

儿童和青少年前交叉韧带断裂早期与延迟重建继发半月板和软骨损伤风险的Meta分析

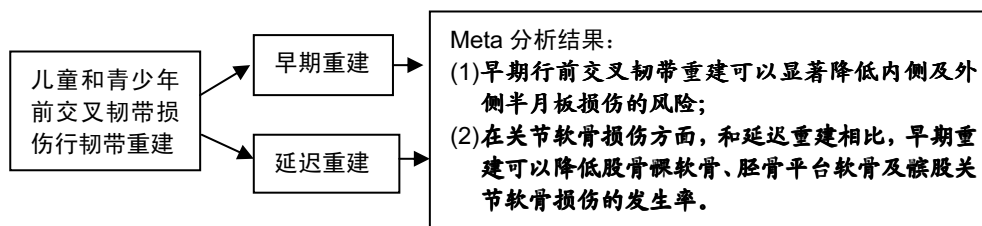
顾晓东^{1,2}, 赵瑞鹏^{1,2}, 车先达^{1,2}, 李鹏翠^{1,2}, 卫小春^{1,2} (¹山西医科大学第二医院骨科, 山西省太原市 030001; ²骨与软组织损伤修复山西省重点实验室, 山西省太原市 030001)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.1027

ORCID: 0000-0003-2515-8050(顾晓东)

文章快速阅读:

儿童和青少年前交叉韧带断裂行韧带重建手术时机与继发半月板和软骨损伤风险的关系



顾晓东, 男, 1984 年生, 黑龙江省齐齐哈尔市人, 在读博士, 主治医师, 主要从事骨关节炎及关节软骨损伤修复方面的研究。

通讯作者: 卫小春, 博士, 主任医师, 教授, 博士生导师, 山西医科大学第二医院骨科, 山西省太原市 030001; 骨与软组织损伤修复山西省重点实验室, 山西省太原市 030001

文献标识码:A

稿件接受: 2018-10-18



文题释义:

儿童前交叉韧带重建: 临床医生在对骨骼发育不成熟的前交叉韧带断裂患者选择治疗方法时经常面临进退两难的境地, 早期行韧带重建可能会导致肢体成角及短缩畸形, 而保守治疗或者待骨骺闭合后手术, 又会出现膝关节持续不稳定及继发半月板或关节软骨损伤。

对儿童和青少年前交叉韧带重建手术的认识: 近年来, 有 Meta 分析结果指出, 儿童前交叉韧带损伤行韧带重建, 肢体不等长及成角畸形的发生率非常低。另文献指出: 早期行韧带重建可以更好的恢复膝关节的稳定性, 关节功能恢复更好, 对于青少年运动员来说, 有超过 90% 的韧带重建患者可以重返运动。早期行前交叉韧带重建, 有较高的 IKDC 膝关节功能评分。由此, 在过去的 20 多年中, 儿童和青少年前交叉韧带重建的手术量在逐年增加。

摘要

背景: 儿童和青少年前交叉韧带损伤, 目前多主张手术治疗, 但手术时机选择及不同手术时机对继发性半月板和软骨损伤风险的影响仍有争议。

目的: 评价儿童和青少年前交叉韧带断裂早期或延迟行韧带重建对继发性膝关节半月板和关节软骨损伤风险的影响。

方法: 检索 2018 年 3 月前 Medline、EMbase、Cochrane 图书馆、中国知网(CNKI)、万方数据库中, 有关儿童或者青少年(<19 岁)前交叉韧带断裂行韧带重建手术, 不同手术时机以及继发半月板和膝关节软骨损伤的文章, 严格按照纳入和排除标准及文献质量评分标准收集数据, 运用 Review Manager 5.3 统计学软件对所提取的文献数据进行 Meta 分析。

结果与结论: 共纳入 5 篇文献, 849 例患者。Meta 分析结果显示: 儿童和青少年前交叉韧带断裂后, 早期行前交叉韧带重建可以显著降低内侧半月板损伤的风险($OR=0.40$, 95% CI 0.25–0.67, $P=0.0004$); 同时, 早期韧带重建继发性外侧半月板损伤风险也会降低($OR=0.70$, 95% CI 0.53–0.93, $P=0.01$)。在关节软骨损伤方面, 和延迟重建相比, 早期重建可以降低股骨髁软骨($OR=0.25$, 95% CI 0.12–0.53, $P=0.0003$)、胫骨平台软骨($OR=0.41$, 95% CI 0.25–0.67, $P=0.0004$)及髌股关节软骨($OR=0.35$, 95% CI 0.16–0.77, $P=0.009$)损伤的发生率。提示: 对于儿童和青少年前交叉韧带断裂患者, 早期行前交叉韧带重建可以降低继发性内外侧半月板、股骨髁软骨、胫骨平台软骨及髌股关节软骨损伤的发生率。

关键词:

儿童; 青少年; 前交叉韧带; 前交叉韧带断裂; 手术时机; 早期韧带重建; 延迟韧带重建; 半月板损伤; 软骨损伤

主题词:

前交叉韧带; 青少年; 儿童; Meta 分析

中图分类号: R459.9

基金资助:

国家国际科技合作专项项目(2015DFA33050), 项目负责人: 卫小春; 国家自然科学基金青年项目(81601949), 项目负责人: 李鹏翠; 山西省骨关节炎生物学样本资源共享服务平台建设项目(201705D121010), 项目负责人: 李鹏翠

Gu Xiaodong, Doctoral candidate, Attending physician, Department of Orthopedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China; Shanxi Provincial Key Laboratory of Bone and Soft Tissue Injury Repair, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

Corresponding author: Wei Xiaochun, MD, Chief physician, Professor, Doctoral supervisor, Department of Orthopedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China; Shanxi Provincial Key Laboratory of Bone and Soft Tissue Injury Repair, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

Early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents is associated with the risks of meniscus and articular cartilage injury: a meta-analysis

Gu Xiaodong^{1,2}, Zhao Ruipeng^{1,2}, Che Xianda^{1,2}, Li Pengcui^{1,2}, Wei Xiaochun^{1,2} (¹Department of Orthopedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China; ²Shanxi Provincial Key Laboratory of Bone and Soft Tissue Injury Repair, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Surgical treatment is mostly advocated in children and adolescents with anterior cruciate ligament injury, but the impact of surgical timing and different surgical timing on the risk of secondary meniscus and cartilage injury is still controversial.

OBJECTIVE: To evaluate the effects of early or delayed anterior cruciate ligament reconstruction on the risk of secondary meniscus and articular cartilage injury in children and adolescents.

METHODS: A computer-based online search was conducted in Medline, Embase, Cochrane Library, WanFang, and CNKI databases until March 2018. The articles about anterior cruciate ligament rupture in children or adolescents (< 19 years old) undergoing ligamentous reconstruction, and injuries of meniscus and knee cartilage at different operation times were collected in accordance with the inclusion and exclusion criteria. Meta-analysis was performed using Review Manager 5.3 software.

RESULTS AND CONCLUSION: Five articles involving 849 patients were included. Meta-analysis showed that early anterior cruciate ligament reconstruction after anterior cruciate ligament rupture in children and adolescents could significantly reduce the risk of medial meniscus injury ($OR=0.40$, 95%CI 0.25–0.67, $P=0.000\ 4$). At the same time, the risk of secondary lateral meniscus injury in early ligament reconstruction was reduced ($OR=0.70$, 95%CI 0.53–0.93, $P=0.01$). In terms of articular cartilage injury, compared with delayed reconstruction, early reconstruction could reduce the incidence of injuries of femoral condyle cartilage ($OR=0.25$, 95%CI 0.12–0.53, $P=0.000\ 3$), tibial plateau cartilage ($OR=0.41$, 95%CI 0.25–0.67, $P=0.000\ 4$) and patellofemoral joint cartilage ($OR=0.35$, 95%CI 0.16–0.77, $P=0.009$). In summary, for children and adolescents with anterior cruciate ligament rupture, early anterior cruciate ligament reconstruction can reduce the incidence of secondary medial and lateral meniscus, femoral condyle cartilage, tibial plateau cartilage and patellofemoral cartilage injuries.

Subject headings: Anterior Cruciate Ligament; Adolescent; Child; Meta-Analysis

Funding: the National International Science and Technology Cooperation Project, No. 2015DFA33050 (to WXC); the National Natural Science Foundation of China for the Youth, No. 81601949 (to LPC); the Osteoarthritis Biological Sample Resource Sharing Service Platform Construction Project of Shanxi Province, No. 201705D121010 (to LPC)

0 引言 Introduction

儿童和青少年前交叉韧带断裂以前被认为是一种少见的疾病,但随着越来越多儿童和青少年参与到竞技体育运动中,前交叉韧带断裂的发生率在不断升高,且女性青少年的发病率要高于男性^[1-2]。前交叉韧带断裂的外科治疗原则为手术重塑膝关节的稳定性,从而避免膝关节异常应力所致的继发性半月板及软骨损伤。由于青少年骨骼发育尚未成熟,因此,早期儿童前交叉韧带损伤均采用非手术治疗,包括物理治疗、支撑和活动限制。这种治疗方法有其优点,延迟手术可以使骨骼更成熟,避免医源性生长板干扰所导致的肢体长度差异或成角畸形,使患者获得心理成熟,从而提高患者对治疗的依从性^[3]。但长期随访显示,保守治疗膝关节的稳定性差,很难恢复到伤前的活动水平^[4]。而且,青少年前交叉韧带损伤患者对保守治疗的依从性差,也很难达到满意的疗效,因此现在多主张手术治疗^[5]。Ramski等^[6]对青少年前交叉韧带损伤的治疗方式及其效果进行荟萃分析,其结论认为:和保守及延迟治疗相比,早期行前交叉韧带重建膝关节能更好恢复稳定性及活动度。

在成人前交叉韧带重建的患者中,年龄、性别和手术延迟的增加与半月板和关节软骨损伤的频率和严重程度较高有关^[7]。Chhadia等^[8]证实了1 252例患者延迟手术和内侧面半月板损伤率增加之间的联系,对于儿童和青少年患者,这种相关性也有少量文献进行报道。研究认为,青少年前交叉韧带损伤行早期韧带重建有较低的继发性半月板及关节软骨损伤的发生率,而延迟重建时半月板及关节软骨损伤的发生率较高^[3, 9-10],但各研究样本量较小,未在儿童和

青少年人群进行大规模研究。因此,有必要进行Meta分析,评估儿童和青少年前交叉韧带损伤患者行交叉韧带重建的手术时机和继发性半月板和关节软骨损伤之间的关系,从而为临床医生手术决策提供参考。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 文献检索策略 计算机检索Medline、EMbase、Cochrane图书馆、中国知网(CNKI)、万方数据库。检索时间截止至2018年3月。英文检索词: ACLR OR Anterior cruciate ligament reconstruction AND adolescent OR pediatric OR child OR children OR immature AND chondral OR cartilage OR meniscus。中文检索词: 前交叉韧带重建and(儿童or青少年)and (手术时机 or早期手术 or 延迟手术)。同时,从已查阅文献的参考文献中手工检索可能查漏的相关文献。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①研究设计类型: 随机对照和回顾性研究; ②研究对象: 儿童或青少年(<19岁)前交叉韧带损伤,行韧带重建者; ③干预措施和对照措施: 前交叉韧带断裂早期和延迟重建; ④结局指标: 继发半月板和膝关节软骨损伤的发生率。

1.2.2 排除标准 ①不符合纳入标准者; ②动物实验; ③质量较低的文献。

1.3 文献识别和数据提取 2位研究者严格按照文献纳入标准和排除标准独立进行文献识别和数据提取,然后交叉核对,如果2个研究者之间产生异议,则由第3个研究者进

一步查看，最终达成一致。

1.4 文献质量评分 随机对照研究质量评分采用Jadad评分^[11]。对于非随机对照试验选用Newcastle-Ottawa Scale(NOS)文献质量评分方法^[12]。

1.5 统计学分析 数据分析使用Revman 5.3 统计学软件。二分类变量使用比值比(Odds Ratio, OR)及95%可信区间(confidence interval, CI)。异质性检验采用 I^2 检验和卡方检验。固定效应模型用于异质性较小时($I^2 < 50\%$ 且 $P > 0.1$)；随机效应模型用于异质性较大时($I^2 > 50\%$ 且 $P < 0.1$)。 $P < 0.05$ 表示总效应差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 文献检索结果和纳入文献基本特征 根据检索策略，共检索到中文文献53篇，英文文献562篇，去掉重复文献，进一步阅读摘要和全文，最终纳入文献5篇^[3, 9-10, 13-14]，全部为英文文献，见图1。

表1 纳入研究各文献的基本特征

Table 1 General data of the included literatures

文献	研究类型	证据等级	患者数量(n)	年龄(岁)	Newcastle-Ottawa Scale(NOS)评分
Anderson 2015	回顾性研究	III	早期组: 62 延迟组: 36	早期组: 13-15 延迟组: 12-14	★★★★★
Dumont 2012	回顾性研究	III	早期组: 241 延迟组: 129	早期组: ≤15=180 例, >15=109 例 延迟组: ≤15=91 例, >15=62 例	★★★★★
Lawrence 2011	回顾性研究	III	早期组: 41 延迟组: 29	13.5(11-14)	★★★★★
Millett 2002	回顾性研究	III	早期组: 17 延迟组: 22	13.6(10-14)	★★★★★
Newman 2015	回顾性研究	III	早期组: 189 延迟组: 83	7-19	★★★★★
Anderson 2015	回顾性研究	III	早期组: 62 延迟组: 36	早期组: 13-15 延迟组: 12-14	★★★★★

表2 手术时机(早期/延迟前交叉韧带重建)及继发半月板、软骨损伤诊断情况

Table 2 Surgical time (early/delayed) and the diagnosis of meniscus and cartilage injury

文献	早期 ACLR 的定义	延迟 ACLR 的定义	半月板损伤的诊断	软骨损伤的诊断
Anderson 2015	伤后 6 周内手术	受伤至手术超过 12 周	关节镜	关节镜
Dumont 2012	伤后 150 d 内手术	受伤至手术超过 150 d	MRI	MRI
Lawrence 2011	伤后 12 周内手术	受伤至手术超过 12 周	MRI	MRI
Millett 2002	伤后 6 周内手术	受伤至手术超过 6 周	术中所见	术中所见
Newman 2015	伤后 3 个月内手术	受伤至手术超过 3 个月	术中所见	术中所见

表注: ACLR: 前交叉韧带重建; MRI: 磁共振。

2.2 文献质量评价 所纳入的5篇文献均为回顾性队列研究，因此采用Newcastle- Ottawa Scale(NOS)文献质量评分方法对其进行评价，其中6星文献2篇^[3, 13]，5星文献2篇^[9, 14]，4星文献1篇^[10]，见表1。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 继发半月板损伤 纳入的5篇文献均比较了儿童和青少年早期和延迟前交叉韧带重建后的继发性半月板损伤^[3, 9-10, 13-14]。

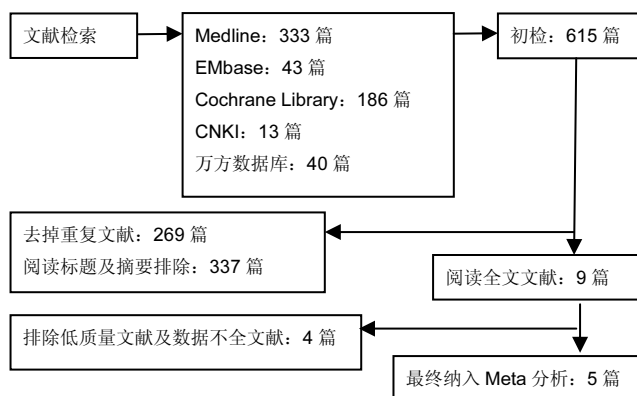


图1 文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of the literature screening

儿童或青少年的年龄范围为小于19岁。关于手术时机(早期或者延迟)按照纳入的各个文献的定义进行界定，见表1、2。

早期组550例中，内侧半月板损伤150例(27%)，延迟组299例中，内侧半月板损伤131例(44%)。Meta分析结果显示，研究存在异质性($P=0.09$ ， $I^2=50\%$)，故采用随机效应模型，两组相比差异有显著性意义($OR=0.40$ ，95% CI 0.25-0.67， $P=0.0004$)，见图2。

在外侧半月板损伤方面，早期组550例中，外侧半月板损伤262例(48%)，延迟组299例中，外侧半月板损伤168例(56%)。Meta分析示，研究不存在异质性($P=0.11$ ，

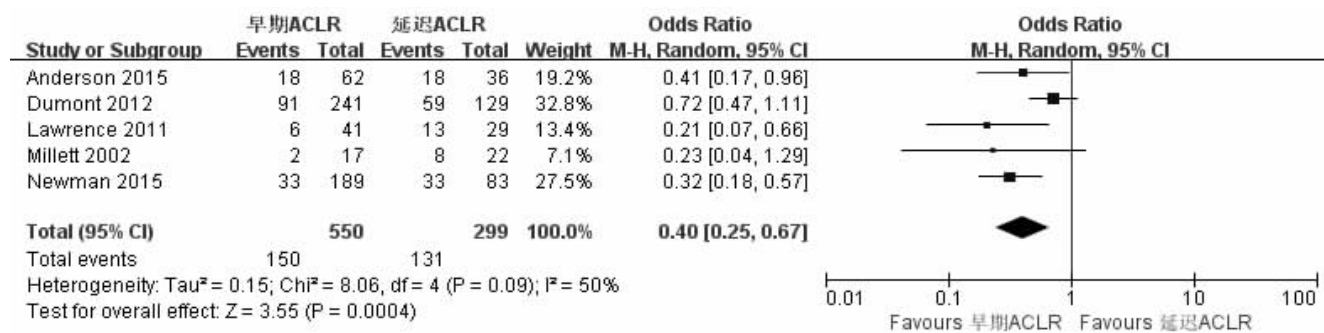
$P=47\%$), 故采用固定效应模型, 两组相比差异有显著性意义($OR=0.70$, $95\%CI$ 0.53-0.93, $P=0.01$), 见图3。以上结果表明, 和延迟前交叉韧带重建相比, 早期行前交叉韧带重建可以降低内侧及外侧半月板损伤的发生率。

2.3.2 继发关节软骨损伤 纳入文献中, 有4篇报道了股骨髁软骨损伤^[3, 9-10, 13], 早期组533例中, 股骨髁损伤144例(27%), 延迟组277例中, 股骨髁损伤142例(51%)。Meta分析结果显示, 研究存在异质性($P=0.008$, $I^2=75\%$), 故采用随机效应模型, 两组相比差异有显著性意义($OR=0.25$, $95\%CI$ 0.12-0.53, $P=0.0003$), 见图4。

纳入文献中, 有2篇报道了胫骨平台软骨损伤^[10, 13],

早期组430例中, 胫骨平台软骨损伤35例(8%), 延迟组212例中, 胫骨平台软骨损伤38例(18%)。Meta分析结果显示, 研究无明显异质性($P=0.25$, $I^2=23\%$), 故采用固定效应模型, 早期和延迟手术相比差异有显著性意义($OR=0.41$, $95\%CI$ 0.25-0.67, $P=0.0004$), 见图5。

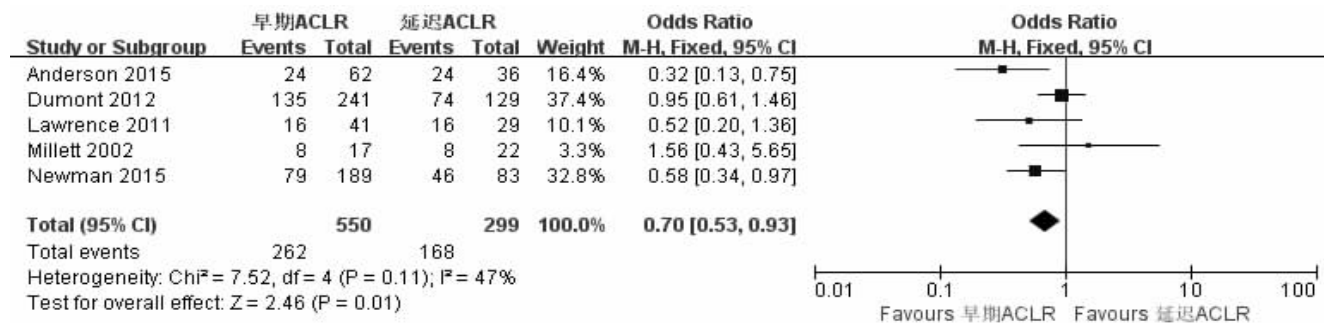
纳入文献中, 有3篇报道了髌股关节软骨损伤^[3, 9-10], 早期组292例中, 髌股关节软骨损伤12例(4%), 延迟组148例中, 髌股关节软骨损伤17例(11%)。Meta分析结果显示, 研究无明显异质性($P=0.49$, $I^2=0\%$), 因此采用固定效应模型, 两组相比差异有显著性意义($OR=0.35$, $95\%CI$ 0.16-0.77, $P=0.009$), 见图6。



图注: 和延迟重建相比, 早期行前交叉韧带重建继发性内侧半月板损伤概率较低。

图2 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期和延迟韧带重建后内侧半月板损伤情况

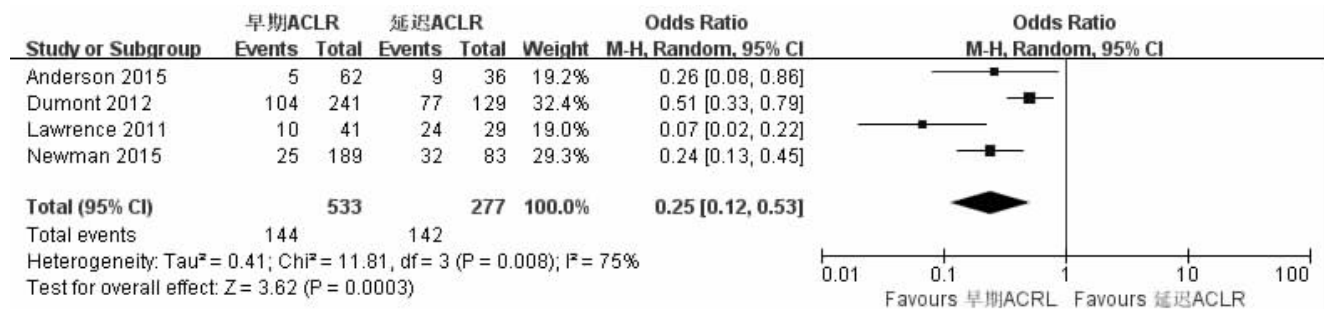
Figure 2 Forest plot for medial meniscus injury after early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents



图注: 和延迟重建相比, 早期行前交叉韧带重建继发性外侧半月板损伤发生率较低。

图3 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期和延迟韧带重建后外侧半月板损伤情况

Figure 3 Forest plot for lateral meniscus injury after early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents



图注: 和延迟重建相比, 早期行前交叉韧带重建继发股骨髁软骨损伤发生率较低。

图4 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期和延迟韧带重建后股骨髁软骨损伤情况

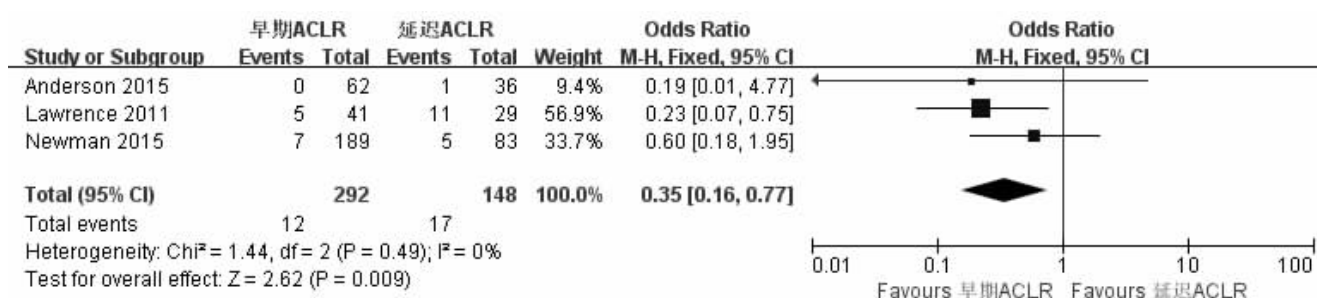
Figure 4 Forest plot for femoral condyle cartilage injury after early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents



图注: 和延迟重建相比, 早期行前交叉韧带重建胫骨平台软骨损伤有较低的发生率。

图5 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期和延迟韧带重建后胫骨平台软骨损伤情况

Figure 5 Forest plot for tibial plateau cartilage injury after early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents



图注: 和延迟重建相比, 早期行前交叉韧带重建继发髌股关节软骨损伤发生率低。

图6 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期和延迟韧带重建后髌股关节软骨损伤情况

Figure 6 Forest plot for patellofemoral joint cartilage injury after early versus delayed reconstruction of anterior cruciate ligament injuries in children and adolescents

3 讨论 Discussion

临床医生在对骨骼发育不成熟的前交叉韧带断裂患者选择治疗方法时经常面临进退两难的境地, 早期行韧带重建可能会导致肢体成角及短缩畸形, 而保守治疗或者待骨骺闭合后手术, 又会出现膝关节持续不稳定及继发半月板或关节软骨损伤。尽管有文献指出保守治疗及延迟到骨骼发育成熟手术会出现不良后果^[15-17], 但仍有文献支持对儿童和青少年前交叉韧带断裂患者行非手术治疗^[18-19]。近年来, 有Meta分析结果指出: 儿童前交叉韧带损伤行韧带重建, 肢体不等长及成角畸形的发生率非常低, 采用非穿断技术的患者为5.8%, 而采用穿断技术者为1.9%^[20]。另文献指出: 早期行韧带重建可以更好的恢复膝关节的稳定性, 关节功能恢复更好^[6], 对于青少年运动员来说, 有超过90%的韧带重建患者可以重返运动^[21]。早期行前交叉韧带重建, 有较高的IKDC膝关节功能评分^[6]。由此, 在过去的20多年中, 儿童和青少年前交叉韧带重建的手术量在逐年增加^[22]。

前交叉韧带(ACL)撕裂通常与半月板和软骨损伤有关。外侧半月板撕裂通常与急性前交叉韧带撕裂有关, 内侧半月板撕裂通常与慢性前交叉韧带撕裂有关。这些联系在成人膝关节文献中多有报道^[8, 2-3]。半月板是膝关节重要的稳定结构, 并且能够传递负荷。尸体研究表明, 半月板在膝关节的屈伸及旋转运动中起到非常重要的作用^[24], 而半月板损伤和关节软骨的损伤会促进膝关节骨性关节炎的发生及发展^[25-26]。

近年来由于青少年前交叉韧带损伤患者逐渐增多, 以及

前交叉韧带损伤和半月板及关节软骨损伤的密切关系, 研究者开始关注儿童和青少年韧带重建时机对继发性半月板及软骨损伤风险的影响。多项研究表明早期韧带重建有较低的半月板及软骨损伤的发生率^[3, 9-10]。此次Meta分析的研究结果亦显示, 和延迟手术相比, 儿童和青少年前交叉韧带断裂早期行韧带重建可以降低继发性内外侧半月板、股骨髁软骨、胫骨平台软骨及髌股关节软骨损伤的发生率。而延迟手术有较高的内外侧半月板及关节软骨损伤的发生率, 关节软骨损伤的发生率延迟手术组几乎是早期手术组的2倍。这可能是由于用不稳定的膝关节行走所产生的重复微移动, 或者是对限制运动的依从性差及否认膝关节不稳定所造成的反复运动创伤所致^[27]。鉴于上述延迟手术不良的膝关节功能及对青少年运动员重返运动的不利影响以及较高的继发性半月板及关节软骨损伤的风险, 对于确诊的儿童和青少年前交叉韧带损伤患者, 应该早期进行手术治疗。

由于此次研究纳入的均为回顾性研究, 并未使用随机化或盲法, 因此结果容易受到选择偏倚的影响。另一个局限性在于研究的异质性问题, 包括使用的韧带重建技术, 半月板及软骨损伤的诊断方法, 特别是早期和延迟重建时间点的界定完全依靠各独立研究, 并没有统一标准等问题。最后, 由于伤后立即行MRI检查有时并不可行, 因此很难完全确定半月板及软骨的损伤是发生在受伤当时还是由于膝关节不稳定所造成的继发性损伤。因此, 需要进行单中心或多中心的前瞻性研究, 采用一致的评估半月板和软骨

损伤的方法, 以及对早期和延迟手术进行一致性的界定, 从而为临床实践提供更有力的证据。

结论: 对于儿童和青少年前交叉韧带断裂的患者, 早期行前交叉韧带重建可以降低继发性内外侧半月板、股骨髁软骨、胫骨平台软骨及髌股关节软骨损伤的发生率。该研究为临床医生对儿童和青少年前交叉韧带断裂患者行早期前交叉韧带重建手术提供了有价值的信息, 可以为手术决策提供参考。

作者贡献: 设计为顾晓东; 资料收集为赵瑞鹏、车先达; 评估为李鹏翠。卫小春审核, 顾晓东对文章负责。

经费支持: 该文章接受了“国家国际科技合作专项项目(2015DFA33050)、国家自然科学基金青年项目(81601949)、山西省骨关节炎生物学样本资源共享服务平台建设项目(201705D121010)”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

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。

生物统计学声明: 该统计学方法已经山西医科大学第二医院生物统计学专家审核。

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] 王健, 敖英芳. 青少年前交叉韧带损伤流行病学研究[J]. 中国运动医学杂志, 2002, 21(5): 471-474, 483.
- [2] Redler LH, Brafman RT, Trentaesta N, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature patients with trans-physeal tunnels. Arthroscopy. 2012;28(11):1710-1717.
- [3] Anderson AF, Anderson CN. Correlation of meniscal and articular cartilage injuries in children and adolescents with timing of anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2015; 43(2):275-281.
- [4] Dunn KL, Lam KC, Valovich McLeod TC. Early operative versus delayed or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injuries in pediatric patients. J Athl Train. 2016;51(5):425-427.
- [5] 李强强, 陈东阳, 姚尧, 等. 完全经髌板自体半腱肌、股薄肌肌腱重建治疗青少年前十字韧带损伤[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(7): 425-432.
- [6] Ramski DE, Kanj WW, Franklin CC, et al. Anterior cruciate ligament tears in children and adolescents: a meta-analysis of nonoperative versus operative treatment. Am J Sports Med. 2014; 42(11):2769-2776.
- [7] Slauterbeck JR, Kousa P, Clifton BC, et al. Geographic mapping of meniscus and cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injuries. J Bone Joint Surg Am. 2009;91(9):2094-2103.
- [8] Chhadia AM, Inacio MC, Maletis GB, et al. Are meniscus and cartilage injuries related to time to anterior cruciate ligament reconstruction? Am J Sports Med. 2011;39(9):1894-1899.
- [9] Lawrence JT, Argawal N, Ganley TJ. Degeneration of the knee joint in skeletally immature patients with a diagnosis of an anterior cruciate ligament tear: is there harm in delay of treatment? Am J Sports Med. 2011;39(12):2582-2587.

- [10] Newman JT, Carry PM, Terhune EB, et al. Factors predictive of concomitant injuries among children and adolescents undergoing anterior cruciate ligament surgery. Am J Sports Med. 2015;43(2): 282-288.
- [11] Jadad AR, Moore RA, Carroll D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? Clin Trials. 1996;17(1):1-12.
- [12] Wells GA, Shea B, O'Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of non-randomized studies in meta-analyses. Appl Eng Agric. 2000;18(6):727-734.
- [13] Dumont GD, Hogue GD, Padalecki JR, et al. Meniscal and chondral injuries associated with pediatric anterior cruciate ligament tears: relationship of treatment time and patient-specific factors. Am J Sports Med. 2012;40(9):2128-2133.
- [14] Millett PJ, Willis AA, Warren RF. Associated injuries in pediatric and adolescent anterior cruciate ligament tears: does a delay in treatment increase the risk of meniscal tear? Arthroscopy. 2002; 18(9):955-959.
- [15] Aichroth PM, Patel DV, Zorrilla P. The natural history and treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. A prospective review. J Bone Joint Surg Br. 2002; 84(1):38-41.
- [16] Mizuta H, Kubota K, Shiraishi M, et al. The conservative treatment of complete tears of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients. J Bone Joint Surg Br. 1995;77(6):890-894.
- [17] Pressman AE, Letts RM, Jarvis JG. Anterior cruciate ligament tears in children: an analysis of operative versus nonoperative treatment. J Pediatr Orthop. 1997;17(4):505-511.
- [18] Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Performance-based functional outcome for children 12 years or younger following anterior cruciate ligament injury: a two to nine-year follow-up study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2008;16(3):214-223.
- [19] Woods GW, O'Connor DP. Delayed anterior cruciate ligament reconstruction in adolescents with open physes. Am J Sports Med. 2004;32(1):201-210.
- [20] Frosch KH, Stengel D, Brodhun T, et al. Outcomes and risks of operative treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. Arthroscopy. 2010;26(11):1539-1550.
- [21] Kay J, Memon M, Marx RG, et al. Over 90 % of children and adolescents return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2018;26(4):1019-1036.
- [22] Dodwell ER1, Lamont LE, Green DW, et al. 20 years of pediatric anterior cruciate ligament reconstruction in New York State. Am J Sports Med. 2014;42(3):675-680.
- [23] Granan LP, Bahr R, Lie SA, Engebretsen L. Timing of anterior cruciate ligament reconstructive surgery and risk of cartilage lesions and meniscal tears: a cohort study based on the Norwegian National Knee Ligament Registry. Am J Sports Med. 2009;37(5):955-961.
- [24] Musahl V, Citak M, O'Loughlin PF, et al. The effect of medial versus lateral meniscectomy on the stability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. Am J Sports Med. 2010;38(8): 1591-1597.
- [25] Louboutin H, Debarge R, Richou J, et al. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. Knee. 2009;16(4):239-244.
- [26] Magnussen RA, Mansour AA, Carey JL, et al. Meniscus status at anterior cruciate ligament reconstruction associated with radiographic signs of osteoarthritis at 5- to 10-year follow-up: a systematic review. J Knee Surg. 2009;22(4):347-357.
- [27] Fehnel DJ, Johnson R. Anterior cruciate injuries in the skeletally immature athlete: a review of treatment outcomes. Sports Med. 2000;29(1):51-63.