

文章编号:1004-7220(2014)01-0038-08

材料匹配与人工髋关节接触性能分析

毛锋¹, 郭海洋², 程倩¹, 奚卉², 张茜^{1,2}, 王凤才^{1,2,3}

(1. 武汉科技大学机械工程学院, 武汉 430081; 2. 西安交通大学航天学院和机械工程学院, 西安 710049;
3. 国家大型轴承工程技术研究中心, 辽宁 大连 116300)

摘要: **目的** 研究当前临床常用的不同材料匹配的典型人工髋关节接触力学性能。**方法** 建立球基共型接触人工髋关节的有限元模型;通过施加恒定垂直方向载荷,等效模拟关节正常行走情况下的接触力学,分析材料匹配球面的接触性能及评估相应的磨损预测。**结果** 获得具有诸如金属对金属(MOM)、金属对陶瓷(MOC)、陶瓷对陶瓷(COC)、陶瓷对聚合物(COP)、金属对聚合物(MOP)5种材料组配条件下的人工髋关节接触性能数值分析;结果显示其接触应力由大到小排列分别为COC、MOC、MOM、COP和MOP;而接触面积由大到小排列分别为MOP、COP、MOM、MOC和COC。**结论** 高弹性模量和低泊松比的材料匹配的人工髋关节变形量较小,但会导致局部应力较大;将低弹性模量和高泊松比的柔性材料聚乙烯作为髋臼,则不会出现较大的接触应力集中,但变形量较大,且出现边缘受力情况。另一方面,MOM和MOC材料匹配的人工髋关节具有较低的接触磨损性能,对临床上人工髋关节选材提供参考价值。

关键词: 人工髋关节; 材料组合; 接触力学; 弹性模量; 变形; 磨损

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

Contact mechanics performance of hip joint replacements with different material combinations

MAO Feng¹, GUO Hai-yang², CHENG Qian¹, XI Hui², ZHANG Xi^{1,2}, WANG Feng-cai^{1,2,3}

(1. School of Mechanical Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China;
2. School of Aerospace and Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 3. National Research Centre of Bearing Technology, Dalian 116300, Liaoning, China)

Abstract: **Objective** To study the contact performance of hip joint replacements with different material combinations typically used in clinic. **Methods** The finite element model of spherical conformal contact of hip joint replacements was developed to analyze the different contact mechanics performance of hip joint replacements with different material combinations by simulation test under a vertical constant load within one normal walking gait. The corresponding wear prediction was also evaluated. **Results** The contact mechanics performances of hip joint replacements with the material combination of metal-on-metal (MOM), metal-on-ceramic (MOC), ceramic-on-ceramic (COC), metal-on-polyethylene (MOP) and ceramic-on-polythene (COP) were analyzed. The results obtained from the simulations showed that contact stress was decreased in the order of COC > MOC > MOM > COP > MOP, while contact area was decreased in the order of MOP > COP > MOM > MOC > COC. **Conclusions** Hip joint replacement with the material combination of high elastic modulus and low Poisson's ratio has smaller deformation, but could induce larger local stress, while flexible material polythene of low elastic modulus and high Poisson's ratio might have smaller concentrated contact stress, but cause larger deformation and edge contact phenomenon on the acetabulum cup of hip joint replacements. In addition, hip joint replacements with MOC and MOM material combination may have lower contact bearing performance, which provides refer-

收稿日期:2012-12-05; 修回日期:2013-03-02

基金项目:国家自然科学基金资助项目(10972165), 国家重点基础研究发展规划项目(973)(2011CB706601)。

通信作者:王凤才,教授,博士研究生导师, E-mail:f. c. wang@wust. edu. cn。

ences for material choices of typical artificial hip joints in clinic.

Key words: Hip joint replacements; Material combinations; Contact mechanics; Elastic modulus; Deformation; Wear

在生物制造技术的研究与发展过程中,改进人工髋球面关节轴承结构设计和材料性能始终是提高人工关节性能的有效途径之一,也是提高润滑性能、降低磨损、延长使用寿命的重要途径^[1]。具有球基界面共型接触特征的人工髋关节接触性能分析,是研究关节生物摩擦学行为的重要组成部分,同时有助于了解人工髋关节在人体内的生物摩擦学机理,包括摩擦与磨损性能^[2-7]。近年来,生物力学因素的影响研究越来越受到重视,有学者提出假体生物力学相容性的概念,认为良好的应力分布有利于降低磨损,减少因磨损颗粒导致的生物组织反应^[8]。因此,接触性能分析是人工髋关节取得较好生物力学性能的一个前提条件。

在人工髋关节临床手术置换中获得广泛应用的典型关节材料主要有金属类、陶瓷类和聚乙烯等。近年来,尽管国内外学者针对人工髋关节摩擦、润滑和磨损研究开展了大量工作,但对人工髋关节典型材料的不同组配对关节接触性能影响的综合对比分析研究较少。以典型临床使用的人工髋关节结构与设计参数为对象,考虑材料不同匹配的人工髋关节接触效应,可为人工髋关节磨损问题研究和临床使用提供依据^[9]。由于材料组配及对相应的接触性能影响分析在关节生物制造中显得尤为重要,本文选取金属类典型材料钴铬钼合金(CoCrMo)、陶瓷类典型材料氧化铝(Al_2O_3)以及聚乙烯(UHMWPE)材料,按照临床和生物制造需要进行组配研究,包括金属对金属、金属对陶瓷、陶瓷对陶瓷、陶瓷对聚乙烯、金属对聚乙烯5种材料组配。针对这样的材料组配,对比研究不同材料组配下人工髋关节的接触力学性能及磨损评估,有利于人工关节的设计优化和为临床应用提供依据。

1 材料与方法

2.1 球型接触人工髋关节的结构模型

球面共型接触人工髋关节主要组成部件为股骨头和髋臼,其实物结构模型如图1所示,根据人工髋关节结构特点与运动形式,建立如图2所示的髋关

节几何模型和对应坐标系^[9,11]。



图1 典型人工髋关节
Fig.1 A typical hip joint replacement

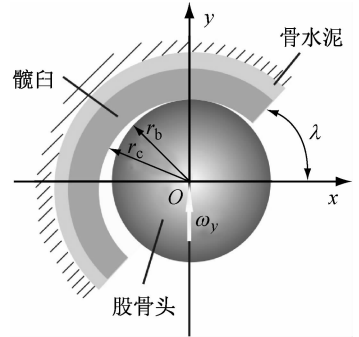


图2 人工髋关节的几何模型
Fig.2 Geometry model of hip joint replacements

2.2 材料组合与性能参数

人工髋关节性能不但取决于材料性能,也受结构形式与参数(如直径)的影响。一般来说,较大的直径有利于提高关节润滑性能,降低磨损,且不易脱位^[4,11]。根据人工髋关节结构和人体生物适应性的不同要求,人工髋关节直径和间隙有所不同。本文对近年来临床常用的典型人工髋关节进行接触性能对比分析。对于典型的金属对金属和金属对陶瓷髋关节,股骨头直径选取为28 mm;对于陶瓷对陶瓷髋关节,考虑到临床上较大直径人工关节有利于改善润滑,股骨头直径选取为32 mm^[9];选用聚乙烯作为人工髋关节的髋臼时,一般选用较小直径的人工股骨头直径,故对于金属对聚乙烯和陶瓷对聚乙烯材料组配髋关节,选取直径为28 mm的股骨头来研究人工髋关节的接触性能^[12-13]。典型材料匹配的人工髋关节具体结构参数与材料性能见表1、2。

选取金属对金属(metal-on-metal, MOM)、金属对陶瓷(metal-on-ceramic, MOC)、陶瓷对陶瓷(ceramic-on-ceramic, COC)、陶瓷对聚乙烯(ceramic-on-polyethylene, COP)、金属对聚乙烯(metal-on-polyethylene, MOP)5组材料组配进行人工关节接触性能对比分析。5组材料匹配的人工髋关节参数均选用目前较为常用的尺寸与规格,从而提高不同材料匹配人工髋关节对比的可靠性和精确性。

表1 材料匹配与典型人工髋关节结构参数

Tab.1 Structural parameters of typical hip joint replacement with different material combinations

	股骨头直径/mm	径向间隙/mm	髋臼厚度/mm
金属对金属	28	0.03	5
金属对陶瓷	28	0.03	5
陶瓷对陶瓷	32	0.03	5
陶瓷对聚乙烯	28	0.1	5
金属对聚乙烯	28	0.1	5

表2 人工髋关节材料机械性能

Tab.2 Mechanical properties of different hip joint materials

	弹性模量/GPa	泊松比	硬度/HV
金属	210	0.3	820
陶瓷	392	0.2	1 410
聚乙烯	0.8	0.4	20

2.3 接触模型

正常步态下髋关节的接触频率和所受载荷都因人而异,故对股骨头沿竖直方向施加2.5 kN人体载荷,相当于3~4倍于人体的平均体重,等效分析人体正常步态下的受力情况^[14]。人工髋臼采用骨水泥固定在人体髋骨上,故对髋臼模型施加全约束。在正常情况下,股骨头承载人体自重以及人在行走过程的冲击力。

在对人工髋关节的接触应力分析过程中,对人工股骨头截面施加竖直向上的载荷,同时对髋臼组件施加全约束,以此表示髋臼与髋骨的紧密固定。采用有限元模型进行接触力学数值分析(见图3)。模拟过程在法向上设置两个分析步骤:第1步定义1个小位移,用于接触对的识别;第2步开始对髋关节施加竖直方向的载荷,然后进行有限元满足自动受力平衡的数值迭代求解^[15-17]。

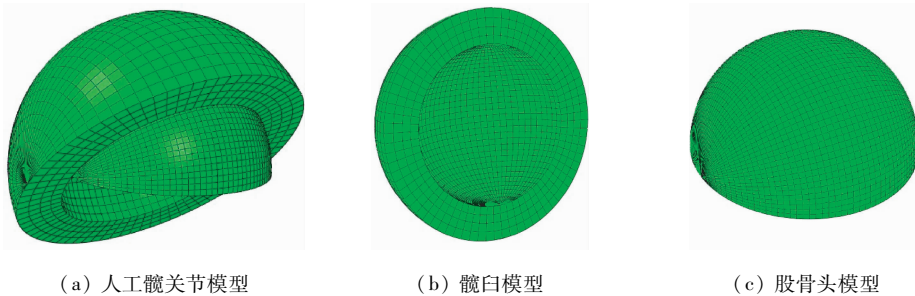


图3 髋关节球面共型接触有限元模型

Fig.3 Finite element models of conformal spherical contact of hip joint replacements (a) Total hip joint replacement, (b) Acetabular cup, (c) Femur head

3 结果

创建MOM、COC、MOC、MOP和COP 5组不同材料匹配的人工髋关节实验组,模拟人工髋关节的接触应力和接触区域的情况。图4~6分别反映不同材料匹配人工髋关节、髋臼和股骨头的压力分布。图7为髋臼表面接触应力对比情况,而图8为相应的股骨头表面接触应力分布情况。图9给出了人工髋关节髋臼接触面的接触压力三维分布状态。图10为不同材料组配下关节最大接触压力比较。为了进一步评估材料组配对关节接触性能影响,表3

给出了一个接触磨损评估对比结果。

4 讨论

从图4~6可以看出,使用硬质界面—硬质界面材料匹配的人工髋关节,其接触压力比较大,接触面积相对比较小。其中,接触压力从大到小依次为COC、MOC、MOM;相应的接触面积分布从大到小依次为MOM、MOC、COC。当使用硬质界面—柔性界面材料匹配的人工髋关节时,由于柔性材料的变形过大,出现边缘受力的情况,人工髋关节的股骨头与髋臼的边缘发生接触。

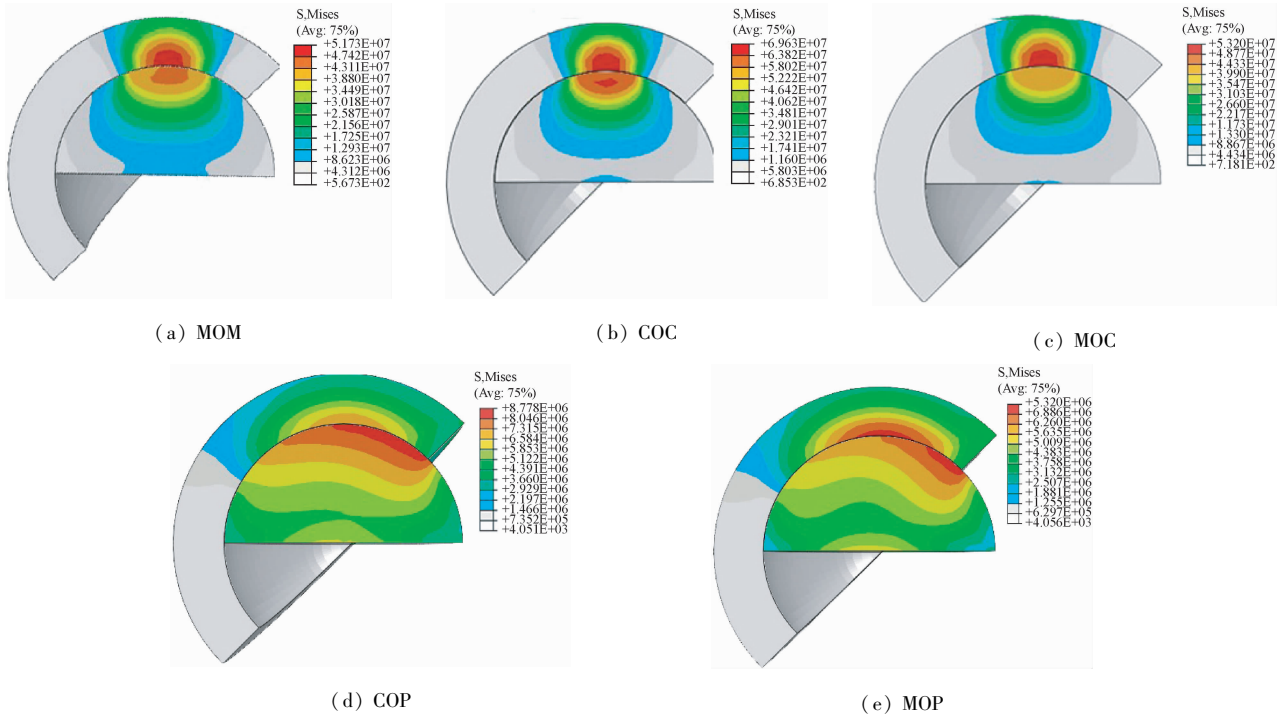


图 4 不同材料匹配人工髋关节的接触压力分布

Fig.4 Contact stress distributions of hip joint replacements with different material combinations

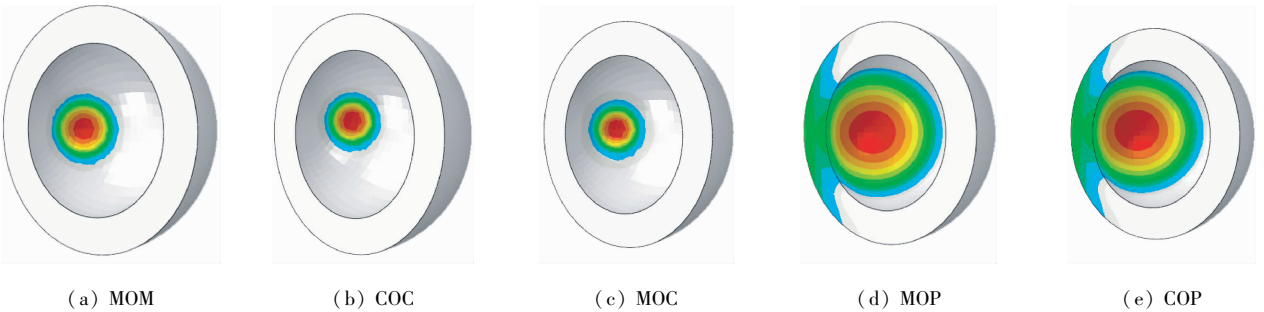


图 5 不同材料匹配人工髋关节髋臼的接触压力分布

Fig.5 Contact stress distributions on cup bearing of hip joint replacements with different material combinations

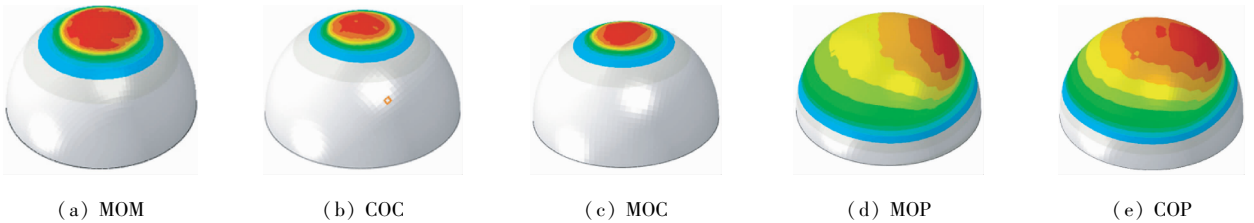


图 6 不同材料匹配人工髋关节股骨头压力分布

Fig.6 Contact stress distributions on head bearing of hip joint replacements with different material combinations

图 7 所示为不同材料匹配人工髋关节髋臼的接触压力分布。髋臼接触压力呈对称分布,接触压力

最大值处于接触压力分布的中心,向周围逐渐递减展开。接触压力大小也随不同材料的匹配而有所不

同,其中接触压力由大到小变化情况依次是 COC、MOC、MOM、COP、MOP。但在髌臼的接触压力值减小的同时,也伴随着接触面积的增大。此外,COC人工髌关节接触压力值最大,为 69.63 MPa,而接触面积最小,即 COC 材料组配导致接触范围小但压力较大,促进髌臼面的磨损和运动过程界面出现接触冲击载荷。MOC、MOM 人工髌关节的髌臼最大接触压力分别为 53.45、51.73 MPa,两者最大接触压力相近,接触面积大小较接近。MOC 人工髌关节最大接触压力值最小,为 7.511 MPa,但接触面积却是最大的。由于聚乙烯的弹性模量较小,为柔性材料,其变形量过大,接触压力分布到达髌臼的边缘,出现边缘受力情况。通过 5 组数据对比看出,接触压力与接触面积的大小成反比;同等载荷情况下,接触面积越小,接触应力值越大;接触面积越大,相应的接触压力值越小。另一方面,通过对实验组数据的比较,硬对硬界面材料匹配的人工髌关节,其接触力学性能并不理想,过于集中的接触应力可能会加剧接触表面的磨损;而硬对柔性界面材料匹配的人工髌关节,存在柔性材料的弹性模量过小,导致变形量过大,使髌臼的边缘出现接触受力情况。MOC 与 MOM 人工髌关节的接触压力分布比较合理,既不会出现过大的应力集中,也不会出现较大的变形及边缘接触。MOC 与 MOM 人工髌关节合理的接触压力分布,有利于改善接触界面的接触磨损状况。

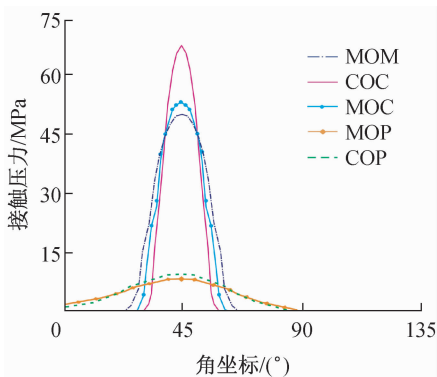


图7 不同材料匹配人工髌关节髌臼的接触压力分布图
Fig.7 Contact stress distributions on cup bearing surfaces of hip joint replacements with different material combinations

图8所示为不同材料匹配人工髌关节股骨头的接触压力分布。当选用硬质界面—硬质界面接触匹

配的人工髌关节时,股骨头的接触压力分布呈对称分布,接触中心的接触压力最大,并逐渐递减向周围延展。接触压力由大到小的排列顺序为 COC、MOC、MOM。接触面积由大到小的排列顺序为 MOM、MOC、COC。当材料组配为 MOP 和 COP 时,由于人工髌臼使用的聚乙烯材料均为柔性材料,硬质材料的股骨头与柔性材料的髌臼出现边缘接触,导致股骨头接触面的应力开始逐渐向与髌臼的边缘接触处扩展,出现不对称的接触压力分布。MOP 和 COP 人工髌关节两者间的接触压力与接触面积都比较相近。从 5 组不同材料匹配获得的接触压力结果对比来看,其接触压力由大到小依次排列分别为 COC、MOC、MOM、COP、MOP,接触面积由大到小的排列分别为 MOP、COP、MOM、MOC、COC,故接触面积与接触压力成反比。选用硬质界面—硬质界面接触匹配的人工髌关节,会出现局部接触应力集中;选用硬质界面—柔性界面材料匹配的人工髌关节,虽然改善了局部接触应力集中的情况,但会出现较大的变形,导致股骨头与髌臼的边缘处发生接触,易引起髌臼边缘磨损等不利因素的产生。

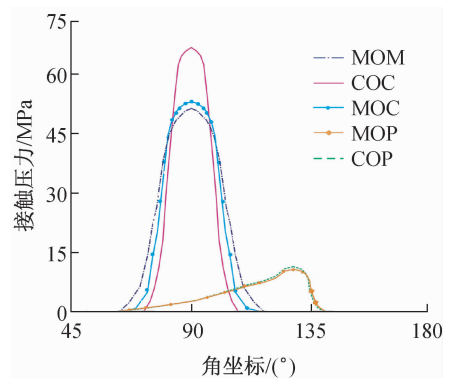


图8 不同材料匹配人工髌关节股骨头的接触压力分布图
Fig.8 Contact stress distributions on femur head bearing surfaces of hip joint replacements with different material combinations

当使用 COC 匹配的人工髌关节时,接触应力值很大,接触区域较小(见图 9(c)、(d))。其接触应力值达到 69.63 MPa,为对比中最大项,而接触面积反而是最小项。当股骨头的材料不变,髌臼的材料由陶瓷换为聚乙烯时,接触应力值出现了明显的下降,接触面积相比得到了增大。使用聚乙烯作为髌臼的人工髌关节(如 MOP 和 COP 人工髌关节),其

接触压力大小与分布非常相似,可获得相似的力学性能(见图9(d)、(e))。MOC与MOM人工髋关节

的接触压力和分布也极其相似,具有相似的力学性能(见图9(a)、(b))。

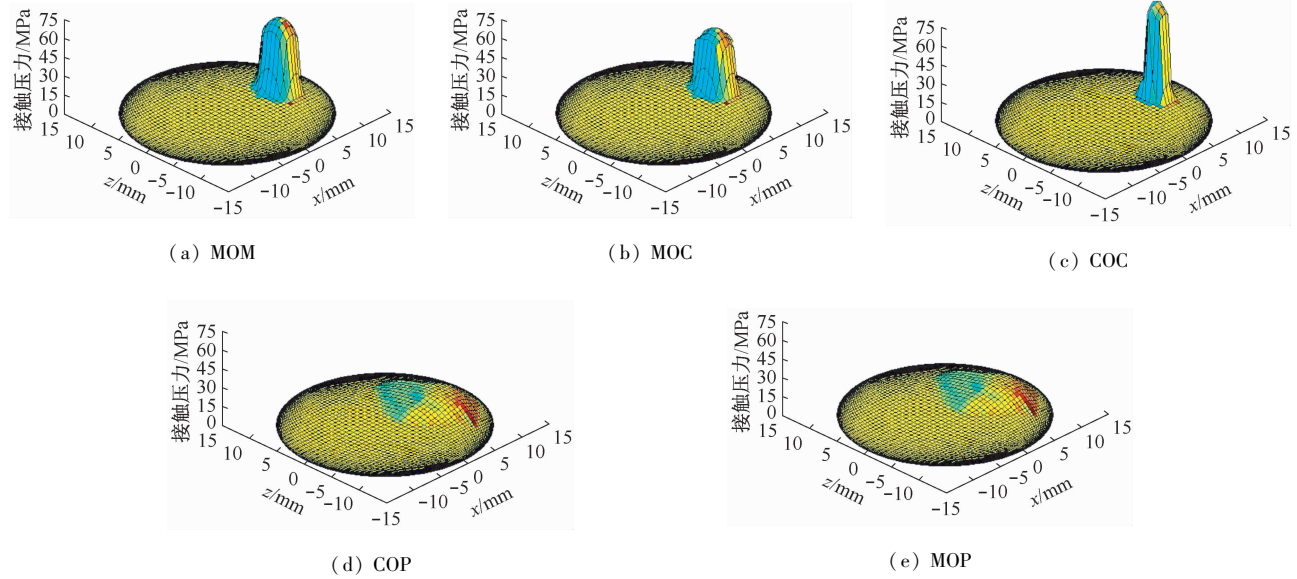


图9 不同材料匹配人工髋关节髋臼接触面的接触压力三维分布

Fig.9 Three-dimensional contact stress distributions on cup bearings of hip joint replacements with different material combinations

人工髋关节不同材料匹配下的接触压力峰值比较如图10所示。当使用聚乙烯作为人工髋关节的髋臼材料时,其接触压力峰值得到显著下降。当使用金属、陶瓷这类弹性模量相对较大的材料,其接触压力峰值相对较大。因此,低弹性模量的材料应用到人工髋关节上,在一定程度上可以改善人工髋关节局部接触应力集中、应力过大的问题;但过低的弹性模量材料应用到人工髋关节上也会带来一些负面影响,大变形量会影响润滑等摩擦学性能,这需要未来对材料组配的综合摩擦学性能影响作进一步研究。

基于上述接触力学对比分析,通过接触压力分析对人工髋关节的磨损进行一个评估,以进一步了解人工髋关节接触性能。人工关节球基界面磨损机制包括黏着磨损、磨粒磨损和疲劳磨损。严格地讲,人工髋关节磨损机制应该是这3种模式同时产生作用的结果。但相比关节软骨,人工髋关节采用比较硬质的材料,表面也比较光滑,故磨损形式主要是黏着磨损,即真实接触部分牵拉两固体接点导致撕开产生的磨损;其磨损可根据 Archard 磨损公式来计算^[6,18]:

$$d^{\text{e}} = \frac{kpV}{H} \quad (1)$$

式中: d^{e} 为磨损深度变化率,单位是mm/s; p 为接触压力; V 为滑动速度; H 为材料表面硬度; k 为材料磨损系数。本文研究基于同等静力载荷条件下, p 、 V 为定值,故人工髋关节的磨损量主要取决于材料的属性。如图11所示,当材料受到的表面压力小于材料表面硬度的1/3时, k/H 为固定值;当材料的表面压力超过材料表面硬度的1/3时, k/H 将出现急剧增大。本研究对人工髋关节施加同等静力载荷后,材料表面压力远小于 $H/3$,故可以在此将 k/H 看作固定值。因此,可以将式(1)简化为^[14,19]:

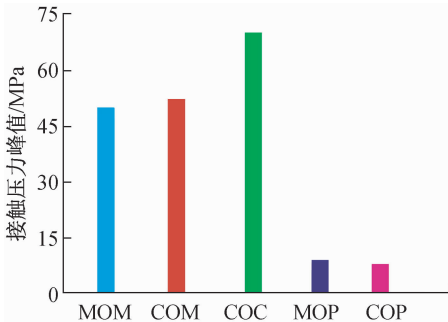
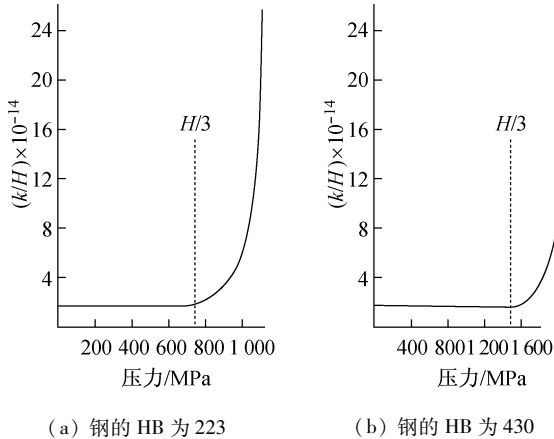


图10 不同材料匹配人工髋关节接触压力峰值

Fig.10 Peak contact stress on hip joint replacements with different material combinations

$$d^{\&} = apV \quad (2)$$

式中： $a = k/H$ 为固定值，可以根据材料的属性得出； p 为接触压力，可以通过图 10 不同材料匹配后的接触压力获得相应的值；对于滑动速度 V 而言，主要受人体活动的影响，与不同材料之间的匹配无关，在此看成是一个相同的固定值。



(a) 钢的 HB 为 223

(b) 钢的 HB 为 430

图 11 k/H 随表面压力的变化曲线^[12]Fig. 11 Value of k/H steel with pressure (a) Steel HB223, (b) Steel HB430

表 3 所示为不同材料匹配人工髋关节的磨损系数。与表 2 中相应的材料表面硬度 H 值进行计算，可以得出不同材料匹配人工髋关节各自的 a 值。将不同材料匹配的人工髋关节各自的 a 值与不同材料匹配人工髋关节的接触压力值进行乘积，即可简单进行预测不同材料匹配的磨损情况。

表 3 不同材料匹配人工髋关节的磨损因子比较^[5]

Tab. 3 Wear factors of hip joint replacements with different material combinations

材料属性	材料				
	MOM	MOC	COC	MOP	COP
磨损系数 k / $[\mu\text{m}^3 \cdot (\text{N} \cdot \text{m})^{-1}]$	5	3.5	1.5	8.7	7

根据黏着磨损计算公式，可以预测不同材料匹配的磨损情况。其磨损深度变化率由小到大是 COC、MOC、MOM、COP、MOP。其中，MOC 与 MOM 的接触压力与接触面积的大小基本一致，接触力学性能很接近。通过基本磨损评估看出，在力学性能比较接近的 MOC 和 MOM 材料组配中，MOC 组配比 MOM 组配的磨损要小。MOC 要比 MOM 的材料组

配设计的典型人工髋关节更具有平均接触性能特点。本研究主要通过接触力学和磨损因子评估开展了人工关节材料匹配的接触性能比较研究^[15]；为了进一步了解材料组配对关节接触性能的影响，有必要在进一步开展对基于材料匹配与人工髋关节磨损预测及其他摩擦学性能的机理性数值实验研究。

5 结论

本文建立了给定载荷工况条件下关于材料匹配对人工髋关节接触模拟模型，并针对当前临床使用的典型人工髋关节，研究了 5 组材料匹配组合对接触压力分布的影响。结果表明在同等载荷情况下，材料匹配对接触压力影响由大到小的顺序分别是 COC、MOC、MOM、COP、MOP；而相应的接触面积由大到小的顺序排列则与之相反。此外，选用高弹性模量、低泊松比硬质材料匹配的人工髋关节（如 COC），易出现较大的应力集中，但评估的抗磨损能力较强；而选择低弹性模量、高泊松比的聚乙烯柔性材料作为髋臼的关节（如 COP 或 MOP），虽然不会出现较大的接触压力集中，但过大的变形量导致接触界面范围接近了髋臼边缘。基于材料匹配与接触应力分析及磨损评估，发现 MOM 和 MOC 的人工髋关节材料匹配，可以获得较平均的接触性能。因此，有必要在进一步的研究中，开展对基于材料匹配与人工髋关节磨损预测及其他摩擦学性能的机理性数值实验研究。

参考文献：

- [1] 闰玉华, 殷湘慧. 人工关节的研究现状和发展趋势[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2004, 1(4): 39-45.
- [2] 程倩, 王元培, 田波, 等. 金属对金属髋关节动态边缘接触力学行为[J]. 医用生物力学, 2012, 27(1): 186-191. Cheng Q, Wang YP, Tian B, et al. Dynamic edge contact behavior of metal-on-metal hip joint replacements [J]. J Med Biomech, 2012, 27(2): 186-191.
- [3] 程倩, 田波, 王元培, 等. 金属对金属人工髋关节边缘接触效应[J]. 医用生物力学, 2011, 26(6): 508-513. Cheng Q, Tian B, Wang YP, et al. Effect of edge contact on metal-on-metal hip joint replacements [J]. J Med Biomech, 2011, 26(6): 508-513.
- [4] Wang FC, Brockett CL, Williams S, et al. Lubrication and friction prediction in metal-on-metal hip joint implants [J].

- Phys Med Biol, 2008, 53(3): 1277-1293.
- [5] Wang FC, Jin ZM. Transient elastohydrodynamic lubrication of hip joint implants [J]. J Tribol, 2008, 130(1): 011007.
- [6] 胡铮铭, 王元培, 王凤才, 等. 金属对金属人工髋关节的磨损预测[J]. 医用生物力学, 2011, 26(5): 448-453.
Hu ZM, Wang YP, Wang FC, *et al.* Wear prediction for metal-on-metal hip joint replacements [J]. J Med Biomech, 2011, 26(5): 448-453.
- [7] Scholes SC, Unsworth A, Goldsmith AA. A frictional study of total hip joint replacements [J]. Phys Med Biol, 2000, 45(12): 3721-3735.
- [8] Affatato S, Spinelli M, Squarzone S, *et al.* Mixing and matching in ceramic-on-metal hip arthroplasty: An in-vitro hip simulator study [J]. J Biomech, 2009, 42(15): 2439-2446.
- [9] 郑明, 林凤飞, 林朝晖, 等. 不同材料假体人工全髋关节置换效果的临床观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(13): 977-979.
- [10] 原林, 高梁斌. 髋关节的解剖和生物力学[J]. 中国创伤骨科杂志, 2001, 3(2): 146-147.
- [11] 俞旭东, 邵增务. 髋关节置换术发展趋势[J]. 国际骨科学杂志, 2009, 30(1): 37-41.
- [12] Affatato S, Bersaglia G, Yin JQ, *et al.* The predictive power of surface profile parameters on the amount of wear measured in vitro on metal-on-polyethylene artificial hip joints [J]. Proc Inst Mech Eng H, 2006, 220(3): 457-464.
- [13] 刘庆, 周一新. 人工髋关节摩擦学研究进展[J]. 国际骨科学杂志, 2009, 30(2): 74-77.
- [14] Wang FC, Wang LS, Sun ML. Tribological modelling of spherical bearing with complex spherical-base geometry and motion [M]// Hadfield M, Brebbia M, Seabra J, eds. Tribology and design. USA: WIT Press, 2010: 3-15.
- [15] Wang FC, Zhao SX, Félix Quiñonez A, *et al.* Non-sphericity of bearing geometry and lubrication in hip joint replacements [J]. J Tribol, 2009, 131(3): 031201.
- [16] 程倩, 王慧妍, 王凤才, 等. 非球面人工髋关节接触力学[J]. 医用生物力学, 2012, 27(5): 534-544.
Cheng Q, Wang HY, Wang FC, *et al.* Contact mechanics of non-spherical hip joint replacements [J]. J Med Biomech, 2012, 27(5): 534-544.
- [17] Zhao H, Barber GC, Liu J. Friction and wear in high speed sliding with and without electrical current [J]. Wear, 2001, 249(5-6): 409-414.
- [18] 陈冠国. 金属材料的硬度与磨损[J]. 唐山工程技术学院学报, 1990, 3: 75-81.
- [19] Wang FC, Zhao SX, Xu H, *et al.* Dynamic contact mechanics and wear modeling of hip joint replacement with hard-on-hard material combination under three-dimensional loading and transient motion [C]//Proceedings of World Tribology Congress 2009. Kyoto, Japan: [s. n.]: 2009.

深圳市个性骨科技术与制造服务平台

本平台是建立在中国科学院深圳先进技术研究院与深圳市第二人民医院、深圳市博恩医疗器材有限公司等医院与企业密切合作基础上的研究机构,本着“互惠互利、优势互补、协同发展、共创辉煌”的原则,为打造产学研医工联合的现代转化医学研发平台,提高珠三角乃至全国医用生物材料及器械研发的水平,建立全面合作伙伴关系,共同推进各方在生物医用材料、医疗器械以及内植物等产品研发中的战略合作。

本平台拥有 INSTRON 力学试验机,非接触式全场 3D 变形及应变测量系统 VIC 3D,压力分布测试系统,NDI Polaris 光学定位跟踪系统,软组织材料试验机(MTS),快速原型设备(Object 30 pro),步态运动分析系统 MotionAnalysis, Dell Precision T7500 高性能图形工作站,全自动三坐标测量仪等仪器以及 MIMICS、AnyBody、Within-Medical 等软硬件。本平台定位为:填补空白,产业催化。目前平台服务提供以下服务:人工髋/膝关节研发,人工椎间盘植入体及其他植入材料生物,力学研究与手术器械研发,金属/非金属多孔植入材料研发及其生物力学研究关节运动科学与康复医疗。目前服务对象包括 68 家深圳市医院以及多家深圳医疗器械生产商。

联系人:尚鹏

电话:0755-86392286;邮箱:peng.shang@siat.ac.cn;QQ号:1347394868(武夷云飞)