤是在运动过程中发生的,在所有面部损伤中,口腔和牙的损伤占到50%^[1]。2013年,美国疾病控制中心报告指出,在美国,每年有60万年轻人因牙及面部运动伤害而送进急诊室。另据报道,每年有500万颗牙在运动伤害中缺失。因此,预防运动中的口腔颌面部损伤具有重要意义。

根据美国材料与试验协会的定义,护齿是一种配戴于口内或口内外的弹性器具,用于减少口腔,尤其是牙及周围结构的损伤^[2]。许多研究表明,运动护齿是减少或避免口颌系统损伤的最有效的器具。Knapik等^[3]在2007年进行的meta分析显示,体育活动中,使用运动护齿遭受牙外伤和其他伤病的风险比不配戴保护器具少1.6~1.9。英国标准协会发布的一篇文章称,在强制使用运动护齿的体育运动中,牙外伤的发生率降低60%^[4]。因此,在一些运动中,使用护齿是十分必要的。

在一些发达国家,运动护齿的使用有明确的要求和指南。资料显示,护齿最早在19世纪末出现。1890年,英国牙医 Woolf Krauze 为拳击运动员制作了运动护齿,防止唇部撕裂伤。1920年,美国职业拳击比赛正式要求运动员配戴护齿^[5]。现如今,在美国,护齿在一些运动中被强制要求使用,如美式橄榄球、冰球、曲棍球等。

在我国,运动护齿的普及程度尚有待提高。李峥等^[6]在了一项关于天津市大学生口颌面运动创伤防治的调查研究中,随机抽取720名大学生作为研究对象,结果显示,没有人在运动中配戴护齿,对其种类、适用对象、使用方法等详细知识也了解甚少。

目前,运动护齿的常用材料是乙烯醋酸乙烯酯(ethylene vinyl acetate,EVA)共聚物,主要用于软质膜片的制作。EVA是一种高分子聚合物,具有易加工、生物相容性好、柔韧性高、抗老化、抗冲击等性能,在塑料、橡胶、纤维和粘合剂等领域得到广泛应用^[7]。根据醋酸乙烯含量的不同,可分为EVA树脂、EVA橡胶、EVA乳液,其中,醋酸乙烯含量在40%到70%的被称为EVA橡胶^[8]。EVA橡胶是EVA共聚物的常温状态,人体口腔环境温度为37℃左右,这保证了EVA橡胶在口腔内稳定存在。EVA的熔融温度为65~70℃,在该温度范围内即可对EVA材料进

行塑形,因而EVA也具有容易成形的特点。聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate glycol,PETG)是一种新型聚酯类材料,广泛用于板材、包装膜、异形瓶等领域。其具有突出的韧性、高抗冲击强度、良好的耐热性和耐腐蚀性,相比其他聚酯材料,环保性能优越。在加工过程中,温度超过PETG的熔点时,PETG发生粘性形变,流动性能较强,容易加工成型^[9]。因此,PETG材料被用于硬质膜片的制作。

目前,对于运动护齿的制作厚度、材料尚缺少明确规范。本研究使用高速摄像采集系统(digital image correlation,DIC),拍摄冲击压头下落、压入膜片以及回弹的过程。运用Vic-3D 8软件处理图像及数据,获得压头冲击膜片前、后能量变化情况,分析膜片吸收能量的性能,旨在对运动护齿的推广普及提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

高速摄像采集系统 DIC:FASTCAM SA-X2 (Photron, 美国); 数据处理及分析软件:Vic-3D 8 (Correlated Solutions, Inc., 美国); 护齿膜片(表1): Bioplast(Scheu, 德国)、Duran(Scheu, 德国)、Erkoloc-Pro(Erkodent, 德国)。

表1 本实验所用运动护齿膜片

Table 1 Mouthguard splints used in this experiment

序号	名称	厚度(mm)	材质
1	Bioplast	5	EVA
2	Bioplast	4	EVA
3	Bioplast	3	EVA
4	Bioplast	2	EVA
5	Erkoloc-Pro	2	1 mm EVA+1 mm PETG
6	Duran	2	PETG
7	Bioplast	1	EVA

1.2 实验分组

实验分为7组,1种护齿膜片即为1组,每组3张,其中,1-4、7号为软质膜片,5号为软硬结合膜片,6号为硬质膜片。

1.3 冲击试验

将护齿膜片置于试验台底部平面之上(图1),顶部为半球状的冲击压头(233 g),通过细绳悬挂于试验台,可调节其距离膜片的高度,将冲击压头分别从距离膜片5、10、15 cm的高度释放,自由下落,冲



图1 试验平台及装置
Figure 1 Test platform and equipment

击膜片,每张膜片每一高度各进行1次试验。

1.4 数据获取

在试验台前方放置2台高速相机,分别为主相机和从相机。2台相机的摆放位置形成一定角度(图2A),以此确定冲击压头位置。高速相机拍摄冲击压头下落、冲击膜片以及回弹的过程,并将图片(图2B)传输至Vic-3D 8处理软件。冲击压头侧壁印有散斑(图2C),在散斑区域内确认跟踪点(图2D)。软件对所有照片中的跟踪点进行处理、计算,得到时间-位移曲线(图2E)和时间-速度曲线(图2F),从而获得冲击压头入射速度、入射深度及反弹高度。吸收能量比计算公式如下:吸收能量比=(入射能量-反弹后能量)/入射能量= $(mv^2/2-mgh)/(mv^2/2)=(v^2-2gh)/v^2$ 。v:入射速度(m/s),h:反弹高度(m),g:重力加速度9.8 N/kg。

1.5 统计学分析

采用SPSS 22.0软件包对数据进行处理。利用单因素方差分析和最小显著性差异法多重比较进行统计,P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 重复性试验

对护齿膜片冲击试验结果的重复性进行试验,选取1号和2号膜片,对2种膜片进行计算结果的重复性对比。其中,每张膜片命名方式如下,膜片序号(表1)-下落高度(cm)-膜片厚度(mm)-同种3张膜片试验序号。由表2、3可知,同种膜片吸收能量比的误差较小,所以本试验的重复度较好。

2.2 运动护齿膜片的吸收能量性能分析

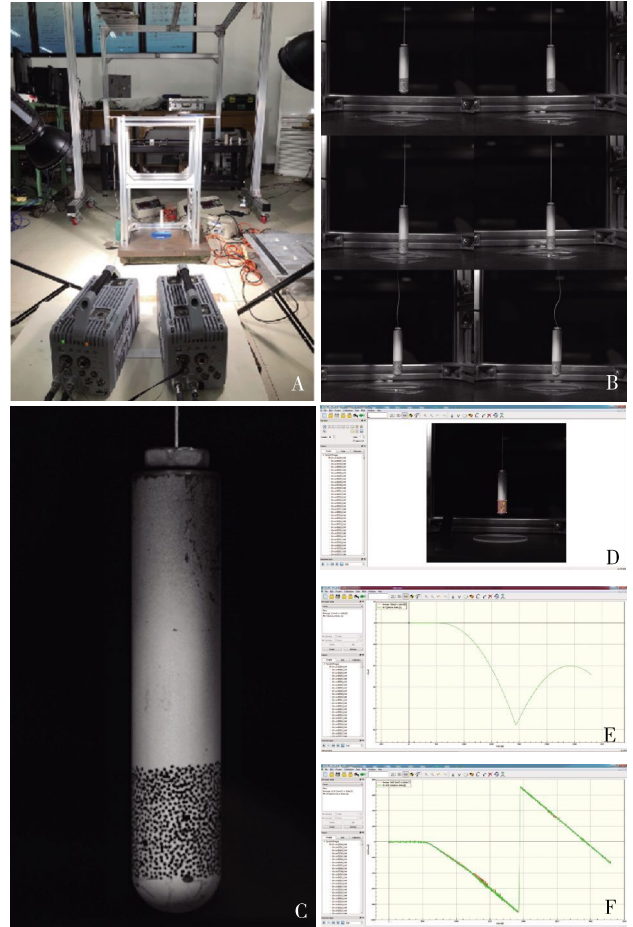


图2 数据获取。A.2台高速相机从不同角度拍摄试验过程;B.2台高速相机在同一时刻拍摄的画面;C.冲击压头下端标记有散斑;D.在散斑区域内确认跟踪点;E.冲击压头的时间-位移曲线;F.冲击压头的时间-速度曲线

Figure 2 Data acquisition. A. Two high-speed cameras recorded the experimental process at different sights;B. Images recorded by 2 cameras at the same moment; C. Speckle marked at the lower part of the impact head;D. Selecting tracking point in the speckle area; E. Time-displacement curve of the impact head; F. Time-velocity curve of the impact head

2.2.1 下落高度对吸收能量性能的影响 由于试验的重复度较好,选择2种膜片在3种不同高度即3种不同入射速度的工况进行分析,其中冲击压头的质量为233g,试验结果如表4、5所示。3号膜片冲击压头下落高度在5、10、15cm时的吸收能量比分别为42.568238%、46.6654525%和49.101815%;6号膜片冲击压头下落高度在5、10、15cm时的吸收能量比分别为30.8165958%、40.68165%和47.4523618%。可见,无论对于软质还是硬质膜片,冲击压头下落高度越高,碰撞过程中运动护齿膜片的能量吸收比越大。

2.2.2 膜片厚度与吸收能量性能的关系 选取同种材质、不同厚度的1-4号软质膜片各3张,冲击压头从10cm高度下落进行冲击试验,4种膜片的

表 2 1号膜片在 15 cm 高度的冲击试验结果

Table 2 Test results of splint group 1 at the height of 15 cm

项目	1-15-5-1	1-15-5-2	1-15-5-3	$\bar{x}\pm s$
吸收能量比(%)	47.4734755	47.0010456	46.8817311	47.118±0.31294
入射速度(m/s)	1.68591	1.68675	1.69073	1.687±0.00257

表 3 2号膜片在 10 cm 高度的冲击试验结果

Table 3 Test results of splint group 2 at the height of 10 cm

项目	2-10-4-1	2-10-4-2	2-10-4-3	$\bar{x}\pm s$
吸收能量比(%)	42.6853709	45.4648043	43.2095706	43.7866±1.47683
入射速度(m/s)	1.36291	1.38151	1.37745	1.3740±0.00978

表 4 3号膜片在 3种不同高度的冲击试验结果

Table 4 Test results of splint group 3 at 3 different heights

项目	3-5-3-1	3-10-3-1	3-15-3-1
入射速度(m/s)	0.993915	1.37376	1.69974
入射深度(m)	0.0010442	0.0015945	0.001269
反弹高度(m)	0.0289464	0.051354	0.0750259
吸收能量(J)	0.048990299	0.102599003	0.165267882
吸收能量比(%)	42.568238	46.6654525	49.101815

表 5 6号膜片在 3种不同高度的冲击试验结果

Table 5 Test result of splint group 6 at 3 different heights

项目	6-5-2-1	6-10-2-1	6-15-2-1
入射速度(m/s)	0.982009	1.38289	1.69756
入射深度(m)	0.0004159	0.0005159	0.000506
反弹高度(m)	0.034039	0.0578773	0.0772587
吸收能量(J)	0.034621153	0.090635797	0.159306694
吸收能量比(%)	30.8165958	40.68165	47.4523618

试验结果如表 6 所示。采用单因素方差分析法和最小显著性差异法多重比较,分析 1-4、7 号膜片的平均吸收能量比之间的差异。结果显示,5 组之间的平均吸收能量比有显著差异 ($P<0.05$), 7 号膜片即 1 mm 软质膜片的平均吸收能量比最大。1、2、3 号膜片的平均吸收能量比接近, 3 组间两两比较无显著差异

表 6 1-4、7 号膜片在 10 cm 高度的冲击试验结果($\bar{x}\pm s$)

Table 6 Test results of splint group 1-4,7 at the height of 10 cm($\bar{x}\pm s$)

项目	1号	2号	3号	4号	7号
材料厚度(mm)	5	4	3	2	1
平均入射速度(m/s)	1.3625±0.1317	1.3740±0.00978	1.3888±0.01545	1.3870±0.01349	1.386±0.01269
平均入射深度(m)	0.0015±0.00014	0.0012±0.00032	0.0012±0.00035	0.0014±0.00037	0.00049±0.000006
平均反弹高度(m)	0.0511±0.00088	0.0541±0.00095	0.0535±0.00189	0.0400±0.00373	0.022±0.00221
平均吸收能量(J)	0.0996±0.00222	0.0963±0.00442	0.1026±0.00166	0.1329±0.00676	0.1745±0.00573
平均吸收能量比(%)	46.0646±0.21023	43.7866±1.47683	45.6754±0.87832	59.3014±3.33004	77.98±2.19432

($P>0.05$)。4、7 号膜片与其他 3 组的两两比较都有显著差异($P<0.05$)。

2.2.3 不同材料与吸收能量性能的关系 选取相同厚度(2 mm)、不同材质的 4、5、6 号膜片各 3 张,其中,4 号为软质膜片,5 号为软硬结合膜片,6 号为硬质膜片。冲击压头从 10 cm 高度下落进行冲击试验,3 种膜片的试验结果如表 7 所示。采用单因素方差分析法和最小显著性差异法多重比较,分析 4-6 号膜片的平均吸收能量比之间的差异,结果显示,5 号膜片即 2 mm 软硬结合膜片的平均吸收能量比最大,4 号膜片即 2 mm 软质膜片的平均吸收能量比与之接近,6 号膜片即 2 mm 硬质膜片的平均吸收能量比最小。经统计学分析,3 组的平均吸收能量比有显著差异($P<0.05$);其中,4 号与 5 号膜片之间无显著差异($P>0.05$),而 6 号膜片与另外 2 组的两两比较都有显著差异($P<0.05$)。

3 讨论

体育运动是当代人生活中不可缺少的一部分,但运动带来的损伤也不容小觑。运动过程中发生的剧烈碰撞是造成牙外伤的高危因素^[10]。Ferrari 等^[11]调查 1189 名男性运动员的牙外伤发生情况,其中,28.8%有过牙外伤经历;另外,运动员遭受牙外伤率

表7 4-6号膜片在10 cm高度的冲击试验结果($\bar{x} \pm s$)
Table 7 Test results of splint group 4-6 at the height of 10 cm($\bar{x} \pm s$)

项目	4号	5号	6号
平均入射速度(m/s)	-1.3870±0.01349	-1.3985±0.03427	-1.3741±0.00974
平均入射深度(mm)	-0.0014±0.00037	-0.0009±0.00023	-0.0005±0.00019
平均反弹高度(m)	0.0400±0.00373	0.0384±0.00329	0.0570±0.00154
平均吸收能量(J)	-0.1329±0.00676	-0.1402±0.00376	-0.0899±0.00124
平均吸收能量比(%)	59.3014±3.33004	61.5432±1.40552	40.8785±0.86909

分别为柔术 41.2%,手球 37.1%,篮球 36.4%,足球 23.3%,柔道 22.3%,曲棍球 11.5%。据 Tiwari 等^[12]调查,参与对抗性运动的运动员,颌面部损伤的概率是 39.4%。口腔颌面部的损伤包括了牙外伤、软组织撕裂、颌骨骨折和颞下颌关节损伤等,这些损伤会带来许多问题,如疼痛、开口受限、影响美观、生活质量降低、经济负担等。运动护齿的使用能够有效避免或减少上述损伤。

EVA 是最常用的运动护齿膜片材料^[13]。本实验中的软质膜片即由 EVA 材料制成,该材料的弹性模量较小,具有较好的吸收能量的性能。EVA 具有弹性,在受力产生形变的过程中,外物与牙的接触时长增加,瞬时受力减小;同时能量分散至牙周围的结构,如牙周韧带和牙槽骨,从而减轻或避免撞击瞬间牙和其他软、硬组织的破坏,形成有效保护。

本实验采用的 7 种膜片都是目前应用广泛的产品,通过冲击试验测试冲击能量、厚度和材质对膜片本身吸收能量性能的影响,以吸收能量比(压头冲击膜片前、后能量的差值与初始能量的比值)表示。因压头在自由落体过程中有难以估计的能量损耗,故初始能量用压头接触膜片瞬间的动能表示。压头压入膜片,到达最大深度后回弹,第 1 次回弹至最高点的高度为反弹高度,此时压头具有的重力势能为终末能量。

冲击压头从不同高度下落,下落的高度越大,碰撞时入射速度越大,压头接触膜片瞬间的能量越大。从实验结果看,冲击压头下落高度每上升 5 cm,软质 3 mm 膜片能量吸收比平均提高 3.5%;而硬质 2 mm 膜片能量吸收比提高较大,平均约 8.5%。因此,冲击能量的改变对于硬质膜片吸收能量性能的影响比对软质膜片的影响大。此外,吸收能量即冲击压头前、后能量差值也随高度升高而增大。由表 4、5 可见,对于软质 3 mm 和硬质 2 mm 膜片,受到冲击的能量越大,膜片的能量吸收比越大,即膜片越能发挥其吸收能

量的性能。

当膜片材质相同、厚度不同时,将冲击压头从同一高度释放,冲击膜片,1 mm 软质膜片的平均吸收能量比最高,2 mm 软质膜片次之;2 组与其他 3 组均存在显著差异,厚度为 3、4、5 mm 的 3 组软质膜片的平均能量吸收比相近,接近 50%,3 组间两两比较均无统计学差异。值得一提的是,2 mm 软质膜片的能量吸收比比 3 mm 软质膜片高 15%,1 mm 软质膜片比 2 mm 软质膜片又高 18%,1、2 mm 软质膜片厚度薄,能量吸收比却高。从力学角度看,发生这种现象的原因在于实验中产生了虚假硬化。由于膜片较薄,冲击压头压入过程中,1 mm 软质膜片的平均入射深度为 0.49 mm,达到其自身厚度的一半;2 mm 软质膜片的平均入射深度达到 1.4 mm,甚至超过其本身厚度的一半;膜片发生塑性形变,应力贯穿至膜片下方的刚性试验平台,平台吸收部分能量。因此,1 mm 和 2 mm 软质膜片的平均能量吸收比其他 3 组显著提高。在实际运用中,单纯使用 1 mm 或 2 mm 软质膜片制作的护齿,同样可能发生应力贯穿的情况;相比于厚度大的膜片,能量更加容易传递到牙列。通常情况下,运动护齿材料越厚,其吸收能量的性能越强^[14]。根据 Bochnig 等^[15]的研究结果,软质运动护齿厚度增加 1 mm,牙偏转程度显著减少。本实验中,同种软质材料、不同厚度膜片(3、4、5 mm)的吸能性则不存在显著差异。3 mm 软质膜片相比于 4 mm 和 5 mm 膜片,具有轻薄、价格便宜的优点。在吸收能量性能无显著差异的情况下,用于制作护齿更具优势,为使用者带来更为舒适的体验。

当膜片厚度相同、材质不同时,将冲击压头从同一高度释放,冲击膜片,2 mm 硬质膜片平均吸收能量比最低,约为 40%;且与其他 2 组存在显著差异。2 mm 软质与 2 mm 软硬结合膜片平均吸收能量比相近,均为 60%,2 组之间无显著差异。试验结果显示,软质膜片或含有软质成分的膜片材料相比硬质膜

片具有更好地吸收能量的性能。通常,硬质膜片在压力之下不易发生形变。从平均入射深度来看,在吸能性较好的2种膜片中,2 mm软硬结合膜片为0.9 mm,2 mm软质膜片为1.4 mm,外层为硬质材料的软硬结合膜片发生形变更小。因此,用于制作运动护齿的膜片需要含有软质材料,才能具有更好地吸收能量特性。

利益冲突声明:无。

作者贡献声明:包世婕、任笑威负责实验操作、数据采集、论文撰写;叶盛佳、李一涵负责实验数据分析和部分数据采集;魏斌、董建辉提出研究思路和设计方案。

[参考文献]

- [1] Bergman L, Milardovic Ortolan S, Žarkovic, et al. Prevalence of dental trauma and use of mouthguards in professional handball players [J]. *Dental Traumatol*, 2017, 33(3): 199–204.
- [2] Gould TE, Piland SG, Shin J, et al. Characterization of mouthguard materials: Thermal properties of commercialized products [J]. *Dent Mater*, 2009, 25(12): 1593–1602.
- [3] Knapik JJ, Marshall SW, Lee RB, et al. Mouthguards in sport activities: history, physical properties and injury prevention effectiveness [J]. *Sports Med*, 2007, 37(2): 117–144.
- [4] DD 253:2001. Mouthguard for use in sport and recreation. Requirements and test methods [S].
- [5] 杨伟湘,李彦.运动护齿器的应用现状及研究进展 [J]. *国际口腔医学杂志*, 2013, 40(4): 486–488.
- [6] 李峥,杜斌.天津市大学生口颌面运动创伤防治的调查研究 [J]. *中国美容医学*, 2015, 24(15): 30–33.
- [7] 李新贵,岳成,黄美荣.乙烯-醋酸乙烯酯共聚物的功能化与应用 [J]. *石油化工*, 2014, 43(6): 609–617.
- [8] 王振华,蒋弟勇.乙烯-醋酸乙烯共聚物行业综述 [J]. *泸天化科技*, 2014, 38(4): 245–251.
- [9] 陆银秋,吴培龙,陈建国,等.共聚酯PETG生产及性能研究 [J]. *中国石油和化工标准与质量*, 2016, 36(20): 16–18.
- [10] 郝艳红,董长安,彭一纯,等.运动致牙外伤945例调查分析 [J]. *中国实用口腔科杂志*, 2011, 4(1): 50–52.
- [11] Ferrari CH, Ferreria de Medeiros JM. Dental trauma and level of information: mouthguard use in different contact sports [J]. *Dent Traumatol*, 2010, 18(3): 144–147.
- [12] Tiwari V, Saxena V, Tiwari U, et al. Dental trauma and mouthguard awareness and use among contact and noncontact athletes in central India [J]. *J Oral Sci*, 2014, 56(4): 239–243.
- [13] Westerman B, Stringfellow PM, Eccleston JA. Beneficial effects of air inclusions on the performance of ethylene vinyl acetate (EVA) mouthguard material [J]. *Br J Sports Med*, 2002, 36(1): 51–53.
- [14] Tulunoglu I, Ozbek M. Oral trauma, mouthguard awareness, and use in two contact sports in Turkey [J]. *Dent Traumatol*, 2006, 22(5): 242–246.
- [15] Bochnig MS, Oh MJ, Nagel T, et al. Comparison of the shock absorption capacities of different mouthguards [J]. *Dent Traumatol*, 2017, 33(3): 205–213.

本刊对医学论文中有关实验动物描述的要求

在医学论文的描述中,凡涉及实验动物者,在描述时均应符合以下要求:①品种、品系描述清楚;②强调来源;③遗传背景;④微生物学质量;⑤明确体重;⑥明确等级;⑦明确饲养环境和实验环境;⑧明确性别;⑨有质量合格证;⑩有对饲养的描述(如饲料类型、营养水平、照明方式、温度、湿度要求);⑪所有动物数量准确;⑫详细描述动物的健康状况;⑬对实验动物的处理方式有单独清楚的交代;⑭全部有对照,部分可采用双因素方差分析。