

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团体标准

T/ XXXX—XXXX

定制式运动防护牙托制作专家共识

Expert consensus on the fabrication of customized mouthguard

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间: 2026/1/23)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 运动防护牙托的主要作用	4
5 定制式运动防护牙托分类	4
5.1 基于厚度与结构设计的分类	4
5.1.1 基础防护牙托	4
5.1.2 标准防护牙托	5
5.1.3 增强防护牙托	5
5.2 基于佩戴部位与覆盖范围的分类	5
5.2.1 上颌覆盖型	5
5.2.2 下颌覆盖型	5
5.2.3 双颌覆盖型	5
5.3 基于加工方法与制作流程的分类	6
5.3.1 热压型运动防护牙托	6
5.3.2 数字化运动防护牙托	6
6 定制式运动防护牙托制作流程	6
6.1 热压型运动防护牙托	6
6.1.1 正压热压型运动防护牙托制作	7
6.1.2 负压热压型运动防护牙托制作	8
6.2 数字化运动防护牙托	9
6.2.1 数字化印模制取与外形设计	9
6.2.2 数字化运动防护牙托加工工艺	10
7 定制式运动防护牙托质量控制	10
7.1 基本性能	10
7.2 外形延展	10
7.3 适配与固位	11
8 定制式运动防护牙托临床佩戴	11
8.1 初戴及检查	11
8.2 个性化调整	11
9 运动防护牙托的维护与更换	11
附录 A（规范性） 正压热压型和负压热压型运动防护牙托加工工艺特点比较	13
附录 B（规范性） 目前国际推荐的运动防护牙托材料的机械性能要求	14
参考文献	15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华口腔医学会口腔急诊专业委员会提出。

本文件由中华口腔医学会归口。

本文件起草单位：空军军医大学第三附属医院、北京大学口腔医院、上海交通大学医学院附属第九人民医院、中山大学附属口腔医院、中国医科大学附属口腔医院、首都医科大学附属北京口腔医院、南京医科大学附属口腔医院、浙江大学医学院附属邵逸夫医院牙科中心、四川大学华西口腔医院、兰州大学口腔医院、浙江大学医学院附属口腔医院、解放军总医院第一医学中心、中国人民解放军联勤保障部队900医院、郑州大学第一附属医院。

本文件主要起草人：张旻、陈永进、朱亚琴、余东升、张英、龚怡、叶红强、陈亚明、姬爱平、盛列平、华成舸、张凯、何巍、李志革、郭斌、傅升、轩昆、田磊、吴礼安、林国芬、刘艳丽、杨阳、闫鹏宇、王旭、宋润芳、杨曙瑛

引 言

口腔运动损伤（以下简称运动损伤）可导致牙齿外伤、颌骨外伤、颞下颌关节损伤，引起对患者生理心理的双重伤害，特别是头部受到冲击引发的脑震荡等脑神经细胞损伤，甚至可能危及运动者的生命安全。运动防护牙托又称为运动护齿器，主要用于运动时牙齿与牙槽外伤的预防。是一种覆盖牙齿和牙龈，能有效避免或减少口腔软硬组织损伤的口内可摘戴防护器具。为了提升国民口腔健康水平，中华口腔医学会在 2023 年 9 月发出立场声明，倡导我国民众在各种对抗性和高速度体育运动中佩戴运动防护牙托，呼吁口腔医务工作者和体育运动相关组织积极支持运动防护牙托的普及和应用，以避免或减轻运动参与者的口腔颌面部运动创伤。定制式运动防护牙托是根据个体牙列形态，由专业人员有针对性地设计不同区域的厚度与硬度，采用热层压技术或数字化技术制作工艺定制而成，以起到在运动时外伤撞击时对牙齿及其周围软硬组织的保护作用，其功能核心在于精准的个性化适配性。目前我国定制式运动防护牙托普及率较低、制作流程也缺乏统一与规范。针对上述情况，中华口腔医学会口腔急诊专委会组织专家经过全面文献回顾、充分交流讨论、反复修改定稿，最终制定了“定制式运动防护牙托制作专家共识”，以期指导运动防护牙托的规范制作与技术普及。

定制式运动防护牙托制作专家共识

1 范围

本专家共识制定了定制式运动防护牙托的主要作用、分类、制作流程、质量控制以及更换建议，适用于口腔医疗机构。

本专家共识供口腔临床医师借鉴与参考

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 运动防护牙托 (mouthguard, MG)

又称为运动护齿器，主要用于运动时牙齿与牙槽外伤的预防。是一种覆盖牙齿和牙龈，能有效避免或减少口腔软硬组织的损伤的口内可摘戴防护器具。

3.2 牙外伤 (traumatic dental injuries, TDI)

是指突然的机械外力冲击所造成的牙体硬组织、牙髓组织或者牙周软硬组织不同程度的急性损伤。

4 运动防护牙托的主要作用

规范制作的定制式运动防护牙托可通过唇侧阻挡，保护牙齿及牙周组织（尤其是上颌前牙区）免受来自前方及侧面的直接外力冲击；通过与上颌缓冲材料的接触（即冲击性闭口），保护牙齿与牙周组织免受来自下颌牙齿的冲击力；通过对牙列的全方位包绕，防止外力导致的唇部、舌部及面颊损伤；通过稳定下颌位置，保护颞下颌关节免受外力创伤；通过阻挡上颌与下颌牙齿的直接接触，保护牙齿和牙周组织免受剧烈运动时的碰撞与紧咬压力；通过刺激口颌面部肌肉活动，有效强化头部固定力，间接降低头部冲击损伤风险。

5 定制式运动防护牙托分类

5.1 基于厚度与结构设计的分类

厚度是决定运动防护牙托冲击吸收与能量分散能力的核心物理指标[1]。其防护机理遵循冲量定理 $F \cdot t = m \cdot \Delta v$ ，牙托通过弹性形变增加冲击作用时间 t ，从而降低作用于牙齿与颌骨的瞬时冲击力 F [1]。

5.1.1 基础防护牙托（薄型）

此等级防护牙托厚度通常为2-3mm单层的均质结构，该厚度范围在满足前牙保护要求的同时，将口腔呼吸气流动力学的影响降至最低，避免了吸气与呼气峰值流量的显著损失[2]。单层乙烯-醋酸乙烯酯共聚物（EVA）材料通过热压成型，在提供基础冲击缓冲的同时保障了极佳的佩戴舒适性[3]。此等级防护牙托适用于低冲撞风险或长距离耐力项目的低对抗性运动，如羽毛球、乒乓球、体操、高尔夫等，或作为儿童青少年过渡性选择[3-4]。

5.1.2 标准防护牙托（常规型）

此等级防护牙托厚度通常为3-4mm双层的复合结构，该厚度可在保护性、舒适度与固位力间取得最佳平衡[5]。软-硬双层复合材料通过层压成型：内层为低硬度材料确保舒适与固位；外层为高硬度材料提供抗冲击支撑[6]。此等级防护牙托在关键防护区域（如上前牙唇侧、磨牙咬合面）能够有效吸收和分散冲击能量[7]。广泛适用于绝大多数中高强度对抗或冲撞风险的竞技运动，如篮球、足球、橄榄球、冰球、曲棍球等[4]。

5.1.3 增强防护牙托（厚型）

此等级防护牙托为多层的梯度结构，局部强化区域厚度可超过5mm[6]。此类牙托通常采用多层热压工艺制造，由不同硬度的 EVA 片材复合而成三层或更多层结构，并集成特殊功能层，如高抗冲聚合物、聚氨酯凝胶、硅胶或不同弹性模量的增强层，提供最高级别的能量吸收和针对性保护[8]。专为存在极高冲击损伤风险的运动设计，如拳击、散打、综合格斗，或用于有特殊防护需求的运动员[9]。

5.2 基于佩戴部位与覆盖范围的分类

定制式运动防护牙托可实现个体牙弓形态的高度适配。根据牙列解剖特征及运动损伤的易感区域可有如下分类。

5.2.1 上颌覆盖型

此类防护牙托覆盖上颌，远中延伸至第一磨牙远中面，唇侧延伸至颊侧前庭沟[6]。上颌骨相对固定且处于面部最突出的位置，上颌前牙受累风险远高于其他区域，上颌单颌覆盖型可在满足 80% 以上防护需求的同时，保留舌侧运动空间，利于高强度的通气与沟通[2]，并通过材料缓冲间接保护下颌髁状突[10]。此类牙托适用于绝大多数运动时的牙外伤防护。

5.2.2 下颌覆盖型

此类防护牙托仅覆盖下颌牙列[6]。主要适用于 Angle III 类错颌（反颌）人群。其受到正面冲击时，冲击力会首先作用于下颌牙齿，此类人群需佩戴下颌防护牙托[11]。此外，部分需要极高专注力且伴有剧烈咬牙习惯的专项运动（如举重、射击、冰球守门员）也可采用下颌防护牙托以稳定颞下颌关节[12]，同时避免上颌防护牙托可能引起的频繁吞咽或呕吐反射[13]。

5.2.3 双颌覆盖型

此类防护牙托同时覆盖上颌与下颌牙列，并且上下一体，实现将下颌位置锁定在预设的肌中心位，使下颌骨在受到冲击时可作为一个整体均匀分配力量，极大地降低了下颌向颅底传递冲击而引发脑震荡的风险[14]。同时通过稳定颌位实现对下颌牙齿、双侧颞下颌关节的协同保护。此类防护牙托适用于需要全面防护上下颌的格斗类项目，如综合格斗、摔跤等，或有明确颞下颌关节损伤或有严重颌骨损伤史的人群[7]。

5.3 基于加工方法与制作流程的分类[15]

5.3.1 热压型运动防护牙托

通过正压或负压将加热后的热塑性护齿材料贴合到运动员上颌或下颌牙弓模型上的成型工艺，可实现与实体主模型的最佳适配。

5.3.2 数字化运动防护牙托

在口内光学扫描的基础上，采用3D打印的实体模型或无需实体模型即可直接成型目标产品的数字化生产工艺，产品形状由生产用虚拟模型或计算机辅助设计确定。

总之，在选择定制式运动防护牙托时，应综合考虑个人牙列解剖特征、运动类型及损伤风险，以实现最佳防护效果。上颌覆盖型适用于绝大多数运动，如上颌前牙易受冲击的球类或田径项目，它能满足80%以上的防护需求；下颌覆盖型主要针对Angle III类错颌人群，或举重、射击等需要咬牙专注的运动；双颌覆盖型则推荐用于格斗、摔跤等高强度对抗性运动，或有颞下颌关节损伤史者。总体而言，优先评估运动潜在外伤风险和个人牙弓形态，在专业口腔医疗机构进行定制，才能确保牙托适配且舒适安全。由于上颌覆盖型运动防护牙托最常用，因此本共识着重讲述其制作流程与要求，下颌型防护牙托的制作原则与其相同，双颌型防护牙托则重点需要关注上下颌连接部的前牙区及后牙区通气孔的预留，以保证佩戴者的呼吸通畅。

6 定制式运动防护牙托制作流程

热压型运动防护牙托的主要材料包括：（1）醋酸乙烯酯 - 聚乙烯或乙烯 - 醋酸乙烯酯（EVA）共聚物；（2）聚氯乙烯；（3）乳胶橡胶；（4）丙烯酸树脂；（5）聚氨酯[16]。不同材料展现了不同的冲击吸收能力、硬度、刚度、拉伸强度、撕裂强度和吸水性等机械性能，乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）由于其优越的物理特性及易加工特性，是目前制作定制式运动防护牙托最常用的材料[17]。目前国际推荐的运动防护牙托材料的机械性能要求见附录B [15]。

6.1 热压型运动防护牙托

正压热压型运动防护牙托制作的核心技术为压力层压技术。压力层压技术通过正压将加热后的热塑性护齿材料贴合到运动员上颌或下颌牙弓模型上的成型工艺，可实现与实体主模型的最佳适配[15]。压力层压技术采用较高温度和高压，将多层材料融合，实现膜片的加压塑性过程，确保特定厚度。这种

制作方法通常更精准，防护牙托变形程度小于真空成型法，是目前定制式运动防护牙托的首选制作方法[18-20]。其核心特点是通过多层材料的组合（如 EVA 材与硬性材料搭配），分散冲击力量并提升冲击吸收能力，同时兼顾安全性与佩戴舒适度[20]。

6.1.1 正压热压型运动防护牙托制作[7、21]

——第一层制作

1) 外形线标记

在模型上绘制防护牙托的外形线，确定防护牙托的覆盖范围和边缘形态。前牙区唇侧凸缘延伸至距前庭区黏膜反折线约 2mm 范围内，避开唇系带及牙龈颊侧移行部，确保系带活动不受限，边缘呈圆弧形。后牙区颊侧仅覆盖至牙冠颊面中央区域；前牙区腭侧沿牙龈线连续标记；后牙区腭侧覆盖至牙冠舌面中央附近。形态修整时需保留咬合接触部分。除特殊护齿器外，后缘需覆盖第一、第二磨牙；若佩戴时异物感强或易引发咽反射，可将第二磨牙咬合面半覆盖或仅覆盖至第一磨牙。

2) 模型处理

在工作模型表面涂抹热成型分离剂，需避开已标记的外形线。

3) 材料加热、软化、加压成型

提前预热成型机，确保加热均匀。将 EVA 膜片安装在成型机上，根据模型大小调整，将前牙区域放在靠近中央的位置。加热（具体时间根据可加压成型机设置，材料厚度、颜色、室温及空气对流调整），待材料充分软化后，操作成型机加压，压力设定为 6.5bar 左右，确保材料与模型紧密贴合。待材料完全固化后减压取出。

4) 外形修整与打磨抛光

将成型后的第一层材料从模型上脱离，避免用力过猛导致材料破损或模型损坏。将模型固定在骀架上，确保咬合关系稳定。使用切割机或超声波切割机，沿标记的外形线切割多余材料。用抛光轮等工具修整边缘并抛光。热风枪轻微软化咬合面，骀架闭合记录咬合接触。

5) 第二层贴合前准备（确保厚度与粘接强度）

用钨钢磨头削除第一层材料表面约 1mm，去除光滑层，提升与第二层的粘接强度；重点处理前牙区、磨牙区等关键部位，避免气泡混入。若需添加姓名、队徽、国旗等标识，在第一层材料表面固定标识，确保与第二层贴合时不偏移，标识边缘需与材料表面平齐。

——第二层层压贴合

1) 外形线标记

前牙区唇侧第二层标记范围与第一层基本相同或略长；前牙及后牙区唇颊侧凸缘延伸至距前庭区黏膜反折线约 2mm 范围内，以不阻碍唇颊系带活动为准，边缘呈圆弧形。腭侧外形线距腭侧龈缘 2~5mm，避免后牙腭侧组织不必要或过度的接触[15]。

2) 材料准备

选用与第一层适配的 EVA 膜片，同样削除表面 1mm 以提升粘接性，涂抹 EVA 专用粘接剂。

3) 加热、软化、加压贴合

成型机再次预热，加热第一层材料的粘接面；将处理后的第二层材料反向安装在成型机上，对准第一层材料的贴合位置，加热，确认材料软化后加压至 6.5bar，确保两层材料紧密融合。重复冷却流程，待材料完全固化后减压取出。

4) 外形修整与打磨抛光

沿标记的第二层外形线切割，磨牙区颊侧外形可略小于第一层。抛光轮打磨边缘，使两层材料过渡平滑，消除台阶感。将主模型重新固定在骀架上，确保磨牙区厚度保持 2~3mm，前牙区避免过度接触。轻微软化咬合面，标记对合咬合印记，削除多余材料，保留牙尖 0.5~1.0mm 的接触点。在骀架上反复咬合，检查接触均匀性，避免局部压力集中。使用者口腔内试戴，检查贴合度和咬合关系，进行必要的调磨。使用弹性布轮或毛刷轮配合专用抛光蜡，对防护牙托内外表面，尤其是所有切割边缘进行高速抛光，保证触感光滑。

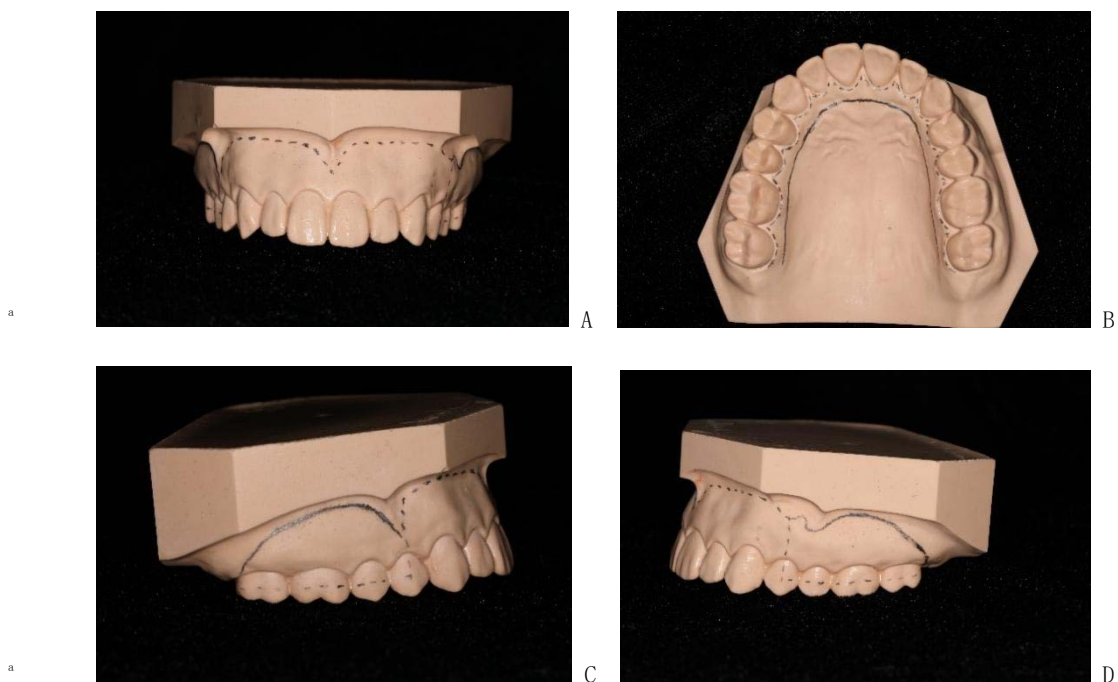


图1 外形线标记 (A 前牙区 B 腭侧区 C 右侧区 D 左侧区)

6.1.2 负压热压型运动防护牙托制作[7、22、18]

负压热压成型 (vacuum-pressure thermoforming) 技术通过将热塑性材料在负压下紧密贴合石膏模型，可高效制备高度个性化、边缘密合的定制式防护牙托。该技术不仅能精确复制患者牙弓形态，还可根据运动类型调控材料厚度[23]。

1) 外形线标记

在模型上绘制防护牙托的外形线，确定防护牙托的覆盖范围和边缘形态。前牙区唇侧覆盖唇侧面，并避开唇系带及牙龈颊侧移行部；磨牙区颊侧从咬合面中央附近向下覆盖至牙龈边缘上方。唇颊侧凸缘应延伸至距前庭区黏膜反折线约 2mm 范围内，边缘呈圆弧形。腭侧凸缘应延伸至距腭侧龈缘 10mm 范围内。后缘需覆盖第一、第二磨牙；若佩戴时异物感强或易引发恶心反射，可将第二磨牙咬合面半覆盖或仅覆盖至第一磨牙。

2) 模型修整

为提高真空成型的效果，可将模型的腭部适当削除，减少空气残留，提高材料与模型的贴合度。在石膏模型表面涂布一层模型强化剂（如氰基丙烯酸酯快干胶或专用模型漆），干燥后涂布分离剂可防止模型在高温下粉化，并确保冷却后防护牙托能顺利取下。

3) 材料加热、软化、加压成型

打开真空压膜机，将加热炉升温至设定温度：EVA 材料通常在 160~180° C。将预处理好的石膏模型置于机器工作台中央。将叠放好的 EVA 片材组置于片材夹持框中，确保完全覆盖模型。将夹持框送入加热炉，加热至片材完全下垂、呈均匀透亮状。启动真空吸附。观察片材被均匀向下拉伸，完全包裹模型。保持真空，启动冷却风扇，直至片材完全硬化定型（约 60-120s）。关闭真空，移开加热炉，取出带模型的成型坯件。

4) 外形修整与打磨抛光

用切割工具按照外形线切割防护牙托，用手术剪刀将其边缘修剪至模型边缘 1~2mm 处，去除多余材料。对防护牙托的边缘进行打磨，使其光滑平整。使用者口腔内试戴，检查贴合度和咬合关系，进行必要的调磨。使用弹性布轮或毛刷轮配合专用抛光蜡，对防护牙托内外表面，尤其是所有切割边缘进行高速抛光，保证触感光滑。

6.2 数字化运动防护牙托

数字化运动防护牙托的基材建议选择符合口腔生物相容性要求、具备适宜力学强度（抗冲击性、弹性）与佩戴舒适度、可通过数字化制造工艺成型的牙科专用高分子材料，其性能直接决定防护牙托的防护效果与使用寿命。

6.2.1 数字化印模制取与外形设计

1) 牙列与咬合关系扫描

口内扫描仪探头沿上下颌牙列唇颊侧、舌侧及咬合面依次扫描，对磨牙远中、前牙舌侧等盲区，调整探头角度重复扫描，避免数据缺失。扫描完成后，让患者处于 ICP 位，进行咬合面扫描，获取上下颌牙列的对位关系数据。

2) 电子面弓数据获取

使用电子面弓实时捕捉下颌运动轨迹，生成三维颌位参数。将颌位数据导出，并与口内扫描的牙列模型数据导入同一设计软件，实现颌位与牙列模型的精准匹配。

3) 虚拟颌架模拟与验证

基于数字化颌位数据，在CAD软件中匹配虚拟颌架系统，模拟下颌生理运动轨迹，验证对齐后模型的动态咬合适配性。若模拟过程中出现碰撞、接触不良等问题，返回精准对齐环节重新调整模型位置，确保动态咬合关系协调。

4) 数字化外形设计

上颌第一磨牙近中舌尖与对颌接触点间颌间距2.0~3.0mm（对抗性运动取上限）。唇颊侧边缘延伸至粘膜反折线下0.5mm，呈“圆钝状”设计，避免压迫牙龈。舌侧边缘延伸至舌侧龈缘上1.5~2.0mm处，确保颌位稳定性。

6.2.2 数字化运动防护牙托加工工艺

1) 增材制造：3D打印工艺

根据运动类型选择树脂材料，对抗性运动选用邵氏硬度A 50~60的软质弹性树脂，非对抗性运动选用邵氏硬度D60~70的硬质树脂，复合树脂则采用“咬合面硬质+边缘软质”的双色打印方案。将STL模型导入切片软件。设置光固化打印机波长、曝光时间、打印速度，打印过程中实时观察模型成型状态，避免出现支撑断裂、树脂残留等问题，打印完成后静置10min，待树脂充分固化后取出。对打印件进行超声清洗以去除表面未固化树脂，抛光打磨至表面光滑，实现口腔黏膜接触舒适。

2) 减材制造：可切削工艺

选择医用级PC板材或硬质树脂块，通过吸附装置固定在切削机工作台上，粗加工选用大直径硬质合金球头刀，精加工选用小直径的金刚石涂层刀具，确保切削精度[24]。粗加工去除70%的材料余量；精加工保证表面精度与尺寸一致性；水冷方式避免切削过程中材料过热变形。使用牙科砂片修整切削后的边缘，打磨抛光确保表面光滑无划痕。

7 定制式运动防护牙托质量控制

7.1 基本性能[25]

防护牙托需具备良好的冲击力吸收和分散能力；贴合牙弓，固位性佳、且对软组织无明显压迫的不适感；完全覆盖咬合面，防止牙齿发生非预期移位；在确保适配运动项目防护需求最大化的前提下，防护牙托应尽可能轻薄；佩戴舒适、无异味、无异味且生物相容性良好；不影响发音和呼吸。

7.2 外形延展

防护牙托在中切牙唇面厚度至少为3~4mm（高风险接触运动中须达到最大值）；前牙切缘处厚度保持1.5~2mm以实现最佳防护[5, 26, 27]；向远中至少延伸至上颌第一磨牙远中面，唇侧延伸应尽可能至前庭沟底，腭侧翼应尽可能短，以兼顾固位和舒适度，唇侧边缘圆钝，腭侧边缘呈收窄形态[28、29]；防护牙托应与对颌牙列形成有较稳定咬合关系[30]。

三维动画展示链接：<http://wenxian.keweiqi.com/huchi2.html>

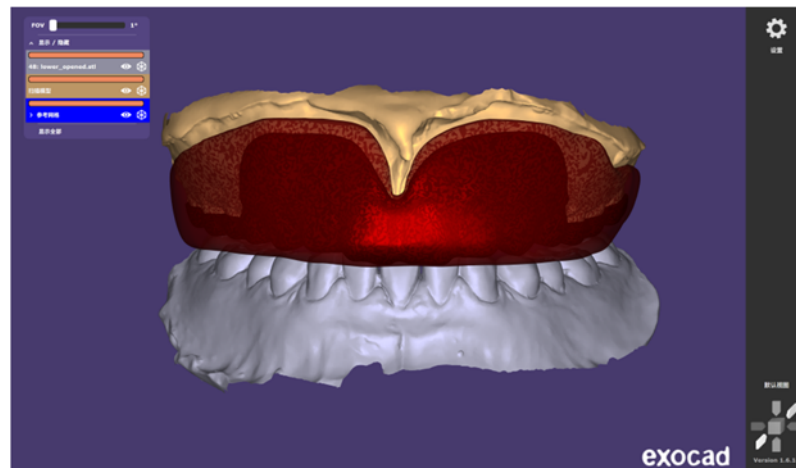


图2 三维动画展示样图

7.3 适配与固位

防护牙托应具备良好的口内适配性和固位力，在冲击力作用下抗脱位，且不影响运动员说话沟通[31]；佩戴后舒适且不引起软组织刺激或溃疡[32]。



图3 热压型标准运动防护牙托完成图（A 正面观 B 右侧面观 C 左侧面观）

8 定制式运动防护牙托临床佩戴

8.1 初戴及检查

- 1) 贴合度：防护牙托与牙列贴合紧密，无明显翘动，边缘与牙龈接触无压迫感；
- 2) 固位性：患者做开口、闭口、侧方运动时，护齿器无脱落；
- 3) 咬合状态：检测咬合接触点，确保分布均匀（每象限接触点 ≥ 3 个），无偏侧咬合或高点接触。

8.2 个性化调整

对检测出的高点接触区域，用牙科低速手机（转速30000 r/min）配合细砂车针进行微量打磨，每次打磨量 $\leq 0.1\text{mm}$ ，直至咬合均匀。对患者反馈的黏膜压迫区域，打磨边缘厚度0.2-0.3mm，保持边缘圆钝，并抛光后交付使用者。

9 运动防护牙托的维护与更换

运动防护牙托每次使用后，应及时用清水冲洗或者软毛牙刷刷洗，去除口腔内的唾液、食物残渣等，以保持其清洁卫生。不要使用有腐蚀性的清洁剂、热水、酒精、日晒等方式消毒。如有磨损或戴用不适，

应及时更换。清洗后要将其放在通风干燥的地方晾干，避免阳光直射。建议装进专用盒子容器，避免受较大外力造成变形或折断。

运动防护牙托的更换应以其结构完整性、适配性及卫生状况为主要判断依据，而不宜仅依据使用时间进行简单更换。随着使用时间延长，运动防护牙托可能出现材料疲劳、厚度减少及表面磨损等变化，从而削弱其冲击吸收和防护能力。当运动防护牙托出现裂纹、穿孔、分层、明显变形或边缘锐利等情况时，应立即停止使用并进行更换。这类结构性损伤不仅会显著降低防护效果，还可能对口腔软组织造成刺激或损伤[33]。此外，若防护牙托在佩戴过程中出现明显松动、需用力咬合才能固定，或引起牙龈、唇颊黏膜疼痛与溃疡，也提示其适配性已下降，应视为更换指征。

在未出现明显结构损伤的情况下，长期使用导致的严重染色、异味或经规范清洁与消毒后仍难以去除的沉积物，亦提示牙托表面生物膜负荷较高，应结合卫生状况与佩戴依从性综合评估是否更换[34]。此外，若牙托曾暴露于高温环境并发生热变形，即使外观损伤不明显，也不宜继续使用[35]。

关于更换周期，应以定期专业复查为基础，根据磨损程度、适配性及使用状况决定是否更换。一般而言，儿童和青少年由于颌面部处于生长发育阶段，牙列变化可能较快，运动防护牙托的适配性易随时间下降，建议每 6~12 个月复查一次，并根据牙列变化及时调整或更换牙托，以确保防护效果[36]。成人高强度对抗性运动项目的使用者宜缩短复查间隔，而低频或非对抗性项目的成人运动员可适当延长复查周期。正畸治疗、修复治疗或牙齿缺失、萌出等情况发生后，原有牙托往往不再适配，宜重新制作。

附 录 A
(规范性)

正压热压型和负压热压型运动防护牙托加工工艺特点比较[7]

评价维度	负压吸引成型	正压热压成型
成型压力	0.1 MPa (1 bar)	0.4 - 0.6 MPa (4 - 6 bar)
层压结合能力	易分层, 气泡多	化学键合不易分层, 无气泡
组织面适配度	易出现间隙	极致贴合
厚度控制	单层厚度减薄严重	通过多层叠加控制厚度
适用范围	基础防护, 低风险运动	高级防护, 高风险运动

附录 B
(规范性)

目前国际推荐的运动防护牙托材料的机械性能要求[15]

性能类别	指标项目	具体要求	适用范围
硬度指标	邵氏A硬度	55-95	基础型、标准型外层、及增强型外层
		40-60	标准型内层及增强型内层
机械强度	抗撕裂强度	$>200\text{ N/cm}$	所有类型
防护性能	冲击吸收率	$>65\%$	所有类型
	能量回弹	$<30\text{ N/cm}$	所有类型
物理稳定性	吸水率	$\leq 0.5\%$	所有类型

参 考 文 献

- [1] Klineberg I, Massey W, Thomas M, et al. A new era of dental education at the University of Sydney, Australia[J]. Australian dental journal, 2002, 47(3): 194-201.
- [2] Amis T, Di Somma E, Bacha F, et al. Influence of intra-oral maxillary sports mouthguards on the airflow dynamics of oral breathing[J]. Medicine and science in sports and exercise, 2000, 32(2): 284-290.
- [3] Green J I J. The role of mouthguards in preventing and reducing sports-related trauma[J]. Primary dental journal, 2017, 6(2): 27-34.
- [4] Association C S. Wearing sports mouthguards to prevent oral and maxillofacial trauma[J]. Chinese Stomatological Association, 2024, 27(1): 13-15.
- [5] Roberts H W. Sports mouthguard overview: materials, fabrication techniques, existing standards, and future research needs[J]. Dental traumatology, 2023, 39(2): 101-108.
- [6] Badel T, Jerolimov V, Pandurić J, et al. Custom-made mouthguards and prevention of orofacial injuries in sports[J]. Acta medica Croatica: casopis Hrvatske akademije medicinskih znanosti, 2007, 61: 9-14.
- [7] 武田友孝, 石上, 等. カスタムメイドタイプマウスガードのつくり方: 最新[J]. (No Title).
- [8] Shelley A, Winwood K, Allen T, et al. Effectiveness of hard inserts in sports mouthguards: a systematic review[J]. British Dental Journal, 2022: 1-9.
- [9] Newsome P RH, Tran DC, Cooke MS. The role of the mouthguard in the prevention of sports-related dental injuries: a review[J]. International Journal of Paediatric Dentistry, 2001, 11(6): 396-404.
- [10] Singarapu R, Panneerselvam E, Balasubramaniam S, et al. The role of mouthguards in preventing temporomandibular joint injuries during contact sports: a prospective study[J]. Frontiers in dentistry, 2023, 20: 12.
- [11] Mantri SS, Mantri SP, Deogade S, et al. Intra-Oral Mouth-Guard in sport related oro-facial injuries: prevention is better than cure![J]. Journal of clinical and diagnostic research, 2014, 8(1): 299-302.
- [12] Miro A, Buscà B, Aguilera-Castells J, et al. Acute effects of wearing bite-aligning mouthguards on muscular strength, power, agility and quickness in a trained population: a systematic review[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(13): 6933.
- [13] Wang K, Liu Y, Zhao Z, et al. Mouthguard types, properties and influence on performance in sport activities: a narrative review[J]. Frontiers in Medicine, 2025, 12: 1527621.
- [14] Takeda T, Ishigami K, Hoshina S, et al. Can mouthguards prevent mandibular bone fractures and concussions? A laboratory study with an artificial skull model[J]. Dental traumatology, 2005, 21(3): 134-140.
- [15] ANSI/ADA Standard No. 99: Dentistry - Athletic Mouth Protectors and Materials.2025.
- [16] Wang K, Liu YT,Zhao,ZH,et al.Mouthguard types, properties and influence on performance in sport activities: a narrative review[J].Frontiers in medicine, 2025,12:1527621.
- [17] 王悦,闫鹏宇,刘艳丽,等.运动护齿的研究进展[J].中国口腔医学继续教育杂志,2023,26(5):345-349.

- [18] K Parker, B Marlow, N Patel, et al. A review of mouthguards: effectiveness, types, characteristics and indications for use[J]. *British Dental Journal*, 2017, 222(8):629-633.
- [19] Takahashi M, Bando Y. Effects on the thickness of single-layer mouthguards with different model positions on the forming table and different sheet frame shapes for the forming device[J]. *Dental traumatology*, 2022, 38(1):88-94.
- [20] 汪俊.影响防护牙托防护性能的因素[J].*口腔材料器械杂志*. 2017,26(1):1-4.
- [21] Miura J, Maeda Y, Machi H, et al. Mouthguards: difference in longitudinal dimensional stability between single- and double-laminated fabrication techniques[J]. *Dental traumatology*, 2007, 23(1):9-13.
- [22] Wicks RA, Coco S, et al. A mouthguard fabrication technique for contemporary sports dentistry[J]. *The Journal of the Tennessee Dental Association*. 2009, 89(4):32-3; quiz 34-5.
- [23] Yonehata Y, Maeda Y, Machi H, et al. The influence of working cast residual moisture and temperature on the fit of vacuum forming athletic mouth guards[J]. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2003, 89: 23–27.
- [24] Chen Y, Liu G, Wang X. Optimization of computer-aided manufacturing (CAM) parameters for dental restorations including hard resin sports mouthguards[J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2023, 312: 117890.
- [25] FDI policy statement: Sports Mouthguards[J]. *International dental journal*, 2023, 3-4.
- [26] Sliwkanich L, Ouanounou A, Mouthguards in dentistry: Current recommendations for dentists[J]. *Dental traumatology*, 2021, 37(5):661-671.
- [27] Avgerinos S, Stamos A, Nanussi A, et al. Position Statement and Recommendations for Custom-Made Sport Mouth guards[J]. *Dental traumatology*, 2025, 41(3):246-251.
- [28] Kessler A, Reichl FX, Folwaczny M, et al. Monomer release from surgical guide resins manufactured with different 3D printing devices[J]. *Dental materials*, 2020, 36(11):1486-1492.
- [29] Fernandes LM, L Neto JC, Lima The TFR, et al. Use of Mouthguards and Prevalence of Dentoalveolar Trauma Among Athletes: A Systemic Review and Meta-Analysis[J]. *Dental traumatology*, 2019, 35(1):54-72.
- [30] Avgerinos S, Stamos A, Nanussi A, et al. Position Statement and Recommendations for Custom-Made Sport Mouthguards[J]. *Dental traumatology*, 2025, 41(3):246-251.
- [31] Almeida MH, Ceschim GV, Póvoa Iorio NLP, et al. Influence of thickness, color, and polishing process of ethylene-vinyl-acetate sheets on surface roughness and microorganism adhesion[J]. *Dental traumatology*, 2018, 34(1):51-57.
- [32] Takahashi M, Bando Y. Examination of thermoforming techniques to secure mouthguard thickness of the labial and buccal sides with a single sheet: An in vitro study[J]. *Dental traumatology*, 2022, 38(4):332-339.
- [33] D'Ercole S, Tieri M, Martinelli D, et al. Microbial Contamination and Disinfection of Sport Mouthguard: In Vitro Study[J]. *Current Microbiology*, 2020, 77(2): 246-253.
- [34] Saito M, Nakajima K, Tsutsui A, et al. Effects of Mouthguards on Skin Damage In Vitro Study[J]. *European Journal of Dentistry*, 2023, 17(03): 740-748.
- [35] Knapik JJ, Marshall SW, Lee RB, et al. Mouthguards in sport activities : history, physical properties and injury prevention effectiveness[J]. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 2007, 37(2): 117-144.

[36] Sports Mouthguards[J]. International Dental Journal, 2023,73(1): 3-4.