

股骨颈骨折术后股骨头坏死率及相关危险因素 Meta 分析

王焕, 韩春霞, 艾自胜

(同济大学医学院医学统计学教研室, 上海 200092)

【摘要】 目的: 研究 2000 年以后的成人股骨颈骨折患者内固定术后股骨头坏死发生率及相关危险因素以识别股骨头坏死高危人群。方法: 检索 PubMed、Medline、The Cochrane Library、中国知网、万方和维普数据库, 收集 2000 年 1 月 1 日至 2020 年 7 月 1 日期间有关股骨颈骨折术后股骨头坏死及其危险因素的全部研究, 根据入选和排除标准剔除不符合要求的研究。使用 Endnote X9 和 Excel 2019 进行文献提取、管理以及数据录入, 利用 R Studio 3.6.5 软件进行 Meta 分析。通过亚组分析、敏感性分析和发表偏倚检测来研究异质性来源及评估结果的可靠性。结果: 共纳入 16 篇文献, 包括 5 521 例股骨颈骨折患者。Meta 分析结果显示成人股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死发生率为 14.5% [95%CI (0.126–0.165)]。骨折移位情况 [OR=0.27, 95%CI(0.21–0.35)] 和复位质量 [OR=0.15, 95%CI(0.09–0.27)] 是股骨头坏死相关危险因素。亚组率分析结果显示: 非移位型骨折坏死率为 6.2% [95%CI (0.051–0.077)], 移位型骨折坏死率为 20.4% [95%CI(0.166–0.249)]; 骨折复位良好坏死率为 8.3% [95%CI(0.072–0.095)], 骨折复位不良坏死率为 35.5% [95%CI(0.233–0.500)]。纳入的文献一致性较好, 不存在发表偏倚。结论: 2000 年以后的成人股骨颈骨折内固定术后股骨头总坏死率有所下降, 而移位型骨折和复位质量不良的患者坏死率仍处于较高水平。由于各原始文献对受伤至手术时间间隔的划分不一致, 没有对该指标进行分析。

【关键词】 股骨颈骨折; 骨折固定术, 内; 股骨头坏死; 危险因素

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.04.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Femoral head necrosis rate and risk factors after internal fixation of femoral neck fracture: a Meta-analysis WANG Huan, HAN Chun-xia, and AI Zi-sheng. Department of Medical Statistics, Tongji University School of Medicine, Shanghai 200092, China

ABSTRACT Objective: To study the incidence and risk factors of osteonecrosis of the femoral head (ONFH) after internal fixation in adult patients with femoral neck fracture (FNF) after 2000, and identify high-risk population of ONFH. **Methods:** PubMed, Medline, The Cochrane Library, CNKI, Wanfang and VIP Database were searched to collect all the literatures on ONFH and related risk factors after internal fixation of FNF from January 1th 2000 to July 1th 2020. Study extraction was performed according to inclusion and exclusion criteria. Endnote X9 and Excel 2019 were used for literatures extraction, management and data entry, and R Studio 3.6.5 software was used for Meta-analysis. Subgroup analysis, sensitivity analysis and publication bias detection were used to explore the sources of heterogeneity and the reliability of the evaluation results. **Results:** A total of 16 studies with 5521 patients were included. Meta-analysis showed that the incidence of ONFH after internal fixation for adult FNF was 14.5% [95% CI(0.126–0.165)]. Fracture displacement [OR=0.27, 95%CI(0.21–0.35)] and reduction quality [OR=0.15, 95%CI(0.09–0.27)] were related risk factors for ONFH. The results of subgroup rate analysis showed that the non-displaced fracture necrosis rate was 6.2% [95%CI(0.051–0.077)] and the displaced fracture necrosis rate was 20.4% [95%CI (0.166–0.249)]; the good reduction fracture necrosis rate was 8.3% [95%CI(0.072–0.095)] and the poor reduction fracture necrosis rate was 35.5% [95%CI (0.233–0.500)]. The included literatures have good consistency and no publication bias. **Conclusion:** After 2000, the total incidence of ONFH after internal fixation of adult FNF has decreased, while the necrosis rates of patients with displaced fracture and poor reduction are still at a high level. The interval between injury and surgery was not analyzed in this study because of the inconstant division in the original literature.

KEYWORDS Femoral neck fracture; Fracture fixation, internal; Femoral head necrosis; Risk factors

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 81872718); 上海市卫生和计划生育委员会课题(编号: 201840041); 上海市教委本科重点建设项目(编号: 201965)

Fund program: National Natural Science Foundation of China (No. 81872718)

通讯作者: 艾自胜 E-mail: azs1966@126.com

Corresponding author: Ai Zi-sheng E-mail: azs1966@126.com

近年来髋部骨折的发生率正在发生改变。西欧北欧的大多数国家和新加坡等地区髋部骨折的发生率已经下降^[1-4], 中国和美国的发病率正在趋于平稳^[5-6], 而德国、日本、韩国等地区的发生率仍然在上升^[7-9]。尽管一些国家髋部骨折的发生率在校正年龄后已经下降或稳定, 但髋部骨折的绝对数量及相关的住院医疗费用仍在增加。2018 年调查结果显示全球每年发生 160 万例髋部骨折, 到 2050 年可能达到 600 万例, 髋部骨折已经成为严重的世界性公共卫生问题, 股骨颈骨折(femoral neck fracture, FNF)占髋部骨折的 48.22%~52.26%^[8,10]。股骨头坏死(osteonecrosis of the femoral head, ONFH)是股骨颈骨折内固定术后严重的并发症。一直以来, 有关股骨颈骨折术后股骨头坏死的文献报告其发生率在 6.6%~36%^[11]。Schmidt 等^[12]认为 2000 年时的股骨颈骨折术后坏死率仍与 20 世纪 30 年代一样高, Meta 分析显示 2003 年以前的股骨颈骨折患者术后股骨头坏死总发生率为 23.0%^[13]。事实上, 随着内固定方法的不断改进及术后有效的护理和康复训练, 股骨头坏死率已有所下降。Parker 等^[14]报道了 320 例股骨近端锁定加压钢板治疗的股骨颈骨折患者术后 2 年以上的坏死率为 11.1%; 2017 年一项比较 1 079 例股骨颈骨折患者不同内固定方法的随机对照试验中的股骨头 2 年坏死率为 9.2%^[15]; 2020 年的一项股骨颈骨折并发症研究中股骨头坏死率为 16.67%^[16]。本次研究主要目的是通过对 2000 年以来有关股骨颈骨折内固定术后并发股骨头坏死的全部文献进行 Meta 分析, 了解近 20 年来接受内固定治疗的成人股骨颈骨折患者股骨头坏死率及其相关危险因素。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: (1)研究类型: 原始研究为随机对照试验、非随机或半随机对照试验、队列研究、病例对照研究以及横断面研究等。(2)研究对象: 18 周岁以上由一般外伤引起的新鲜非病理性股骨颈骨折(2 周内)。(3)干预措施: 手术方式为内固定术, 随访时间至少 2 年。(4)结局指标: 股骨头坏死总人数及不同年龄、骨折移位情况、复位方式、复位质量、内固定物状态、术后开始负重时间下的股骨头坏死人数。

排除标准: (1)研究对象包括 2000 年之前的股骨颈骨折内固定术患者。(2)研究对象包括同侧转子间骨折、转子下骨折、股骨干骨折、肿瘤转移、长期使用大剂量激素或酗酒患者。(3)研究类型为病例报告, 动物研究, 未提供充足相关数据的文献、综述文献、会议论文以及不能获取全文的文献。(4)为解决延误治疗而采取的血管增强补充研究、中药治疗、自

体血管移植等治疗方法。(5)样本量<100 例。(6)研究数据重复发表。(7)文献质量评价为中、低质量的研究。

1.2 文献检索

检索 PubMed、Medline、The Cochrane Library、中国知网、万方数据资源系统、和维普网数据库。中文检索关键词: “股骨颈骨折”或“髋部骨折”“内固定”“股骨头坏死”“缺血性坏死”等; 英文检索关键词: “hip fracture”“femoral neck fracture”“internal fixation”“femur head necrosis”or “ONFH”or “avascular necrosis”or “AVN”等; 中文检索时间: 2000 年 1 月 1 日到 2020 年 7 月 1 日; 英文文献检索时间: 建库至 2020 年 7 月 1 日。检索目标: 股骨颈骨折内固定术后并发股骨头坏死及其危险因素相关的全部研究。

1.2.1 中文检索策略 高级检索: 主题=“股骨颈骨折”or“髋部骨折”and 主题=“内固定”or“内固定术”or“内固定治疗”or“空心钉”or“空心加压螺钉”and 主题=“股骨头坏死”or“股骨头缺血性坏死”or“股骨头缺血坏死”。

1.2.2 英文检索策略 医学主题词和组配检索: #1 “Femoral Neck Fractures”[Mesh]; #2 Femoral Neck Fractures; #3 Femoral Neck Fracture; #4 Femur Neck Fractures; #5 Femur Neck Fracture; #6 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5; #7 “Fracture Fixation”[Mesh]; #8 Internal fixation; #9 sliding hip screws; #10 cancellous screws; #11 DHS; #12 SHS; #13 #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12; #14 “Femur Head Necrosis”[Mesh]; #15 Femur Head Necrosis; #16 osteonecrosis of the femoral head; #17 Avascular Necrosis of Femur Head; #18 ONFH; #19 AVN; #20 #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18#19 AVN; #21 #6 AND#13 AND#20。

1.3 文献筛选

由两名研究者独立的按照入选和排除标准进行文献检索及筛选, 使用 Endnote X9 进行文献管理。首先通过阅读标题和摘要进行初筛, 其次阅读全文后删除不符合入选年份和数据不全的文献, 最后进行文献质量评价删除评分为中低质量的文献。如有疑问或意见不一致的地方集中讨论解决, 必要时征求第 3 位研究者意见。

1.4 文献质量评价

随机对照试验的质量评价使用 Cochrane 风险偏倚评估工具 6.0^[17]。该工具包含 6 个方面: (1)随机序列。(2)隐秘分组。(3)盲法。(4)不完整数据资料。(5)选择性报告。(6)其他来源偏倚。对于每个领域可用“是”“不清楚”“否”3 种来判断, 分别对应其偏倚发生的风险为“低风险”“风险判断不清楚”“高风险”。

险”。同时满足 6 条标准,质量等级为 A,上述 1 条描述为不清楚者质量为 B, 上述 1 条为未描述者质量为 C,本次纳入文献等级为 A。横断面研究的质量评价使用美国卫生保健质量和研究机构(Agency for Healthcare Research and Quality, AHRQ)评价清单^[18]。AHRQ 评价清单是由美国卫生保健质量和研究机构推荐的标准,一共包含 11 个条目。文献得分情况为: 1~3 分为低质量研究,4~7 分为中等质量,8~11 分为高质量,本次纳入文献得分在 8 分以上。病例对照研究的质量评价使用纽卡斯尔-渥太华量表^[19](Newcastle-Ottawa Scale, NOS)。该量表通常以星代表分值,满分为 9 颗星,5~9 颗星为相对高质量的文章,本次研究纳入的文献得分在 6 分以上。Meta 分析撰写参考 PRISMA 申明^[20]。

1.5 资料提取

提取的信息包括:(1)一般信息,包括第 1 作者、发表年份、病例来源、研究类型。(2)研究特征,包括样本量、股骨头坏死人数、年龄、性别、骨折移位情况、复位方式、内固定物状态、术后开始负重时间等指标。使用 Excel 2019 软件对提取的信息进行管理,经 2 人核对一致后录入。

1.6 统计学处理

使用 R Studio 3.6.5 软件进行统计分析。单组率的效应量合并使用 metaprop() 函数:合并前需要对单个股骨头坏死率进行数据转换,并对转换后的率进行正态性检验,根据正态性检验结果选择合适的估计方法^[21]。纳入研究结果间的异质性大小结合 χ^2 检验结果和 I^2 进行判断:当 $P < 0.1$ 和(或) $I^2 > 50\%$,判定为各研究结果间存在异质性,采用随机效应模型合并效应量,反之则采用固定效应模型。股骨头坏死相关危险因素 Meta 分析合并的效应量为暴露比值比(odds ratio, OR)和 95%置信区间(confidence interval, CI)。使用 funnel() 函数绘制漏斗图用于定性识别文献的发表偏倚,并结合 metabias() 函数中的 Begg 秩相关法和 Egger 直线回归法进行统计学检验。使用 metainf() 函数对纳入研究进行敏感性分析,通过计算剔除每个入选研究后的合并效应量,以评估研究

结果的质量和一致性。双侧检验水准为 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 文献检索结果

以检索数据库和文献追踪方式,初步检索文献数量共计 9 693 篇。剔除重复文献 3 588 篇。通过阅读标题和摘要初步删除 4 935 篇:其中综述或指南类 667 篇,合并其他类型骨折 634 篇,人工置换术类 1 500 篇,合并中药或其他治疗类 1 053 篇,会议性文章 203 篇,样本量不足 100 的 578 篇,其他 300 篇。阅读全文后删除 1 082 篇:其中数据不全 330 篇,包含 2000 年以前的病例 562 篇,随访时间不足 2 年随访结局未出现时随访时间不足 2 年 190 篇。对文献复筛和质量评价后删除 72 篇:其中研究数据可疑或重复发表 23 篇,文献质量评价中等及以下 49 篇。最终纳入 16 篇符合标准的文献。见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征与质量评价

共纳入 16 篇文献进行 Meta 分析,其中随机对照试验 1 篇,横断面研究 3 篇,病例对照研究 12 篇。共有 5 521 例股骨颈骨折患者,男 2 499 例(45.3%)。

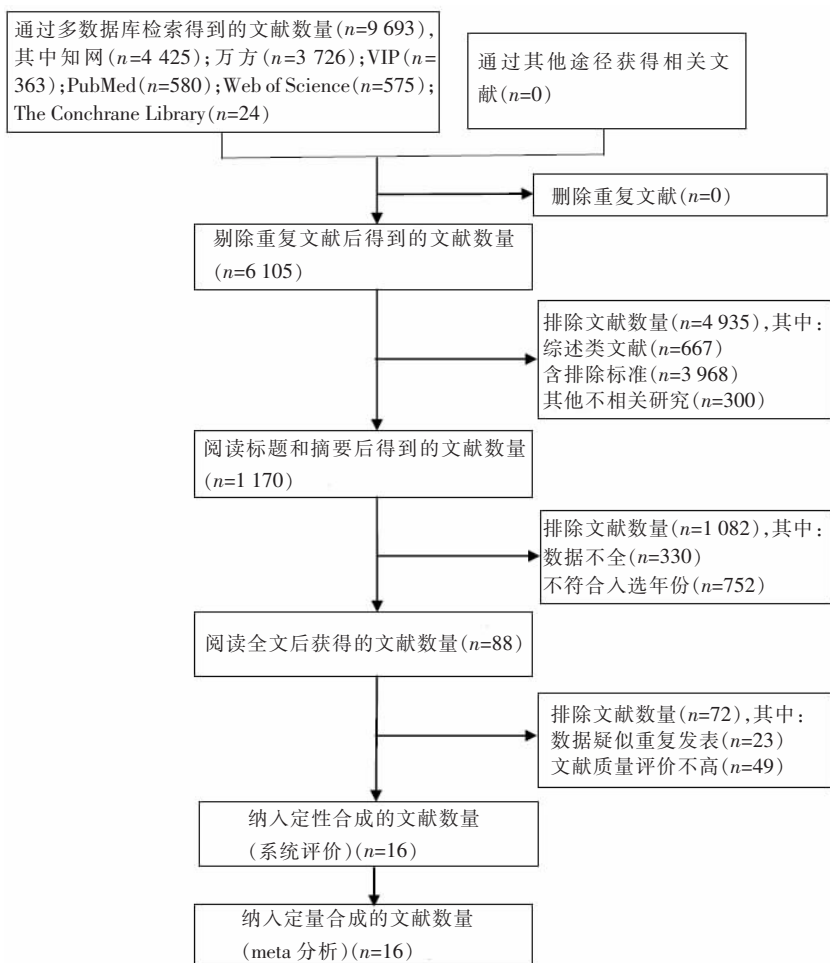


图 1 文献筛选流程图

Fig.1 Flow chart of literature selection

内固定方式主要有空心螺钉内固定、股骨颈 Targon 钉内固定、滑动髁螺钉内固定、空心钉+锁定钢板内固定等。随访时间均在 24 个月以上,有 726 例患者发生股骨头坏死,纳入的研究均为高质量研究。一般资料情况见表 1。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 股骨头总坏死率 对纳入 16 篇文献的股骨头坏死率进行 Meta 分析,异质性检验结果显示各研究之间存在异质性($P<0.05, I^2=69%$),因此选择随机效应模型。合并后的股骨头坏死率为 14.5%[95%CI (0.126-0.165)],见图 2。

2.3.2 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死相关危险因素 (1)年龄:5 篇文献报道了年龄在 60 岁上下的患者术后坏死情况。异质性检验结果显示各研究之间不存在异质性($P=0.40, I^2=1%$),因此选择固定效应模型。Meta 分析结果显示年龄不是股骨头坏死的相关危险因素[OR=1.18, 95%CI(0.92-1.52)],见图 3。

(2)骨折移位情况:14 篇文献报道了股骨颈骨

折移位与非移位的患者术后坏死情况。异质性检验结果显示各研究之间不存在异质性($P=0.30, I^2=14%$),因此选择固定效应模型。合并后非移位与移位[OR=0.27, 95%CI(0.21-0.35)],骨折移位是股骨头坏死的危险因素,见图 4。

(3)复位方式:5 篇文献报道了切开与闭合复位的患者术后坏死情况。异质性检验结果显示各研究之间不存在异质性($P=0.99, I^2=0%$),因此选择固定效应模型。Meta 分析结果显示复位方式不是股骨头坏死的相关危险因素[OR=0.97, 95%CI(0.64-1.46)],见图 5。

(4)复位质量:11 篇文献报道了复位良好与复位不良的患者术后坏死情况。异质性检验结果显示各研究之间存在异质性($P<0.01, I^2=75%$),因此选择随机效应模型。合并后复位良好与复位不良[OR=0.15, 95%CI(0.09-0.27)],复位不良是股骨头坏死的危险因素,见图 6。

(5)内固定物状态:11 篇文献报道了内固定物取出与不取出的患者术后坏死情况。异质性检验结

表 1 纳入研究的基本特征
Tab.1 Characteristics of the included studies

文献	年龄(岁)	性别(例)	随访时长(月)	内固定方式	样本量(例)	坏死数(例)	研究类型	文献评分
		男/女						
周锦春等 ^[22] 2013	≥20	910/939	78±32.4	CS	1849	246	病例对照	7
Parker 等 ^[14] 2013	76(22~103)*	130/190	30(24~120)*	TFN	320	28	横断面	10
Wang 等 ^[23] 2014	47.5(18~68)*	61/85	52(6~90)*	CS	146	21	病例对照	8
顾小明等 ^[24] 2014	52.6(25~81)*	87/98	40.8±14.7	CS	185	28	病例对照	8
Wang 等 ^[25] 2015	51.9±9.9	62/88	37.4±5.2	CS	150	27	病例对照	8
王奉雷 ^[26] 2014	18~71	72/54	40.8±14.7	CS+LP	126	17	病例对照	7
梁凡等 ^[27] 2016	37.7±17.3	111/135	90(12~84)*	CS	246	38	病例对照	8
侯洪涛等 ^[28] 2016	55.23±11.59	170/322	>24	CS	492	83	横断面	9
曹发奇等 ^[29] 2017	60±75	94/118	43.2±19.2	IF	212	46	病例对照	8
Nauth 等 ^[15] 2017	≥50	422/648	>24	SHS/CS	1070 [▲]	78	随机对照	A
苏晨晨等 ^[30] 2018	38.11±7.56	75/70	>24	CS	145	20	病例对照	7
陈思圆等 ^[31] 2018	55.6±18.2	82/58	>36	CS	140	26	病例对照	6
王瑞等 ^[32] 2018	42.1(21~65)*	68/40	>24	CS	108	23	病例对照	6
董巍 ^[33] 2018	59.31±3.25	49/53	34.61±9.04	IF	102	16	病例对照	7
Wang 等 ^[34] 2018	55.4(50~60)*	43/74	24(12~72)*	CS	117	11	横断面	8
刘冰川等 ^[35] 2020	43.17±12.34	63/50	25.08±16.17	CS	113	18	病例对照	7

注:均数(极小值,极大值);CS:cancellous screws,空心螺钉;TFN:Targon femoral neck,股骨颈 Targon 钉;LP:locking plate,锁定钢板;IF:internal fixation,内固定术;SHS:sliding hip screw,滑动髁螺钉;▲该随机对照试验结束后有 226 例失访,并且没有报告性别和年龄,因此纳入 Meta 分析的实际样本量为 844

Note: * mean (minimum, maximum); CS: cancellous screws; TFN: Targon femoral neck; LP: locking plate; IF: internal fixation; SHS: sliding hip screw. ▲226 patients were lost to follow-up at the end of this randomized controlled trial, and gender and age were not reported. Therefore, the actual sample size included in the Meta-analysis was 844

果显示各研究之间存在异质性($P < 0.01, I^2 = 69%$),因此选择随机效应模型。Meta 分析结果显示内固定物

是否取出不是股骨头坏死的相关危险因素 [$OR = 1.24, 95\%CI(0.81-1.92)$],见图 7。

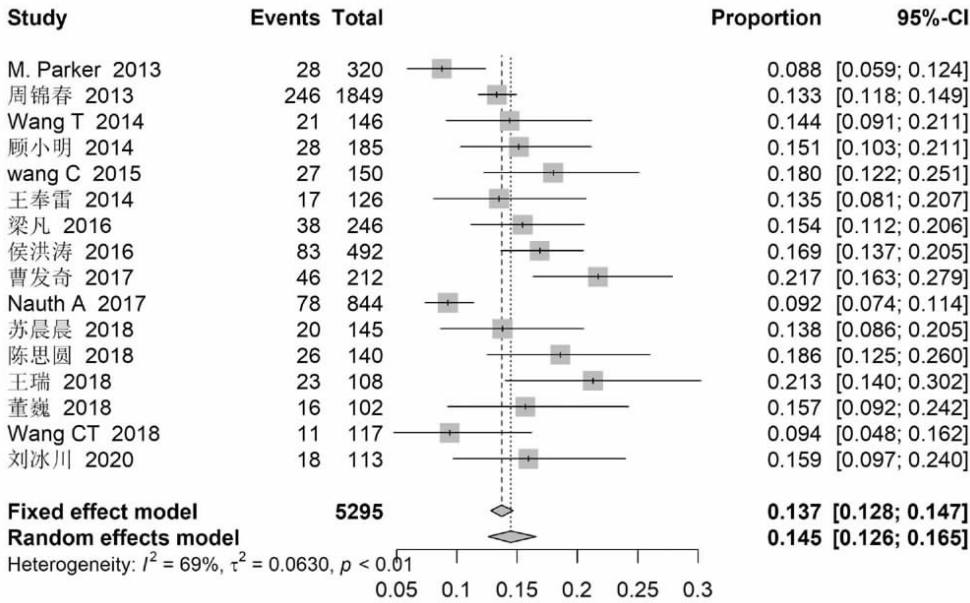


图 2 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死率 Meta 分析森林图

Fig.2 Meta-analysis results of femoral head necrosis rate after internal fixation of FNF

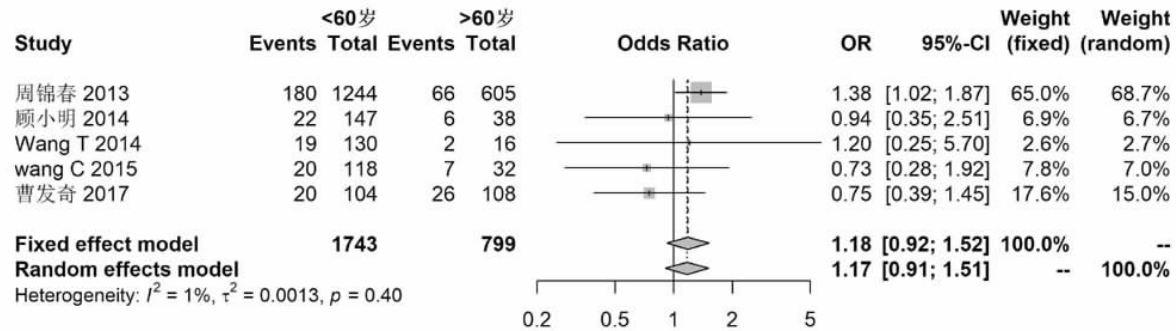


图 3 年龄与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.3 Meta-analysis results of correlation between age and ONFH

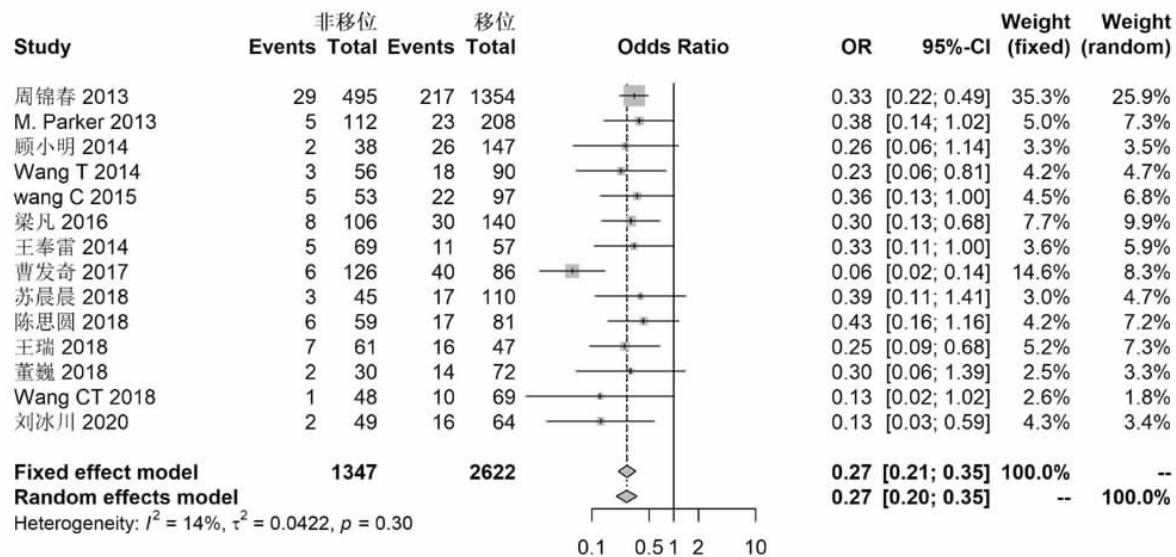


图 4 骨折移位情况与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.4 Meta-analysis results of correlation between fracture displacement and ONFH

(6)术后开始负重时间:7 篇文献报道了内固定术后 3 个月内开始负重和 3 个月后才开始负重的患者股骨头坏死情况。异质性检验结果显示各研究之间存在异质性 ($P < 0.01, I^2 = 64%$), 因此选择随机效应模型。Meta 分析结果显示术后 3 个月内开始负重不是股骨头坏死的危险因素 [$OR = 1.55, 95\% CI (0.97 - 2.49)$], 见图 8。

2.4 股骨头坏死相关危险因素坏死率

由图 3 至图 8 的森林图结果可知, 骨折移位情况和复位质量是股骨头坏死的相关危险因素。表 2 为骨折移位情况与复位质量的亚组坏死率分析结果。亚组率 Meta 分析结果显示:非移位型骨折人群坏死率为 6.2% [$95\% CI (0.051 - 0.077)$], 移位型骨折人群坏死率为 20.4% [$95\% CI (0.166 - 0.249)$], 非移位

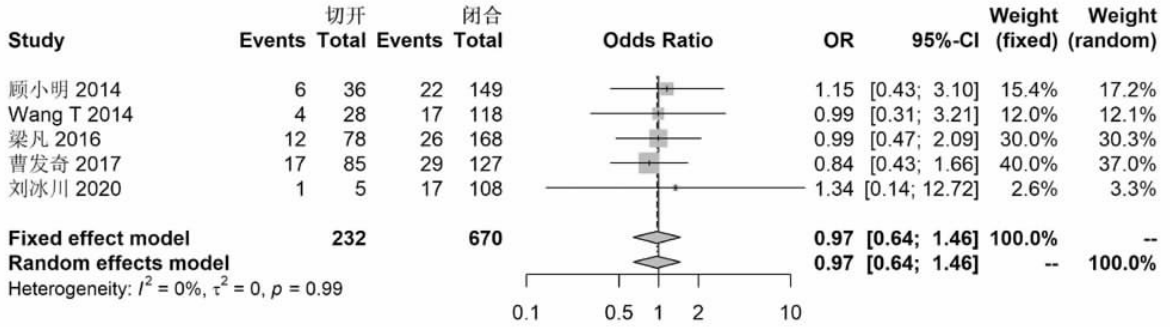


图 5 复位方式与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.5 Meta-analysis results of correlation between reduction method and ONFH

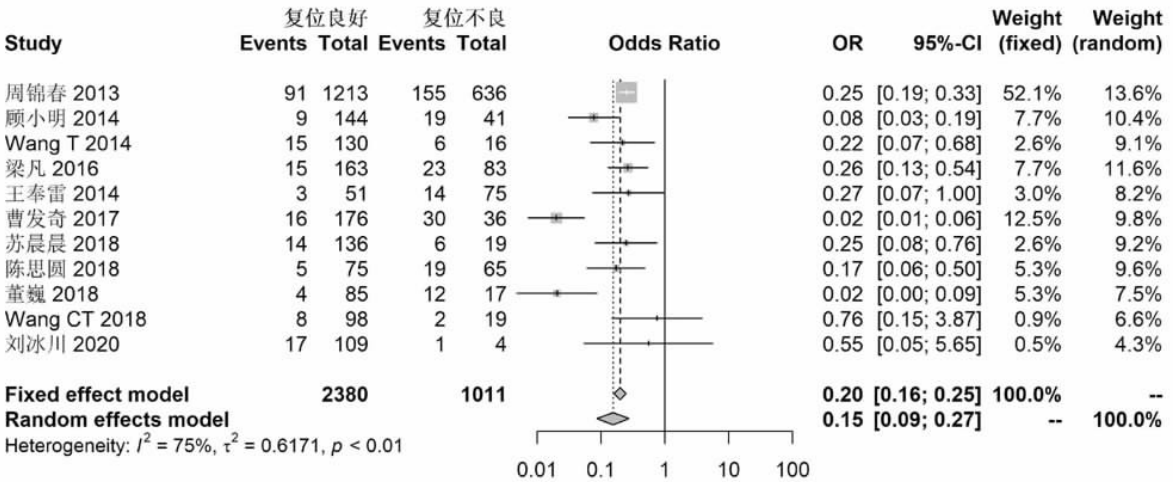


图 6 骨折复位质量与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.6 Meta-analysis results of correlation between reduction quality and ONFH

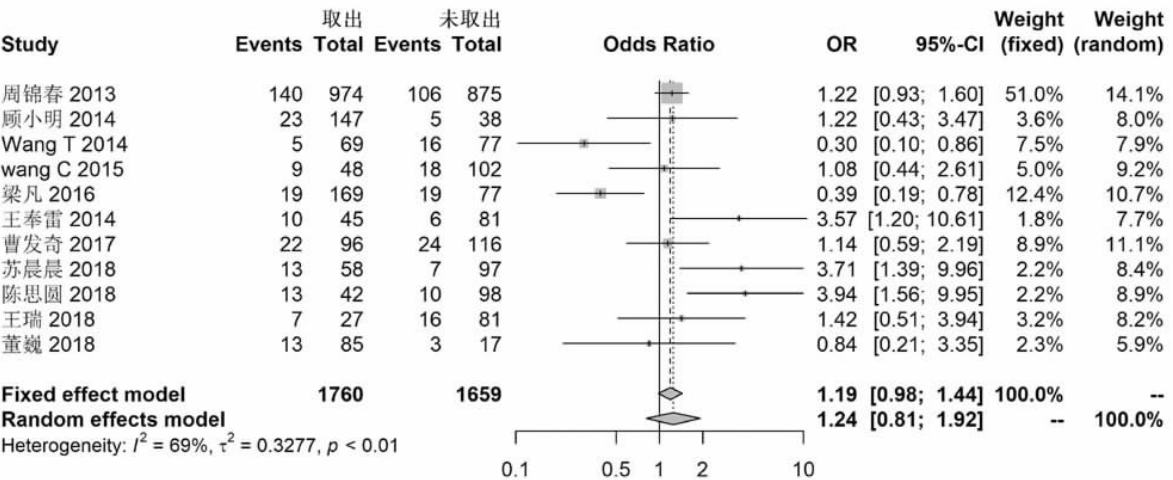


图 7 内固定物状态与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.7 Meta-analysis results of correlation between status of implants and ONFH

型骨折坏死率同质性较好;复位良好坏死率为 8.3% [95% CI(0.072-0.095)],复位不良坏死率为 35.5% [95% CI(0.233-0.500)],复位良好股骨头坏死率同质性较好。

2.5 敏感性分析

对纳入的 16 篇文献依次进行剔除分析,没有发

现能够显著改变股骨头总坏死率的研究,各研究之间的一致性比较好。敏感性分析结果见图 9。

2.6 发表偏倚检测

本研究中各发表偏倚漏斗图见图 10,可以看到各子图的左右两侧基本呈对称分布。股骨头总坏死率的发表偏倚漏斗图见图 10a,Egger 检验结果: $t=$

表 2 股骨头坏死危险因素亚组率分析
Tab.2 Analysis of subgroup rate of risk factors of ONFH

危险因素	文献数	坏死(例)	例数	坏死率(%)	95%CI	P 值	I ² (%)	模型
骨折移位情况								
非移位	14	84	1 347	6.2	(0.051-0.077)	0.81	0	固定
移位	14	477	2 622	20.4	(0.166-0.249)	<0.01	79	随机
复位质量								
良好	11	197	2 380	8.3	(0.072-0.095)	0.18	11	固定
不良	11	287	1011	35.5	(0.233-0.500)	<0.01	90	随机

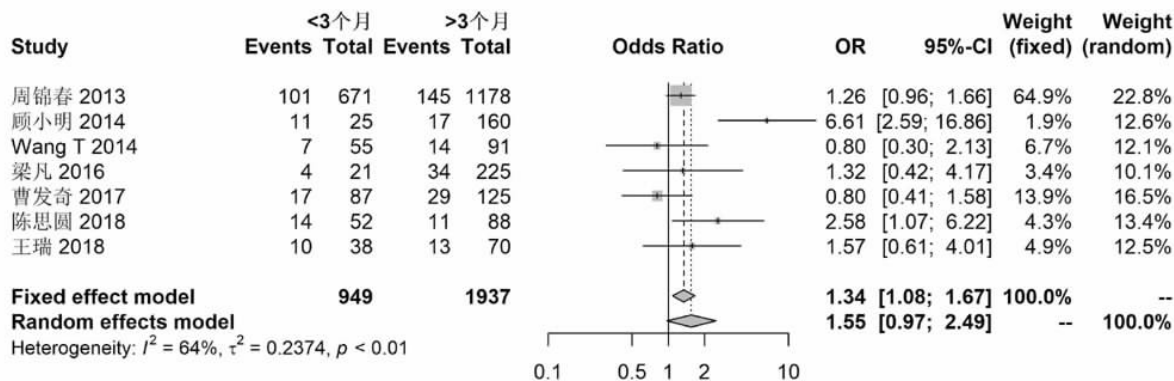


图 8 开始负重时间与股骨头坏死之间相关性 Meta 分析森林图

Fig.8 Meta-analysis results of correlation between time to weight bearing and ONFH

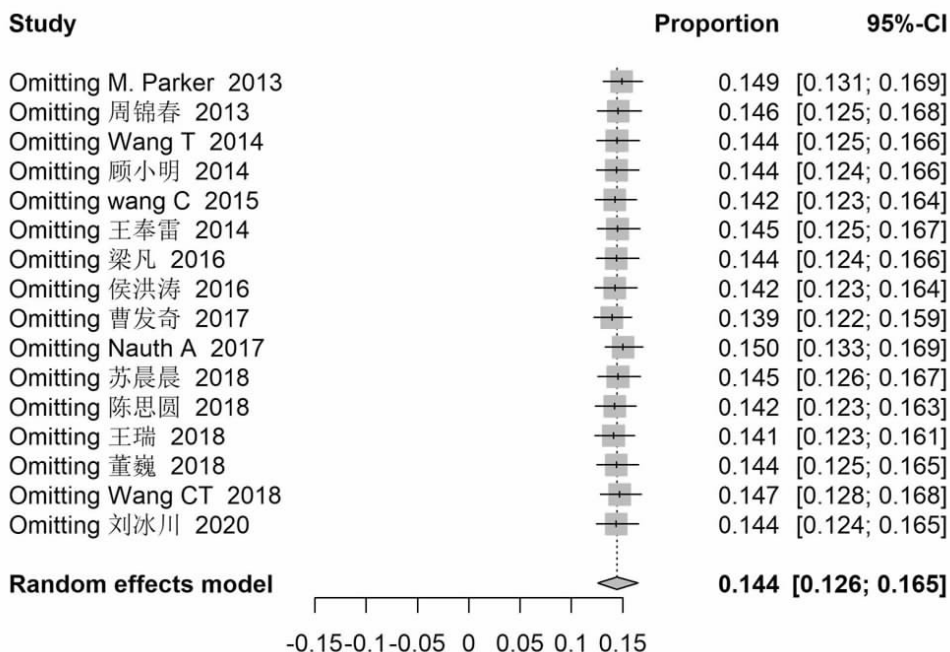


图 9 纳入文献的敏感性分析结果

Fig.9 Sensitivity analysis of included studies

0.85, $P=0.41$; Begg 检验结果: $z=-0.45, P=0.65$, 提示发表偏倚无统计学意义, 各研究间不存在发表偏倚。骨折移位情况发表偏倚漏斗图见图 10b, Egger 检验结果: $t=-0.94, P=0.37$; Begg 检验结果: $z=-1.48, P=0.14$, 各研究间不存在发表偏倚。骨折复位质量发表偏倚漏斗图见图 10c, Egger 检验结果: $t=-1.02, P=0.33$; Begg 检验结果: $z=0.39, P=0.70$, 各研究间不存在发表偏倚。骨折不同移位坏死率的发表偏倚漏斗图见图 10d, Egger 检验结果: $t=-0.41, P=0.69$; Begg 检验结果: $z=-1.15, P=0.25$, 各研究间不存在发表偏倚。不同复位质量坏死率的发表偏倚漏斗图见图 10e, Egger 检验结果: $t=0.20, P=0.84$; Begg 检验结果: $z=-1.17, P=0.24$, 各研究间不存在发表偏倚。

3 讨论

3.1 本研究的主要发现

3.1.1 股骨颈骨折术后股骨头坏死发生率及相关危险因素 本研究发现近 20 年来成人股骨颈骨折内固定术后股骨头总坏死率为 14.5% [95% CI (0.126-0.165)], 低于 2000 年之前报道的坏死率 (23%)。骨折移位情况和复位质量是股骨头坏死的危险因素, 其中移位型骨折的坏死率为 20.4% [95% CI (0.166-0.249)], 复位质量不良的患者的坏死率为 35.5% [95% CI (0.233-0.500)]。

3.1.2 股骨颈骨折内固定方法与股骨头坏死率 自 1931 年股骨颈骨折患者首次使用三翼钉固定以

来, 内固定术逐渐成为股骨颈骨折的主流治疗方法。早期内固定物选择、内固定排列和临床实践不足, 术后骨折不愈合和股骨头坏死等并发症的高发生率难以避免。1980 年后空心螺钉固定股骨颈骨折的相关临床和实验研究逐渐增多, 有关螺钉的数量、空间位置分布等问题不断得以优化。由于多枚平行螺钉创伤小^[36], 倒三角排列能够降低继发转子下骨折的风险^[37], 因此 3 枚平行倒三角空心螺钉内固定成为 2000 年以后使用最多的方法。而在垂直剪切型 (如 Pauwels III 型) 等特殊股骨颈骨折研究进展中, 3 枚平行倒三角螺钉抗垂直剪切力和内翻力能力较差, 动力髋螺钉 (dynamic hip screw, DHS), 4 枚空心钉, 股骨近端锁定加压钢板和空心钉组合或 DHS 结合内侧支撑钢板等方法则可以提供更稳固的支撑^[38]。袁剑锋等^[39]根据股骨颈截面解剖特点设计的一种辅助股骨颈多枚螺钉内固定新型导向器, 提高了股骨颈骨折螺钉位置精度。另外, 股骨颈骨折手术指导原则在逐步完善, 对骨折移位较为严重或内固定术后评估不好的老年患者直接换人工髋关节^[38,40], 也是近 20 年来股骨颈骨折术后股骨头坏死率下降的原因之一。

3.1.3 股骨头坏死危险因素与股骨头坏死率 股骨头坏死相关危险因素的 Meta 分析结果表明骨折移位和复位质量与股骨头坏死有关, 这与以往的研究结果一致。亚组分析显示骨折移位与复位不良的

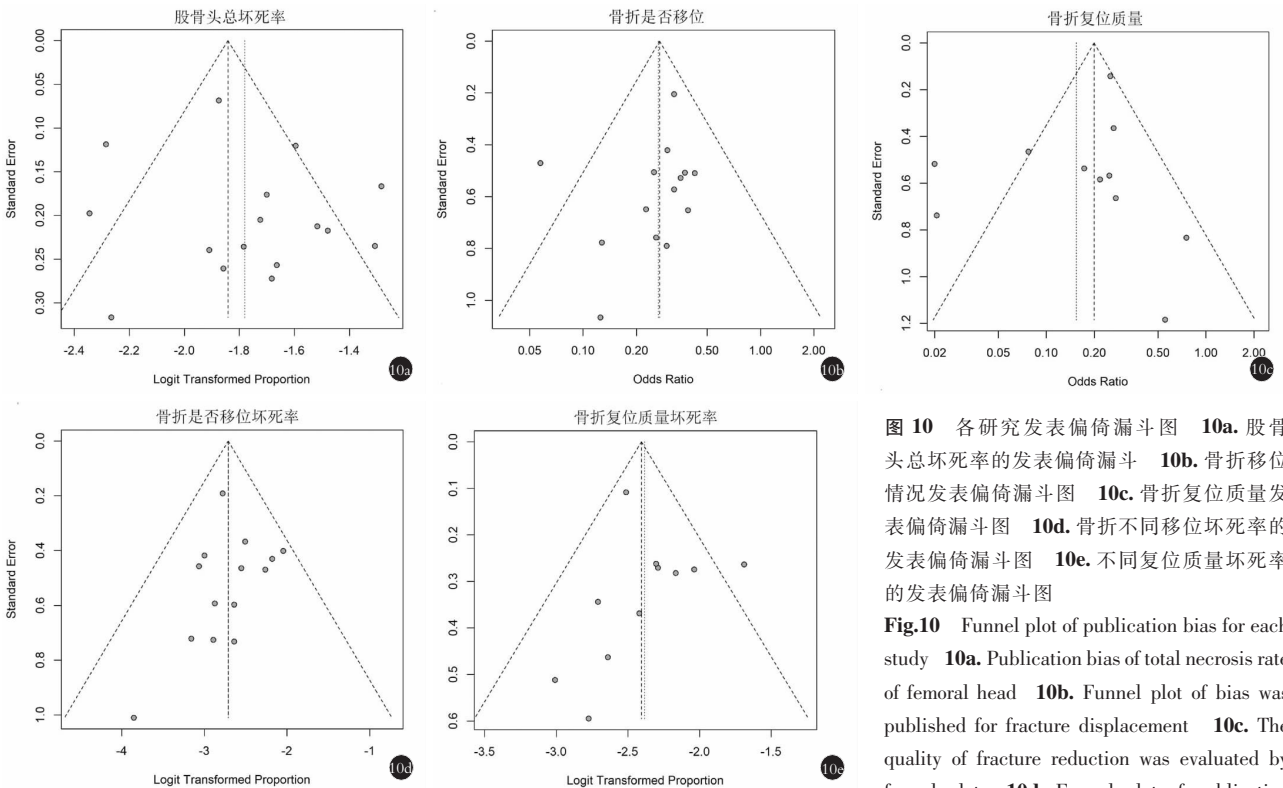


图 10 各研究发表偏倚漏斗图 10a. 股骨头总坏死率的发表偏倚漏斗 10b. 骨折移位情况发表偏倚漏斗图 10c. 骨折复位质量发表偏倚漏斗图 10d. 骨折不同移位坏死率的发表偏倚漏斗图 10e. 不同复位质量坏死率的发表偏倚漏斗图

Fig.10 Funnel plot of publication bias for each study 10a. Publication bias of total necrosis rate of femoral head 10b. Funnel plot of bias was published for fracture displacement 10c. The quality of fracture reduction was evaluated by funnel plot 10d. Funnel plot of publication

bias for different fracture displacement and necrosis rates 10e. Funnel plot of publication bias for necrosis rate of different reduction quality

股骨颈骨折患者具有更高的坏死率,分别为 20.4%, 35.5%。对于年龄、切开或闭合复位、内固定物是否取出、术后开始负重时间等具有争议的因素,本研究没有发现它们与股骨头坏死之间有相关性。

3.2 证据质量的评估

由于绝大多数有关股骨颈骨折并发股骨头坏死的临床研究样本量都比较小(低于 100)。为了保证效应量合成分析的可靠性,本研究仅纳入样本量在 100 以上及文献评分为高质量的原始研究进行 Meta 分析。

3.3 本研究的偏倚风险和本研究的局限性

本研究的偏倚风险和局限性在于:首先,纳入的研究多为观察性研究,不同地区医疗水平和患者生活条件的差异也可能是合并股骨头总坏死率时异质性的来源;其次,原始研究中进行多因素分析时纳入的影响因素并不完全一致,而且大多数都没有针对混杂因素进行调整;最后,手术延迟也被认为是内固定术后坏死的危险因素^[41],由于各个原始研究对受伤至手术时间间隔的划分不一致,本文没有对该指标进行分析。

3.4 对临床实践的意义

通过本研究可以了解到,目前成人股骨颈骨折患者术后股骨头总坏死率在 14.5%左右,但骨折移位和复位不良的股骨颈骨折患者在内固定术后坏死率水平还很高,良好的复位和稳定的支撑仍是临床实践的重中之重。

参考文献

[1] Garofoli R, Maravic M, Ostertag A, et al. Secular trends of hip fractures in France: impact of changing characteristics of the background population[J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(2): 355-362.

[2] Kannus P, Niemi S, Parkkari J, et al. Continuously declining incidence of hip fracture in Finland: Analysis of nationwide database in 1970-2016[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2018, 77: 64-67.

[3] Requena G, Abbing-Karahagopian V, Huerta C, et al. Incidence rates and trends of hip/femur fractures in five European countries: comparison using e-healthcare records databases[J]. *Calcif Tissue Int*, 2014, 94(6): 580-589.

[4] Yong EL, Ganesan G, Kramer MS, et al. Hip fractures in Singapore: ethnic differences and temporal trends in the new millennium[J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(4): 879-886.

[5] Lehtonen EJI, Stibolt RD Jr, Smith W, et al. Trends in surgical treatment of femoral neck fractures in the elderly[J]. *Einstein(Sao Paulo)*, 2018, 16(3): eA04351.

[6] Zhang C, Feng J, Wang S, et al. Incidence of and trends in hip fracture among adults in urban China: A nationwide retrospective cohort study[J]. *PLoS Med*, 2020, 17(8): e1003180.

[7] Hagino H, Osaki M, Okuda R, et al. Recent trends in the incidence of hip fracture in Tottori Prefecture, Japan: changes over 32 years[J]. *Arch Osteoporos*, 2020, 15(1): 152.

[8] Kim BS, Lim JY, Ha YC. Recent epidemiology of hip fractures in south korea[J]. *Hip Pelvis*, 2020, 32(3): 119-124.

[9] Muhm M, Amann M, Hofmann A, et al. Changes in the patient population with proximal femur fractures over the last decade: Incidence, age, comorbidities, and length of stay[J]. *Der Unfallchirurg*, 2018, 121(8): 649-656.

[10] 张英泽. 股骨颈骨折治疗方案选择策略与进展[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(9): 781-783.
ZHANG YZ. Selection strategy and progress on the treatment of femoral neck fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(9): 781-783. Chinese.

[11] Min BW, Kim SJ. Avascular necrosis of the femoral head after osteosynthesis of femoral neck fracture[J]. *Orthopedics*, 2011, 34(5): 349.

[12] Schmidt AH, Asnis SE, Haidukewych G, et al. Femoral neck fractures[J]. *Instr Course Lect*, 2005, 54: 417-445.

[13] Damany DS, Parker MJ, Chojnowski A. Complications after intracapsular hip fractures in young adults. A meta-analysis of 18 published studies involving 564 fractures[J]. *Injury*, 2005, 36(1): 131-141.

[14] Parker M, Cawley S, Palial V. Internal fixation of intracapsular fractures of the hip using a dynamic locking plate: Two-year follow-up of 320 patients[J]. *Bone Joint J*, 2013, 95B(10): 1402-1405.

[15] Nauth A, Creek AT, Zellar A, et al. Fracture fixation in the operative management of hip fractures (FAITH): an international, multicentre, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2017, 389(10078): 1519-1527.

[16] 刘冠虹, 吉万波, 刘锦涛, 等. 股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死的相关因素分析及生活质量评价[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(8): 750-757.
LIU GH, JI WB, LIU JT, et al. Analysis of related factors and evaluation of quality of life of osteonecrosis of femoral head after internal fixation of femoral neck fracture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(8): 750-757. Chinese with abstract in English.

[17] Campston M, Li T, Page MJ, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interrentions[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 10: ED000142.

[18] Chu C, Buchman-Schmitt JM, Stanley IH, et al. The interpersonal theory of suicide: A systematic review and meta-analysis of a decade of cross-national research[J]. *Psychol Bull*, 2017, 143(12): 1313-1345.

[19] Wells G, Shea B, O'Connell D, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 2019[12th November 2019]. Available from: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp.

[20] David M, Alessandro L, Jennifer T, 等. 系统综述和荟萃分析优先报告的条目: PRISMA 声明[J]. *中西医结合学报*, 2009, 7(9): 889-896.
David M, Alessandro L, Jennifer T, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement[J]. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao*, 2009, 7(9): 889-896. Chinese.

[21] 罗美玲, 谭红专, 周权, 等. 在 R 软件中实现单个率的 Meta 分析[J]. *循证医学*, 2013, (3): 181-184.
LUO ML, TAN HZ, ZHOU Q, et al. Meta analysis of single rate in R software[J]. *Xun Zheng Yi Xue*, 2013, (3): 181-184. Chinese.

[22] 周锦春, 郭敦明, 王青, 等. 股骨颈骨折闭合复位加压螺纹钉内

- 固定术后股骨头坏死多中心多因素相关分析[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(5):549-554.
- ZHOU JC, GUO DM, WANG Q, et al. A multiple correlation factors analysis of avascular necrosis after closed reduction and cannulated compression screws fixation of intra-capsular femoral neck fracture. A multi-center retrospective study[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2013, 33(5):549-554. Chinese.
- [23] Wang T, Sun JY, Zha GC, et al. Analysis of risk factors for femoral head necrosis after internal fixation in femoral neck fractures[J]. Orthopedics, 2014, 37(12):e1117-1123.
- [24] 顾小明, 黄立新. 股骨颈骨折空心加压螺钉内固定后股骨头坏死分析[J]. 实用骨科杂志, 2014, 20(10):900-905.
- GU XM, HUANG LX. Cannulated compression screws for the treatment of adult femoral neck fractures clinical analysis of the femoral head[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi, 2014, 20(10):900-905. Chinese.
- [25] Wang C, Xu GJ, Han Z, et al. Correlation between residual displacement and osteonecrosis of the femoral head following cannulated screw fixation of femoral neck fractures[J]. Medicine (Baltimore), 2015, 94(47):e2139.
- [26] 王奉雷. 空心钉锁定板治疗股骨颈骨折术后股骨头坏死的危险因素分析[J]. 重庆医学, 2014, 43(8):909-912.
- WANG FL. The risk factors of femoral head necrosis after treatment with femoral neck fractures with locking plate and cannulated screw[J]. Chong Qing Yi Xue, 2014, 43(8):909-912. Chinese.
- [27] 梁凡, 彭昊, 胡巍, 等. 股骨颈骨折术后继发股骨头坏死的危险因素分析[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(9):813-817.
- LIANG F, PENG H, HU W, et al. Predictors of femoral head avascular necrosis after internal fixation of femoral neck fractures[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2016, 32(9):813-817. Chinese.
- [28] 侯洪涛, 李无阴, 刘又文, 等. 正位 Garden 指数对老年股骨颈 Garden III 型骨折亚分型的评估及其临床意义[J]. 中国骨伤, 2016, 29(11):982-988.
- HOU HT, LI WY, LIU YW, et al. Subtype classification of Garden m femoral neck fractures in the elderly based on frontal Garden index and its clinical significance[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(11):982-988. Chinese with abstract in English.
- [29] 曹发奇, 周武, 刘国辉, 等. 股骨颈骨折复位内固定术后股骨头坏死的相关因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(17):1088-1092.
- CAO FQ, ZHOU W, LIU GH, et al. Multivariate correlation analysis of femoral head necrosis after operation of femoral neck fracture[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2017, 37(17):1088-1092. Chinese.
- [30] 苏晨晨, 张文生, 刘世平, 等. 中青年股骨颈骨折空心螺钉内固定术后股骨头坏死的相关因素分析[J]. 局解手术学杂志, 2018, 27(9):665-669.
- SU CC, ZHANG WS, LIU SP, et al. Related factors of femoral head necrosis after hollow screw internal fixation surgery for young and middle-aged patients with femoral neck fracture[J]. Ju Jie Shou Shu Xue Za Zhi, 2018, 27(9):665-669. Chinese.
- [31] 陈思圆, 魏劲松. 股骨颈骨折空心加压螺钉内固定后股骨头坏死相关因素研究[J]. 陕西医学杂志, 2018, 47(9):1109-1112.
- CHEN SY, WEI JS. The study of related factors on osteonecrosis of the femoral head caused by femoral neck fractures after the treatment of internal fixation with cannulated compression screws [J]. Shaan Xi Yi Xue Za Zhi, 2018, 47(9):1109-1112. Chinese.
- [32] 王瑞, 薛栋, 甘洪全, 等. 股骨颈骨折空心钉固定术后股骨头坏死相关因素分析[J]. 实用骨科杂志, 2018, 24(11):982-986.
- WANG R, XUE D, GAN HQ, et al. Related factors analysis of femoral head osteonecrosis after cannulated screw fixation in femoral neck fracture[J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi, 2018, 24(11):982-986. Chinese.
- [33] 董巍. 股骨颈骨折复位内固定术后股骨头坏死的发生率调查及相关因素分析[J]. 中国医学创新, 2018, 15(12):106-109.
- DONG W. Incidence and related factors of femoral head necrosis after reduction and internal fixation of femoral neck fracture [J]. Zhongguo Yi Xue Chuang Xin, 2018, 15(12):106-109. Chinese.
- [34] Wang CT, Chen JW, Wu K, et al. Suboptimal outcomes after closed reduction and internal fixation of displaced femoral neck fractures in middle-aged patients: is internal fixation adequate in this age group[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1):190.
- [35] 刘冰川, 孙川, 邢永, 等. 中青年股骨颈骨折内固定术后发生缺血性股骨头坏死的相关因素[J]. 北京大学学报(医学版), 2020, 52(2):290-297.
- LIU BC, SUN C, XING Y, et al. Analysis of risk factors for necrosis of femoral head after internal fixation surgery in young and mid-aged patients with femoral neck fracture[J]. Bei Jing Da Xue Xue Bao (Yi Xue Ban), 2020, 52(2):290-297. Chinese.
- [36] Asnis SE, Wanek-Sgaglione L. Intracapsular fractures of the femoral neck. Results of cannulated screw fixation[J]. J Bone Joint Surg Am, 1994, 76(12):1793-1803.
- [37] Pelet S, Leyvraz PF, Garofalo R, et al. Sub-or intertrochanteric fracture following screw fixation of an intracapsular proximal femoral fracture: true complication or technical error[J]. Swiss Surg, 2003, 9(2):82-86.
- [38] 姜达君, 贾伟涛, 张长青. 青壮年股骨颈骨折复位技巧和内固定选择[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(7):588-593.
- JIANG DJ, JIA WT, ZHANG CQ. Reduction techniques and choice of internal fixation for young femoral neck fractures [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2018, 20(7):588-593. Chinese.
- [39] 袁剑锋, 朱求亮. 股骨颈截面导向器的设计及应用[J]. 中国骨伤, 2019, 32(9):861-865.
- YUAN JF, ZHU QL. Design and application of guide device for femoral neck section[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2019, 32(9):861-865. Chinese with abstract in English.
- [40] Florschütz AV, Langford JR, Haidukewych GJ, et al. Femoral neck fractures: current management[J]. J Orthop Trauma, 2015, 29(3):121-129.
- [41] Chen P, Shen X, Xu W, et al. Comparative assessment of early versus delayed surgery to treat proximal femoral fractures in elderly patients: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Surg, 2019, 68:63-71.