



三种新型技术制备钴铬合金机械性能的初步评价

Preliminary Evaluation of Mechanical Properties of Co-Cr Alloys Fabricated by Three New Manufacture Processes

Jang SH, Lee DH, Ha JY, Hanawa T, Kim KH, Kwon TY

原载 Int J Prosthodont. 2015; 28(4):396-8. (英文)

黎艳珊 译 滕伟 审

摘要

一个初期的拉伸试验用于评价三种新型技术(包括金属铣削、软金属铣削和快速成型技术)($n=6$)制备钴铬合金的机械性能,铸造方法制备出3种不同金属材料作为对照组。所有组别的极限强度均高于500MPa,延展率均高于2%。软金属铣削组的延展率最大,而快速成型组的极限强度最高。

1 引言

在口腔领域,钴铬合金常应用于制作固定或活动的修复体。钴铬合金具有高熔点、高硬度、延展性低等特点,传统铸造方法加工有一定难度。在过去几十年,计算机辅助设计/计算机辅助制作(computer-aided design/computer assisted manufacturing, CAD/CAM)技术和3D打印技术彻底改革了口腔制造加工方式。然而,新型技术制备钴铬合金机械性能的相关研究尚较少。

本研究旨在比较3种新型技术与传统铸造技术制备钴铬合金基本机械性能的差异。

2 材料与方法

实验组包括3组,金属铣削(metal milling, MM)、软金属铣削(milling for soft milling, MS)和快速成型技术(rapid prototyping, RP),每组6根根据ISO 22674标准制备的哑铃状的试样,拉伸试验测试钴铬合金的机械性能(表1)。不同的技术使用不同的材料。其中,对于软钴铬合金(Soft Metal, LHK),试样通过绿色铣削氧化锆机切割,而后烧结。3种金属材料通过传统铸造方法制备(MM-C, MS-C, RP-C)作为对照组。

译者单位 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院
广州市陵园西路56号 510055

表1 实验分组

组别	钴铬合金材料	制造工艺
MM组	Magnum Lucena* (MESA di Sala Giacomo)	高速铣削机 (RXD5, Röders)
MM-C组	Magnum Lucena*	转筒铸造机 (Centrifico, Kerr)
MS组	Soft Metal ⁺ (LHK)	氧化锆铣削机 (T1, Wieland Dental+Technik) 及烧结炉 (Well Burn, Denstar)
MS-C组	Soft Metal ⁺	转筒铸造机 (Centrifico)
RP组	Remanuium star CL [#] (Dentaurum)	金属3D打印机 (M1, Concept Laser)
RP-C	Remanuium star CL [#]	转筒铸造机 (Centrifico)

成分: *Co60%, Cr29%, W5%, Nb4%; ⁺Co63%, Cr29%, W5.8%, Si0.8%; [#]Co60.5%, Cr28%, W9%, Si1.5%, 其余元素<1%

以上制造技术步骤均遵循产品使用说明。

万能材料测试机 (3368, Instron) 测试试样的0.2% 极限强度、断裂延展率以及杨氏弹性模量, 十字头速度设置为1.5mm/分钟。数据应用 *t* 检验 ($\alpha=0.05$) 进行统计分析。扫描电子显微镜 (Scanning Electron Microscope, SEM) (JSM-6700F, Jeol) 观察断裂表面。

3 结果

拉伸试验结果见图1和表2。MM组的0.2% 极限强度和断裂延展率明显低于MM-C组 ($P=0.010/0.019$)。MS的延展率明显高于MS-C组 ($P<0.001$)。RP组0.2% 的极限拉伸强度和延展率明显高于RP-C组 ($P<0.001/=0.016$)。所有组别制造工艺对杨氏弹性模量无明显影响 ($P>0.05$)。SEM结果 (图2) 显示不同制造工艺的微观结构互不相同。

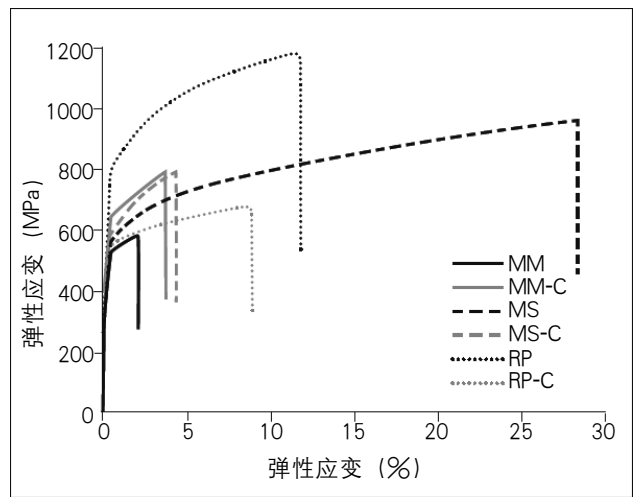


图1 钴铬合金测试件的弹性曲线

表2 钴铬合金的机械性能 (平均值 ± 标准差) *

组别	0.2% 极限强度 (MPa) (无等比例扩大)	断裂延展率 (%)	杨氏弹性模量 (GPa)
MM	509.2 ± 29.5 ^a	2.1 ± 0.5 ^a	267.3 ± 27.1 ^a
MM-C	594.2 ± 59.1 ^b	3.5 ± 1.1 ^b	291.4 ± 28.6 ^a
MS	525.3 ± 49.7 ^a	28.7 ± 3.6 ^a	247.0 ± 43.0 ^a
MS-C	544.8 ± 35.6 ^a	4.2 ± 0.8 ^b	237.3 ± 22.9 ^a
RP	768.5 ± 36.2 ^a	12.1 ± 1.3 ^a	281.4 ± 21.2 ^a
RP-C	533.7 ± 48.8 ^b	8.9 ± 2.4 ^b	256.1 ± 18.5 ^a

* 每个参数和不同钴铬合金材料, 数值上方不同的标识代表具有统计学差异 (*t* 检验, $P<0.05$)

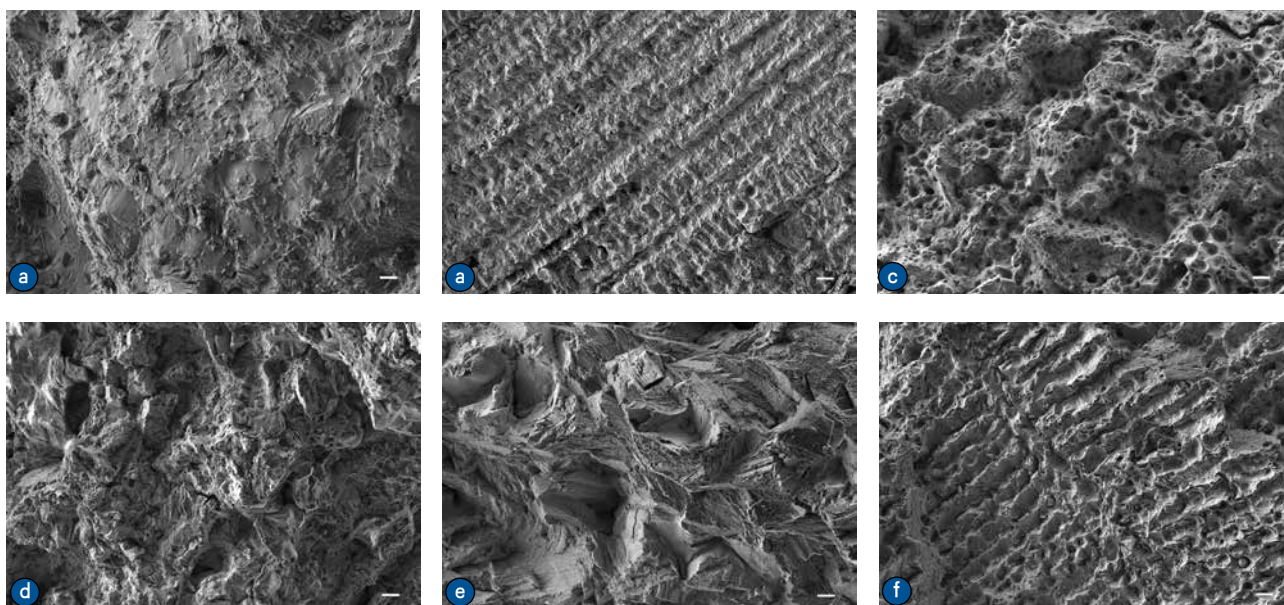


图2 钴铬合金断裂表面 SEM 结果 (500×): (a)MM; (b)MM-C; (c)MS; (d)MS-C; (e)RP; (f)RP-C ((标尺=10 μm))

4 讨论

在所有的测试组中, 极限强度均超过 500MPa, 延展率均高于 2%, 这提示了根据 ISO22674 标准, 以上金属均可以用于制造口腔修复体。除了 MM 和 MM-C 组, 新型技术制备钴铬合金 (MS 和 RP 组) 机械性能明显优于或至少与铸造钴铬合金类似 (MS-C 和 RP-C)。

MM 组的机械性能较低, 可能是因为钴铬合金的铣削技术尚不完善。MS 和 MS-C 组的对比结果显示软金属铣削较传统铸造的延展性好 (~ 30%), 极限强度高, 可以制造较硬的产品。我们可以认为, 软金属铣削较传统铸造具有更多的优点。因此, 软钴铬合金可以通过氧化锆铣削机进行切割, 而后烧结。然而, 断裂表面可见的孔隙 (图 2c), 提示了

合适的铣削和烧结条件需进一步完善, 从而改善微观结构。通过快速成型方式制备钴铬合金具有较高的极限强度和较好的延展性 (表 2), 其微观结构也较均匀致密 (图 2e)。在机械性能方面, 3D 打印技术似乎有望替代传统铸造技术。

本研究中的 3 种机械性能参数提示了 3 种新型制造技术在制造口腔修复体的潜在用途。然而, 通过这几种方式制备的钴铬合金的更多的性能, 如硬度、熔化温度、热膨胀现象、密度和耐腐蚀性、抗氧化性和生物相容性尚待进一步研究。

5 声明

本研究为韩国 (MSIP) 国家研究基金 (NRF) 支持 (2008-0062282)。作者与本研究无利益相关。