

腰椎融合后全髋关节置换患者假体脱位与腰椎骨盆矢状面参数的关系

<https://doi.org/10.12307/2021.276>

王亚超, 黄健

投稿日期: 2020-12-11

送审日期: 2020-12-23

采用日期: 2021-01-30

在线日期: 2021-03-19

中图分类号:

R459.9; R318; R687

文章编号:

2095-4344(2021)30-04870-07

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特点一

△以腰椎骨盆矢状面为立足点, 探讨有腰椎融合手术史的患者再行全髋关节置换后假体脱位率增加的原因与治疗方案, 并进行综述;

△发现腰椎融合后腰椎从平衡性与活动性两方面影响骨盆矢状面, 增加撞击风险与脱位率; 腰椎、骨盆与髋关节的运动相互影响, 有一定的规律性, 具有更加广泛的应用价值。

腰椎融合

腰椎失衡

腰椎前凸变小, 骨盆向后倾斜, 髋臼开口向垂直方向变化, 增加了后撞击和前脱位的风险。

腰椎僵硬

腰椎活动度下降, 导致骨盆僵硬, 髋关节活动增加, 增加了撞击与脱位的风险。

文题释义:

腰椎融合: 是临床上治疗腰椎退行性变、腰椎骨折等疾病的常见治疗方式, 术后腰椎融合节段活动度下降, 引起一系列腰椎骨盆生物力学的改变。

全髋关节置换: 将人工假体, 包括股骨假体与髋臼假体, 固定在正常的骨质上, 取代病变的关节, 重建患者髋关节的正常功能, 是一种成熟的技术手段。

腰椎骨盆矢状面: 对于维持人体平衡具有重要意义, 当腰椎骨盆矢状面平衡时, 人体能以最小的能量消耗来保持直立与平衡; 当腰椎骨盆矢状面失衡时, 腰椎与骨盆会代偿性发生改变, 以更多的能量消耗来维持人体的直立与平衡。

摘要

背景: 全髋关节置换后假体脱位是限制假体使用寿命最重要的因素之一, 给患者带来巨大的身体痛苦与经济负担。研究发现, 腰椎融合是全髋关节置换后假体脱位最重要的独立危险因素, 探究其引发脱位的原因并提出治疗方案一直是关节外科医生关注的重要课题。

目的: 针对腰椎骨盆矢状面, 探讨有腰椎融合手术史的患者再行全髋关节置换后假体脱位率增加的原因以及治疗方案, 并作出综述。

方法: 中文以“腰椎融合术, 全髋关节置换术, 骨盆矢状面, 撞击, 脱位”为关键词, 英文以“lumbar fusion, total hip replacement, pelvic sagittal plane, impingement, dislocation”为关键词, 检索CNKI、万方、PubMed数据库2016至2020年发表的相关文章, 依据纳入及排除标准, 最终纳入39篇文献。

结果与结论: ①有腰椎融合手术史的患者再行全髋关节置换后假体脱位率增加的根本原因是撞击, 腰椎骨盆矢状面X射线片是研究撞击最经济有效的方式; ②腰椎融合后, 腰椎通过平衡性与活动性两方面影响骨盆矢状面, 增加撞击风险; 腰椎严重失衡, 导致骨盆后倾, 髋臼垂直, 增加撞击风险; 腰椎僵硬, 导致骨盆活动度下降, 髋关节活动度增加, 增加撞击风险; ③腰椎、骨盆与髋关节矢状面的相互关系具有广泛的应用价值。

关键词: 腰椎融合; 全髋关节置换; 骨盆矢状面; 撞击; 脱位

缩略语: 全髋关节置换: total hip replacement, THA

Relationship between prosthetic dislocation and lumbar pelvic sagittal parameters in patients undergoing total hip replacement after lumbar fusion

Wang Yachao, Huang Jian

Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Wang Yachao, Master candidate, Physician, Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Corresponding author: Huang Jian, MD, Chief physician, Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, Inner Mongolia Autonomous Region, China

Abstract

BACKGROUND: Dislocation of the prosthesis after total hip replacement is one of the most important factors that limit the life of the prosthesis, which brings huge physical pain and economic burden to the patient. Studies have found that lumbar fusion is the most important independent risk factor for prosthesis dislocation after total hip arthroplasty. Exploring the reasons for the dislocation and proposing treatment options have always been an important topic for joint surgeons.

OBJECTIVE: To analyze and review the reasons for the increased dislocation rate of the prosthesis after total hip replacement in patients with a history of

内蒙古医科大学第二附属医院, 内蒙古自治区呼和浩特市 010000

第一作者: 王亚超, 男, 1993年生, 山西省侯马市人, 汉族, 内蒙古医科大学在读硕士, 医师, 主要从事关节外科方面的研究。

通讯作者: 黄健, 博士, 主任医师, 内蒙古医科大学第二附属医院, 内蒙古自治区呼和浩特市 010000

<https://orcid.org/0000-0002-3064-9826> (王亚超)

引用本文: 王亚超, 黄健. 腰椎融合后全髋关节置换患者假体脱位与腰椎骨盆矢状面参数的关系 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(30):4870-4876.



lumbar fusion surgery and the treatment plan by studying the sagittal plane of the lumbar spine and pelvis.

METHODS: The Chinese key words were “lumbar fusion; total hip replacement; pelvic sagittal plane; impingement; dislocation” and the English key words were “lumbar fusion; total hip replacement; pelvic sagittal plane; impingement; dislocation”. After searching the articles published from 2016 to 2020 in Wanfang, CNKI, and PubMed databases, 39 articles were finally included according to the inclusion and exclusion criteria.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The reason for the increased prosthesis dislocation rate of patients with a history of lumbar fusion surgery and undergoing total hip replacement is impingement, and the most economical and effective way to study impact is the sagittal X-ray of the lumbar pelvis. (2) After lumbar fusion, the lumbar spine affects the sagittal plane of pelvis through balance and mobility, increasing impact risk: the lumbar spine is severely unbalanced, causing the pelvis to tilt backward and the acetabulum to be vertical, increasing the risk of impact; stiffness of the lumbar spine leads to decreased pelvic mobility and increased hip joint mobility, which increases the risk of impact. (3) The relationship between the sagittal plane of lumbar spine, pelvis and hip joint has a wide range of applications.

Key words: lumbar fusion; total hip replacement; pelvic sagittal plane; impingement; dislocation

How to cite this article: WANG YC, HUANG J. Relationship between prosthetic dislocation and lumbar pelvic sagittal parameters in patients undergoing total hip replacement after lumbar fusion. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2021;25(30):4870-4876.

0 引言 Introduction

全髋关节置换 (total hip replacement, THA) 是 20 世纪以来最成功的外科手术之一, 使数百万有严重髋关节疼痛和功能受限的患者恢复了高质量的生活^[1]。影响假体使用寿命的因素日益受到关注, 虽然假体设计、手术技术、快速康复等理论不断进步, THA 术后假体翻修率已经很低, 但每年的 THA 数量巨大, 即使是很低的翻修率也会造成很大的社会经济负担。而 THA 术后早期翻修最常见的原因是假体脱位, 脱位率为 2%-5%^[2]。通过探究导致脱位的因素来降低脱位的概率一直以来是关节外科医生关注的热点。GAUSDEN 等^[3]研究发现, 腰椎融合手术史是 THA 术后 6 个月内假体脱位最重要的独立危险因素, 有腰椎融合术史的患者再行 THA, 假体脱位和翻修的风险均增加。

腰椎融合术将 2 个相邻的腰椎单位变成一个功能单位, 目的是减少腰椎节段的运动, 以减轻患者因狭窄、不稳定、神经根病变等原因引起的症状, 是治疗腰椎退行性疾病的常见术式。但腰椎融合会造成腰椎融合节段活动度下降, 进一步引起一系列腰椎骨盆生物力学的改变。

随着对影响这类人群假体脱位率增加因素的深入研究, 骨科医师对其内在原因的了解越来越多。大量研究认为, 腰椎融合术对腰椎的影响主要在平衡性与活动性两方面, 会进一步影响骨盆运动, 增加假体脱位风险。文章针对腰椎融合手术史对 THA 术后假体脱位的影响、腰椎骨盆矢状面参数及临床意义、腰椎正常人群腰椎骨盆矢状面运动、有腰椎融合手术史患者腰椎骨盆矢状面的运动变化、腰椎骨盆矢状面失衡在其他领域的应用、THA 与腰椎融合术的手术顺序进行综述, 为后续研究提供参考。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 第一作者于 2020 年 10 月从 CNKI、万方、PubMed 等数据库检索 2016 至 2020 年的研究性论文、综述性论文, 以“腰椎融合术, 全髋关节置换术, 骨盆矢状面, 撞击, 脱位”为中文关键词, 以“lumbar fusion, total hip replacement, pelvic sagittal plane, impingement, dislocation”为英文关键词。部分经典文献延长检索时间限制。

1.2 入选标准

纳入标准: ① THA 后假体脱位率增加病因的相关文献;

② 腰椎融合对 THA 后假体脱位率影响的相关文献; ③ 腰椎融合对腰椎骨盆矢状面影响的相关文献

排除标准: 排除相关度低、内容重复、资料无法提取的文献。

1.3 数据提取 经过摘要与全文的阅读并按照排除标准排除与主题相关性低、重复和无法提取资料的文献, 最后选入 39 篇文献进行综述, 文献检索流程见图 1。

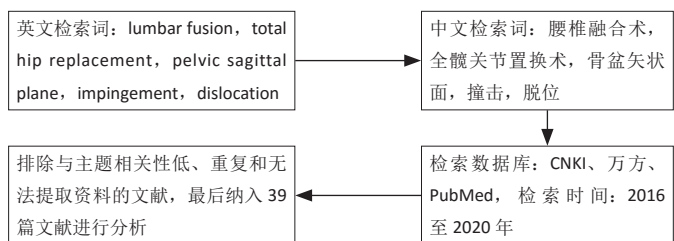


图 1 | 文献检索流程图

2 结果 Results

2.1 腰椎融合对 THA 术后假体脱位率的影响 在老龄化社会中, 退化性肌肉骨骼疾病的发病率不断上升, 大量患者同时患有脊柱及髋关节的退行性疾病。因此, 需要行腰椎融合术和 THA 的患者数量大幅增加。SING 等^[4]在 811 601 例行 THA 的患者中发现至少有 3.4% 的患者同时进行了腰椎融合术, 其中 2% 的患者在 THA 术前进行了腰椎融合术, 1.4% 的患者在 THA 术后进行了腰椎融合术, 且进一步通过病例-对照试验发现, 有腰椎融合手术史的患者假体脱位与修复率 (5.55%) 高于对照组 (3.43%), 且长节段腰椎融合的患者脱位率与修复率进一步增加 (7.51%)。MALKANI 等^[5]研究发现, 在 2002 至 2014 年间, 同时接受 THA 和腰椎融合术患者的数量增加了 293%, THA 术前行腰椎融合术的患者髋关节脱位发生率为 7.4%, 而未行腰椎融合术的患者髋关节脱位发生率为 4.8% ($P < 0.001$)。

影响髋关节稳定性的因素有很多, 但是归根到底主要为假体撞击和髋关节周围的软组织张力^[6-8]。当软组织张力差时, 轻微的外力与撞击即可导致脱位。影响软组织张力的因素有年龄、神经肌肉疾病、髋关节手术史、后外侧入路等; 另外, 由于 THA 术后早期麻醉的肌松作用和软组织破坏, 软组织张力较差, 因此合理的术后搬运、制动与功能锻炼也是非常重要的影响因素; 直到术后 3 个月瘢痕增生, 肌肉张力

恢复, 脱位风险才降低。撞击发生在肢体的运动过程中, 当髌关节运动超过一定的范围会导致股骨假体与髌臼假体的边缘接触, 发生撞击^[9]。如果运动继续, 由于杠杆作用, 当撞击力量大于软组织张力时会导致髌关节的脱位, 小于软组织张力虽然不会脱位, 但是反复撞击会导致假体磨损, 使用寿命缩短, 翻修率增加。影响撞击的患者自身因素主要为腰椎骨盆的运动, 术者因素主要包括髌臼假体的置入角度、股骨颈与股骨头假体的选择等。

LAZENNEC 等^[10]对这类人群的研究均排除了软组织张力差的患者, 但是 THA 术后脱位率与翻修率依然有明显的增加。HECKMANN 等^[11]对 20 例晚期脱位的患者进行研究, 发现腰椎骨盆矢状面异常是 THA 术后晚期脱位的唯一原因, THA 术后晚期肌力恢复、瘢痕增生, 软组织张力强, 因此撞击被认为是导致这类人群髌关节假体脱位的重要原因。目前研究多集中于患者腰椎融合术后腰椎骨盆矢状面的变化, 通过研究腰椎骨盆矢状面参数、参数的意义以及各参数与撞击之间的关系, 来探究撞击风险增加的原因, 并为在手术中选择合理的髌臼假体置入角度、股骨颈与股骨头假体的型号来提供理论依据, 以降低撞击发生的风险, 降低脱位率与翻修率。

2.2 腰椎骨盆矢状面参数及临床意义

2.2.1 腰椎前凸角 为 L_1 上终板切线与 S_1 终板切线所成角度。腰椎前凸角反映腰椎的凸度, Δ 腰椎前凸角是站立与坐位下腰椎前凸角的差值, 反映腰椎的活动度。大量研究证实了腰椎活动度的变化与骨盆运动密切相关^[12-14], 其中 L_5-S_1 对骨盆运动能力的影响最大。

2.2.2 骨盆入射角 为 S_1 上终板的中点与股骨头中心连线和 S_1 上终板垂线之间的夹角; 若双侧股骨头不重叠, 则取两股骨头中心连线的中点。骨盆入射角是骨盆矢状面的解剖学常数, 反映骨盆、骶骨与腰椎的相对位置。有研究认为, 骨盆入射角的高低代表着腰椎骨盆在矢状面平衡的适应性大小, 高骨盆入射角与腰椎前凸角增大和骶骨倾斜角适应范围增加有关^[15]; 相反, 低骨盆入射角反映腰椎前凸角较小, 骶骨倾斜角适应能力有限。IKE 等^[16]对 187 例 (200 髌) 患者在初次 THA 前后进行了腰椎骨盆矢状位 X 射线片摄影, 发现低骨盆入射角的患者拥有更高的撞击风险。然而, OCHI 等^[12]却认为骨盆入射角与骨盆活动度之间没有相关性, 腰椎的功能活动对骨盆活动度的影响比骨盆入射角更大, 骨盆入射角对腰椎骨盆的影响主要体现在静态平衡性, 而不是活动性。

2.2.3 骨盆入射角和腰椎前凸角不匹配 $-10^\circ < \text{骨盆入射角} - \text{腰椎前凸角} < +10^\circ$ 代表腰椎平衡, 骨盆入射角 - 腰椎前凸角 $> 10^\circ$ 代表腰椎不平衡。HAFFER 等^[17]研究认为, 生理腰椎前凸角的丧失及其与骨盆入射角不匹配会引起静态骨盆状态的变化, 增加撞击与脱位的风险。

2.2.4 骶骨倾斜角 为 S_1 上终板切线和水平线之间的夹角。骶骨倾斜角代表着骨盆的运动, 骶骨倾斜角增加时骨盆向前

倾斜, 减小时骨盆向后倾斜。 Δ 骶骨倾斜角是站立位与坐位下骶骨倾斜角的差值, 常被用来表示骨盆的活动度。STEFEL 等^[18]研究认为, 腰椎骨盆活动度正常的人群 Δ 骶骨倾斜角在 $10^\circ-30^\circ$ 之间, 并将骨盆运动模式异常的人群分为两类: ①骨盆过度活动: Δ 骶骨倾斜角 $> 30^\circ$; ②骨盆僵硬: Δ 骶骨倾斜角 $< 10^\circ$ 。

2.2.5 髌臼前倾角 为侧位 X 射线片上臼杯面切线与垂直于水平面的轴线之间的夹角。髌臼前倾角代表着髌臼在矢状面的方向, 也是避免撞击的关键角度。Lewinnek 在 1978 年提出“安全区”概念, 认为髌臼前倾角在 $(15 \pm 10)^\circ$ 范围内脱位率最低。目前对于 Lewinnek “安全区”的安全性存在较大的争议, TEZUKA 等^[19]研究发现, 有 14.2% 的髌臼前倾角在 Lewinnek “安全区”内依然有很大的脱位风险, 并认为与腰椎融合术史、低骨盆入射角和股骨运动增加有关。MCCARTHY 等^[9]认为, 传统 Lewinnek “安全区”的测量在很大程度上来自于静态测量, 活动中的“安全区”(如抬起一个物体、下蹲、低椅子上站起来等)比以前认为的要小得多。

2.2.6 骨盆股骨角 是由 S_1 上终板中心到股骨头中心的一条线与平行于股骨骨干的第 2 条线所形成的夹角, Δ 骨盆股骨角是站立与坐位下骨盆股骨角的差值, 代表着股骨运动的范围。HECKMANN 等^[20]研究认为, 股骨运动增加会增加 THA 术后假体脱位的风险, 髌臼假体置入角度良好而无法解释的脱位很可能是由股骨过度运动引起的。

2.2.7 联合矢状位指数 数值上等于骨盆股骨角 + 髌臼前倾角, 正常站立位联合矢状位指数平均为 218° , 正常坐位联合矢状位指数平均为 180° 。TEZUKA 等^[19]研究认为, 联合矢状位指数值异常的髌关节有较高的撞击风险, 异常值范围如下: 站立异常值联合矢状位指数 $> 243^\circ$ (站立位: 髌臼前倾角 $> 45^\circ$ 及骨盆股骨角 $> 197^\circ$), 有后撞击风险; 坐位异常值联合矢状位指数 $< 151^\circ$ (坐位: 髌臼前倾角 $< 41^\circ$ 及骨盆股骨角 $< 110^\circ$), 有前撞击风险。联合矢状位指数通过髌臼与股骨运动两个指标共同预测撞击风险, 具有先进性, 被认为是替代 Lewinnek “安全区”的首选指标, 但仍需要更多的临床数据进一步证明。

2.3 腰椎正常人群的腰椎骨盆矢状面参数变化的研究 姿势的改变需要脊柱、骨盆与髌关节的协调运动, 以达到矢状面的平衡, 脊柱、骨盆与髌关节是相关联的整体, 一部分的运动变化必然引起另外两部分的运动变化。没有腰椎融合术手术史、无严重腰椎退行性疾病、腰椎骨盆矢状面平衡、活动良好的人群拥有较低的撞击风险, 其腰椎骨盆矢状位的变化有可遵循的规律, 这一规律避免了撞击, 是研究此类问题的关键。撞击往往发生在姿势运动的过程中, 坐位与站立是生活中最常见、最基本的活动姿势, 因此探究站立位与坐位下腰椎骨盆矢状面参数是研究此类问题的关键。参数的测量是通过拍摄研究对象的站立位与坐位腰椎骨盆侧位 X 射线片, 测量范围包含全部腰椎及股骨上段。在站立姿势中, 每一位患者均采取一个舒适的姿势, 手指放在

锁骨上; 在坐位时, 患者坐在一个可自由调节高度的凳子上, 手放在锁骨上面, 调整高度, 使膝盖弯曲在 90° , 双脚平踩在地板上^[18]。

在站立位与坐位下腰椎骨盆矢状面角度的变化有一定的规律^[21]: 当站立时, 骨盆向前倾斜, 髌关节伸展, 重心向前移动, 腰椎前凸增大, 以平衡躯干, 即骶骨倾斜角变大, 腰椎前凸角增大, 此时髌白在矢状面上表现为水平, 髌白口向下, 有利于髌关节的伸展, 即髌白前倾角减小; 当从站立到坐姿改变时, 骨盆后倾, 髌关节屈曲, 重心后移, 腰椎扁平, 以便平衡躯干, 即骶骨倾斜角变小, 腰椎前凸角减少, 此时髌白从矢状面上的表现是垂直的, 髌白向前张开, 即髌白前倾角增加。上述规律可以看出, 在腰椎骨盆运动中腰椎前凸角与骶骨倾斜角的变化成正比, 与髌白前倾角的变化成反比。髌白前倾角这样的变化避免了髌白与股骨假体的撞击。腰椎正常的患者一般拥有平衡的腰椎 ($-10^\circ < \text{骨盆入射角} - \text{腰椎前凸角} < +10^\circ$) 以及良好的腰椎骨盆活动度 (Δ 骶骨倾斜角: $10^\circ - 30^\circ$, 平均 20°)。在站立位与坐位下腰椎骨盆矢状面角度的变化量同样有一定的规律, WAN 等^[22] 研究验证发现, 骶骨倾斜角每降低 1° , 髌白前倾角就会增加 0.8° 。HECKMANN 等^[11] 研究了 20 例晚期脱位患者站立位和坐位下的腰椎脊椎矢状面 X 射线片, 发现骨盆运动 (Δ 骶骨倾斜角) 每减少 1.0° , 股骨运动 (Δ 骨盆股骨角) 就会增加 0.9° 。HECKMANN 等^[20] 紧接着根据临床数据建立了一个三角模型, 发现骨盆运动 (Δ 骶骨倾斜角) 与髌白运动 (Δ 髌白前倾角) 成正比 ($1 : 1$), 与股骨运动 (Δ 骨盆股骨角) 成反比 ($1 : 1$)。无论腰椎骨盆的活动是正常还是僵硬, 运动比例与运动量的变化都遵从以上模型。腰椎骨盆运动正常的人群髌白假体可以放置在传统的“安全区”范围内, 因为骨盆可以灵活地改变来避免撞击^[21]。

2.4 腰椎融合人群腰椎骨盆矢状面参数变化的研究

2.4.1 腰椎平衡性对骨盆的影响 骨盆入射角影响腰椎的平衡性而不是活动性, 目前没有发现高、低骨盆入射角在站立位和坐位时骨盆倾斜变化有明显差异。骨盆入射角和腰椎前凸角是否匹配是判断腰椎平衡的关键, $-10^\circ < \text{骨盆入射角} - \text{腰椎前凸角} < +10^\circ$ 代表腰椎矢状面平衡, 反之代表失衡。骨盆入射角是腰椎骨盆矢状面的解剖学常数, 同一个体骨盆入射角是不变的, 当腰椎前凸角越小, 越有可能发生腰椎的失衡。目前多数研究认为, 低骨盆入射角与高撞击风险有关, 骨盆入射角越低, 在相同腰椎前凸角的情况下, 发生腰椎失衡的风险越大^[16, 18, 23]。腰椎前凸角、骶骨倾斜角与髌白前倾角相互影响, 腰椎前凸角与骶骨倾斜角的变化成正比, 与髌白前倾角的变化成反比。当腰椎骨盆矢状面失衡时^[24-25], 出现腰椎平背或后凸畸形, 哪怕在站立位, 腰椎前凸角依然很低, 此时骶骨倾斜角代偿性减小, 骨盆向后倾斜, 髌白前倾角增大, 当骨盆出现极度后倾时 (骶骨倾斜角 $< 5^\circ$), 髌白方向由向下变为向前, 增加了后撞击和前脱位的风险。腰椎不平衡可能存在于活动正常的腰椎、

过度活动的腰椎和僵硬的腰椎中, 但无论腰椎活动度处于哪种情况, 腰椎后凸畸形、骨盆极度后倾且骶骨倾斜角 $< 5^\circ$ 的患者“安全区”很小, 手术难度极高。STEFL 等^[18] 的研究中, 9 例患有腰椎后凸畸形的患者在行 THA 术后有 6 例依然有很高的撞击风险。

PHAN 等^[21] 认为, 这类患者可以在 THA 术前先行脊柱矫形术, 矫正腰椎后凸畸形, 恢复腰椎骨盆矢状面的平衡, 二期再行 THA 可有效避免撞击, 增加手术的成功率。BUCKLAND 等^[26] 研究了 33 例患者在进行脊柱矫形手术后髌白前倾角的变化, 发现脊柱重排后腰椎前凸角每增加 3.163° , 骶骨倾斜角增加 1.032° , 髌白前倾角降低 1° ; 在 33 例患者中有 11 例患者的髌白前倾角被完全纠正, 并进入安全区域。BARRY 等^[27] 的研究得出类似的结论。脊柱矫形后要重新评估腰椎骨盆矢状面, 对于不愿接受脊柱矫正术的患者, 安装髌白假体需要降低髌白前倾角, 但手术难度较高。

2.4.2 腰椎活动性对骨盆的影响 骨盆活动量的变化受到腰椎活动量变化的影响。OCHI 等^[12] 分析了 74 例接受原发性 THA 的患者站立位与坐位的腰椎骨盆矢状面参数, 发现骨盆倾斜量的变化 (Δ 骶骨倾斜角) 与腰椎前凸的变化 (Δ 腰椎前凸角) 有密切关系, 但胸椎参数、骨盆入射角与骨盆倾斜度量变化无关。

STEFL 等^[18] 将异常的骨盆运动模式分为两类: ①过度活动 (Δ 骶骨倾斜角 $> 30^\circ$); ②僵硬 (Δ 骶骨倾斜角 $< 10^\circ$): 坐位僵硬、站立位僵硬。

骨盆过度活动是指从站立到坐姿时 Δ 骶骨倾斜角 $> 30^\circ$ 。当腰椎矢状面处于平衡状态时, 过度活动的骨盆运动与正常骨盆运动类似, 可以看作正常骨盆运动的变异, 这种过度活动的骨盆运动往往伴随着较少的股骨运动, 有较低的撞击风险, 这类人群的髌白假体安装在传统“安全区”即可。当腰椎矢状面失衡时, 撞击风险较高, 按照上述腰椎失平衡的治疗方法处理即可。

当腰椎僵硬时, 唯一的补偿方法是改变骨盆运动。有腰椎融合手术史的患者, 由于腰椎活动度下降, 导致患者当从站立到坐姿时 Δ 骶骨倾斜角 $< 10^\circ$, 即骨盆僵硬。骨盆僵硬的患者 Δ 骶骨倾斜角减少, Δ 髌白前倾角减少, Δ 骨盆股骨角代偿性增加, 僵硬的骨盆与过度活动的股骨运动导致了潜在撞击风险的增加。

腰椎融合术后腰椎可能被固定在平衡的位置上, 也可能被固定在不平衡的位置上, 导致的骨盆僵硬往往有两种模式: 坐位僵硬、站立位僵硬。坐位僵硬的患者一般 Δ 骶骨倾斜角 $\leq 10^\circ$, 且站立位与坐位骶骨倾斜角 $< 30^\circ$ 。无论是坐位还是站立, 骨盆都处于坐位时的骨盆矢状面状态, 此时的腰椎是僵硬且不平衡的。在坐姿时, 骨盆后倾, 髌关节屈曲, 髌白垂直开口向前; 但在站立时, 股骨伸展以保持身体平衡, 而骨盆仍处于后倾状态, 髌白前倾没有明显降低, 导致股骨大转子与垂直的髌白撞击, 即后撞击与前脱位的风险增加。坐位

僵硬的患者可以先行脊柱矫形手术来纠正不平衡的腰椎，再评估矢状面以选用合适的髌白前倾角，对于不愿行脊柱矫形的患者，安装髌白假体时需要予以较低的髌白前倾角来避免撞击。站位僵硬的患者一般 Δ 骶骨倾斜角 $\leq 10^\circ$ ，且站立位与坐位骶骨倾斜角 $> 30^\circ$ ，无论是坐位还是站位，骨盆都处于站立位的骨盆矢状面状态，此时的腰椎是僵硬且平衡的。在站位时，骨盆前倾、臀部伸展、髌白水平、向下张开有利于髌关节的伸展；但在坐位时，髌关节屈曲，骨盆依然前倾，髌白前倾没有明显增加，增加了股骨前转子骨与水平的髌白撞击（前撞击与后脱位）的危险。站位僵硬的患者安装髌白假体时需要予以较大的髌白前倾角以避免撞击。

骨盆运动量越少撞击风险越大，当患者骨盆运动（ Δ 骶骨倾斜角） $< 5^\circ$ 时，称为病理性僵硬或融合髌，常由手术（腰椎融合术手术史）和生物性原因（腰椎退行性变、强直性脊柱炎）导致。STEFL等^[18]对160例患者进行了THA，并分析了手术前后撞击风险大小的变化，发现大部分 Δ 骶骨倾斜角 $\leq 10^\circ$ 的患者可以通过调整合理的髌白安装角度来降低撞击风险，但 Δ 骶骨倾斜角 $< 5^\circ$ 与骶骨倾斜角 $< 5^\circ$ 的患者在行THA术后依然有较多的患者处于高撞击风险中，得到了广泛的关注。这类患者除了选择合适的髌白前倾角外，使用双动杯装置也是必要的。DAGNEAUX等^[28]研究认为，对于腰椎骨盆矢状面异常的老年患者使用双动杯装置是合理的，可增加髌关节稳定性，降低撞击脱位的风险。双动杯装置的主要好处有两方面：首先，拥有更大的股骨头尺寸，提高了头颈比，降低脱位的风险；其次，双动杯装置使得髌关节拥有更大的活动度，可以满足基本的生活活动需求。

BERNSTEIN等^[13]进一步研究了腰椎对骨盆活动度的影响，认为 L_5-S_1 节段融合对骨盆活动能力的影响最大， L_5-S_1 以上节段的融合与骨盆活动能力减少无关。SALIB等^[14]也认为累积骶骨的腰椎融合术对脱位率的影响更大。依据BERNSTEIN等^[13]与SALIB等^[14]的研究，长节段腰椎融合与短节段腰椎融合的脱位率应该是接近的，但大量研究显示，长节段腰椎融合患者较短节段腰椎融合患者行THA的脱位率增加^[4, 29]。BUCKLAND等^[29]通过Medicare数据库对1年间有腰椎融合手术史再行THA的患者进行随访，研究其脱位率，并根据融合级别分为3个队列：1-2节段，3-7节段和8节段，发现脱位风险的增加与融合水平的增加存在相关性。融合1-2节段的患者（2.96%）和融合3-7节段的患者（4.12%）的脱位风险明显不同，3-7节段融合组的脱位率明显高于1-2节段融合组（ $OR=1.60, P < 0.0001$ ）。BUCKLAND等^[29]的研究与上述两个研究的结果冲突，有两点原因：一方面，该研究并没有将涉及骶骨融合组列为单独亚组，与短节段腰椎融合组相比，长节段腰椎融合组可能拥有更多涉及骶骨的腰椎融合患者；另一方面， L_5-S_1 以上节段的融合对脱位的影响可能与腰椎平衡性有关，需要进一步研究证明。

有趣的是，KATAKAM等^[30]在一项回顾性研究中，对比了患有强直性脊柱炎（142例）与有腰椎融合手术史（135

例）的患者，发现腰椎融合手术史组的平均腰椎前凸角（ 34.18° ）大于强直性脊柱炎组（ 21° ）；并得出结论：腰椎前凸角每增加 1° ，强直性脊柱炎和腰椎融合手术史患者发生脱位的概率增加13%。这与此次研究的结论相反，实际上有腰椎融合手术史的患者可能被固定在平衡的腰椎上，也可能被固定在不平衡的腰椎上，而强直性脊柱炎患者的特征则是低腰椎前凸角，因此有腰椎融合手术史患者的平均腰椎前凸角较高，忽略了脱位率是腰椎活动性与平衡性共同作用的结果。

2.5 腰椎骨盆矢状面参数关系在其他领域应用的研究

2.5.1 腰椎退行性疾病 患有腰椎退行性疾病的患者腰椎骨盆矢状面的改变与腰椎融合术有相似之处^[31]。GU等^[32]将138例单侧股骨头坏死的患者分为腰椎退变组与腰椎正常组，发现腰椎退变组的患者比对照组平均腰椎前凸角低 5° ，骨盆后倾 5° ，腰椎运动减少 16° ，骨盆运动减少 8° ，髌关节屈曲增加 7° 。ESPOSITO等^[33]发现，THA术后发生脱位的多节段腰椎退行性变患者比未发生脱位的多节段腰椎退行性变患者拥有更多的骨盆后倾、髌关节屈曲和更低的骨盆运动。腰椎退行性疾病的患者腰椎间隙变窄，导致腰椎前凸角减少与腰椎活动度降低，从而进一步影响骨盆的运动状态。腰椎退行性疾病患者的腰椎骨盆运动模式与坐位僵硬类似，有后撞击与前脱位的风险。

2.5.2 强直性脊柱炎 强直性脊柱炎的患者腰椎骨盆矢状面运动有类似机制。强直性脊柱炎的特征性脊柱畸形为腰椎后凸畸形，并伴有髌关节伸展和骨盆后倾及较大的髌白前倾，随着病情的发展，出现脊柱与关节强直，影响腰椎骨盆的活动度，类似坐位僵硬的腰椎骨盆运动，有后撞击与前脱位的风险^[34]。

2.5.3 髌关节撞击综合征 髌关节撞击综合征与腰椎的平衡性、活动性有很强的相关性。FADER等^[35]对比了有症状与无症状的髌白撞击患者，发现有症状的髌白撞击患者有更小的腰椎前凸及矢状位活动度，更多的骨盆后倾及髌关节屈曲，增加了骨撞击风险，可降低生活质量，长期撞击可能发展为髌关节骨性关节炎。

2.6 THA与腰椎融合手术顺序的优势 已知腰椎融合术后再行THA脱位率增加，那么对于同时患有髌关节退行性疾病和腰椎疾患的患者手术顺序的选择则十分重要，目前也存在较大争议。

2.6.1 先行THA STEFL等^[18]的研究证明，多数腰椎骨盆矢状面失衡与僵硬的患者可以通过选择合适的髌白前倾角来降低撞击风险。大量研究发现，与先行腰椎融合术的患者相比，先行THA的患者假体脱位率更低^[4, 36]。这可能因为对于先行THA的患者已经在僵硬和失衡的腰椎中置入了一个稳定、位置良好的髌白植入物，而再行腰椎融合术对腰椎前凸矫治不足以使髌白前倾有明显改变，脱位的风险不会明显增加。另一方面，如果患者行THA术后髌关节假体出现不稳定的情况，为了避免脱位的发生，则不再进一步行腰椎融合术。需要注

意的是, 先行 THA 术后再行腰椎手术如果明显改变腰椎平衡性, 则原本稳定的假体可能会变得不稳定, 使得重新翻修的概率增加。

髋关节疾病也会影响腰椎骨盆矢状面参数, 髋关节屈曲挛缩或因疼痛而限制了髋关节的运动, 会导致骨盆与腰椎的活动性代偿性增大, 影响腰椎的精确评估, 因此这类患者尤其是患有髋关节屈曲挛缩的患者禁止进行任何腰椎手术, 需先行 THA 矫正髋关节活动度后再重新评估腰椎骨盆矢状面, 使腰椎手术方案更加精确^[37]。

2.6.2 先行腰椎融合 对于腰椎失平衡, 尤其是骶骨倾斜角 $< 5^\circ$ 的患者, 虽然先行 THA 可以将髋臼放置在安全的区域内, 但是手术难度较大。因此, 先行腰椎融合术与脊柱矫形术将腰椎恢复到平衡的位置, 二期再行 THA 是更为稳妥的选择^[38]。

除了髋关节屈曲挛缩与腰椎严重失衡的情况之外, 两者手术顺序的选择取决于患者两部位症状的轻重, 优先治疗患者疼痛严重的部位也是一个重要的原则。

3 总结与展望 Summary and prospects

腰椎、骨盆与髋关节是相关联的整体, 任何一部分的改变都会引起另外两部分的变化, 他们之间的相互影响可以是静态的, 也可以是动态的。

在静态关系中, 当腰椎前凸变小, 骨盆会向后倾斜, 髋臼开口向垂直方向变化, 即腰椎前凸角减小, 骶骨倾斜角减小, 髋臼前倾角增大; 反之, 当腰椎前凸增加, 骨盆会逐渐向前倾斜, 髋臼开口向水平方向变化, 即腰椎前凸角增加, 骶骨倾斜角增加, 髋臼前倾角减小; 它们之间是相互影响的。HAGIWARA 等^[24]对比了腰椎正常与腰椎退变患者腰椎骨盆矢状位的 X 射线片, 证实了腰椎(腰椎前凸角)对骨盆(骶骨倾斜角)静态变化的影响; 而另一项研究发现, 骶骨倾斜角与腰椎前凸角相关, 骶骨倾斜角增大大会导致腰椎前凸角的增大^[39]。

在动态关系中, 骨盆运动(Δ 骶骨倾斜角)与髋臼运动(Δ 髋臼前倾角)成正比(1 : 1), 与股骨运动(Δ 骨盆股骨角)成反比(1 : 1)。腰椎运动(Δ 腰椎前凸角)与骨盆运动(Δ 骶骨倾斜角)的变化成正比, 但是变化比例尚不明确, 仍需进一步研究。各部位变化同样是相互影响的: 当各种腰椎疾病导致腰椎活动度(Δ 腰椎前凸角)下降, 会引起骨盆活动度(Δ 骶骨倾斜角)下降, 髋臼活动度(Δ 髋臼前倾角)下降, 股骨运动(Δ 骨盆股骨角)增加^[18]; 而因髋关节疾病导致的髋关节活动下降, 则会引发腰椎与骨盆的活动量代偿性增加, 进一步证明了三者之间变化量的相关性^[37]。

腰椎、骨盆与髋关节之间的运动模型解释了有腰椎融合手术史的患者再行 THA 后假体脱位率增加的原因。有腰椎融合手术史的患者, 行腰椎融合后腰椎活动度(Δ 腰椎前凸角)明显降低, 导致骨盆活动度(Δ 骶骨倾斜角)与髋臼活动度(Δ 髋臼前倾角)下降, 股骨活动度(Δ 骨盆股骨角)增加, 僵硬

的骨盆与过度活动的股骨增加了撞击的风险。另一方面, 不平衡的腰椎相比正常人的腰椎骨盆更加后倾, 髋臼方向更加垂直, 同样会增加撞击的风险。不过有关不同融合节段的腰椎融合术对活动性与平衡性影响的研究还不完善, 这对更精准识别高撞击风险患者有重要意义。这一模型为 THA 术前制定手术方案提供了理论依据, 同时关节外科医生对不同状态下髋臼假体的安装角度提出了建议, 但仍然需要更多的临床数据支持; 该运动模型同样可以解释有严重腰椎退行性变与强直性脊柱炎的患者行 THA 术后假体脱位率增加的原因, 以及髋关节撞击综合征的病因。这一模型不仅仅局限于以上几例案例, 具有更加广泛的应用价值, 需要进一步的探索与发现。

致谢: 感谢黄健老师对课题方向的严格把控以及写作思路的悉心指导, 感谢张春燕老师对文章语序及结构的宝贵建议。

作者贡献: 黄健老师负责课题设计, 王亚超负责收集资料及成文, 黄健老师负责审核。

经费支持: 该文章没有接受任何经费支持。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程, 不存在利益冲突。

写作指南: 该研究遵守《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 指南)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] VARACALLO M, LUO TD, JOHANSON NA, et al. Total Hip Arthroplasty Techniques. StatPearls. 2020.
- [2] KHATOD M, BARBER T, PAXTON E, et al. An analysis of the risk of hip dislocation with a contemporary total joint registry. Clin Orthop Relat Res. 2006;447:19-23.
- [3] GAUSDEN EB, PARHAR HS, POPPER JE, et al. Risk Factors for Early Dislocation Following Primary Elective Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty. 2018;33(5):1567-1571.e2.
- [4] SING DC, BARRY JJ, AGUILAR TU, et al. Prior Lumbar Spinal Arthrodesis Increases Risk of Prosthetic-Related Complication in Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty. 2016;31(9 Suppl):227-232.e1.
- [5] MALKANI AL, GARBER AT, ONG KL, et al. Total Hip Arthroplasty in Patients With Previous Lumbar Fusion Surgery: Are There More Dislocations and Revisions? J Arthroplasty. 2018;33(4):1189-1193.
- [6] SURACE MF, MONESTIER L, D'ANGELO F, et al. Factors Predisposing to Dislocation After Primary Total Hip Arthroplasty: A Multivariate Analysis of Risk Factors at 7 to 10 Years Follow-up. Surg Technol Int. 2016;30:274-278.
- [7] HUNAG J, XIA H, CHEN Y, et al. Analysis of prosthesis survival after primary hip arthroplasty in elderly patients with Parkinson's syndrome. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2019;44(5):555-561.

- [8] LU Y, XIAO H, XUE F. Causes of and treatment options for dislocation following total hip arthroplasty. *Exp Ther Med*. 2019;18(3):1715-1722.
- [9] MCCARTHY TF, ALIPIT V, NEVELOS J, et al. Acetabular Cup Anteversion and Inclination in Hip Range of Motion to Impingement. *J Arthroplasty*. 2016;31(9 Suppl):264-268.
- [10] LAZENNEC JY, CLARK IC, FOLINAIS D, et al. What is the Impact of a Spinal Fusion on Acetabular Implant Orientation in Functional Standing and Sitting Positions? *J Arthroplasty*. 2017;32(10):3184-3190.
- [11] HECKMANN N, MCKNIGHT B, STEFL M, et al. Late Dislocation Following Total Hip Arthroplasty: Spinopelvic Imbalance as a Causative Factor. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(21):1845-1853.
- [12] OCHI H, BABA T, HOMMA Y, et al. Importance of the spinopelvic factors on the pelvic inclination from standing to sitting before total hip arthroplasty. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3699-3706.
- [13] BERNSTEIN J, CHARETTE R, SLOAN M, et al. Spinal Fusion Is Associated With Changes in Acetabular Orientation and Reductions in Pelvic Mobility. *Clin Orthop Relat Res*. 2019;477(2):324-330.
- [14] SALIB CG, REINA N, PERRY KI, et al. Lumbar fusion involving the sacrum increases dislocation risk in primary total hip arthroplasty. *Bone Joint J*. 2019;101-B(2):198-206.
- [15] BOULAY C, TARDIEU C, HECQUET J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J*. 2006;15(4):415-422.
- [16] IKE H, BODNER RJ, LUNDERGAN W, et al. The Effects of Pelvic Incidence in the Functional Anatomy of the Hip Joint. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(11):991-999.
- [17] HAFFER H, ADL AMINI D, PERKA C, et al. The Impact of Spinopelvic Mobility on Arthroplasty: Implications for Hip and Spine Surgeons. *J Clin Med*. 2020;9(8):2569.
- [18] STEFL M, LUNDERGAN W, HECKMANN N, et al. Spinopelvic mobility and acetabular component position for total hip arthroplasty. *Bone Joint J*. 2017;99-B(1 Supple A):37-45.
- [19] TEZUKA T, HECKMANN ND, BODNER RJ, et al. Functional Safe Zone Is Superior to the Lewinnek Safe Zone for Total Hip Arthroplasty: Why the Lewinnek Safe Zone Is Not Always Predictive of Stability. *J Arthroplasty*. 2019;34(1):3-8.
- [20] HECKMANN N, TEZUKA T, BODNER RJ, et al. Functional Anatomy of the Hip Joint. *J Arthroplasty*. 2021;36(1):374-378.
- [21] PHAN D, BEDERMAN SS, SCHWARZKOPF R. The influence of sagittal spinal deformity on anteversion of the acetabular component in total hip arthroplasty. *Bone Joint J*. 2015;97-B(8):1017-1023.
- [22] WAN Z, MALIK A, JARAMAZ B, et al. Imaging and navigation measurement of acetabular component position in THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(1):32-42.
- [23] YORK PJ, MCGEE AW JR, DEAN CS, et al. The relationship of pelvic incidence to post-operative total hip arthroplasty dislocation in patients with lumbar fusion. *Int Orthop*. 2018;42(10):2301-2306.
- [24] HAGIWARA S, ORITA S, NAKAMURA J, et al. Impact of spinal alignment and stiffness on impingement after total hip arthroplasty: a radiographic study of pre- and post-operative spinopelvic alignment. *Eur Spine J*. 2020. doi: 10.1007/s00586-020-06589-z. Online ahead of print.
- [25] BUCKLAND AJ, ABOTSI EJ, VASQUEZ-MONTES D, et al. Lumbar Spine Degeneration and Flatback Deformity Alter Sitting-Standing Spinopelvic Mechanics-Implications for Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2020;35(4):1036-1041.
- [26] BUCKLAND AJ, VIGDORCHIK J, SCHWAB FJ, et al. Acetabular Anteversion Changes Due to Spinal Deformity Correction: Bridging the Gap Between Hip and Spine Surgeons. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(23):1913-1920.
- [27] BARRY JJ, YUCEKUL A, THEOLOGIS AA, et al. Spinal Realignment for Adult Deformity: Three-column Osteotomies Alter Total Hip Acetabular Component Positioning. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017;25(2):125-132.
- [28] DAGNEAUX L, MAROUBY S, MAILLOT C, et al. Dual mobility device reduces the risk of prosthetic hip instability for patients with degenerated spine: A case-control study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(3):461-466.
- [29] BUCKLAND AJ, PUVANESARAJAH V, VIGDORCHIK J, et al. Dislocation of a primary total hip arthroplasty is more common in patients with a lumbar spinal fusion. *Bone Joint J*. 2017;99-B(5):585-591.
- [30] KATAKAM A, BEDAIR HS, MELNIC CM. Do All Rigid and Unbalanced Spines Present the Same Risk of Dislocation After Total Hip Arthroplasty? A Comparison Study Between Patients With Ankylosing Spondylitis and History of Spinal Fusion. *J Arthroplasty*. 2020;35(12):3594-3600.
- [31] BLIZZARD DJ, SHEETS CZ, SEYLER TM, et al. The Impact of Lumbar Spine Disease and Deformity on Total Hip Arthroplasty Outcomes. *Orthopedics*. 2017;40(3):e520-e525.
- [32] GU J, FENG H, FENG X, et al. Degeneration of three or more lumbar discs significantly decreases lumbar spine/hip ROM ratio during position change from standing to sitting in AVN patients before THA. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):39.
- [33] ESPOSITO CI, CARROLL KM, SCULCO PK, et al. Total Hip Arthroplasty Patients With Fixed Spinopelvic Alignment Are at Higher Risk of Hip Dislocation. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1449-1454.
- [34] HU J, QIAN BP, QIU Y, et al. Can acetabular orientation be restored by lumbar pedicle subtraction osteotomy in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis? *Eur Spine J*. 2017;26(7):1826-1832.
- [35] FADER RR, TAO MA, GAUDIANI MA, et al. The role of lumbar lordosis and pelvic sagittal balance in femoroacetabular impingement. *Bone Joint J*. 2018;100-B(10):1275-1279.
- [36] BALA A, CHONA DV, AMANATULLAH DF, et al. Timing of Lumbar Spinal Fusion Affects Total Hip Arthroplasty Outcomes. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2019;3(11):e00133.
- [37] HOMMA Y, ISHII S, YANAGISAWA N, et al. Pelvic mobility before and after total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2020;44(11):2267-2274.
- [38] ZHENG GQ, ZHANG YG, CHEN JY, et al. Decision making regarding spinal osteotomy and total hip replacement for ankylosing spondylitis: experience with 28 patients. *Bone Joint J*. 2014;96-B(3):360-365.
- [39] ROUSSOULY P, GOLLOGLY S, BERTHONNAUD E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(3):346-353.

(责任编辑: GD, ZN, ZH)