

股骨头坏死CJFH分型的系统评价

刘天洋^{1#}, 孙伟^{1, 2, 3#}, 高福强^{2, 3}, 李子荣²



1. 首都医科大学中日友好临床医学院 (北京 100069)
2. 中日友好医院骨科 (北京 100029)
3. 北京大学中日友好临床医学院 (北京 100029)

【摘要】目的 系统梳理并分析 10 年来股骨头坏死 (osteonecrosis of the femoral head, ONFH) 的中日友好医院 (China-Japan Friendship Hospital, CJFH) 分型相关生物力学及循证临床研究。**方法** 计算机检索 CNKI、WanFang Data、VIP、SinoMed、MEDLINE、ScienceDirect、PubMed、Web of Science 数据库, 搜集国内外与股骨头坏死 CJFH 分型相关的研究, 检索时限为 2012 年 6 月至 2022 年 5 月。根据纳入及排除标准筛选文献, 从生物力学研究、股骨头塌陷进展预测的有效性、股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价、股骨头坏死的保髋选择 4 方面, 对文献进行分析。**结果** 共纳入 34 篇文献。其中, 生物力学研究从宏观及微观角度分别对 CJFH 分型进行了探索和验证, 多项研究将 CJFH 分型作为研究对象的分类基础。随着分型的升高, 患者临床成功率及股骨头生存率均明显下降, 且结论适用于大多数保髋治疗方式。CJFH 分型对股骨头坏死进展塌陷率及治疗预后预测具有准确性和可重复性, 为分型的临床应用提供了证据支持。**结论** CJFH 分型可以应用于 ONFH 塌陷预测、疗效分析并指导治疗, 其可在层面选择方面与新技术结合, 在保证临床适用的同时提高准确率。

【关键词】 股骨头坏死; CJFH 分型; 生物力学; 循证临床实践; 系统综述

A systematic review of the CJFH classification of osteonecrosis of the femoral head

LIU Tianyang^{1#}, SUN Wei^{1, 2, 3#}, GAO Fuqiang^{2, 3}, LI Zirong²

1. China-Japan Friendship School of Clinical Medicine, Capital Medical University, Beijing 100069, China
2. Department of Orthopedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China
3. China-Japan Friendship School of Clinical Medicine, Peking University, Beijing 100029, China

[#]Co-first authors: LIU Tianyang and SUN Wei

Corresponding author: GAO Fuqiang, Email: gaofuqiang@bjmu.edu.cn

【Abstract】Objective To sort out and analyze the findings on biomechanics and evidence-based clinical study of the China-Japan Friendship Hospital (CJFH) classification

DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202303027](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202303027)

[#] 共同第一作者

基金项目: 中央高水平医院临床科研业务费专项 (2024-NHLHCRF-PY1-01); 首都卫生发展科研专项项目自主创新项目 (首发 2024-2-40611); 中日友好医院“菁英计划”人才培育工程 (ZRJY2021-GG12); 北京市自然科学基金面上项目 (7242127); 中国中药协会骨伤科药物研究专业委员会骨伤科青年医师创新发展项目 (GSKQNJ-2023-007, 2023-HX-141); 北京化工大学-中日友好医院生物医学转化工程研究中心联合项目 (RZ2020-02); 中日友好医院横向课题/自发性研究项目 (2024-HX-6, 2022-HX-JC-7)

通信作者: 高福强, 博士, 副教授, 副主任医师, 硕士研究生导师, Email: gaofuqiang@bjmu.edu.cn

of osteonecrosis of the femoral head (ONFH) in the past ten years. **Methods** Search for researches related to CJFH classification in CNKI, WanFang Data, VIP, SinoMed, MEDLINE, ScienceDirect, PubMed, Web of Science. Searching time was from July, 2012 to June, 2023. Literature was selected according to inclusion and exclusion criteria. The literature was analyzed from different perspectives, which could be categorized into four aspects: biomechanics, prediction of the collapse of the femoral head, assessment of different joint preserving protocols, and joint preserving choices. **Results** A total of 34 studies were included. Biomechanical studies explored and validated the CJFH classification from both macro and micro perspectives, providing ample theoretical support for the classification. Additionally, several studies used the CJFH classification to categorize their research subjects. As the classification level increased, both the clinical success rate and femoral head survival rate of patients significantly decreased, and this conclusion applied to most hip-preserving treatment methods. The CJFH classification accurately and reproducibly predicted the progression collapse rate and treatment prognosis of femoral head necrosis, providing evidence support for the clinical application of this classification. **Conclusion** CJFH classification can predict the collapse of the femoral head, assess joint preserving treatments, and guide clinical decisions. It can be combined with new technology in the aspect of layer selection to ensure clinical applicability and improve accuracy.

【Keywords】 Osteonecrosis of the femoral head; CJFH classification; Biomechanics; Evidence-based clinical study; Systematic review

股骨头坏死 (osteonecrosis of the femoral head, ONFH) 是一种骨科常见难治性疾病, 其本质为多种原因导致的股骨头血供异常造成的股骨头内结构改变。若不进行有效的干预、治疗, ONFH 最终可进展为股骨头塌陷, 进而导致关节功能障碍, 严重影响患者的生活质量。为了尽可能改善非创伤性 ONFH 患者的关节功能、推迟人工关节置换时间, 李子荣等于 2012 年 6 月基于三柱结构理论提出 ONFH 中日友好医院 (China-Japan Friendship Hospital, CJFH) 分型^[1]。与日本骨坏死调查委员会 (Japanese Investigation Committee, JIC) 分型及韩国 Koo 坏死指数相比, 该分型不受患者影像学检查体位或髋关节发育不良等的影响, 充分考虑了解剖学及生物力学因素, 已得到国内外的普遍接受, 并在国内被应用于临床实践, 为保髋治疗提供了新的理论依据^[2]。本文系统综述了 2012 年 6 月至 2022 年 5 月国内外有关 CJFH 分型的研究, 从生物力学、股骨头塌陷进展预测的有效性验证、基于 CJFH 分型对 ONFH 不同保髋选择的疗效评价以及基于 CJFH 分型的 ONFH 保髋选择四方面, 论述了 CJFH 分型近 10 年的理论依据进展及临床

应用现状, 同时对 CJFH 分型在塌陷预测及指导保髋选择方面的优势及其在生物力学方面存在的局限性进行总结, 旨在为 CJFH 分型的临床应用提供参考, 并为后续研究提供思路。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: 文献类型为期刊论文、专家意见或博士学位论文, 能够获取 CJFH 分型相关研究结果。其中, 临床研究型论文应以 ONFH 患者为研究对象, 通过保髋治疗等手段干预, 最终关注患者预后及股骨头塌陷情况。为了保证纳入文献研究结果的可靠性, 纳入的保髋治疗疗效评价类研究总样本量需不小于 50 例 (髋) 或单组样本量不小于 30 例 (髋)。

排除标准: 病因学研究、研究样本量不足、仅使用 CJFH 分型作为试验纳入标准而结果不涉及 CJFH 分型的研究。

1.2 文献检索策略

计算机检索中国期刊全文数据库 (CNKI)、万方数据知识服务平台 (WanFang Data)、维普中

文期刊服务平台 (VIP)、中国生物医学文献服务系统 (SinoMed)、MEDLINE 平台、ScienceDirect、PubMed、Web of Science 数据库, 中文检索以“CJFH 分型”“股骨头坏死”为主题词进行全文检索, 英文检索以“CJFH”“ONFH”等为主题词进行搜索。检索时限为 2012 年 6 月 1 日至 2022 年 5 月 31 日。PubMed 检索策略如框 1 所示。

```
#1 (CJFH) AND (ONFH)
#2 ((CJFH classification) OR (CJFH typing)) AND ((ONFH)
OR (osteonecrosis of the femoral head))
#3 #1 AND #2
```

框 1 PubMed 检索策略

Box 1. Search strategy in PubMed

1.3 文献筛选与资料提取

由 2 名研究者根据纳排标准独立筛选文献、资料提取, 并对结果进行交叉核对, 如遇分歧, 则咨询第 3 位研究者协助判断。阅读文献题目和摘要排除不符合纳排标准的文献, 其余文献进一步阅读全文, 以确定是否纳入。资料提取内容主要包括: 文章标题、发表年份及作者姓名, 研究类型 (如生物力学研究、临床疗效研究等), 研究样本量, 研究对象特征 (如疾病分期、接受的治疗方案等) 和研究目的及结果。

1.4 纳入研究的偏倚风险评价

由 2 名研究者对纳入研究的偏倚风险进行独立评估。随机对照试验使用 Cochrane 风险偏倚评估工具 (ROB 1.0), 队列研究、病例对照研究、其它回顾性研究采用 NOS 量表, 指南及专家意见则基于 AGREE II 进行评价。评估结束后, 由 2 名研究者通过对比讨论的方式决定是否纳入文献。当意见分歧严重、无法达成一致时, 则与第

3 名研究者讨论确定。

1.5 统计学分析

收集到的资料及数据通过表格形式进行总结, 并对相关数据进行描述性分析。

2 结果

2.1 CJFH 分型简介

CJFH 分型通过选取国际骨微循环研究协会 (Association Research Circulation Osseous, ARCO) 分期 I-III 期 ONFH 患者, 采用 T1WI (TR/TE=550/18) 的 MRI 正中层面影像或 ARCO II-III 期患者的 CT 扫描冠状位重建正中层面图像, 将股骨头划分为外侧柱、中央柱、内侧柱三部分, 依据坏死区累及三柱的情况分为五型: M 型 (内侧型), 坏死区累及内侧柱, 中央柱和外侧柱存留; C 型 (中央型), 坏死区累及中央柱和内侧柱, 外侧柱存留; L1 型 (次外侧型), 坏死区累及三柱, 外侧柱有部分存留; L2 型 (极外侧型), 坏死区累及外侧柱及部分中央柱, 部分中央柱和内侧柱存留; L3 型 (全股骨头型), 坏死区穿透整个股骨头外侧、中央和内侧柱皮质及骨髓 (图 1)。

2.2 文献筛选流程及结果

初检共获得相关文献 201 篇, 经逐层筛选, 最终纳入文献 34 篇, 其中中文文献 25 篇, 英文文献 9 篇。文献筛选流程及纳入结果见图 2。

针对 CJFH 分型的研究以中国为主, 国外的研究及应用较少。研究者多从分型的生物力学基础、应用分型进行股骨头塌陷预测、基于分型对保髋疗效评价以及针对分型提出保髋选择四方面进行探讨。其中, 疗效评价研究最多, 占纳入研究的 45.5%, 且多为单中心病例研究, 其次为以有限元分析为基础的生物力学研究, 见表 1。

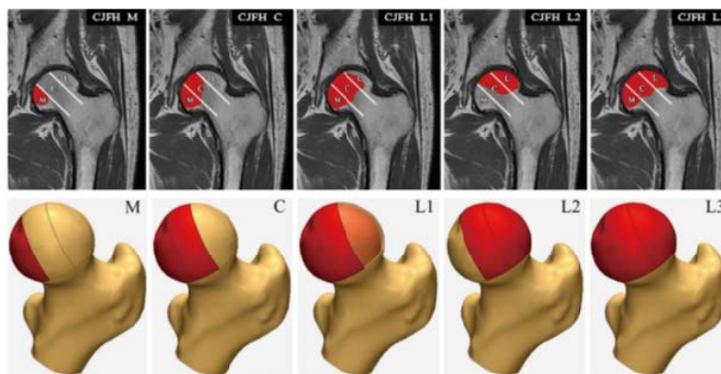


图1 中日友好医院分型示意图

Figure 1. Illustration of CJFH classification

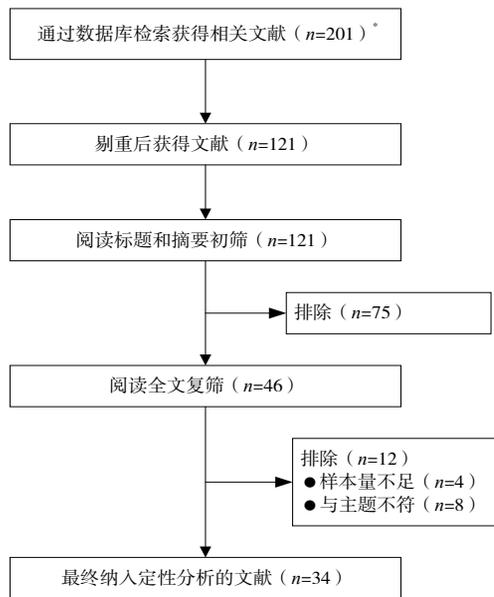


图2 文献筛选流程图

Figure 2. Flow chart of literature screening

注：*所检索的数据库及检出文献数具体为CNKI (n=105)、VIP (n=21)、WanFand Data (n=30)、Sinomed (n=17)、PubMed (n=16)、ScienceDirect (n=3)、Web of Science (n=9)、MEDLINE (n=0)。

2.3 生物力学研究

CJFH 分型的生物力学研究主要包括两类：大多数研究选择建立完整髋关节有限元模型并以宏观结构为基础进行研究^[3-8]；也有研究通过建立股骨头骨小梁微观有限元模型进行分析^[9]。其中，85.0% 的研究指出外侧柱在股骨头塌陷及保髋治疗中起到重要作用，为分型在塌陷预测能力方面提供了理论支撑^[3-7]。

在宏观结构研究方面，欧志学、李永斌等通过比较正常髋关节、L 型各亚型坏死髋关节、钽棒植入术后髋关节股骨头皮质骨壳应力分布及最大 Mises 应力值发现，L3 型坏死范围大于 L2 型及 L1 型，所产生的应力集中明显，更容易塌陷；同时，L1 型钽棒植入术后明显得到改善，而 L2、L3 型改善不明显，研究认为外侧柱损伤越大，保髋疗效越差，塌陷风险越高^[3-4]。王宏润等通过建立不同坏死体积 CJFH 分型模型，测定坏死带最大 Mises 应力值及位移大小，结果显示表面应力主要集中于外侧柱及中央柱，当坏死体积达到 30% 时，股骨头塌陷风险高^[5]。凌观汉等

表1 纳入文献一般特征及偏倚风险评价结果

Table 1. Basic characteristics and quality assessment of the included studies

文献来源	研究主题	研究对象	治疗方案	样本量	偏倚风险
李子荣 2015 ^[2]	股骨头坏死的保髋选择研究 (专家意见)	/	/	/	高
欧志学 2017 ^[3]	生物力学研究	正常髋关节、L型各亚型坏死髋关节、钽棒植入术后髋关节股骨头	钽棒植入术	/	中
李永斌 2017 ^[4]	生物力学研究	正常髋关节、L型各亚型坏死髋关节、钽棒植入术后髋关节股骨头	钽棒植入术	/	中
王宏润 2020 ^[5]	生物力学研究	不同坏死体积股骨头	/	/	中
凌观汉 2020 ^[6]	生物力学研究	正常股骨头、坏死股骨头及其腓骨植入术后股骨头	腓骨植入术	/	中
Wen 2020 ^[7]	生物力学研究	L型各亚型坏死髋关节	/	/	中
蔡剑 2018 ^[8]	生物力学研究	L型各亚型坏死髋关节、半脱位髋关节	/	/	中
Feng 2021 ^[9]	生物力学研究	股骨头骨小梁微观结构	/	/	中
邓伟 2020 ^[10]	股骨头塌陷进展预测的有效性研究	非创伤性ONFH病例	/	65例 (84髋)	低
周思佳 2018 ^[11]	股骨头塌陷进展预测的有效性研究	ARCO I-III期ONFH病例	/	68例 (106髋)	低
张振南 2017 ^[12]	股骨头塌陷进展预测的有效性研究	非创伤性ONFH病例	/	81例 (131髋)	低
Ma 2017 ^[13]	股骨头塌陷进展预测的有效性研究	ARCO II-IV期单侧非创伤性ONFH病例	/	40例 (40髋)	中
Ma 2019 ^[14]	股骨头塌陷进展预测的有效性研究	ARCO II-IV期非创伤性ONFH病例	/	67例 (102髋)	低

续表1

文献来源	研究主题	研究对象	治疗方案	样本量	偏倚风险
左伟 2016 ^[15]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	采用经头颈部开窗打压植骨术治疗的股骨头部分塌陷病例	经头颈部开窗打压植骨术	106例(131髋)	低
Zuo 2016 ^[16]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	接受植骨术的ONFH病例	经头颈部开窗打压植骨术	119例(158髋)	低
陈宁 2020 ^[17]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	采用高位股骨头颈开窗植骨支撑术治疗中青年ONFH ARCO III期病例	高位股骨头颈开窗植骨术	58例(69髋)	低
陈卫衡 2014 ^[18]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	经髓芯减压病灶清除打压植骨术治疗并获得3年以上随访的ONFH病例	髓芯减压打压植骨术	41例(50髋)	中
李子荣 2012 ^[19]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	非创伤性ONFH病例	打压植骨术加BMP2	18例(33髋)	高
李子荣 2012 ^[19]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	非创伤性ONFH病例	打压植骨术	24例(39髋)	中
孙伟 2014 ^[20]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	ARCO II~III期ONFH病例	经头颈部开窗打压植骨术	56例(85髋)	低
郭莞沅 2017 ^[21]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	非创伤性ONFH病例	中药联合微创打压植骨术	48例(52髋)	中
马金辉 2017 ^[22]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	因ONFH行钽金属棒联合自体骨植入的病例	钽棒植入术	101例(107髋)	低
Ma 2016 ^[23]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	因ONFH行钽金属棒联合自体骨植入的病例	钽棒植入术	101例(107髋)	低
Lu 2018 ^[24]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	ARCO IIa~IIIc期接受微创生物陶瓷棒植入术的ONFH病例	生物陶瓷棒植入术	62例(72髋)	中
Yuan 2021 ^[25]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	ARCO II~IIIb期接受腓骨植入术的ONFH病例	腓骨植入术	34例(48髋)	高
Liu 2018 ^[26]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	接受髓芯减压术的ONFH病例	髓芯减压术	148例(192髋)	低
刘立华 2021 ^[27]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	ARCO I~IIIb期接受保髋手术治疗的非创伤性ONFH病例	髓芯减压术	110例(141髋)	低
刘立华 2021 ^[27]	股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价研究	ARCO I~IIIb期接受保髋手术治疗的非创伤性ONFH病例	开窗减压术	215例(291髋)	低
刘立华 2021 ^[28]	股骨头坏死的保髋选择研究	激素性股骨头坏死ARCO分期IIc~IIIb期、CJFH分型L1型病例	头颈部开窗减压术	82例(106髋)	低
张建 2021 ^[29]	股骨头坏死的保髋选择研究	单侧CJFH分型L1~L2型ONFH病例	基底部旋转截骨术 清理打压植骨术	46例(46髋) 42例(42髋)	中
高润子 2021 ^[30]	股骨头坏死的保髋选择研究	ARCO IIb~IIIc期、CJFH分型L2~L3型的ONFH病例	VR规划基底部旋转截骨术	11例(11髋)	高
夏天卫 2021 ^[31]	股骨头坏死的保髋选择研究	JIC分型C1型采用改良经转子间弧形内翻截骨术治疗的ONFH病例	改良经转子间弧形内翻截骨术	11例(17髋)	高
李子荣 2013 ^[32]	股骨头坏死的保髋选择研究(专家意见)	/	/	/	高
夏天卫 2020 ^[33]	股骨头坏死的保髋选择研究(专家意见)	/	/	/	高
李子荣 2015 ^[34]	股骨头坏死的保髋选择研究(指南)	/	/	/	中

注:“/”表示未提及;BMP2.骨形态发生蛋白2;VR.虚拟现实。

通过检测正常股骨头、CJFH 分型各型坏死股骨头及其腓骨植入术后模型的位移及载荷传递,发现外侧柱存留对股骨头塌陷的预测及预防至关重要,坏死区越靠近外侧柱,股骨头越容易塌陷,修复越困难^[6]。Wen 等通过建立 L 型各亚型坏死髋关节模型,比较整体、坏死区及外侧柱和受力区的最大 Mises 应力值和位移,发现 L2、L3 型塌陷概率更大,机械抗压能力更差,二者位移、最大 Mises 应力值下降幅度以及压力指数均高于其他分型^[7]。蔡剑在建立 L 型各亚型初始模型的基础上加入半脱位模型,测量各组最大应力及最大位移,结果提示内侧柱虽然不在负重区内,但可能对维持股骨头稳定发挥作用^[8]。

在微观结构研究方面, Feng 等通过建立股骨头骨小梁微观结构模型比较 JIC 分型和 CJFH 分型对微观结构变化的表现,结果显示 CJFH 分型较 JIC 分型更能体现中央柱的微观特性; CJFH 分型中,内侧柱的骨体积分数、结构模型指数、骨小梁数量和间距、骨体积比样本体积百分比 (bone volume/tissue volume, BV/TV) 均较外侧柱和内侧柱有显著差异,而 JIC 分型无法体现这些差异;同时,该结果提示中央柱骨小梁结构更偏向于骨皮质,其硬度更大,更能承重,位于中央柱的坏死更容易产生微观结构及压力分配的改变^[9]。

2.4 股骨头塌陷进展预测的有效性

在纳入的文献中,直接检验 CJFH 分型对股骨头塌陷进展预测有效性的研究较少^[10]。邓伟等回顾性分析了 65 例 (84 髋) 非创伤性 ONFH 病例,并对其进行了 CJFH 分型,结果显示 L3 型塌陷率明显高于 M 型、C 型和 L1 型, L2 型塌陷率明显高于 M 型,塌陷率随分型升高呈上升趋势^[10]。

更多研究是通过提出对 CJFH 分型的改良意见间接对分型的有效性进行验证^[11-12]。周思佳等通过建立患者股骨头三维模型构建改良型 3D-CJFH 分型,结果显示 L 型各亚型间的塌陷率差异有统计学意义,各分型塌陷率呈上升趋势,同时 3D-CJFH 分型与 CJFH 分型塌陷率预测的差异并无统计学

意义^[11],从侧面印证了 CJFH 分型的有效性及其可行性。张振南等提出采用坏死范围最大层面替代正中层进行分型,结果显示各分型塌陷率呈上升趋势,且正中层法 L2 型与 L3 型塌陷率之间差异无统计学意义,而最大层面法 L1 型塌陷率显著低于 L2 型及 L3 型^[12],提示采用最大层面分型可能更能体现病情。各研究塌陷预测有效率见表 2。

同时,部分研究从分子及细胞生物学角度为 CJFH 分型的塌陷预测能力提供了可能的依据^[13-14]。Ma 等检测不同分型患者血浆总 IL-33 水平,发现 L3 型患者血浆中 IL-33 水平明显高于 L1 型及 L2 型,但 L1 型和 L2 型之间并无明显差异,外侧柱存留患者 IL-33 水平明显低于无外侧柱存留患者,且 ARCO 分期之间 IL-33 水平差异无统计学意义^[13]。另一项研究中, Ma 等通过检测不同分型患者血液中免疫调节细胞数量,发现 L3 型患者血液中抑制性 T 细胞比例低于 L1 型及 L2 型患者^[14]。两项结果展示了 CJFH 分型在塌陷结局预测上可能的分子及细胞生物学机制,为其塌陷预测的有效性提供了理论依据。

2.5 股骨头坏死不同保髋选择的疗效评价

CJFH 分型作为一种有效的、临床实用性强的预后预测分型,常用于各类保髋治疗疗效的评价中。在纳入的文献中,使用 CJFH 分型作为分型依据进行疗效评价的保髋术式有:经头颈部开窗打压植骨术研究 8 篇^[15-21, 29]、钽棒植入术研究 2 篇^[22-23]、生物陶瓷棒植入术研究 1 篇^[24]、腓骨植入术研究 1 篇^[25]、髓芯减压术研究 2 篇^[26-27]、开窗减压术研究 1 篇^[28]。

2.5.1 经头颈部开窗打压植骨术

左伟等通过分析 106 例 (131 髋) 经头颈部开窗打压植骨术患者的临床资料,发现术前 CJFH 分型是影响手术预后的危险因素,其中 L2 型及 L3 型失败率较高,考虑外侧柱是否存留将影响患者预后^[15]。在另一项纳入 119 例 (158 髋) 患者的研究中, L2 型及 L3 型失败率显著高于 M+L1 型,提示外侧柱存留是影响该术式结局

表 2 针对不同分型塌陷预测有效率的相关研究

Table 2. Collapse prediction effectiveness study on the collapse rate of each type

研究	M型	C型	L1型	L2型	L3型
邓伟 2020 ^[10]	0.0%	16.7%	46.2%	60.0%	77.3%
周思佳 2018 ^[11]	5.3%	13.8%	32.2%	75.0%	95.7%
张振南 2017 ^[12]	无	48.1%	63.0%	71.4%	100.0%

的因素^[16]。陈宁等将 58 例（69 髋）进行高位股骨头颈开窗植骨术的 ARCO III 期中青年患者进行 CJFH 分型，发现 CJFH 分型是影响手术成功率的重要因素，Cox 风险模型 HR 值 > 1，C+L1 型术后效果最好，L3 型最差^[17]。陈卫衡等统计了 41 例（50 髋）L1、L3 型非创伤性 ONFH 患者接受髓芯减压病灶清除打压植骨术 3 年后的进展情况，其中，8.33% 的 L1 型患者及 25% 的 L3 型患者症状加重，L1 型较 L3 型差异虽无统计学意义但仍表现出一定优势^[18]。

在一些改良术式中，患者预后呈现出相同的趋势。李子荣等比较了加入和未加入骨形态发生蛋白 2 的打压植骨术疗效，发现 C+L1 型试验组较对照组总体保髋优良率提高了 4.2%，L3 型疗效未见提高，这可能与坏死带穿透软骨下骨有关^[19]。孙伟等通过使用磷酸三钙多孔生物陶瓷进行打压植骨术时发现，C+M+L1 型治疗效果优于 L2+L3 型，提示成功率与外侧柱是否存留以及塌陷程度有关^[20]。在一项针对中药联合打压植骨术疗效观察的研究中，郭莞沅等发现 C 型、L1 型及 L2 型的术后塌陷率分别为 7.7%、20% 及 33%，随着分期进展，保髋成功率逐渐下降；该研究中 7 例 L3 型股骨头坏死患者的塌陷率为 14%，这一结果可能与病例数不足有关^[21]。

2.5.2 钽棒、生物陶瓷棒及腓骨植入术

马金辉等随访了 101 例（107 髋）钽棒植入术的患者，并对其进行 CJFH 分型，结果显示术前 L2、L3 型患者末次随访 Harris 评分明显小于 L1 型，影像学进展率、进展至全髋关节置换术（total hip arthroplasty, THA）率高于 L1 型；此

外，L3 型股骨头存活期显著低于 L2 型，而 L2 型显著低于 L1 型^[22-23]，提示 CJFH 分型是进展至 THA 及影像学进展的独立危险因素，外侧柱是否存留是影响钽棒植入术预后的重要因素。Lu 等研究了 62 例（72 髋）行微创生物陶瓷棒植入术患者的 Harris 评分，结果显示 C 型的改善率显著高于 L 型，推测可能与坏死区在中心，对软骨下骨影响较小有关^[24]。

一些疗效评价研究显示，CJFH 分型较 ARCO 分期有更大的优势。Yuan 等在研究 34 例（48 髋）无血供腓骨植入术预后时发现，相较 ARCO 分期，CJFH 分型与存活曲线有着更强的关联性^[25]，手术成功率随分型升高而减小，提示外侧柱坏死是导致不良预后的主要因素。

2.5.3 髓芯减压术及开窗减压术

Liu 等研究了 148 例（192 髋）行髓芯减压术配合自体骨髓单个核细胞移植术患者，发现术前 CJFH 分型是影响手术成功率的独立危险因素；同时，L2 型的失败率高于其它分组，提示外侧柱的坏死程度是影响早期 ONFH 手术预后的重要指标^[26]。

另有研究通过分析 110 例（141 髋）行髓芯减压术患者及 215 例（291 髋）行开窗减压术患者的中期临床效果，发现髓芯减压术后 L2 型和 L3 型的临床失败率高于 M+C 型，提示其更适用于关节软骨下骨和（或）外侧柱结构完整、塌陷前的患者；同时，开窗减压术后 L2 型失败率高于其他分型，提示其更适用于较大面积出现部分塌陷或软骨下骨折的患者^[27]。CJFH 分型疗效评价研究相关数据见表 3。

表3 CJFH分型疗效评价研究的例数（髋数）及不同分型失败率

Table 3. Number of cases (number of hips) and failure rates of different classifications in CJFH classification efficacy evaluation studies

研究	术式	例数（髋数）	失败率				
			M型	C型	L1型	L2型	L3型
左伟 2016 ^[15]	经头颈部开窗打压植骨术	106例（131髋）	/	0.0%*		38.5%	36.4%
Zuo 2016 ^[16]	经头颈部开窗打压植骨术	119例（158髋）	/	1.7%	/	38.9%	39.0%
陈宁 2020 ^[17]	高位股骨头颈开窗植骨术	58例（69髋）	/	0.0%*		33.3%	41.0%
陈卫衡 2014 ^[18]	髓芯减压打压植骨术	41例（50髋）	/	/	8.3%	/	25.0%
李子荣 2012 ^[19]	打压植骨术加BMP2	18例（33髋）	/	0.0%	15.0%	100.0%	75.0%
李子荣 2012 ^[19]	打压植骨术	24例（39髋）	/	0.0%	25.0%	50.0%	52.7%
孙伟 2014 ^[20]	经头颈部开窗打压植骨术	56例（85髋）	/	0.0%	6.7%	7.1%	21.1%
郭莞沅 2017 ^[21]	中药联合微创打压植骨术	48例（52髋）	/	7.7%	20.0%	33.3%	14.3%
马金辉 2017 ^[22]	钽棒植入术	101例（107髋）	/	/	30.8%	47.2%	68.4%

续表3

研究	术式	例数 (髌数)	失败率				
			M型	C型	L1型	L2型	L3型
Ma 2016 ^[23]	钽棒植入术	101例 (107髌)	/	/	0.0%	45.3%	65.8%
Lu 2018 ^[24]	生物陶瓷棒植入术	62例 (72髌)	/	14.3%	/	39.7%	/
Yuan 2021 ^[25]	腓骨植入术	34例 (48髌)	0.0%	9.1%	22.2%	42.9%	100.0%
Liu 2018 ^[26]	髓芯减压术	148例 (192髌)	33.3% [#]		25.6%	25.0%	60.0%
刘立华 2021 ^[27]	髓芯减压术	110例 (141髌)	13.0% [#]		38.1%	82.4%	68.4%
刘立华 2021 ^[27]	开窗减压术	215例 (291髌)	33.3% [#]		31.3%	84.6%	32.1%

注：“/”表示未提及；BMP2为骨形态发生蛋白2；[#]为C型+L1型合计失败率；[#]为M型+C型合计失败率。

2.6 股骨头坏死的保髌选择

多份诊疗指南及专家意见针对 CJFH 分型提出了保髌治疗意见 (表 4)。刘立华等通过研究 82 例 (106 髌) L1 型激素性 ONFH 患者头颈部开窗减压术预后情况, 发现患者末次随访 Harris 评分显著高于术前, 治疗结果满意^[28]。张建等通过对比 L2 型患者截骨术和植骨术预后, 发现相较于植骨术, 改良股骨颈旋转截骨术可有效改善 L2 型临床症状, 但不良反应存在 L1 倾向^[29]。高润

子等通过研究 L2 型、L3 型 THA 患者的股骨头标本, 发现 L2 型患者拥有骨小梁结构更好的内侧柱和中央柱, 股骨颈基底部旋转截骨术可为患者提供骨量更大的外侧柱; L3 型破坏广泛, 无法提供良好的外侧柱^[30]。夏天卫等通过标本研究发现 L1 型外侧柱部分完好, 术后可将坏死区完全移出负重区, 而 L2 型、L3 型患者外侧柱完全受累, 无法将坏死区完全移出负重区^[31]。

表4 股骨头坏死的保髌治疗

Table 4. Hip-preserving treatment options for femoral head necrosis

研究	M型	C型	L1型	L2型	L3型
李子荣 2013 ^[32]	/	浓缩自体骨髓有核细胞移植	股骨转子下内翻截骨术 (35岁以下)	股骨转子下内翻截骨术 (35岁以下)	/
夏天卫 2020 ^[33]	不做特殊处理	髓芯减压为主	转子间弧形内翻截骨术 (健康组织超过承重区 1/3); 头颈开窗打压植骨术 (健康组织少于承重区 1/3)	股骨颈基底部旋转截骨术	股骨颈基底部旋转截骨术 (年轻、极有保髌意愿、内侧柱残留健康骨组织大于 1/3)
李子荣 2015 ^[34]	安慰性治疗	体外冲击波、髓芯减压或病灶清除、自体骨髓移植或打压植骨术、药物治疗	病灶清除、带血管或带血运植骨术或打压植骨术、药物治疗 (35岁以下可选择内翻截骨术)	病灶清除支撑植骨 (带血管或带血运骨移植) 或打压植骨; L2型35岁以下可选择经股骨转子旋转截骨术	
李子荣 2015 ^[2]	安慰随访	自体骨髓单个核细胞移植、体外震波	病灶清除、植骨	ARCO I、II期: 病灶清除、植骨、经股骨转子间旋转截骨 ARCO III期: 外侧柱重建 (50岁以下)	ARCO I、II期: 外侧柱重建 ARCO III期: 外侧柱重建 (45岁以下)
刘立华 2021 ^[28]	/	/	头颈部开窗减压术	/	/
张建 2021 ^[29]	/	/	/	经股骨颈旋转截骨术	/

注：“/”表示未提及。

3 讨论

ONFH 作为骨科常见的难治性疾病, 选择正确的干预及治疗措施对于改善患者预后及生命质

量有积极意义。CJFH 分型基于三柱理论, 从解剖学入手, 应用患者股骨头影像正中层面进行分型, 充分考虑生物力学在塌陷预测中的作用, 临床使用方便, 具有良好的可信度和可重复性^[35]。

与 JIC 分型相比, 该分型直接在股骨头上划定范围, 受影像本身约束小、受人为因素影响更小, 结果更稳定。与韩国 Koo 指数相比, 更加强调解剖学关系, 适用范围更广。本文共纳入 14 篇 ONFH 不同保髓选择的疗效评价研究, 所涉及保髓术式涵盖了目前主流的保髓治疗方案。60% 的纳入研究显示保髓失败率随分型进展呈上升趋势。但在部分研究中, L3 型的失败率略低于 L2 型, 这可能与 L3 型病例样本量不足有关。目前, CJFH 分型多被用作保髓疗效评价研究的分型标准。值得注意的是, 现阶段缺少 CJFH 分型与同类型分型或诊断方法的对比研究, 同时国际上对 CJFH 分型的研究及应用较少。下一步可针对性进行对照研究以支持 CJFH 分型在国际上的应用。探究 L3 型存在的保髓优势也是未来可行的研究方向之一。

自 CJFH 分型提出以来, 多项研究对分型预测 ONFH 转归的准确性及可重复性进行了验证, 结果显示 CJFH 分型作为独立危险因素影响治疗的预后和 ONFH 的结局, 随着分型的升高, 患者临床成功率及股骨头生存率均明显下降。此外, CJFH 分型较 ARCO 分期与股骨头存活曲线有着更强的关联性^[25], 这与分子生物学层面的研究成果相符合^[13]。可见, CJFH 分型在塌陷预测方面是可靠的。值得注意的是, 在一些研究中 L2 型预后较 L3 型更差^[4, 24-25], 这可能与内侧柱、中央柱及软骨下骨存留情况有关^[7]。多项有限元研究通过模拟正常、病变及不同术后股骨头应力分布情况, 得到了 L2、L3 型塌陷概率大的结果, 验证了外侧柱存留的重要性, 为分型在塌陷预测方面的有效性提供了理论依据。CJFH 分型在塌陷预测方面仍有优化空间。

为了便于临床使用, CJFH 分型选取正中层面进行分析^[1]。正中层面作为承受应力最大的层面, 可以反映股骨头整体的受力情况。通过简化层面选择, 分型减少了对患者检查体位的要求, 更加便于临床操作。然而, 用单一层面代表整体的做法仍然具有一定的局限性。张振南等将正中层面和坏死范围最大层面进行对比, 结果显示坏死范围最大层面较正中层面在塌陷率预测中更为准确, 更能体现病变特点^[12]。由此可见, 分型在层面选择上仍有优化空间。随着影像学技术的发展, 个体化 3D 建模^[11]、VR 影像技术^[31] 逐渐被

应用于临床诊疗当中, 同时, AI 技术的发展为快速计算及数据分析提供了新的思路。因此, 未来研究的方向可能是如何将 CJFH 分型的层面选择与新技术结合, 使其可以在保证临床适用的同时更准确的预测塌陷率。

综上所述, CJFH 分型作为一种可行的、准确的股骨头坏死分型方法, 在塌陷预测、疗效评价方面较其它同类型分型及方法存在优势。然而, CJFH 分型缺少与同类型分型及方法的对比研究, 一定程度上阻碍了其在国际上的应用。同时, 分型在层面选择等方面仍有优化空间, 未来有必要对分型进行改良以便国际推广。

参考文献

- 1 李子荣, 刘朝晖, 孙伟, 等. 基于三柱结构的股骨头坏死分型——中日友好医院分型 [J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(6): 515-520. [Li ZR, Liu ZH, Sun W, et al. The classification of osteonecrosis of the femoral head based on the three pillars structure: China Japan Friendship Hospital (CJFH) classification[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2012, 32(6): 515-520.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2012.06.001](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2012.06.001).
- 2 李子荣. 2015 年股骨头坏死中国分期与分型解读 [J]. 临床外科杂志, 2017, 25(8): 565-568. [Li ZR. Interpretation of the Chinese staging and classification of osteonecrosis of the femoral head 2015[J]. Journal of Clinical Surgery, 2017, 25(8): 565-568.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-6483.2017.08.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-6483.2017.08.001).
- 3 欧志学, 凌观汉, 姚兰, 等. 三维有限元法分析钽棒置入治疗个体化股骨头坏死的力学效能 [J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(31): 4983-4988. [Ou ZX, Ling GH, Yao L, et al. Biomechanics of osteonecrosis of femoral head after tantalum rod implantation: a three-dimensional finite element analysis[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2017, 21(31): 4983-4988.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.2017.31.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2017.31.011).
- 4 李永斌. 钽棒植入术治疗个体股骨头坏死的三维有限元分析 [C]. 第二十四届中国中西医结合骨伤科学术年会, 中国内蒙古呼和浩特, 2017. [Li YB. Three dimensional finite element analysis of tantalum rod implantation for the treatment of individual osteonecrosis of the femoral head[C]. The 24th China Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Orthopedic Surgery Annual

- Conference, Hohhot, Inner Mongolia, China, 2017]
- 5 王宏润, 李宏宇, 韦明照. 基于三柱结构分型股骨头坏死的有限元研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(9): 832–836. [Wang HR, Li HY, Wei MZ. 3D finite element analysis on femoral head necrosis based on three-column classification[J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28(9): 832–836.] DOI: [10.3977/j.issn.1005-8478.2020.09.14](https://doi.org/10.3977/j.issn.1005-8478.2020.09.14).
 - 6 凌观汉, 李永斌, 潘学文, 等. 中日友好医院分型股骨头坏死腓骨植入治疗的三维有限元分析[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(18): 2817–2822. [Ling GH, Li YB, Pan XW, et al. Three-dimensional finite element analysis of fibula implantation for China-Japan Friendship Hospital type osteonecrosis of femoral head[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24(18): 2817–2822.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.2655](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.2655).
 - 7 Wen P, Zhang Y, Hao L, et al. The effect of the necrotic area on the biomechanics of the femoral head—a finite element study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 211. DOI: [10.1186/s12891-020-03242-0](https://doi.org/10.1186/s12891-020-03242-0).
 - 8 蔡剑. 整体观指导下非创伤性股骨头坏死“带塌陷生存”的临床及有限元研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2018. [Cai J. Clinical and finite element analytical studies on survival with collapsing femoral head in patients with non-traumatic osteonecrosis of the femoral head under the guidance of the holistic concept[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2018.]
 - 9 Feng C, Wang L, Xu P, et al. Microstructural and mechanical evaluations of region segmentation methods in classifications of osteonecrosis[J]. J Biomech, 2021, 119: 110208. DOI: [10.1016/j.jbiomech.2020.110208](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110208).
 - 10 邓伟. 基于CJFH分型分析股骨头外侧柱对股骨头塌陷进展的作用[J]. 健康必读, 2020(36): 294. [Deng W. Analysis of the effect of the lateral pillar of the femoral head on the progression of femoral head collapse based on CJFH typing[J]. Health Must-Read Journal, 2020(36): 294.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/jkhd001202036552>.
 - 11 周思佳, 姜文学. 基于CJFH分型的股骨头坏死三维分型及塌陷预测[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(19): 3033–3038. [Zhou SJ, Jiang WX. Three-dimensional classification and collapse prediction in osteonecrosis of the femoral head based on China-Japan Friendship Hospital classification[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2018, 22(19): 3033–3038.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.0256](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.0256).
 - 12 张振南, 谢利民, 于潼. 不同层面三柱结构股骨头坏死分型的差异比较研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2017, 25(10): 28–31, 37. [Zhang ZN, Xie LM, Yu T. Comparative study on the differentiation of osteonecrosis of the femoral head at different sections based on three pillars structure[J]. Chinese Journal of Traditional Medical Traumatology & Orthopedics, 2017, 25(10): 28–31, 37.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/zgzygsk201710007>.
 - 13 Ma J, Guo W, Li Z, et al. Hip osteonecrosis is associated with increased plasma IL-33 level[J]. Mediators Inflamm, 2017, 2017:1732638. DOI: [10.1155/2017/1732638](https://doi.org/10.1155/2017/1732638).
 - 14 Ma J, Ge J, Gao F, et al. The role of immune regulatory cells in nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: a retrospective clinical study[J]. Biomed Res Int, 2019, 2019:1302015. DOI: [10.1155/2019/1302015](https://doi.org/10.1155/2019/1302015).
 - 15 左伟, 孙伟, 高福强, 等. 经头颈部开窗打压植骨治疗股骨头已部分塌陷股骨头坏死疗效分析[J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30(4): 397–401. [Zuo W, Sun W, Gao FQ, et al. Effectiveness of bone grafting through windowing at femoral head-neck junction for treatment of osteonecrosis with segmental collapse of femoral head[J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2016, 30(4): 397–401.] DOI: [10.7507/1002-1892.20160080](https://doi.org/10.7507/1002-1892.20160080).
 - 16 Zuo W, Sun W, Zhao D, et al. Investigating clinical failure of bone grafting through a window at the femoral head neck junction surgery for the treatment of osteonecrosis of the femoral head[J]. PLoS One, 2016, 11(6): e156903. DOI: [10.1371/journal.pone.0156903](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156903).
 - 17 陈宁, 韦标方. 高位股骨头颈开窗植骨治疗中青年 ARCO III 期股骨头坏死[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(7): 597–601. [Chen N, Wei BF. Strut bone grafting through femoral head-neck fenestration for ARCO stage III osteonecrosis of the femoral head in young and middle-aged[J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28(7): 597–601.] DOI: [10.3977/j.issn.1005-8478.2020.07.05](https://doi.org/10.3977/j.issn.1005-8478.2020.07.05).
 - 18 陈卫衡, 谢斌, 刘道兵, 等. 髓芯减压植骨术治疗股骨头坏死临床疗效的动态研究[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2014, (5): 578–584. [Chen WH, Xie B, Liu DB, et al. Effects of core decompression and bone graft surgery on osteonecrosis of femoral head[J]. Chinese Journal of Joint Surgery(Electronic Edition), 2014, (5): 578–584.] DOI: [10.3969/j.issn.2095-4344.0256](https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-4344.0256).

- 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2014.05.005.
- 19 李子荣, 孙伟, 史振才, 等. 加入和未加骨形态发生蛋白 2 的打压植骨术治疗股骨头坏死[J]. 中国骨与关节外科, 2012, 5(5): 377-381. [Li ZR, Sun W, Shi ZC, et al. Debridement and impacted bone graft mixed with and without bone morphogenetic protein for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a comparative study[J]. Chinese Journal Bone and Joint Surgery, 2012, 5(5): 377-381.] DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2012.05.001.
- 20 孙伟, 李子荣, 高福强, 等. 磷酸三钙多孔生物陶瓷修复股骨头坏死[J]. 中国组织工程研究, 2014, (16): 2474-2479. [Sun W, Li ZR, Gao FQ, et al. Porous bioceramic beta-tricalcium phosphate for treatment of osteonecrosis of the femoral head[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2014, (16): 2474-2479.] DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2014.16.003.
- 21 郭莞沅, 张蕾蕾, 赵六伟, 等. 中药联合微创 OCM 入路病灶清除打压植骨术治疗非创伤性股骨头坏死疗效观察[J]. 风湿病与关节炎, 2017, 6(4): 36-39. [Guo YY, Zhang LL, Zhao LW, et al. Observation on the therapeutic effect of traditional Chinese medicine combined with minimal invasive OCM approach debridement and impacted bone grafting in treating nontraumatic osteonecrosis of the femoral head[J]. Rheumatism and Arthritis, 2017, 6(4): 36-39.] DOI: 10.3969/j.issn.2095-4174.2017.04.009.
- 22 马金辉, 孙伟, 郭万首, 等. 股骨头坏死钽棒植入后中期随访失败原因分析[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2017, 11(4): 331-337. [Ma JH, Sun W, Guo WS, et al. Retrospective analysis of clinically failed implants following porous tantalum implantation for femoral head osteonecrosis[J]. Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition), 2017, 11(4): 331-337.] DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2017.04.002.
- 23 Ma J, Sun W, Gao F, et al. Porous tantalum implant in treating osteonecrosis of the femoral head: still a viable option?[J]. Sci Rep, 2016, 6: 28227. DOI: 10.1038/srep28227.
- 24 Lu Y, Lu X, Li M, et al. Minimally invasive treatment for osteonecrosis of the femoral head with angioconductive bioceramic rod[J]. Int Orthop, 2018, 42(7): 1567-1573. DOI: 10.1007/s00264-018-3919-6.
- 25 Yuan P, Liu X, Du B, et al. Mid- to long-term results of modified avascular fibular grafting for ONFH[J]. J Hip Preserv Surg, 2021, 8(3): 274-281. DOI: 10.1093/jhps/hnab046.
- 26 Liu L, Gao F, Sun W, et al. Investigating clinical failure of core decompression with autologous bone marrow mononuclear cells grafting for the treatment of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head[J]. Int Orthop, 2018, 42(7): 1575-1583. DOI: 10.1007/s00264-018-3918-7.
- 27 刘立华, 孙伟, 高福强, 等. 基于中日友好医院分型的股骨头坏死保髋手术疗效的影响因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(5): 271-279. [Liu LH, Sun W, Gao FQ, et al. Clinical outcomes and impact factors of hip preserving surgery for osteonecrosis of the femoral head based on China-Japan Friendship Hospital classification[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41(5): 271-279.] DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200121-00037.
- 28 刘立华, 孙伟, 王云亭, 等. 头颈部开窗减压治疗 L1 型激素性股骨头坏死: 单中心前瞻性临床研究[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(6): 906-911. [Liu LH, Sun W, Wang YT, et al. Type L1 steroid-induced osteonecrosis of the femoral head through femoral head and neck junction decompression by fenestration: a single-center prospective clinical study[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25(6): 906-911.] DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2396.
- 29 张建, 董跃福, 何维栋, 等. 两种保髋手术治疗股骨头坏死的短期疗效比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(3): 224-228. [Zhang J, Dong YF, He WD, et al. Comparison of two hip-preservation procedures for CJFH type L2 femoral head necrosis[J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(3): 224-228.] DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.03.08.
- 30 高润子. 股骨颈基底部分旋转截骨术联合补肾活血汤治疗股骨头坏死的临床疗效及机制研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2021. [Gao RZ. The research on clinical efficacy and mechanism of rotational osteotomy on the base of femoral neck combined with Bushen Huoxue decoction in threatening osteonecrosis of the femoral head[D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2021.] DOI: 10.27253/d.cnki.gnjzu.2021.000102.
- 31 夏天卫, 季文辉, 刘金柱, 等. 虚拟现实技术辅助改良经转子间弧形内翻截骨术治疗股骨头坏死的解剖与临床研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(12): 1580-1586. [Xia TW, Ji WH, Liu JZ, et al. Anatomic and

- clinical study of virtual reality technology assisted modified transtrochanteric curved varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head[J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2021, 35(12): 1580–1586.] DOI: [10.7507/1002-1892.202108006](https://doi.org/10.7507/1002-1892.202108006).
- 32 李子荣. 浅析诊疗新技术的意义与应用 [J]. 中国新技术新产品, 2013(11): 2. [Li ZR. Analysis of the significance and application of new diagnostic and treatment technologies[J]. New Technologies and New Products of China, 2013(11): 2.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-9957.2013.11.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9957.2013.11.002).
- 33 夏天卫, 魏伟, 张超, 等. 基于中日友好医院分型的股骨头坏死阶梯化保髋治疗经验总结 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(1): 10–15. [Xia TW, Wei W, Zhang C, et al. Hip preservation experience of avascular necrosis of femoral head according to China–Japan Friendship Hospital classification[J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2020, 34(1): 10–15.] DOI: [10.7507/1002-1892.201904075](https://doi.org/10.7507/1002-1892.201904075).
- 34 李子荣. 股骨头坏死临床诊疗规范 (2015 年版) [J]. 中华关节外科杂志 (电子版), 2015, (1): 133–138. [Li ZR. Clinical diagnosis and treatment guidelines for osteonecrosis of the femoral head (2015 edition)[J]. Chinese Journal of Joint Surgery (Electronic Edition), 2015, (1): 133–138.] DOI: [10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2015.01.030](https://doi.org/10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2015.01.030).
- 35 Liu LH, Li ZR, Sun W, et al. Reliability and repeatability of the China–Japan Friendship Hospital typing classification for nontraumatic osteonecrosis of the femoral head[J]. J Bone Joint Surg Am, 2022, 104(Suppl 2): 40–46. DOI: [10.2106/JBJS.20.00051](https://doi.org/10.2106/JBJS.20.00051).

收稿日期: 2023 年 03 月 18 日 修回日期: 2023 年 05 月 13 日
本文编辑: 桂裕亮 曹越

引用本文: 刘天洋, 孙伟, 高福强, 等. 股骨头坏死CJFH分型的系统评价[J]. 医学新知, 2024, 34(7): 744–755. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202303027](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202303027)
Liu TY, Sun W, Gao FQ, et al. A systematic review of the CJFH classification of osteonecrosis of the femoral head[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2024, 34(7): 744–755. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202303027](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202303027)