

文章编号:1004-7220(2012)01-0013-08

· 论著 ·

人工髋关节脱位失效的生物力学分析与推理 (附专家点评)

周海¹, 王燎², 王金武², 姚天平³, 王成焘¹

(1. 上海交通大学机械与动力工程学院, 生物医学制造与生命质量工程研究所, 上海 200240; 2. 上海市骨科内植物重点实验室
上海交通大学医学院附属第九人民医院, 骨科, 上海 200011; 3. 上海市医疗器械检测所, 上海 200070)

摘要: 目的 研究人工髋关节置换术后脱位失效力学机理以及在术后各时间段引发脱位的具体原因, 提出对临床中发生的脱位事件进行失效诊断的具体方法。方法 通过建立脱位模型对脱位过程的生物力学机理进行研究, 分析脱位失效与临床、产品设计和患者三方面因素的关系。结果 提出脱位分析推理路线图, 开发并验证专门用于脱位分析的软件工具。结论 髋关节脱位失效临床案例分析表明, 该人工髋关节脱位分析方法与工具能够帮助判断具体脱位事件的产生原因, 确定假体设计、术中植入位置与脱位事件之间的关系。同时可在术前确定假体最佳植入位置并分析脱位发生的可能风险, 对假体设计也有指导作用。

关键词: 全髋关节置换术; 假体; 脱位; 失效分析; 生物力学

中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

Biomechanical analysis and reasoning on dislocation failure after total hip arthroplasty

ZHOU Hai¹, WANG Liao², WANG Jin-wu², YAO Tian-ping³, WANG Cheng-tao¹ (1. *Institute of Biomedical Manufacturing and Life Quality Engineering, School of Mechanical and Power Energy Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China*; 2. *Shanghai Key Laboratory of Orthopaedic Implant, Department of Orthopaedics, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200011, China*; 3. *Shanghai Inspection and Testing Institute for Medical Devices, Shanghai 200070, China*)

Abstract: Objective To propose a detailed method on the diagnosis of dislocation failure by studying the mechanism of mechanical failure and causes of dislocation occurrence after the total hip arthroplasty (THA). **Methods**

The correlation between dislocation failure and clinical situation, product design and patients was analyzed by establishing the dislocation model to study the biomechanical mechanism of dislocation procedure. **Results** The reasoning route for dislocation analysis after THA was proposed and the visual hip prosthesis motion analysis software was developed and validated. **Conclusions** Case study on dislocation failure after THA shows that the proposed method and developed software can judge the cause of dislocation incidence in detail, and determine the relationship between implanting position for the hip prosthesis and dislocation incidence. Meanwhile, it can find the best implanting position before operation and analyze the risk of dislocation incidence, which will be helpful for the prosthesis design.

Key words: Total hip arthroplasty (THA); Prosthesis; Dislocation; Failure analysis; Biomechanics

收稿日期:2012-02-02; 修回日期:2012-02-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30810103908), 上海市科学技术委员会基金项目(09441900300)。

通讯作者:王成焘, 教授, E-mail: trib@sjtu.edu.cn。

王金武, 教授, E-mail: jinwuwang@gmail.com。

无菌性松动是人工关节置换失效与翻修的首位原因。根据瑞典关节登记系统的统计:松动约占失效总数 50% ~ 60%;感染与脱位占第2位,目前稳定在 14% 的比例^[1]。脱位主要发生在围手术期和术后早期:在术后 2 年中,脱位引起的失效占全部失效的 38.5%,感染失效占全部失效的 25.9%;而在术后 4 ~ 14 年中,两者都处于低位,感染约占 2% ~ 3%、脱位约占 5% ~ 7%^[2]。根据挪威公布的失效类型及其所占比例统计资料^[3],各类失效所占比例逐年变化,脱位目前约占 15%。

我国目前还没有建立人工关节手术与失效登记机制,但国家食品药品监督管理局和地方食品药品监督管理局近年来都建立了不良事件登记与统计机制,可以提供部分人工关节失效信息。张京航^[4]报告了 2002 年 12 月 ~ 2007 年 12 月在北京市药品不良反应监测中心登记的 150 例骨科植入物可疑不良事件,其中人工关节类产品的报告数量是 32 例,占总比例 21.3%,脱位 5 例,占 16%。

除官方机构的统计数据外,一些学者也利用自己的临床积累开展了同样的工作。Henrik 等^[5]调查了 1979 ~ 1996 年间 11 198 例髋关节失效案例,其中假体脱位占 4.2%。Callaghan 等^[6]总结了 4 976 例全髋关节置换术(包括 803 例翻修术),总体脱位失效比例为 7.8%,初次全髋关节置换术后脱位率为 7.2%,翻修术后脱位率为 11.2%。Blom 等^[7]回顾分析了 2 032 例全髋关节置换术(包括 305 例翻修术),其中初次置换后脱位率为 2.81%,翻修术后脱位率为 8.1%。Joshi 等^[8]对 161 例髋关节脱位失效事件进行了调查,59 例(37%)在术后和 5 周内发生,54 例(34%)在 2 年内发生,43 例(27%)在 2 ~ 5 年内发生,5 例(2%)在 5 ~ 9.5 年期间发生。Garcia-Cimbrello 等^[9]认为脱位在术后 1 个月内发生的比率占 54%。Khan 等^[10]认为 5 周内发生脱位的机率占 66%。

国内,李晓华^[11]报告了 1984 年 1 月 ~ 2001 年 1 月 900 例全髋关节置换术(total hip arthroplasty, THA)患者病例,共有 36 例患者于 THA 后发生髋关节脱位,占全部的 4.0%。36 例中 22 例(60%)为女性,14 例(40%)为男性,平均年龄 63 岁(35 ~ 72 岁)。既往有髋关节手术史而发生脱位的共有 24 例(67%)。脱位发生比例随时间递减:术后 1 个月

内发生脱位 18 例(50%),术后 2 ~ 3 个月发生脱位 12 例(33%),总计 3 个月内共发生脱位 30 例(83%),术后 4 ~ 12 个月脱位者 5 例(14%),1 年以后仅发生 1 例(3%)。

根据上述统计资料可以得出如下结论:脱位在人工髋关节失效总量中约占 5% ~ 15%。首次手术脱位失效比例低,翻修术后脱位失效比例高,后者约占脱位失效的 2/3。术后 1 个月内失效比例较高,约占 50% ~ 60%。

1 人工髋关节脱位的力学机理

按脱位后球头相对髋臼的位置,人工髋关节常见的脱位形式有上脱位、前脱位和后脱位(见图 1)。上脱位和后脱位是最常见的类型,在髋关节屈曲、内收、内旋超过一定范围时出现。其次为前脱位,在髋关节后伸、外旋时出现^[12]。

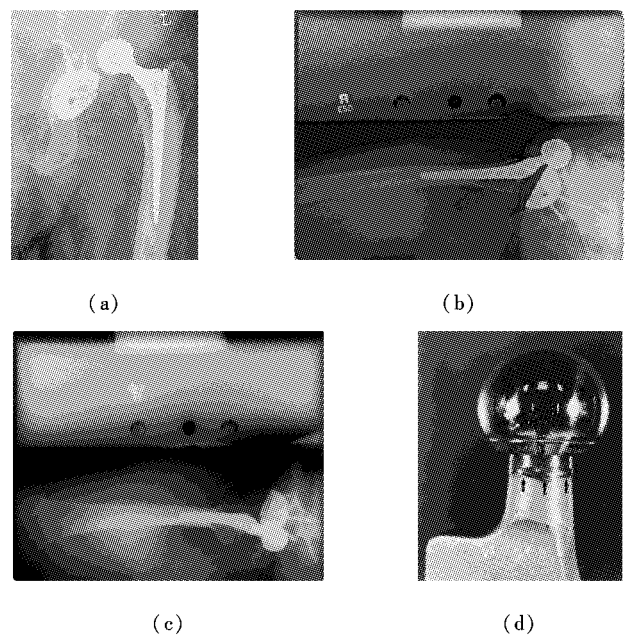


图 1 临床中的脱位失效 (a) 上脱位, (b) 前脱位, (c) 后脱位, (d) 颈部擦痕

Fig. 1 Dislocation failure in clinic (a) Up dislocation, (b) Anterior dislocation, (c) Posterior dislocation, (d) Neck/Cup impingement

脱位是力学作用的结果。图 2 显示了人体股骨上可能受到的作用力,自下而上包括:作用在股骨远端的膝关节力 FK 与力矩 MK;人体大腿段运动时,换算到大腿质心上的惯性力 FI 与惯性力矩 MI;作

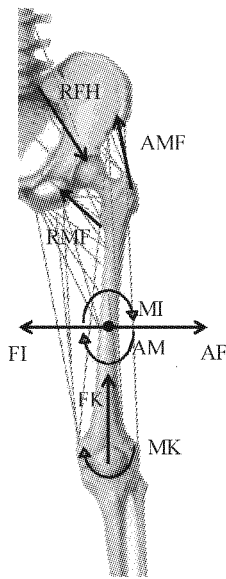


图2 人体股骨上的作用力与力矩
 Fig.2 Force and force moment on human femur

用在大腿上,同样被换算到质心上的外部作用力 AF 和力矩 AM,一般情况下为 0,通常在护理、搬运、康复训练或撞击时产生,是导致脱位的外力因素;作用在股骨上的肌肉力,由主动肌束的合力 AMF 和对抗肌束的合力 RMF 两部分组成,图中的位置根据大腿的不同运动状态而不同;由髋臼作用到假体球头上的关节力 RFH。它们都是空间三维的力和力矩,组成一个空间三维平衡力系。

图2所示的力系同样适用于人工髋关节受力分析(见图3)。作用在股骨上的外力 FK、FI、AF、MK、AM、MI 可以进一步转换为作用于股骨头中心的外力 F 和力矩 M。如图3(a)所示,F、RMF、AMF 的合力与 RFH 平衡;力矩 M 由 AMF、RMF 软组织力形成

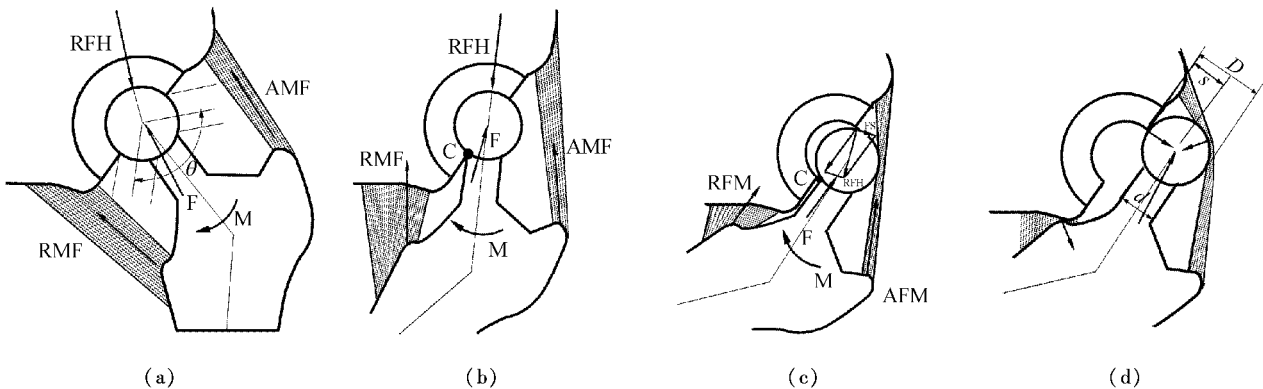


图3 人工髋关节的活动度与脱位力学分析
 Fig.3 Motion range of the artificial hip joint and mechanical analysis of the dislocation

的反力矩平衡,髋关节在这一稳定状态下工作,活动范围为 θ 。在图3(b)中,关节颈部与髋臼边缘接触,处于活动极限位置,如果力系的平衡尚能保持,关节依然可以工作,但患者将明显感到活动受到限制。如果外力矩 M 超过软组织的平衡力矩,关节将以接触点 C 为支点撬动,对外围软组织产生附加推力;同时髋臼边缘与球头顶部接触,关节反力 RFH 将产生一个促使球头向外滑移的分力 FS;如果软组织能对抗这些脱位力,关节将在这一不稳定状态下工作,如图3(c)所示。假体无论在图3(b)或图3(c)状态下工作,都将在颈部造成擦痕,如图1(d)所示。当软组织无法抗拒上述脱位力时,球头中心将进一步向外滑移,当位移量 s 达到球头半径 $r (= D/2)$ 时完全脱出,处于脱位失效状态,见图3(d)。加大球头直径可以增加极限滑脱位移量 s,由此增加稳定性。人工髋关节正常工作范围定义在图3(a)的锥角 θ 范围内。

2 人工髋关节脱位失效原因分析与推理路线图

根据上述脱位力学机理,与脱位失效相关的因素有:

(1)人工髋关节的头颈比。即假体的球头直径 D 与颈部直径 d 之比,是决定关节活动度 θ 角大小的几何要素。头颈比小,关节活动度 θ 小,关节容易在患者蹲、跪、盘腿坐等大幅度行为运动中脱位。加大球头直径不仅可以加大头颈比,而且可以加大极限滑脱位移量 s。从防脱位出发,医生应选择大球头假体,但聚乙烯髋臼磨损量将随球头直径增加而增加。金属对金属髋关节假体能很好满足活动度需

第一层面:依靠询问患者、查看病例、观察 X 光片等医学影像资料即可判断;

第二层面:依靠对脱位患者翻修手术中的取出物进行分析评判;

第三层面:须要采用特定的软件或测试进行分析评判。

在每一个层面中,又按照发生的可能性大小进行排序,可根据失效发生的时间,由上到下按路经框格中的提示进行分析。表中的符号“☞”表示可以采用的证实方法。应该指出,失效原因常常带有综合的性质,本推理路线图仅仅起到一种启发思维的作用。在该路线图的框架下,人们可以不断补充新的失效原因,并将其放到相应的层面与时间段中,为今后失效分析专家系统的研发打好基础。

3 人工髋关节脱位失效分析软件工具的研发与应用

3.1 人工髋关节脱位失效分析软件工具的研发

根据图 3(a)脱位分析模型,上海交通大学研发了专用于分析髋关节脱位的工具软件 CMVH-HiDi,它在软件 ADAMS/VIEW(MSC Software Corporation, 美国)基础上通过二次开发所得^[14]。图 4 为软件的操作界面,应用时必须输入软件 4 个假体结构参数和 4 个假体植入参数(见表 2)。关于髋臼植入的前倾角/覆倾角,软件允许按解剖学定义 AA/AI、影像学定义 RA/RI 或手术操作定义 OA/OI 确定的数值输入,其位置应是同一的。在作失效分析时,通常用影像学定义数据,这时 RI 可在正位 X 光片中量得,通过输入不同的 RI 值,使所得椭圆与正位片中看到

的一致即可。关节柄前倾角同样可用该方法反求。参数输入后,软件自动生成窗口显示的模型。

表 2 髋臼脱位分析软件中的参数定义

Tab. 2 Parameter definition in acetabular dislocation analysis software

参数名	软件允许输入值范围
髋臼外径, D'/mm	任意
球头直径, D/mm	< D'
综合头颈比, GR	> 1
关节柄与力线夹角, SA/°	> 0
颈干角, CCD/°	90 ~ 180
髋臼前倾角, OA/RA/AA/°	-45 ~ 90
髋臼覆倾角, OI/RI/AI/°	0 ~ 90
股骨颈前倾角, FA/°	-45 ~ 90

结合目前常用的人体运动捕捉系统,测得肢体各种行为运动时屈曲/后伸,外展/内收,内旋/外旋的运动角度变化,将其输入软件,可以在窗口中直观地观察股骨颈相对臼杯的运动。软件具有最大活动范围的检测功能,当关节柄与髋臼杯发生接触碰撞时会自动停止,同时将运动范围记录下来。利用这些功能,可以对不同设计参数的髋关节假体作植入模拟,确定其安全活动范围,对脱位失效进行分析。

Widmer 等^[15]认为,为了满足日常生活需要,人工髋关节活动范围应达到下列要求:前屈至少 130°,后伸至少 40°,内收、外展至少各 50°,外旋至少 40°,内旋至少 80°。D' Lima 等^[16]提出目前比较被大家接受的标准:前屈 > 120°、90°屈曲位内旋 > 45°、外旋 > 40°、后伸 > 30°。作者曾经进行过步行、慢跑、上/下楼梯、下蹲、下跪等常发行为中下肢运动的测量,发现髋关节最大屈曲在下蹲时最大,约为 120°,其他方向的运动如伸展、内收、外展、内旋和外旋平均最大运动角都不超过 20°。对盘腿坐测量发现,髋关节外旋平均能够达到 42°,个别人可以达到 55°。综合上述测量结果和国外的标准,本文建议将人体大腿部活动度标准定义如下:前屈 (FL) ≥ 120°、90°屈曲位内旋 (IRf90) ≥ 45°、外旋 (ER) ≥ 40°、后伸 (EXT) ≥ 30°。其中,前屈 FL 的要求在下蹲、下跪时发生,IRf90 在坐姿时发生,都易引发后脱位;ER 和 EXT 的要求常在术后搬运、护理和盘腿坐中发生,易引发前脱位,具体分析过程见参考文献[17]。

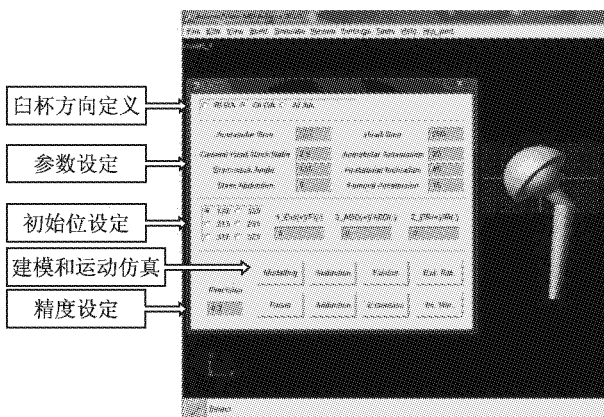


图 4 CMVH-HiDi 软件操作界面
 Fig. 4 Operating interface of the CMVH-HiDi software

3.2 人工髋关节脱位失效分析软件的应用

应用上述软件对术后髋关节假体脱位病例进行分析。一名身高 160 cm, 体重 57 kg 的 44 岁女性患者, 假体选用 Osteonics 28 mm 直径的球头、7 号 Secur-Fit HA 股骨柄。全髋置换手术后发生脱位。经 X 光影像分析, 怀疑患者的髋臼假体安放角度不合理(见图 5)。按标准方法^[18], 用自制的三脚架水平仪控制骨盆前平面与 X 光桌平行, 摄取骨盆前后位 X 光片, 测得髋臼杯前倾角 40.44°, 覆倾角 51.80°, 股骨前倾角 23°。

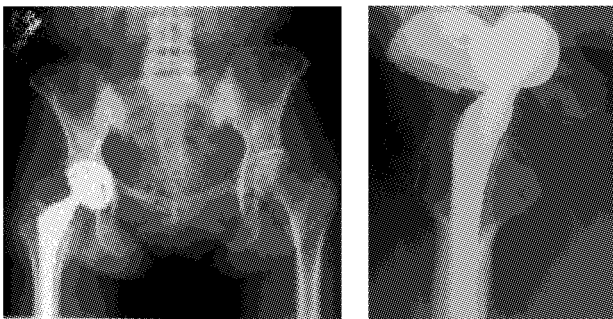


图5 髋关节假体安装 X 线影像
Fig.5 X-ray image for THA implanting

将假体参数和植入位置参数输入软件, 通过软件绘制了满足上述活动度要求的髋臼安全植入区域(见图 6 阴影区), 发现该病例髋臼的安装位置在安全区域外上方, 处于前脱位易发区域, 而该病人发生了前脱位的失效, 原因是髋臼假体过分前倾置入, 患者股骨外旋过大。根据病历记载, 该患者是在盘腿坐时发生脱位。

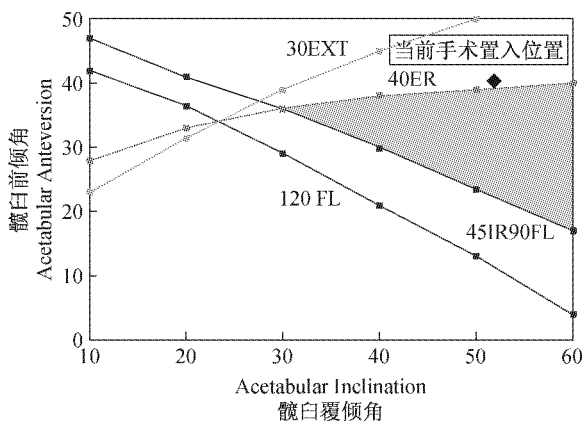


图6 病患髋关节假体安装角度为前倾 40.44°、外展 51.80°时的分析图

Fig.6 Dislocation analysis result for the patient (acetabular anteversion was 40.44° and acetabular inclination was 51.80°)

通过上述制定髋关节几种角度要求的方法不能满足人体行为多样性的分析需求。而且, 人体大腿的每一个运动都是围绕髋关节进行屈伸、内外旋、内外展的综合运动, 脱位与综合运动相关。作者在上述软件功能的基础上进一步提出一种面向综合运动的脱位分析方法。如图 7 所示, 在软件界面显示的人工髋关节分析模型上, 以球头中心为球心, 以人工股骨颈长度为半径作一个球面, 称其为“参考球面”。股骨的任何行为运动, 股骨颈的中心轴线都将在参考球面上绘制出一条轨迹曲线, 如图 7 中的步态、上楼梯和下跪曲线。与此同时, 令股骨颈贴住髋臼边缘画出一个代表髋关节最大活动位置的极限圆, 参考球面上任意一条运动轨迹在该极限圆内, 意味着关节假体可以安全工作, 如果轨迹曲线越出极限圆, 意味着股骨颈与髋臼边缘碰撞, 将引发脱位失效。

图 8 为按女性青年测量统计数据绘制的步行、慢跑、上/下楼梯、下蹲和下跪 6 种行为运动在参考球面上的轨迹。发现头颈比 4.0 的假体, 在髋臼前倾角 10°、覆倾角 45° 时, 假体颈部的运动曲线完全能包容在允许的活动空间范围内。本文作者曾对上述典型行为运动进行了 700 人的测量, 并将统计结果的轨迹曲线绘制在参考球面上。据此进行中国患者人工髋关节参数优化设计。

图 9 为上述女性脱位案例的参考球面法分析结果, 假体尺寸与植入位置完全按照患者实际数据。当画出相应的极限圆后, 将测量统计得到的正常人做盘腿坐动作时的髋关节运动学数据输入软件, 得到人体盘腿坐的轨迹曲线, 发现已越出极限圆, 处于前脱位状态。因此, 病人做这个动作时将存在较大的脱位风险。

4 结语

人工髋关节脱位失效大多发生在围手术期和术后 2~3 年内, 或是晚期假体磨损导致界面严重骨溶解时。导致脱位失效的原因涉及假体、手术和患者多方面因素。在广泛调研的基础上设计了失效分析推理路线图, 可用于启发失效分析的思路。所研发的分析软件及参考球面分析方法不仅可用于脱位失效分析, 还可用于人工髋关节优化设计。

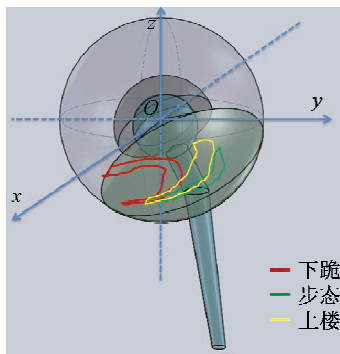


图7 关节运动的参考球面分析法

Fig.7 Reference spherical analysis method for hip prosthesis motion

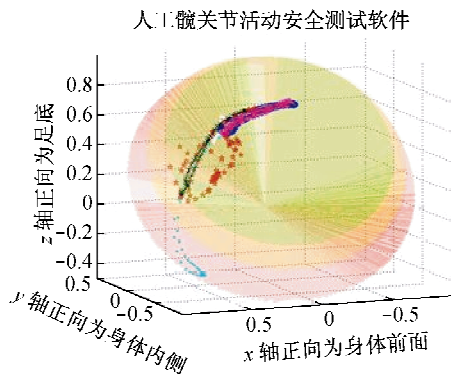


图8 人体6种常发行为运动在参考球面上的轨迹(按女性青年测量数据统计)

Fig.8 Motion trajectory path on the reference spherical surface in 6 common human activities (statistics data obtained from the young female)

粉色曲线代表慢跑动作中的关节柄端运动轨迹、蓝色曲线代表正常行走;黑色曲线代表上楼梯动作、白色曲线代表下楼梯动作;红色曲线代表下跪动作、亮蓝色代表下蹲动作

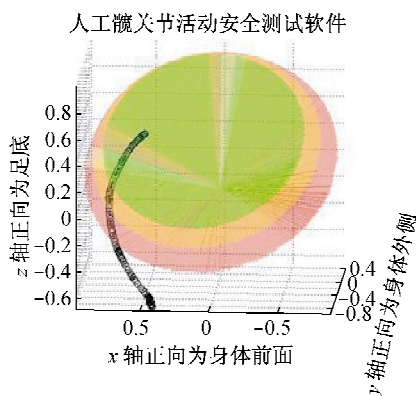


图9 脱位案例的参考球面分析结果

Fig.9 Case study result of the reference spherical analysis method

致谢:感谢南京医科大学吴天一医生在本文部分图片绘制中提供的帮助。

参考文献:

- [1] The Swedish Hip Arthroplasty Register; Annual report 2000 version [EB/OL]. <http://www.jru.orthop.gu.se>.
- [2] The Swedish Hip Arthroplasty Register. Annual report shortened version 2008 [EB/OL]. <http://www.jru.orthop.gu.se>.
- [3] The Norwegian Arthroplasty Register, the Norwegian Cruciate Ligament Register, the Norwegian Hip Fracture Register, Centre of Excellence of Joint Replacements. Report June 2010 [EB/OL]. http://nrlweb.ihelse.net/eng/Report_2010.pdf.
- [4] 张京航,周立新,田波,等. 150例骨科植入物可疑不良事件报告分析[J]. 中国药物警戒, 2009, 6(5): 291-294.
- [5] Henrik M, Peter H. Prognosis of total hip replacement [C]// 65th Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. New Orleans, USA: 1998.
- [6] Callaghan JJ, Salvati EA, Pellicci PM, et al. Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up [J]. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67(7): 1074-1085.
- [7] Blom AW, Rogers M, Taylor AH, et al. Dislocation following total hip replacement: The Avon Orthopaedic Centre experience [J]. Ann R Coll Surg Engl, 2008, 90(8): 658-662.
- [8] Joshi A, Lee CM, Markovic L, et al. Prognosis of dislocation after total hip arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 1998, 13(1): 1732-1735.
- [9] Garcia-Cimbrello E, Munuera L. Dislocation in low friction arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 1992, 7(2): 149-155.
- [10] Khan MAA, Brackenbury PH, Reynold ISR. Fate of the dislocation total hip replacement [J]. J Bone Joint Surg, 1979, 63B: 214.
- [11] 李晓华,周维江,吴海山,等. 全髋关节置换术后脱位原因和处理[J]. 中国矫形外科杂志, 2001, 8(8): 771-773.
- [12] 韩树洋,葛世荣. 人工全髋关节置换术对天然股骨生物力学行为的影响[J]. 医用生物力学, 2010, 25(6): 471-474. Han SY, Ge SR. Effect of total hip arthroplasty on biomechanical behavior of natural femur [J]. J Med Biomech, 2010, 25(6): 471-474.
- [13] Paterno SA, Lachiewicz PF, Kelley SS. The influence of patient-related factors and the position of the acetabular component on the rate of dislocation after total hip replacement [J]. J Bone Joint Surg Am, 1997, 79(8): 1202-1210.
- [14] 周海,季文婷,王成焘,等. 髋关节假体脱位分析软件的设计与开发[J]. 生物医学工程学进展, 2011, 32(3): 139-142.

- [15] Widmer KH, Majewski M. The impact of the CCD-angle on range of motion and cup positioning in total hip arthroplasty [J]. Clin Biomech, 2005, 20(7): 723-728.
- [16] DLima DD, Urquhart AG, Buehler KO, *et al.* The effect of the orientation of the acetabular and femoral components on the range of motion of the hip at different head-neck ratios [J]. J Bone Joint Surg Am, 2000, 82(3): 315-321.
- [17] Ji WT, Tao K, Wang CT. A three-dimensional parameterized and visually kinematic simulation module for the theoretical range of motion of total hip arthroplasty [J]. Clin Biomech, 2010, 25(5): 427-432.
- [18] Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, *et al.* Dislocations after total hip-replacement arthroplasties [J]. J Bone Joint Surg Am, 1978, 60(2): 217-220.

· 专家点评 ·

价值在于解决未解决的问题

人工全髋关节置换术是目前治疗髋部严重伤病、重建髋关节负重与活动功能的主要治疗手段。提高假体的存留率和长期保持置换效果是进一步扩大该手术指征、使其为更多病人服务的关键。脱位是全髋关节置换术后假体失效的常见原因,明确脱位机制,防止假体脱位的发生是延长和增加全髋假体存留率的重要策略之一。

全髋关节置换术后脱位的原因不是单一的,虽然可以是某一因素严重异常,例如假体安装位置或尺寸选择严重失当,但更多的是多种因素综合存在的结果。其中主要包括髓和/或股骨假体安装位置欠佳,假体-骨界面整合失效导致假体稳定性丧失,神经肌肉疾患导致的软组织失衡及对关节的保护机制削弱,脊柱、骨盆、下肢畸形导致髋部力线失常、认知与合作能力下降,以及假体设计缺陷等。显然,一项研究难以覆盖上述诸多问题。

因人工关节设计不够合理或制造质量不佳导致的全髋置换术后脱位,随着相关的基础与临床研究以及制造工艺的进步,已逐渐不再成为术后脱位的主要原因。可同时兼顾头/臼关节间的活动与稳定双重需要的多种设计更新、假体制作的精确度,乃至计算机辅助个体化人工关节的出现,以及假体-骨组织间的匹配与整合技术的革新,使因假体设计或制作不当而导致术后脱位的发生率明显下降。而手术医师安放假体时的精确度,以及结合病人具体情况——包括病髋周围的严重骨性畸形、软组织平衡失常及挛缩、常用假体难以与髋臼与股骨髓腔畸形匹配等等情况,完全依赖医师的诊断和手术经验,作个体化的解决。但在安装时实际上不是 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$

或 $1 \sim 2 \text{ mm}$ 的偏差,而是更大,而且对这种偏差在术中和术后都很难进行测量和作出判断。而对于经验不足的手术医师来说,在相对解剖关系比较“正常”的病人手术中,发生假体安装位置失误的可能性远大于假体设计本身所带来的风险。这些失误,如在术中未能获得机会矫正,而在术后又正好遇上搬运、护理和康复训练不当,或未能有意识的避免可导致脱位危险的动作,将最终导致假体脱位失效。这种情况即使立即获得复位,也仍然有可能再发生第二次脱位。

本项研究从生物力学角度阐明了人工全髋关节术后脱位机理,设计了脱位分析软件,并结合临床总结出了脱位失效推理路线图。与既往文献不同的是,本文通过测量人工关节两部件的方位参数,借助专用软件进行人工关节活动的参数化虚拟,并进一步提出了假体方位参数相关髋关节运动极限圆的概念,对照个体关节运动极限圆与正常人群群体髋关节运动捕捉数据的分布关系,进行个体化分析。对于假体安放位置较差的患者,判断其潜在的撞击好发部位,指出个体患者的运动“雷区”,对术后的体位安放、搬动、护理和康复训练提供指导。

本项工作今后还可探索应用于术前规划,结合患者个体解剖特点,对照群体运动学参数,来指导确定最佳假体位置,然后通过导航等技术来实现假体的最优化植入,最终达到获得最佳关节活动度和延长假体存留率的目的。

(点评专家:上海交通大学医学院附属第九人民医院戴尅戎院士)