

热压膜材料的弯曲力学性能

邹建明, 朱房勇, 陈玉华

Bending mechanical properties of the thermoplastic materials

Zou Jian-ming, Zhu Fang-yong, Chen Yu-hua

Abstract

BACKGROUND: With the development of the thermoplastic technology, the thermoplastic materials modified appliance becomes being used in orthodontics.

OBJECTIVE: To observe the differences of bending mechanical properties among the thermoplastic materials with different thicknesses.

METHODS: The experiment was performed at room temperature of 25 °C, and the thermoplastic material Simona with thickness of 1.0 mm, 1.2 mm, 1.5 mm, and 2.0 mm were involved, 10 pieces of each type. The Simona were tested by universal testing machine before treatment (area was 40 mm×25 mm) and after formation with different rectangle moulds (volume was 50 mm×10 mm×5 mm) in order to compare their bending mechanical properties.

RESULTS AND CONCLUSION: The modulus, yield strength and the maximum stress of the Simona 2.0 mm were the highest with different treatment ($P < 0.05$), and there was no fracture. The materials with different thicknesses and shapes have different mechanical properties. The Simona 2.0 mm is suitable for functional appliance base on its high mechanical properties.

Zou JM, Zhu FY, Chen YH. Bending mechanical properties of the thermoplastic materials. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(51): 9625-9628. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 随着热压膜技术的发展, 正畸临床上出现使用热压膜材料制作的改良矫治器。

目的: 观察不同厚度热压膜材料的弯曲力学性能差异。

方法: 在室温 25 °C 环境下, 选用厚度为 1.0 mm, 1.2 mm, 1.5 mm, 2.0 mm 的热压膜膜片各 10 片, 应用万能材料试验机测量并比较材料在未处理时(面积为 40 mm×25 mm)和在不同长方形模具上热压膜成盒形时(体积均为 50 mm×10 mm×5 mm)的弯曲力学性能。

结果与结论: 在不同的处理方式下, 2.0 mm 热压膜膜片的弹性模量、屈服强度, 最大值-应力均最高($P < 0.05$), 同时该材料未出现断裂点。证实, 厚度和形状对热压膜材料的力学性能产生影响, 2.0 mm 热压膜的力学性能最高, 适用于临床制作功能矫治器。

关键词: 热压膜材料; 厚度; 弯曲力学; 矫治器; 生物材料; 组织工程

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.51.029

邹建明, 朱房勇, 陈玉华. 热压膜材料的弯曲力学性能[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(51):9625-9628. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

Third People's Hospital of Wuxi, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China

Zou Jian-ming, Associate chief physician, Third People's Hospital of Wuxi, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Zhu Fang-yong, Master, Third People's Hospital of Wuxi, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China 4645056@163.com

Received: 2011-08-26 Accepted: 2011-09-29

0 引言

口腔正畸矫形治疗通过功能矫治器影响患者的骨生长和颌发育, 主要应用于儿童生长发育旺盛期及混合牙列期, 这是较好的治疗期。此阶段功能矫治器的应用效果也明显优于固定矫治^[1]。

目前, 临床上制作的功能矫治器主要使用的材料是以聚甲基丙烯酸甲酯为主要成分的自凝塑料。因为矫治器的体积大, 戴用时间过长后易碎, 患儿戴用不适等原因, 无法更广泛的推广应用。但是随着热压膜技术的发展^[2-4], 临床上出现使用热压膜材料制作的改良矫治器^[5-7]。

热压膜材料制作的改良矫治器具有良好的舒适度和美观, 易于制作成形。目前市场上有

多种厚度的膜片, 厚度不同, 膜片的力学性能也不太一样, 张宁等^[8]报道1 mm以下3种厚度膜片的变化规律。但是1 mm以上可用于制作功能矫治器的膜片力学性能的变化规律尚不清楚^[9-10]。

实验选用同一材质4种不同厚度的热压膜片, 应用万能材料试验机测量并比较在不同处理方式下的弯曲力学性能, 以明确不同厚度热压膜片力学差异变化, 以期为临床上选择合适厚度的膜片制作功能矫治器提供一定的理论参考依据。

1 材料和方法

设计: 材料学, 对比观察实验。

时间及地点: 于2010-02/05在云南省新材料制备与加工重点实验室完成。

无锡市第三人民医院, 江苏省无锡市 214000

邹建明, 男, 1963年生, 南京医科大学毕业, 汉族, 副主任医师, 主要从事口腔临床医学研究。

通讯作者: 朱房勇, 硕士, 无锡市第三人民医院, 江苏省无锡市 214000 4645056@163.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2011)51-09625-04

收稿日期: 2011-08-26
修回日期: 2011-09-29
(20110826005/WJ-L)

材料:

材料及仪器:

材料及仪器	来源
Simona 膜片 1.0 mm, 1.2 mm, 1.5 mm 和 2.0 mm	德国新美乐公司
Drufomat-TE 型压膜机	德国 Dreve 公司
万能力学试验机	日本岛津公司
长方形模具	无锡振新五金厂精

方法:

分组: 参照以往文献[11]的方法, 分组信息如下:

分组	每组的膜片个数	干预方法
未处理组	4 种厚度 Simona 膜片各 10 个	原始膜片未经任何处理, 面积为 40 mm×25 mm
成形 A 组	4 种厚度 Simona 膜片各 10 个	模拟制作矫治器的过程, 经过压膜机预热并在一块预成的长方形模具(图 1)上压缩, 预热时间参照膜片自带的说明书, 50 mm×10 mm×5 mm ^[11-12]
成形 B 组	4 种厚度 Simona 膜片各 10 个	模拟制作矫治器的过程, 经过压膜机预热并在一块预成的中央凹陷的长方形模具(图 2)上压缩, 预热时间参照膜片自带的说明书, 50 mm×10 mm×5 mm



Figure 1 The moulds of formation group A
图 1 成形 A 组中使用的模具



Figure 2 The moulds of formation group B
图 2 成形 B 组中使用的模具

不同组试件的弯曲力学实验方法: 实验条件为在 AG-IS10KN 力学试验机上测试, 压头半径为 10 mm, 未处理组的跨距为 30 mm, 压头速度为 1 mm/min, 成形 A 组、成形 B 组的跨距为 40 mm, 压头速度为 1 mm/min, 进行 3 点弯实验^[13-14], 绘制应力-应变曲线, 取有实验意

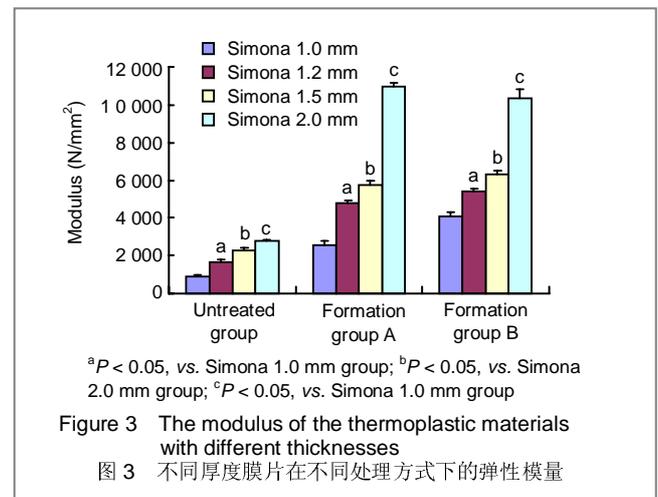
义的弹性模量、屈服强度、最大值-应力和断裂点-应力 4 个值, 单位均为(N/mm²)。

主要观察指标: 热压膜材料的弹性模量、屈服强度、最大值-应力和断裂点-应力, 单位均为 N/mm²。

统计学分析: 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 由第一作者使用 SPSS 11.7 软件包进行统计处理, 组间数据差异比较采用单因素方差分析和 Scedffe 法, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

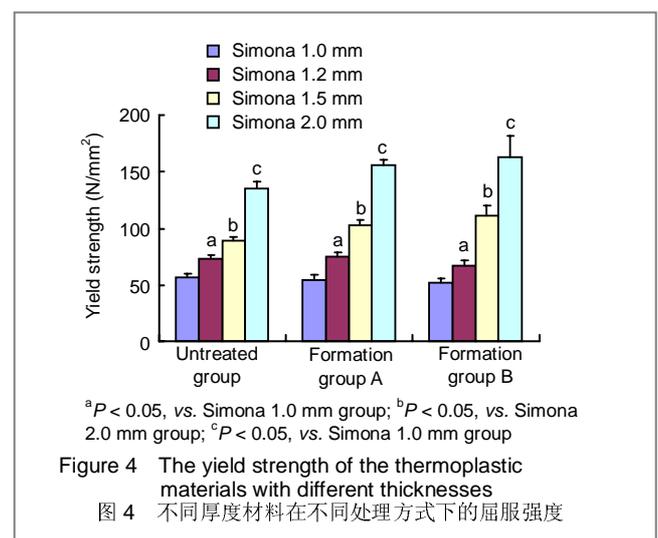
2 结果

2.1 各种厚度的膜片进行弯曲性能试验得出弹性模量结果 见图 3。



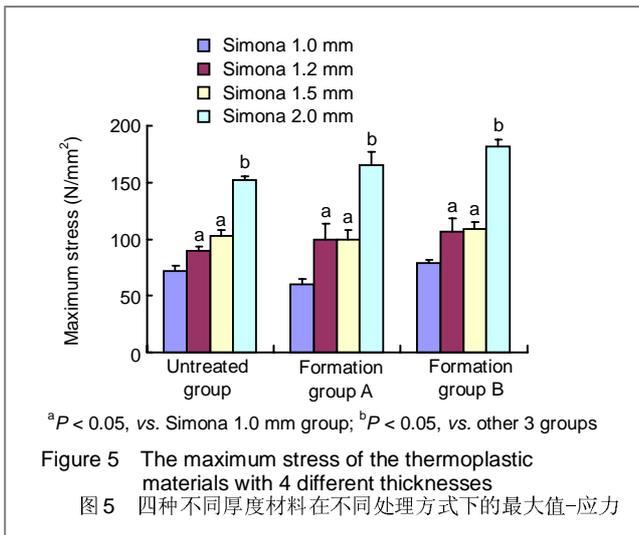
弹性模量指材料在弹性变形阶段内, 正应力和对应的正应变的比值, 衡量材料产生弹性变形难易程度的指标。结果显示: 各组随着膜片厚度的增高, 弹性模量逐渐增高($P < 0.05$), 且呈递增趋势, 每组中 Simona 2.0 mm 的弹性模量最高($P < 0.05$)。

2.2 各种厚度的膜片进行弯曲性能试验得出屈服强度结果 见图 4。

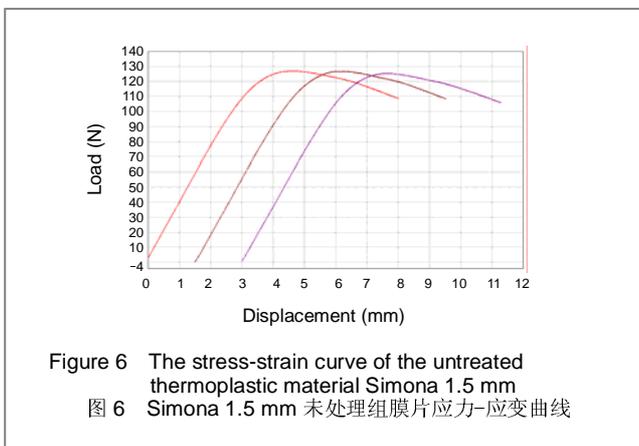


屈服强度指材料开始产生宏观塑性变形时的应力。结果显示: 各组随着膜片厚度的增高, 屈服强度逐渐增高($P < 0.05$), 每组中Simona 2.0 mm的屈服强度最高($P < 0.05$)。

2.3 各种厚度的膜片在进行弯曲性能试验得出最大值-应力结果 最大值-应力指在试件受力过程中所产生的最大的应力值, 结果显示, 每组中Simona 2.0 mm膜片的最大值-应力最高($P < 0.05$)。见图5。



2.4 各种厚度的材料的断裂点-应力变化 4种厚度的材料在每种处理方式后行弯曲性能试验, 每组中膜片材料无断裂点。以Simona 1.5 mm未处理组为例, 见图6。



3 讨论

实验选用4种不同厚度同一种材质的热压膜片, 通过弯曲试验测量其在不同处理方式下的力学性能, 以明确热压膜片的力学特性, 为临床选择合适厚度的膜片制作正畸功能矫治器提供理论依据。

3.1 厚度与材料力学性能的关系 在3种不同的处理方式下, 膜片的力学性能随厚度的增加而增强。具体表现为: 2.0 mm膜片的弹性模量最大, 其中膜片经过热压

成形之后, Simona 2.0 mm膜片的弹性模量明显增高, Simona 1.0 mm膜片的弹性模量最小。Simona 2.0 mm膜片的屈服强度和最大值-应力均明显增高, Simona 1.0 mm膜片的屈服强度和最大值-应力均最小。因此, 同一种膜片不同厚度具有不同的力学性能, 热压膜材料的力学性能和材料的厚度成正比, 同时各膜片组均未出现断裂点。有研究对1.0 mm以下的3种膜片厚度进行了力学性能的研究, 与本研究结果相一致, 但1.0 mm以下的膜片薄, 弹性较大, 不适用于临床制作功能矫治器。

3.2 形状与材料力学性能的关系 在3种不同的处理方式下, 膜片的力学性能随形状的改变而增强。具体表现为: 各种材料经过热成型后, 弹性模量、屈服强度和最大值-应力呈升高趋势, 这可能是因为经过热成型以后, 侧面厚度明显增厚, 导致材料的力学性能随之升高。说明热压膜材料的力学性能与形状和厚度密切相关。

3.3 正畸功能矫治器用热压膜材料厚度的选择 2.0 mm膜片弹性模量、屈服强度、最大值-应力均高于其他厚度, 同时可以产生持久的力^[15]。可以满足矫治要求, 但是弹性过小, 比较硬, 要求固位进入牙齿倒凹区时, 患者会感到不舒服, 推荐使用在不要求完全固位的矫治器上, 如功能调节器等。

总之, 通过对热压膜材料的力学性能比较, 不同形状下力学性能方面产生了差异。临床上可根据功能矫治器对固位、弹性的不同要求, 选用不同厚度的热压膜材料。

4 参考文献

- Lin JX. Beijing: Zhongguo Yiyao Keji Chubanshe. 1999
林久祥. 现代口腔正畸学[M]. 3版. 北京: 中国医药科技出版社. 1999.
- Duong T. History and overview of the invisalign system. The Invisalign System. 2006.
- Armbruster P. An Essix intrusion appliance. J Clin Orthod. 2003; 37(8):412-416.
- Zhang N, Bai YX. Beijing Kouqiang Yixue. 2009;17(6):354-356.
张宁, 白玉兴. 热压膜材料的研究及临床应用进展[J]. 北京口腔医学, 2009, 17(6):354-356.
- Zhang XH. Handan Yixue Gaodeng Zhuanke Xue Xuebao. 2004;17(6):476-477.
张晓红. 应用真空成型技术制作功能矫治器[J]. 邯郸医学高等专科学校学报, 2004, 17(6):476-477.
- Li XL, Zhou H, Si XQ. Vacuum molding technology to develop improved FR III appliance clinical study. Shanxi Yixue Zazhi. 2009;38(4):467-470.
李湘琳, 周洪, 司新芹, 等. 真空成型技术研制改良FR III型矫治器的临床应用[J]. 陕西医学杂志, 2009, 38(4):467-470.
- Wu XQ. The vacuum forming plastic appliance clinical application to Obstructive Sleep Apnea Syndrome. Zhongguo Shiyong Yiyao. 2009;4(20):33-35.
吴秀青. 压塑成形矫治器治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的临床应用[J]. 中国实用医药, 2009, 4(20):33-35.
- Zhang N, Bai YX, Zhang KY. Beijing Kouqiang Yixue. 2009;17(4): 184-186.
张宁, 白玉兴, 张昆亚. 不同厚度热压膜材料的力学性能研究[J]. 北京口腔医学, 2009, 17(4):184-186.
- Bollen AM, Huang G, King G, et al. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 1: Ability to complete treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(5):496-501.
- Clements KM, Bollen AM, Huang G, et al. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 2: Dental imp rovements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124(5):502-508.

[11] Ryokawa H, Miyazaki Y, Fujishima A, et al. The mechanical properties of dental thermoplastic materials in a simulated intraoral environment. *J Orthodontic Waves*. 2006;65(6):64-72.

[12] Zhang N, Bai YX, Zhang KY. Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi. 2010; 28(1):99-101.
张宁,白玉兴,张昆亚.不同厚度热压膜材料厚度稳定性的研究[J].华西口腔医学杂志,2010;28(1):99-101.

[13] Zhao XY, Shi CX, Chen P. A comparative study on the mechanical properties of four kinds of denture resin. *Shiyong Kouqiang Yixue Zazhi*. 2003;19(6):550-553.
赵信义,施长溪,陈萍.4种义齿基托树脂力学性能比较[J].实用口腔医学杂志,2003,19(6):550-553.

[14] Li ZC, Liu W, Hao FY, et al. *Kouqiang Cailiao Qixie Zazhi*. 2008; 17(3):129-131.
李振春,刘威,郝凤渝,等.不同聚合方法对基托树脂挠曲强度影响的实验研究[J].口腔材料器械杂志,2008,17(3):129-131.

[15] Tricca R, Li CH. Properties of aligner material EX30. The invisalign System. 2006.

来自本文课题的更多信息一

作者贡献: 邹建明进行实验设计, 实验实施为朱房勇, 实验评估为云南省新材料制备与加工重点实验室 沈黎工程师, 资料收集为朱房勇, 邹建明成文, 朱房勇审校, 朱房勇对文章负责。邹建明为第一作者, 朱房勇为通讯作者。

致谢: 感谢云南省新材料制备与加工重点实验室的沈黎工程师在实验中给予的帮助指导。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

SCI 收录的《中国神经再生研究(英文版)》(NRR)杂志国际投稿项目:
向 SCI 收录期刊投稿的服务内容

中心注册服务的具体项目有: ①课题首次注册。②课题完成后的资料注册。③首次注册后每3个月课题进展情况追踪注册。④作者要提供注册所需的内容。

尊敬的学科专家:

● 我们拥有自己独立的国际期刊研究团体。

● 在高品质的国际专业期刊上发表文章

● 我们有长期向SCI杂志投稿的诸多编辑

一是每个临床医师和科研工作者事业中十分重要的一部分。

学经验。

● 我们的团体常年为院校和医院提供课

● 是中国医师专业领域学术和技术走出国门参与国际交流的重要平台。

题立项申请相关咨询, 以及如何向SCI收录杂志投稿相关继续医学教育讲座。

● 是医学科学发展创新成果的鉴定和体现。

● 您是否一直在想着这样的问题, 如何向

NRR杂志国际投稿项目服务内容:

SCI收录的优秀期刊投稿?

提供翻译和语言润色服务: 保证润色后语

言为地道英语。

向SCI收录期刊投稿: 您需要NRR杂志国

提供选刊服务: 学科内期刊或相关交叉学

际投稿项目优秀团队的专业服务吗?

科期刊, 选刊是稿件是否发表的重要环节!

● 我们拥有中国神经再生领域SCI收录的期刊。

提供格式规范和首次投稿服务: 按所投期

刊要求规范稿件格式, 这是一项专业的技术性

● 我们拥有国内期刊社最大的英文编辑队伍。

服务工作!

提供临床实验注册服务: 向北美临床注册

提供课题所需相关信息检索服务:

- ① SCI收录杂志已出版的文章信息。
 - ② 国际发表或未发表的博硕士论文信息。
 - ③ 国际临床在研课题信息资料。
 - ④ 提供国际有关信息资料的分析报告:
 - SCI收录期刊学科趋势信息分析。
 - 单本期刊分析。
 - 课题文献资料检索分析。
 - 国际会议文章在SCI收录杂志发表的信息。
 - 国际会议信息, 也可代为会议注册。
- 免费提供作者所在学科SCI收录全部杂志名录及最新影响因子。

详见: www.crter.org点击SCI投稿