

不同材料人工髋关节关节面磨损对无菌性松动的影响

肖瑾瑛, 肖小燕, 唐方根, 刘建庭

Effect of articular surface wear of different-material artificial hip joints on aseptic loosening

Xiao Jin-ying, Xiao Xiao-yan, Tang Fang-gen, Liu Jian-ting

Affiliated Hospital of
Jinggangshan
University, Ji'an
343000, Jiangxi
Province, China

Xiao Jin-ying,
Associate chief
nurse, Affiliated
Hospital of
Jinggangshan
University, Ji'an
343000, Jiangxi
Province, China
xjy.ja@163.com

Received: 2011-05-12
Accepted: 2011-07-18

Abstract

OBJECTIVE: To analyze the advantage and problems of artificial hip joints made of different materials in clinical applications, and to evaluate the effects of articular surface wear on aseptic loosening.

METHODS: A computer search of relevant articles published from January 1990 to December 2009 was performed by using the keywords of "biological materials, hip, prosthesis, hip resurfacing" in Chinese and English. Repetitive studies or Meta analysis were excluded.

RESULTS: The life of artificial hip joints is closely related to the articular surface wear. The appearance of aseptic loosening is not only related to the design of prostheses, but also associated with prosthetic materials. Based on the comparison of different hip prosthesis material properties, we provide the basis for the selection of an ideal hip prosthesis material with good wear resistance and biocompatibility.

CONCLUSION: Surface modification of hip prosthesis materials and frictional behavior of human hip joint are biological hot spots in the future. The evaluation system for hip prosthesis materials is a serious problem to be solved.

Xiao JY, Xiao XY, Tang FG, Liu JT. Effect of articular surface wear of different-material artificial hip joints on aseptic loosening. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(35):6628-6631.
[http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

目的: 分析各种人工髋关节假体材料在实际应用中的优势和存在的问题, 对不同材料人工髋关节关节面的磨损对无菌性松动的影响进行评价。

方法: 以“生物材料, 人工髋关节, 假体, 髋关节表面置换”为中文关键词, “biological materials, hip, prosthesis, hip resurfacing”为英文关键词, 采用计算机检索 1990-01/2009-12 相关文章。纳入与不同材料人工髋关节关节面的磨损对无菌性松动的影响相关的文章; 排除重复研究或 Meta 分析类文章。

结果: 人工髋关节的寿命和关节面的磨损密切相关, 人工髋关节置换在临床应用研究过程中, 出现无菌性松动等问题, 这些问题的产生不但与假体的设计有关, 而且与假体所用材料有着密切的关系, 比较了不同人工髋关节假体材料的性能, 为临床选择一种具耐磨损、生物相容性好的理想人工髋关节假体材料提供依据。

结论: 髋关节假体材料的表面改性和人体髋关节生物摩擦行为是未来研究的热点, 髋关节假体材料性能评价体系的完善是亟待解决的问题。

关键词: 无菌性松动; 生物材料; 人工髋关节; 假体; 髋关节表面置换; 摩擦
doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.35.040

肖瑾瑛, 肖小燕, 唐方根, 刘建庭. 不同材料人工髋关节关节面磨损对无菌性松动的影响[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(35):6628-6631. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

人工髋关节临床应用已有几十年的历史, 它对恢复患者关节功能和解除患者痛苦具有较好的医疗效果和康复效果。据不完全统计每年仅全髋置换就进行 80 万例, 预计 21 世纪初中国人工关节置换每年可达 25 万例^[1]。随着人工髋关节临床研究与应用的发展, 引出了一系列问题严重影响着人工髋关节置换后的效果及寿命, 急需科技工作者去探索研究^[2]。人工髋关节置换失败的主要原因是假体的无菌性松动。人们先后提出“骨水泥病、微粒病”的概念^[3]。由于技术、材料等原因导致假体无菌性松动发生率高等等缺

点。因此了解不同人工髋关节假体材料的材料学性能, 对开发新型髋关节假体材料, 提高置换关节的使用寿命具有重要的现实意义。

目前人工髋关节使用的材料有多种, 分析各种假体材料的优势及存在的问题, 可以为开发性能更好的人工髋关节材料提供依据。研究和开发出具有良好生物相容性、耐腐蚀性、耐磨性、耐疲劳特性, 并具有适宜的刚度和机械强度的关节置换用材料, 对提高髋关节置换的质量和髋关节置换用股骨假体的使用寿命都有着十分重要的意义。文章通过分析几种不同人工髋关节假体材料在临床上的应用效果, 对髋关节置换用假体材料的应用研究现状、存在的问题及发展趋势进行了分析和讨论, 探讨

井冈山大学附属
医院, 江西省吉安
市 343000

肖瑾瑛, 女, 1970
年生, 江西省吉安
市人, 汉族, 副主
任护师, 主要从事
骨科临床护理方
面的研究。
xjy.ja@163.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225
(2011)35-06628-04

收稿日期: 2011-05-12
修回日期: 2011-07-18
(20110712016/D·W)

它们的应用前景。

1 资料和方法

1.1 资料的纳入与排除标准

纳入标准：①不同材料假体人工髋关节置换的相关文献。②人工髋关节假体材料学性能对人工髋关节表面磨损的影响相关文献。③相关人工髋关节置换用假体材料的应用研究现状、存在的问题。

排除标准：重复研究或 Meta 分析类文章。

1.2 资料提取策略

检索人相关内容：第一作者。

检索时间范围：1990-01/2009-12。

关键词：中文关键词为“生物材料，人工髋关节，假体，髋关节表面置换”；英文关键词为“biological materials, hip, prosthesis, hip resurfacing”。

检索数据库：PubMed 数据库(网址 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed>)；维普数据库(网址 <http://www.cqvip.com/>)。

1.3 对纳入文献的评价 经检索共查到相关文献 150 余篇。经阅读标题、摘要、全文后，排除内容重复、普通综述后筛选纳入 25 篇文献进行评价。文献的类型主要包括动物实验，在体临床研究，体外实验，综述、述评类文献。

2 结果

2.1 研究人群/对象 在检索到的相关文章中，其中临床研究方面的比较多，其次是实验动物学方面的研究，所选动物主要集中在兔、鸡、鼠等实验动物上。

2.2 结果分析 在检索到的文章中，涉及到的关于人工髋关节假体材料磨损性能及其影响因素的文章比较多，其中人工髋关节置换材料的摩擦和损耗影响因素分析的文章包含两个方面内容：人工髋关节置换后的无菌性松动与假体长期磨损产生的微粒作用于周围的巨噬细胞而诱发的生物学反应有关^[4]。

磨损微粒激活假体周围组织细胞释放前炎症递质，诱导破骨细胞的活化和分化，引发假体周围的骨溶解；其次，是关于人工关节无菌性松动除与假体所处的不良应力环境有关外，假体构成材料在长期使用过程中相互摩擦，产生大量可引起周围组织反应的磨损颗粒，从研究磨粒入手，提取其中包含的摩擦学信息，探求磨粒形态特征与磨损过程以及磨损机制之间的联系，将有助于了解人工关节摩擦与磨损的规律。这对于监测置换关节在人体环境内的磨损状态，预测置换关节使用寿命以及提高关节使用质量都具有积极的现实意义^[5]。不同材料之间的性能及磨损机制都是

不同的，见表 1。

表 1 不同人工关节假体材料的磨损性能分析

文献来源	假体材料	磨损机制	磨损特点
司徒捷, 等 ^[6] 《材料科学与工程学报》	陶瓷	应用最多的是多位髋关节模拟机, 在 MTS 模拟实验中, 臼杯被倒置于股骨头之上, 通过一个倾斜的旋转块使股骨头运动, 使在接触面的每个点都形成交叉型的相对运动	不同的陶瓷性能不同, 制作股骨头和髌臼时, 氧化铝陶瓷是最佳的选择。陶瓷材料本身的性质也对其摩擦磨损性能有着重要影响, 包括力学性能比如硬度和断裂韧性, 微观结构比如晶粒尺寸、晶界性能等
胡通洲, 等 ^[7] 《国际骨科杂志》	聚乙烯	聚乙烯臼杯的磨损机制较为复杂, 可包括粘合、磨擦及微疲劳断裂等多个环节。不同磨损机制与不同磨损类型所造成的磨损破坏各不相同	黏附磨损是指接触点连接强度大于材料固有强度时对其表面的拉脱破坏。摩擦磨损是指不光整表面的若干尖端对材料表面的擦伤破坏。疲劳磨损是指周期性应力作用下材料表面或更深结构的断裂或分层
张磊磊, 等 ^[8] 《无机材料学报》	炭/炭复合材料	炭/炭复合材料的磨损颗粒由碳纤维颗粒和热解炭颗粒组成, 磨损颗粒在磨损过程中主要承受压应力和剪切力的作用。	炭/炭复合材料兼具纤维增强材料优异的力学性能和碳质材料良好的生物相容性, 并且其弹性模量与人骨相当, 可以有效地避免应力遮挡效应
贾庆卫, 等 ^[9] 《生物骨科材料与临床研究》	炭/炭复合材料	基质材料本身的耐磨性好, 而碳纤维的增强又进一步提高其耐磨性。三维有限元分析已证实其柄部应力分布较合金假体更为合理, 能减少假体对股骨近段的应力遮挡	聚醚醚酮具有耐高温、低烟阻燃无毒、耐高温水解、耐辐射、耐磨损等优良特性, 被称为超级塑料。其优良生物相容性已被许多体内、外实验证实

2.3 样本量 在检索到的文章中，在临床应用的文章，样本量通常较大，而利用动物的研究中，通常样本量较小。在小型的动物研究上所取得的实验结果可能对今后的临床应用的指导意义并没有在与人类相似的大型哺乳动物上得到的结果那么有意义，这也是关于这个课题研究的一个缺陷。

2.4 临床意义 在检索到的文章，以各大医院的入院患者为研究对象，研究的内容比较多且丰富，这对今后的临床实验研究有很高的指导意义。尤其对人工髋关节假体材料摩擦磨损特性的研究，可以为开发性能更好的人工髋关节材料提供依据，这对于人工关节置换的假体材料的选择临床应用研究以及生物摩擦学的深入发展都具有重要的理论价值和现实意义^[10-11]。

2.5 不足之处 在检索到的文章中，除去综述性文章，不论是在临床应用还是在动物实验中，缺少相同或相近病例采用 3 种以上不同药物或材料进行研究和对比，在其他条件(比如医生的手术水平，医院的医疗护理水平等)相对接近的情况下，才能发现哪种药物或材料更具有良好的医疗效果。另外，所有文章都局限于一种药物或材料的单独运用，无在同一研究对象中综合使用两种或以

上的药物和材料。当然在动物实验中, 这种研究可能相对简单一些, 也具有可操作性。在实际临床中, 可能由于各种因素的不断变化而使得研究结果具有难操控性, 从而缺乏科学性和说服力。

3 讨论

3.1 人工髋关节金属材料、高分子材料、陶瓷材料和碳质材料的研究现状? 人工髋关节置换的复杂性要求材料必须具有良好的生物相容性、耐蚀性、高强度、高韧性以及优良的耐循环冲击性和耐磨性等性能。事实上, 任何一种材料都不可能完全满足这些使用要求, 因而, 几乎所有类型的材料都在人工髋关节置换中得到应用。人工髋关节假体材料已有近百年的发展历程, 目前常用的有金属材料、高分子材料、陶瓷材料和碳质材料^[12]。

金属材料在髋关节置换中占有重要的地位, 目前髋关节置换术临床应用最多的是金属关节头和超高分子量聚乙烯髋臼的组合, 并且随着金属材料配方和制造工艺的改进, 金属/金属关节副的组合越来越受到重视。但是与其他人工髋关节假体材料相比, 金属材料更易遭受电化学破坏, 一方面增大了磨损率, 另一方面释放的金属离子具有潜在的毒性^[13]。这些缺点严重影响了金属型人工髋关节的长期服役效果。因此应用于关节置换的金属材料局限于不锈钢铁基合金、钴基合金和钦基合金这 3 类。它们的共同特点是金属表面可形成钝化膜, 而且微量金属对人体无害。

高分子材料由于其良好的抗磨性、机械性能、抗腐蚀性以及生物相容性使其作为人工髋关节假体材料得到了广泛的应用, 至今已有 40 多年的历史, 并且被认为是最佳的人工全髋关节假体材料^[14]。但在长期的临床应用中由于股骨头与髋臼相互摩擦不断产生的各种磨屑特别是超分子量聚乙烯磨屑, 易引起骨骼发炎, 发生无菌松动, 加剧磨损, 从而导致人工全髋关节置换失效, 加重了患者的痛苦, 降低了人工髋关节的使用寿命^[15]。有研究显示磨粒的成分、数量、形状、尺寸以及理化性质对细胞的吞噬行为有很大影响^[16]。

为解决金属和高分子假体材料的磨损颗粒引起的骨溶解问题, 人们开始关注陶瓷材料。陶瓷材料的离子结构可以吸引带极性的液体, 使之均匀地覆盖在陶瓷的表面, 有利于形成流体薄膜润滑效果; 并且陶瓷材料硬度高、磨损率低、磨损颗粒小。另外陶瓷可以在潮湿的条件下正常工作^[17], 克服了金属假体在体内潮湿环境下容易释放金属离子的问题。陶瓷材料是目前最好的候选材料, 钴铬合金次之^[18]。目前应用的陶瓷主要有两种形式, 即陶瓷和陶瓷复合材料, 陶瓷复合材料结合了陶瓷和金属的优点, 既有陶瓷的高强、高硬、耐摩擦、自润滑特性, 又有金属的韧塑性好、耐疲劳等特点, 用作关节

面材料很有前途。国外已有报道, 国内尚未见报道^[19]。

碳质材料于 1969 年由 Bokros 开发并应用于生物领域, 生物体最初使用的是玻璃质碳, 因强度不足而未能广泛应用。目前国内外所用生物医用碳质材料主要是碳纤维增强复合材料。碳纤维聚合砒复合材料曾一度被用于人工关节假体, 因为在体液环境中抗疲劳能力下降而未能广泛应用^[20]。

3.2 人工髋关节面磨损产生的机制? 现在人们发现磨损的主要问题是磨损颗粒导致的异物反应。大量的磨损颗粒刺激关节附近细胞水平的骨溶解, 引起假体的松动^[21]。磨损颗粒包括聚乙烯颗粒、骨水泥颗粒和金属颗粒, 如果是陶瓷关节面还包括陶瓷颗粒。这些磨损颗粒被吞噬细胞吞噬后可诱导吞噬细胞死亡, 但这种死亡的确切机制尚不是十分清楚。目前认为可能是磨损颗粒诱导了吞噬细胞的凋亡^[22]。关节面磨损产生的机制包括黏附磨损、摩擦磨损、疲劳磨损和三体磨损^[23-24]。黏附磨损是指接触点连接强度大于材料固有强度时对其表面的拉脱破坏; 摩擦磨损是指不光整表面的若干尖端对材料表面的擦伤破坏; 疲劳磨损是指周期性应力作用下材料表面或更深结构的断裂或分层。不同磨损机制与不同磨损类型所造成的磨损破坏各不相同, 黏附磨损引起表面坑洼与凹陷, 摩擦磨损造成表面擦痕, 疲劳磨损则导致裂缝与材料分层。

磨损微粒吸引巨噬细胞的趋化和吞噬, 继而引发和放大一系列生物学反应, 导致各种细胞因子和炎症介质的释放。它们的作用相互交错, 单独或联合作用激活破骨细胞, 引起假体周围的骨吸收溶解。大量研究均证实, 吞噬细胞吞噬磨损颗粒后可随之释放出大量炎症递质, 其中主要有肿瘤坏死因子等^[25]。这些炎症介质可激活破骨细胞, 造成假体周围骨溶解, 最终导致假体的生物性松动而使假体失败。限制磨损微粒的产生, 可以减少巨噬细胞浸润的范围, 从而抑制随后的破骨细胞生成和骨吸收能力的活化, 减少假体周围骨溶解。因此, 改进人工关节假体的设计和材料, 减少假体-骨界面间磨损微粒, 限制其在假体周围的游走和迁移, 对临床上减少人工关节假体无菌性松动具有重要意义。

4 参考文献

- [1] 唐六丁, 李秉哲, 赵为民. 股骨-人工假体之间的界面生物力学分析[J]. 医用生物力学, 2004, 19(2): 112-116.
- [2] 尹其翔, 沈铁城. 人工髋关节生物力学研究进展[J]. 江苏大学学报(医学版), 2008, 18(1): 89-92.
- [3] Tipper JL. Characterization of wear debris from UHMWPE on Zirconia ceramic, metal-metal and ceramic-ceramic hip prosthesis generated in a physiological anatomical hip joint simulator. Wear. 2001; 250(1-12): 120-128.
- [4] 刘杨, 杨威. 人工髋关节假体材料生物相容性及其临床应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(34): 6441-6444.
- [5] 肖小燕, 刘建庭, 肖瑾璞. 人工髋关节置换材料的摩擦和损耗影响因素分析[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(21): 3911-3914.
- [6] 司文捷, 李春光, 苗赫灌. 高性能陶瓷人工髋关节材料摩擦磨损研究进展[J]. 材料科学与工程学报, 2004, 22(3): 424-426.
- [7] 胡通洲, 童培建, 肖鲁伟, 等. 全髋关节置换后聚乙烯磨损[J]. 国际骨科学杂志, 2008, 29(1): 49-51.

- [8] 张磊磊, 胡涛, 李贺军, 等. 炭/炭复合材料人工髋关节磨损颗粒研究[J]. 无机材料学报, 2010, 25(4):349-352.
- [9] 贾庆卫, 汤亭亭, 裁克戎. 碳增强的聚醚醚酮人工关节假体材料的磨损性能研究[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2004, 1(3):1-4.
- [10] Slonaker M, Goswami T. Wear mechanisms in ceramic hip implants. J Surg Orthop Adv. 2004;13(2):94-105.
- [11] Browne JA, Bechtold CD, Berry DJ, et al. Failed metal-on-metal hip arthroplasties: a spectrum of clinical presentations and operative findings. Clin Orthop Relat Res. 2010;468(9):2313-2320.
- [12] Thillemann TM, Pedersen AB, Mehnert F, et al. The risk of revision after primary total hip arthroplasty among statin users: a nationwide population-based nested case-control study. J Bone Joint Surg Am. 2010;92(5):1063-1072.
- [13] Ferrell MS, Browne JA, Attarian DE, et al. entless porous-coated anatomic total hip arthroplasty at Duke: 18- to 24-year follow-up. J Surg Orthop Adv. 2009;18(3):150-154.
- [14] Landgraeber S, von Knoch M, L er F, et al. ERCC1 expression in aseptic loosening after total hip replacement. J Biomed Mater Res A. 2010;92(2):556-562.
- [15] 吴竞萍, 袁成清, 严新平, 等. 人工髋关节超高分子量聚乙烯磨粒分析的现状与趋势[J]. 生物医学工程学杂志, 2010, 27(1):236-240.
- [16] 范卫民, 马益民, 王青, 等. 帕米磷酸钠和降钙素对人工关节磨损微粒引起单核细胞分泌溶骨性因子的影响[J]. 中华实验外科杂志, 2003, 20(7):659-662.
- [17] Petruska J, Durcanský D, Makarevic A, et al. Morphological-functional characteristic of periarticular tissue after total hip arthroplasty: histological, cytochemical and electron microscopy aspects. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2008;75(5):375-381.
- [18] Fehring TK, Christie MJ, Lavernia C, et al. Revision total knee arthroplasty: planning, management, and controversies. Instr Course Lect. 2008;57:341-363.
- [19] 戴克戎. 影响人工关节远期效果的多因素分析[J]. 中华骨科杂志, 1995; 15:250.
- [20] 韩雪松, 严世贵, 潘志军, 等. 全髋关节置换术后聚乙烯内衬磨损的测量及其临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2001, 21(1):229-232.
- [21] Lam LO, Stoffel K, Kop A, et al. In vivo failure analysis of intramedullary cement restrictors in 100 hip arthroplasties. Acta Orthop. 2007;78(4):485-490.
- [22] Virtanen S. Metal release mechanisms in hip replacement. Acta Orthop. 2006;77(5):695-696.
- [23] Ritter MA, Lutgring JD, Berend ME, et al. Failure mechanisms of total hip resurfacing: implications for the present. Clin Orthop Relat Res. 2006;453:110-114.
- [24] Eskelinen A, Remes V, Helenius I, et al. Uncemented total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in young patients: a mid-to long-term follow-up study from the Finnish Arthroplasty Register. Acta Orthop. 2006;77(1):57-70.
- [25] Najjar D, Iost A, Biggerelle M, et al. Mechanisms of damage to metal-on-polyethylene articulating surfaces of total hip prostheses: influence of intra-articulate migration of metallic debris. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2004;90(8):732-740.



医学英语单词例句：本刊英文部

distraction:

n. 分心, 分心的事物, 注意力分散, 娱乐, 消遣, 发狂

英英解释:

名词 distraction:

1. mental turmoil
2. an obstacle to attention
3. an entertainment that provokes pleasure

interest and distracts you from worries and vexations

同义词: beguilement

4. the act of distracting; drawing

someone's attention away from something

同义词: misdirection

本刊例句:

Some researchers propose the concept of peripheral ligament distraction osteogenesis, which is one special application type of **distraction** osteogenesis.

correction

n. 订正, 改正, 惩罚, (市价)回落

英英解释:

名词 correction:

1. the act of offering an improvement to replace a mistake; setting right

同义词: rectification

2. a quantity that is added or subtracted in

order to increase the accuracy of a scientific measure

同义词: fudge factor

3. something substituted for an error

4. a rebuke for making a mistake

同义词: chastening, chastisement

5. a drop in stock market activity or stock

prices following a period of increases

6. the act of punishing

同义词: discipline

7. treatment of a specific defect

本刊例句:

This method has been used in clinical orthodontic treatment and can accelerate canine teeth movement, significantly shorten treatment duration, and improve **correction** efficacy.

course

n. 课程, 讲座, 过程, 路线, 一道(菜)

英英解释:

名词 course:

1. education imparted in a series of lessons or meetings

同义词: course of study, course of

instruction, class

2. a connected series of events or actions

or developments

同义词: line

3. general line of orientation

同义词: trend

4. a mode of action

同义词: course of action

5. a line or route along which something travels or moves

同义词: path, track

6. a body of students who are taught

together

同义词: class, form, grade

7. part of a meal served at one time

8. (construction) a layer of masonry

同义词: row

9. facility consisting of a circumscribed

area of land or water laid out for a sport

动词 course:

1. move swiftly through or over

2. move along, of liquids

同义词: run, flow, feed

3. hunt with hounds

副词 course:

1. as might be expected

同义词: naturally, of course

本刊例句:

It provides a novel approach to shorten long treatment **course**.