特制的口腔防护器的厚度和韧度的特性

Thickness and stiffness characteristics of custom-made mouthguard materials

Emile J. Waked, Angelo. Caputo

原载 Quintessence Int 2005;36:462-466(英文)

黄成才 译　冯海兰 校

摘要　**目的**　测量不同类型的特制口腔防护器在加工以后的厚度和模拟咬合负载下的形变。

材料和方法　10个口腔防护器在同一个牙弓上，分别用以下的材料和方法加工：第一组：Colored Mouthguard，真空下形成（4mm厚）；第二组：Proform，真空下形成(4mm厚)；第三组：Drufosoft，通过加压薄片成形(3+3mm)。经加工后，在三个地方测量厚度：第一磨牙的舌侧尖，第一前磨牙的远中边缘嵴和中切牙的唇面。每一组的韧度，通过带有一个钝探头的Instron测量机器，在第一磨牙的舌侧尖区域上施加一个模拟咬合力来进行测量。而相应的穿透力是使用一个针盘量规进行测量。而不同口腔防护器组的厚度和受力下挠度测量值则通过标准方差分析和假性因果检验进行比较。

结果　第1和第2组在磨牙位置的平均厚度分别为1.55mm和1.52mm，明显小于第3组相应的厚度(3.48mm)，而在切牙唇面的厚度方面，第1组和第2组是相似的，分别为2.05mm和2.06mm，亦明显小于第3组相应位置的厚度(3.29mm)。而第1和第2组的韧度相似，明显高于第3组。

结论　研究结果表明真空形成口腔防护器的厚度比加压薄片成形口腔防护器的厚度小，加压薄片成形的口腔防护器的材料厚度足以保护运动员不致遭受外伤。

对进行有身体接触运动的运动员来说，因头面部结构外伤而导致的重伤，是其中一个重要的威胁。在参加身体接触运动时，每一个运动员就有十分之一的机会遭受到牙或口腔外伤。使用口腔防护器的目的并不是单纯为了保护牙齿，同时也为了保护周围的结构，例如牙槽骨、附着的牙龈和肌肉组织。为此，需要减小发生下颌骨骨折的危险和降低来自下颌骨的突发性的冲击力。

各种有效的口腔防护器可以分为以下的类型：

第一类：病人直接戴上的一种预成品，简单地覆盖在运动员的牙列上，与牙齿完全不密合，被认为是所有类型中保护能力最小和最便宜的。

译者　北京大学口腔医学院
北京海淀区中关村南大街22号　100081

第二类:经过加热后直接由患者咬成的,通过将预成的口腔防护器加热并塑造出牙的形态,能与牙齿间达到一定的吻合性。然而,材料的不稳定性和分布不均匀令其不能完全地与牙齿密合和保护牙齿。

第三类:特制的,通过在运动员牙弓的模型上进行真空或加压薄片成形。这是专业牙科医生选择推荐给病人的口腔防护器。

就对颌骨的冲击而言,精确地制造特制的口腔防护器能减小脑震荡的发生率,同时亦可减小头面部的外伤。冲击力能被口腔防护器逐渐吸收和均匀地分散。在口腔防护器的后部有合适的厚度,上下颌骨被分隔,就能减小传递至颅底部的冲击力。当使用不合适的口腔防护器时,下颌骨可以向上、向后撞击颅底部和关节窝,处于一个更容易引起外伤和脑震荡的位置。口腔防护器的厚度和韧度是很重要的,它们能缓冲前牙,避免神经外伤,并能为下颌骨提供适当的支持。制造特制的口腔防护器的方法主要有两种:真空成形和加压成形。但使用不同的材料和方法,对制成的口腔防护器的厚度和韧度的影响,几乎还没有任何研究数据。而本文研究的目的就是要比较使用真空成形和加压薄片成形的特制口腔防护器对其材料的厚度和韧度的影响。

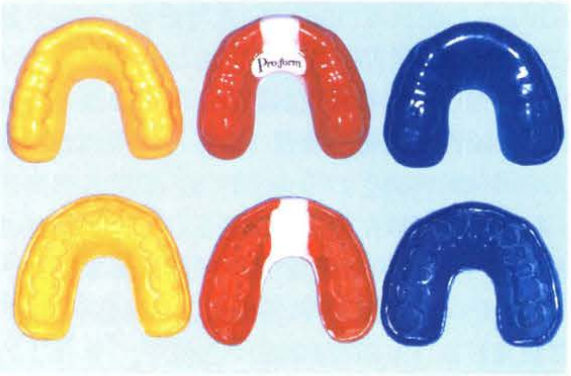

图 1 实验组:第一组:Nonlaminated 真空下成形;
第二组:Prelaminated 真空下成形;
第三组:加压薄片成形。

表 1 实验组

分组	厚度	制作方法	材料	种类	制造商
1	4mm	真空成形	Nonlaminated	Colored Mouthguard	National Keystone
2	4mm	真空成形	Prelaminated	Proform	Dental Resources
3	3+3mm	加压薄片	Nonalminated	Drufosoft	Westone Laboratories

材料与方法

在同一牙弓上制作两种主要的模型。使用真空灌注和经肥皂洗刷的石膏模型(用 Keen Green, Heraeus Kulzer,20ml 水/100g 粉,在 27mm 汞柱压力,真空调拌器内调合),和一个手工调拌灌注的干燥石膏模型(Labstone, Heraeus Kulzer,20ml 水/100g 粉调合)。真空灌注和经肥皂洗刷的石膏模型能够形成一个不能渗透的表面,这对于在高压状态下形成光滑表面是非常必要的。而手工调拌的干燥石膏模型的多孔结构是用来保证口腔防护器材料在真空状态下能与模型贴合。口腔防护器的样本就是用乙烯醋酸乙烯的热塑材料在这两个模型上制作:常规的(3mm) Drufosoft (Westone Laboratories);常规的 (4mm)Colored Mouthguard (National Keystone);和预成薄膜 (4mm)Proform (Proform Dental Resources)。样本通过真空或加压制成。实验组的详细描述见表 1 和图 1。

每个组制作 10 个样本。对真空加压的样本,将手工调拌的干燥石膏模型放在真空机 (Econo-Vac, Buffalo Dental)的操作台上。而原材料薄膜则固定在模型上方的框架,并加热直到其下垂约一英寸。然后开动真空抽吸器,令加热的薄膜与模型接触。在真空状态下冷却 5 分钟,关闭真空抽吸器再冷却 30 分钟。将成形的口腔防护器修剪,磨光。而加压薄片成形的样本,用真空灌注和经肥皂洗刷的石膏模型放在加压器(Dreve Drufomat, Westone)的操作台上,原材料薄膜则固定在模型上方的框架,并加热直到其下垂约一英寸。令加热的薄膜在加压状态下与模型接触。在加压状态下冷却 15 分钟,关闭加压器再冷却 30 分钟。将成形的口腔防护器修剪,并放回加压机的操作台上,第二层薄膜在第一层的上方操作成形。将成形的口腔防护器修剪,磨光。以上步骤全部完成后,在口腔防护器的三个位置测量厚度(见图 2):第一磨牙的舌侧尖,第一前磨牙的远中边缘嵴和中切牙的唇面距离切缘 3mm 处。用精确

度达 0.05mm 的测径器(Mitutoyo)进行测量。而每一组的韧度,在第一磨牙舌侧尖区域上施加一个模拟的咬合力进行测量。在测试机上,通过一个 3mm 直径的钝探头,加上 10 磅的力进行测量 (见图 3)。而相应的穿透力用一个精确度达 0.01mm 的针盘量规进行测量(见图 4)。每一个部位进行 3 次测量并取其平均值进行比较。每一组相应的测量值则通过标准方差分析(变异数分析)和假性因果检验进行比较,进行 t 检验和用多重比较法 (Bonferroni 法)P 值校正。

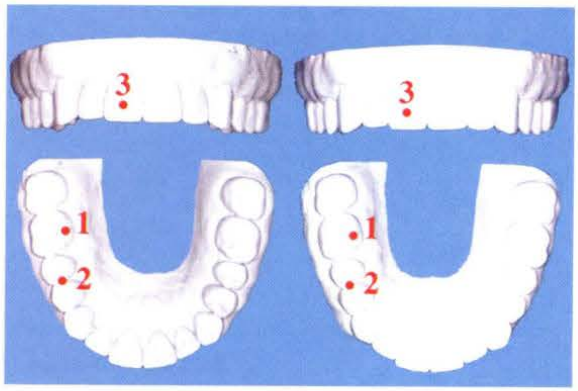

图 2 在石膏模型上测量点的位置:
点 1:第一磨牙的舌侧尖;
点 2:第一前磨牙的远中边缘嵴;
点 3:中切牙的唇面距离切缘 3mm。

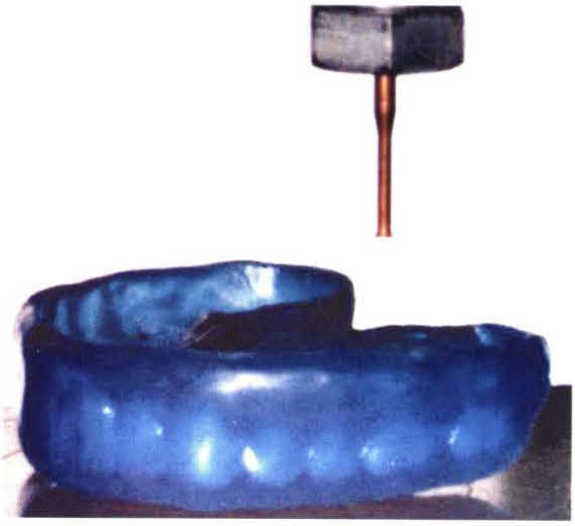

图 3 在 Instron 测量机器上进行韧度测试。

结果

全部口腔防护器样本在制作过程中出现尺寸上的改变,这些改变因应材料贴合的方法和测量的位置而发生变化。对尺寸减小的位置进行测量记录,第 1 组和

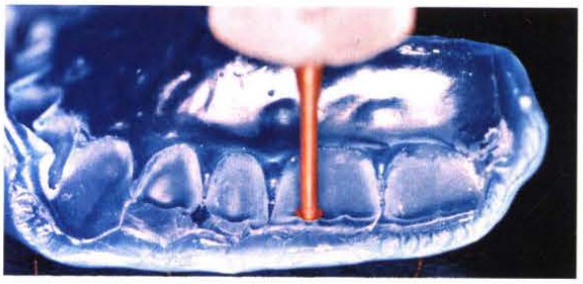

图 4 在第一磨牙舌侧尖上通过钝探头进行加力

第 2 组在切牙唇面的平均厚度是相似的,分别为 2.05mm 和 2.06mm,明显小于第 3 组相应的厚度(3.29mm),见表 2 和图 5。第 1 和第 2 组在前磨牙的平均厚度分别为 2.65mm 和 2.4mm,亦明显小于第 3 组相应的厚度(4.99mm),见表 2 和图 5。第 1 和第 2 组在磨牙的平均厚度分别为 1.55mm 和 1.52mm,亦明显小于第 3 组相应的厚度(3.48mm) 见表 2 和图 5。

表 2 加工厚度(mm)

分组	切牙		前磨牙		磨牙	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
1	2.06	0.07	2.65	0.08	1.55	0.08
2	2.07	0.07	2.40	0.09	0.52	0.07
3	3.29	0.07	5.00	0.09	3.38	0.09

口腔防护器的韧度,通过在 10 磅负载底下的形变来表达,见表 3 和图 6。第 1 组和 2 组表现出相近的形变,分别为 0.99 和 1.01mm。而第 3 组的形变(1.33mm)明显较大。

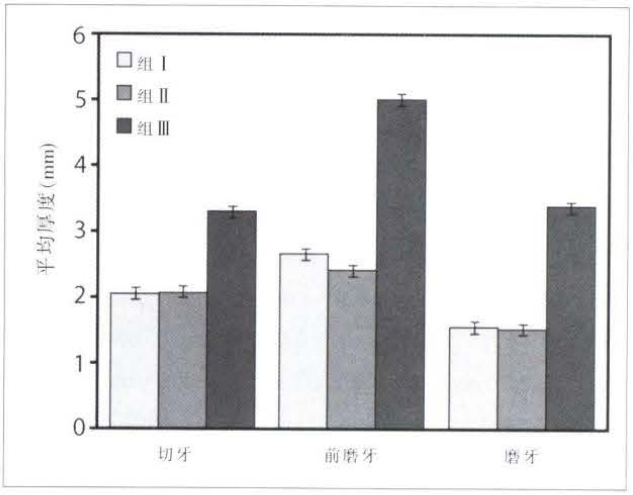

图 5 经处理后三个测试组的厚度。垂直线表示误差±1mm

表3 10磅负载下的形变(mm)

分组	平均值	标准差
1	0.09	0.06
2	1.01	0.05
3	1.33	0.04

口腔防护器在第一磨牙舌侧尖负载10磅底下的厚度(见图7)。在负载情况下，第1组和第2组的厚度相近，分别为0.56和0.51mm。而第3组的厚度(2.05mm)明显较大。

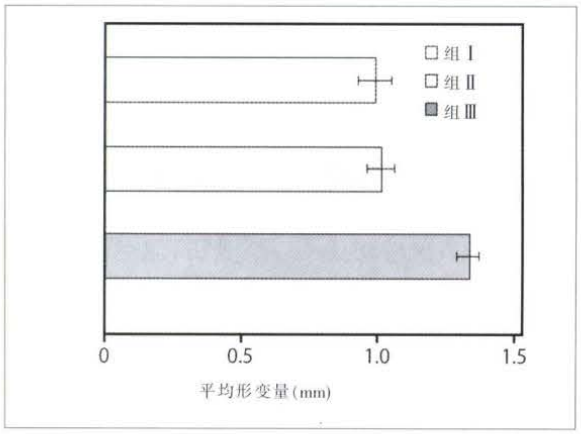

图6 口腔防护器的韧度，通过在10磅负载底下的形变来表达，水平线表示误差±1mm。

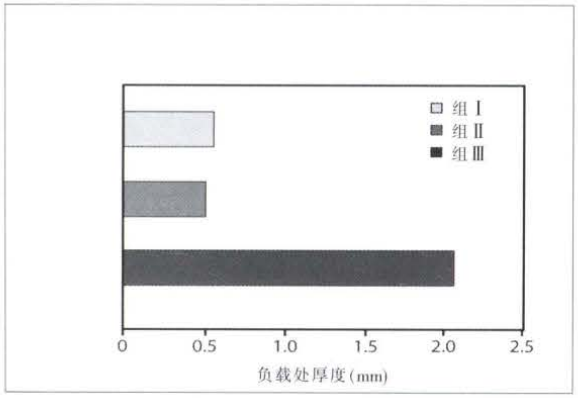

图7 口腔防护器在负载底下，第一磨牙舌侧尖位置的厚度

讨论

即使口腔防护器能有效地降低牙外伤的数目，但运动员仍压抑着他们对此的需要，因为他们很难找到合适的口腔保护器。生理息止位与牙接触位的颌间距离为2~4mm，每个人之间都存在着一定的差别，建议一个舒适的口腔防护器的厚度应该达到4mm。对此，更深入地描述是，在牙尖接触位，髁状突应位于颅底部关节窝的上后方。一个对颅底创伤性的冲击力可以增加颅内压和导致脑震荡。从预防角度来看，建议口腔防护器的厚度应该达到3mm，这个厚度足以将牙弓分隔开，防止颌骨的冲击。

真空成形的口腔防护器在第一磨牙的舌侧尖和第一前磨牙的远中边缘嵴的颌间厚度都低于建议的厚度。而加压薄片成形的口腔防护器的颌间厚度则大于3mm。在负载下，真空成形的口腔防护器在第一磨牙的舌侧尖的颌间厚度明显小于加压薄片成形的口腔防护器的颌间厚度，提示加压薄片成形这种类型的口腔防护器在下颌颏部受到打击时能提供更大的咬合支持，起到保护作用。真空成形的口腔防护器在中切牙的唇面的厚度明显小于加压薄片成形的口腔防护器的厚度，总的来说，加压薄片成形的口腔防护器厚度超过建议的厚度，能提供足够的保护防止脑震荡，提示加压薄片成形的口腔防护器能给予运动员更多的保护。将来还需要做更多的研究去证实配戴口腔防护器和预防脑震荡的关系。然而，伤害传导的生物反馈线路以及人头部模拟试验很难做到的，所以，如何研究二者的关系还是一个较为困难的课题。

结论

研究结果表明加压薄片成形的口腔防护器与真空成形的口腔防护器相比，能形成更大的材料厚度。