

HCD和CD不同减压通道治疗股骨头坏死的生物力学研究

张宏健, 张国梁, 张 伟, 王跃文*

(内蒙古医科大学附属医院 骨科, 内蒙古 呼和浩特 010050)

摘要:目的:蜂巢式髓芯减压术(honeycomb core decompression surgery, HCD)和髓芯减压术(Core decompression surgery, CD)生物力学对比研究,为早中期股骨头坏死(Osteonecrosis of the Femoral Head, ONFH)选择保留髋关节治疗方法提供依据。方法:根据成人股骨头坏死诊疗专家共识(2019版)选择ONFH(ARCO分期I期)1例进行研究。CT平扫获得股骨近端数据,应用Mimics 21.0、Geomagic Studio 2013、Hypermesh 2019、Abaqus 2020软件进行建模、网格划分和优化、装配、设定载荷量、约束条件的界定、有限元及力学分析,模拟手术减压通道孔径均为5mm。SPSS 20.0对数据进行处理,计算股骨头内应力。在股骨头内应力部位均匀选取30个节点,并计算其均值,运用SPSS 20.0软件对数据进行分析处理,计量资料以均数±标准差表示。多组间比较采用单因素方差分析,两组间比较采用独立样本t检验。结果:1. HCD组应力值:0孔:0.168±0.053,3孔:0.250±0.044,4孔:0.264±0.020,5孔:0.272±0.086,6孔:0.378±0.008。2. CD组应力值:0孔:0.168±0.053,3孔:0.686±0.168,4孔:0.963±0.398,5孔:1.077±1.127,6孔:0.985±0.308。结论:1. HCD治疗ONFH创伤小,安全性高,骨折风险小;综合安全性和骨折风险及减压效果,以5孔减压最理想。2. 相同孔数的HCD和CD在相同减压通道时, HCD对股骨近端的生物力学性能影响更小,骨折风险更小,是一种较为理想的保髋术式。

关键词:蜂巢式髓芯减压术,髓芯减压术,股骨头坏死,生物力学

中图分类号: R336

文献标识码: B

文章编号: 2095-512X(2021)05-0500-05

早中期股骨头坏死(Osteonecrosis of the Femoral head, ONFH)应用髓芯减压术(Core decompression surgery, CD)治疗能够降低股骨头内的压力,缓解疼痛,恢复血运,帮助坏死股骨头愈合^[1,2]。疗效得到国内外学者的一致肯定^[3]。传统CD的减压通道直径约10~12mm,这种大直径通道会削弱软骨下骨板的力学支撑,与其他改良CD比较,此方法对ONFH的治疗作用有限^[4]。HCD也是一种改良CD,采用多个5mm孔径减压通道对股骨头内坏死区域进行减压,可以有效减压和避免应力集中,避免股骨头塌陷^[5]。HCD同样有导致股骨头机械支撑力下降的问题。在改良CD后既要保证充分减压的同时,又要尽可能少的破坏股骨头的机械支撑力,是一个值得探讨的问题^[6,14,24],因此,我们对HCD和CD不同减压通道数进行生物力学研究并优化选择。

1 材料与方法

1.1 一般资料

采用2019国际骨循环学会(Association Research Circulation Osseous, ARCO)标准^[1],随机选择2020年在我院住院治疗的ONFH(ARCO分期I期)1例进行研究,患者知情同意使用其影像资料。典型临床表现和影像学资料,符合诊断标准。已经排除髋部感染、髋部外伤、髋关节肿瘤、髋关节炎、先天性髋关节发育异常、骨质疏松、自体免疫性疾病等。

1.2 方法

1.2.1 主要设备 CT机:GE64排螺旋CT(GE,美国);计算机:IBM w520笔记本电脑;软件:Geomagic Studio 2013(Geomagic公司,美国);Hypermesh 2019(Altair公司,美国);Mimics 21.0(Materialise公司,比利时);ANSYS 19.2(Ansys公司,美国);Abaqus 2020(Dassault公司,美国);SPSS 20.0(IBM公司,美国);Pro/E(PTC公司,美国)

1.2.2 数据采集及建立几何模型 使用CT对仰卧位患者的股骨头最高点至股骨上1/3段进行横断面

收稿日期:2021-08-14; 修回日期:2021-10-12

基金项目:2018年高等学校科研项目(NJZZ18101);内蒙古自治区自然科学基金(2012MS1188)

作者简介:张宏健(1993-),男,内蒙古医科大学附属医院2018级在读硕士研究生。

通讯作者:王跃文,主任医师,教授,E-mail:nmgwywnem@163.com 内蒙古医科大学附属医院骨科,010050

连续扫描,层厚0.625mm。CT数据以Dicom格式导入到Mimics 21.0中。对提取后的模型设置Bone Scale范围,进行区域增长,利用Region Growth、3D Calculation功能分别进行图像分割和初步重建股骨头模型,并以.stl格式保存。重建的股骨头模型数据导入Pro/E 5.0软件中进行平滑、去噪等优化处理。最后将其导入Geomagic Studio 2013中分别建立0、3、4、5、6孔的HCD和CD的实体模型并分别保存。

1.2.3 网格划分及优化 上述模型导入Hypermesh 2019中进行面网格优化及体网格划分,面网格类型为三角形,网格单元尺寸大小为1mm;通过优化过程使股骨头模型面网格均匀,从而降低面网格错误率,再进行体网格划分,体网格类型为四面体,网格单元尺寸大小为1mm(面、体网格数见表1)

表1 加载,三维有限元节点及单元数

减压方式	加载应(N)	节点数	单元数
ONFH(0孔)模型	300	511537	396602
3孔(HCD)	300	503688	388143
3孔(CD)	300	532453	396566
4孔(HCD)	300	578930	384345
4孔(CD)	300	567433	391206
5孔(HCD)	300	500655	389415
5孔(CD)	300	547678	402387
6孔(HCD)	300	553239	399324
6孔(CD)	300	533236	346567

1.2.4 有限元分析 把优化后的股骨近端模型导入到Abaqus 2020软件中,对模型进行装配,设定载荷量,约束条件的界定等处理后再进行有限元分析,计算股骨头内应力值。在股骨头内应力部位均匀选取30个节点,并计算其均值,进行有限元仿真实验。固定每个模型的股骨远端同一处表面,在每个股骨头模型最高点处施加相当于正常人体质量一半的垂直向下的压应力约300N(见表1),且持续对股骨表面施加相应载荷,通过在股骨截面应力集中部位均匀选取30个节点,并计算其均值(见表2),应力分布云图提示应力变化情况(见图1~9)。

2 统计学方法

运用SPSS 20.0软件对数据进行分析处理,计量资料以均数±标准差表示。多组间比较采用单因素方差分析,两组间比较采用独立样本t检验,检验水准为α=0.05,以P<0.05说明有统计学意义。

表2 不同通道数的HCD和CD应力值(MPa)的比较

分组	HCD	CD
0孔	0.162 ± 0.034	0.162 ± 0.034
3孔	0.254 ± 0.054a	0.383 ± 0.064a
4孔	0.263 ± 0.075a	0.431 ± 0.089a
5孔	0.282 ± 0.062a	0.601 ± 0.141abc
6孔	0.357 ± 0.082abcd	0.483 ± 0.103abd
F	35.246	88.481
P	<0.05	<0.05

a与0孔相比P<0.05;b与3孔相比P<0.05;c与4孔相比P<0.05;d与5孔相比P<0.05

表3 相同通道数HCD和CD应力值(MPa)的比较

分组	HCD	CD	t	P
0孔	0.162 ± 0.034	0.162 ± 0.034	-	-
3孔	0.254 ± 0.054	0.383 ± 0.064	8.413	<0.05
4孔	0.263 ± 0.075	0.431 ± 0.089	7.875	<0.05
5孔	0.282 ± 0.062	0.601 ± 0.141	11.265	<0.05
6孔	0.357 ± 0.082	0.483 ± 0.103	5.229	<0.05

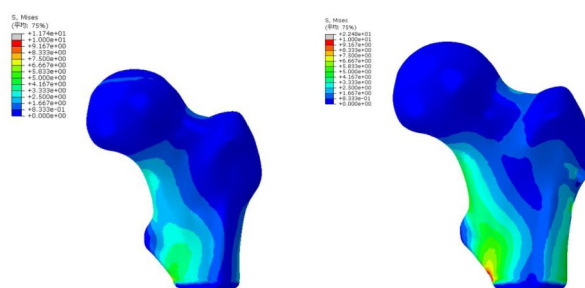


图1 0孔ONFH模型应力云图 图2 HCD 3孔模型应力云图

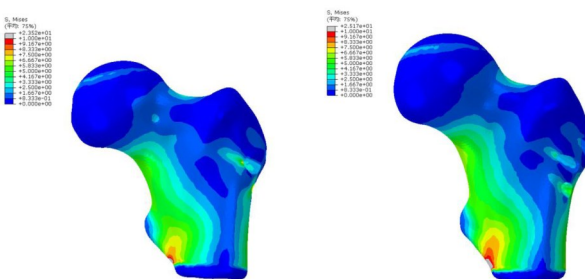


图3 HCD 4孔模型应力云图 图4 HCD 5孔模型应力云图

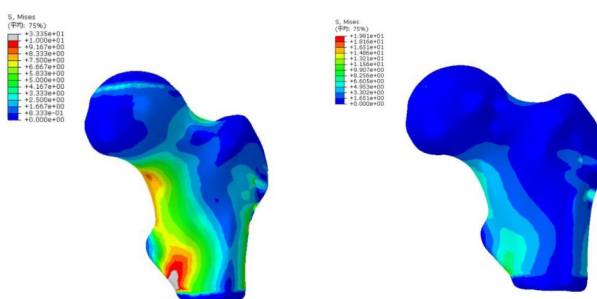


图5 HCD 6孔模型应力云图 图6 CD 3孔模型应力云图

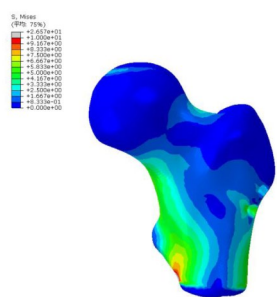


图7 CD 4孔模型应力云图

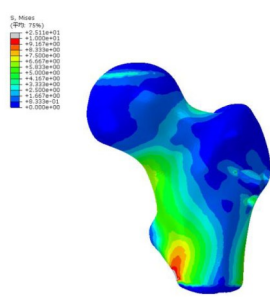


图8 CD 5孔模型应力云图

3 结果

3.1 HCD 组内比较

HCD组股骨头内的应力值:

0孔: 0.168MPa, 3孔:

0.250MPa, 4孔:

0.264MPa, 5孔:

0.272MPa, 6孔: 0.378MPa, 3、4、5孔间应力值无统计学意义 ($P > 0.05$); 5、6孔间应力值有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表2, 图1~5)

2.2 CD组内比较: 3孔: 0.686MPa, 4孔: 0.963MPa, 5孔: 1.077MPa, 6孔: 0.985MPa。3、4孔间应力值有统计学意义; 3、6孔之间应力值有统计学意义; 其余各孔之间应力值无统计学意义 (见表2, 图6~9)。

2.3 相同孔数HCD和CD比较: 孔数相同时, HCD组应力值均比CD组应力值更小, 应力值有统计学意义 (见表3)。

3.1 HCD组内比较: HCD组股骨头内的应力值: 0孔: 0.168MPa, 3孔: 0.250MPa, 4孔: 0.264MPa, 5孔: 0.272MPa, 6孔: 0.378MPa, 3、4、5孔间应力值无统计学意义 ($P > 0.05$); 5、6孔间应力值有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表2, 图1~5)

2.2 CD组内比较: 3孔: 0.686MPa, 4孔: 0.963MPa, 5孔: 1.077MPa, 6孔: 0.985MPa。3、4孔间应力值有统计学意义; 3、6孔之间应力值有统计学意义; 其余各孔之间应力值无统计学意义 (见表2, 图6~9)。

2.3 相同孔数HCD和CD比较: 孔数相同时, HCD组应力值均比CD组应力值更小, 应力值有统计学意义 (见表3)。

3.1 HCD组内比较: HCD组股骨头内的应力值: 0孔: 0.168MPa, 3孔: 0.250MPa, 4孔: 0.264MPa, 5孔: 0.272MPa, 6孔: 0.378MPa, 3、4、5孔间应力值无统计学意义 ($P > 0.05$); 5、6孔间应力值有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表2, 图1~5)

2.2 CD组内比较: 3孔: 0.686MPa, 4孔: 0.963MPa, 5孔: 1.077MPa, 6孔: 0.985MPa。3、4孔间应力值有统计学意义; 3、6孔之间应力值有统计学意义; 其余各孔之间应力值无统计学意义 (见表2, 图6~9)。

2.3 相同孔数HCD和CD比较: 孔数相同时, HCD组应力值均比CD组应力值更小, 应力值有统计学意义 (见表3)。

3.1 HCD组内比较: HCD组股骨头内的应力值: 0孔: 0.168MPa, 3孔: 0.250MPa, 4孔: 0.264MPa, 5孔: 0.272MPa, 6孔: 0.378MPa, 3、4、5孔间应力值无统计学意义 ($P > 0.05$); 5、6孔间应力值有统计学意义 ($P < 0.05$) (见表2, 图1~5)

2.2 CD组内比较: 3孔: 0.686MPa, 4孔: 0.963MPa, 5孔: 1.077MPa, 6孔: 0.985MPa。3、4孔间应力值有统计学意义; 3、6孔之间应力值有统计学意义; 其余各孔之间应力值无统计学意义 (见表2, 图6~9)。

2.3 相同孔数HCD和CD比较: 孔数相同时, HCD组应力值均比CD组应力值更小, 应力值有统计学意义 (见表3)。

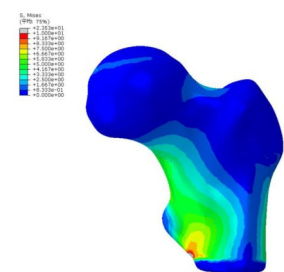


图9 CD 6孔模型应力云图

对于不同孔数,不同孔径的改良CD治疗ONFH的研究已有很多文献报道。张国梁等^[15]在HCD疗效观察中比较了单纯CD和HCD治疗ONFH的疗效,结果表明,I期的优良率达100%,II期优良率达89.5%,III期优良率达33.3%,5个5mm的平行减压通道减压面积比CD多19.625mm²,且减压通道在股骨头内空间构型好,均匀散布在坏死区内,每个减压通道间有整齐规则的骨墙相连接成为一个整体,可以得到较为坚强的支撑,在软骨下方有松质骨支撑,而不是单纯CD形成的中心型空洞。Miao等在一项至少随访1年的前瞻性研究中对比了传统CD并多孔钽棒与多个小孔径CD治疗尚未塌陷的ONFH,纳入了60例(70髌),结果显示两组术前术后Harris评分差异无统计学意义,且对I期ONFH疗效更好,在更长期的随访中,多个小孔径CD要优于CD并钽棒植入,可能是因为小孔径完全不影响新骨长入,MRI显示钽棒植入物周围有微小缝状的液体信号,提示骨未完全长入。Thilo Floerkemeier等在一项有限元分析中对比了单孔CD(10mm)并植入钛金属棒与多个小孔径CD,发现小孔径CD有更好的预后。Mont等的研究也证实了使用5个3.2mm的多孔CD比单孔CD(10mm)有更好的结果,对股骨头生物力学的影响更小,术后可早期负重,相较于单孔CD有更好的骨长入。Steinberg等报道,使用10mm钻头进行CD后发生骨折的风险在0%~10%之间,另外一项使用多个小孔径CD的分析研究显示没有出现骨折病例,说明这种改良手术的并发症很低。以上观点与本研究结果是相符的,本研究通过有限元分析的方法,对两种不同置孔方式的股骨头内应力进行了有限元分析显示:1.在综合考虑术中安全性、术后并发症发生率、骨折风险等因素,多通道小孔径相较于传统CD更安全,更稳定,并发症更少,骨折风险更小。

本研究结果与文献的观点相符,通过对ONFH 0孔和3、4、5、6孔HCD以及3、4、5、6孔CD后股骨头生物力学的应力变化比较,进行有限元分析,显示HCD组股骨头内的应力值0孔: 0.168MPa, 3孔: 0.250MPa, 4孔: 0.264MPa, 5孔: 0.272MPa, 6: 0.378MPa, 3、4、5孔之间应力值差异无统计学意义 ($P > 0.05$),但是对于3、4孔而言,5孔减压更彻底,5、6孔间应力值差异有统计学意义 ($P < 0.05$),且6孔应力值激增;从HCD后股骨头应力值变化及股骨头塌陷风险方面综合考虑,5孔减压效果最佳。

本研究中,HCD组股骨头内的应力值如上述,

CD组股骨头内应力值:3孔:0.686MPa,4孔:0.963MPa,5孔:1.077MPa,6孔:0.985MPa,同孔数HCD股骨内头的应力值均小于CD组,其应力值差异均有统计学意义($P < 0.05$)。这说明在减压孔数相同时,HCD组在股骨头内形成了如同蜂巢样的空间构型,均匀地分布在股骨头内,每个减压通道间都有整齐规则的骨间壁形成,使得软骨下骨获得有效支撑,生物力学优良。而CD组应力值偏大,可能是由于未形成整齐规则的骨间壁,软骨下机械支撑减少,这与文献的观点相符,通过与CD的比较,相同减压孔数的HCD股骨近端应力值更小,股骨头内应力分散均匀,减压孔之间有完整且整齐的骨间壁形成^[15,151],对股骨近端生物力学影响较小,骨折风险更低,更为安全^[17,18]。股骨头内部的松质骨对其皮质骨有较强的支撑作用,是防止股骨头塌陷的重要因素。Volokh等通过研究发现正常股骨头内的松质骨对股骨头的皮质骨有较强的支撑作用,可防止皮质壳屈曲。Etienne G.等通过有限元分析发现股骨头深面的松质骨强度下降是导致股骨头塌陷的主要原因。何伟伟等通过对比研究也从另一方面证实了此观点,他们发现正常股骨头各区域骨小梁排列规则有序,坏死股骨头坏死区及硬化区骨小梁排列紊乱无序。坏死股骨头的坏死区内,相对骨体积分数(BV/TV)显著降低,平均骨小梁数目(Tb.N)减少,平均骨小梁间距(Tb.Sp)显著增宽。坏死区骨小梁的生物力学性能明显降低,弹性模量下降近70%,屈服强度下降35%,极限强度下降35%。因此,CD的同时保留股骨近端的生物力学显得至关重要,HCD是一个很好的选择,在充分减压的同时,尽量少的破坏股骨近端生物力学性能,还具有创伤小,出血少,股骨骨折风险大大降低,可早期负重下地行走等诸多优点。JI YONG BAE等利用有限元分析的方法,通过改变钻孔位置以及通道数量发现多个小孔道钻孔术具有较高的安全性,Mont等在一项临床对比研究中也发现:45例患者在多个小孔道CD后5~6周末观察到骨折征象。

综上所述,与CD比较,HCD治疗ONFH,虽然股骨近端应力值随着HCD打孔数的增加而稍增加,说明HCD降低了股骨近端的生物力学性能,但HCD又能够有效地分散股骨头内的应力集中。在综合考虑手术安全性及生物力学的情况下,5孔HCD减压最彻底。对股骨近端应力值破坏更小,生物力学性能也更稳定,因此骨折风险更小,更安全,是众多保髋方式中一种较好的选择。

CD的置孔方式不是平行置孔,所以在股骨头内形成平行的骨间壁作为支撑,孔间距随意且不定,易造成通道间融合而形成大的通道或大空洞,导致应力集中,股骨近端生物力学性能变差,骨折风险较高。其中5孔的压力值还大于6孔,这可能是由于骨间壁破坏导致。

参考文献

- [1]Byung-Ho Yoon, Michael A. Mont, Kyung-Hoi Koo, et al. The 2019 Revised Version of Association Research Circulation Osseous Staging System of Osteonecrosis of the Femoral Head. 2020;35(4):933-940
- [2]Varitimidis Sokratis E, Dimitroulias Apostolos P, Karachalios Theophilos S, et al. Outcome after tantalum rod implantation for treatment of femoral head osteonecrosis: 26 hips followed for an average of 3 years.. 2009;80(1):20
- [3]刘予豪,周驰,陈雷雷,等.基于股骨头坏死围塌陷期理论的保髋术式总结[J].中国修复重建外科杂志,2017;31(08):1010-1015
- [4]曾祥洪,梁博伟.股骨头坏死保髋治疗的新策略[J].中国组织工程研究,2021;25(03):431-437
- [5]张国梁,王跃文,刘瑞,等.蜂巢式髓芯减压术治疗早中期股骨头缺血性坏死的有限元分析[J].生物骨科材料与临床研究,2015;12(06):10-14+84-86
- [6]Mont Michael A, Salem Hytham S, PiuZZi Nicolas S, et al. Nontraumatic Osteonecrosis of the Femoral Head: Where Do We Stand Today: A 5-Year Update.. 2020;102(12):1084-1099
- [7]Zagra Luigi, Castelli Claudio, Rocchi Martina, et al. Core decompression with bone chips allograft in combination with fibrin platelet-rich plasma and concentrated autologous mesenchymal stromal cells, isolated from bone marrow: results for the treatment of avascular necrosis of the femoral head after 2 years minimum follow-up. 2020;30(2_suppl):3-12
- [8]Migliorini Filippo, Maffulli Nicola, Eschweiler Jörg, et al. Core Decompression Isolated or Combined with Bone Marrow-Derived Cell Therapies for Femoral Head Osteonecrosis.. 2020
- [9]Shah Kalpit N, Racine Jennifer, Jones Lynne C, et al. Pathophysiology and risk factors for osteonecrosis.. 2015;8(3):201-9
- [10]Martinot Pierre, Dartus Julien, Justo Arthur, et al. Does augmented core decompression decrease the rate of collapse and improve survival of femoral head avascular necrosis? Case-control study comparing 184 augmented core decompressions to 79 standard core decompressions with a minimum 2 years' follow-up. 2020;106(8):1561-1568
- [11]Sodhi Nipun, Acuna Alexander, Etcheson Jennifer, et al. Management of osteonecrosis of the femoral head.. 2020;102-B(7_Supple_B):122-128
- [12]Lieberman Jay R, Berry Daniel J, Mont Michael A, et al. Osteonecrosis of the hip: management in the 21st century. 2003;52:337

(下转第507页)

南。最后,广大从事风湿免疫专科的医务工作者应助力推动全科医学的效能,全科与专科相协有利于为患者提供个体化、全程化医疗服务,并有助于分级诊疗的建设。

总之,本次样本包括了内蒙古所有9个地级市,3个盟的风湿专科医生。提示其应强化对国内外指南的研究,加强对患者个体化治疗的理念。同时应当响应国家号召积极促进分级诊疗,这将有利于各地区专科医生结合地区就诊现状对患者以及社区医生进行指导,为建立符合内蒙古地区高尿酸血症、原发性痛风慢病管理平台奠定基础。本次调查研究不足:一方面,未进行内蒙古各地区社区医院医生对痛风和高尿酸血症认知度调查,无法进行社区医生与专科医生对比研究。另一方面,未进行患者对痛风认知度调查,不能制定更有针对性的健康教育方案。

参考文献

- [1]郭韵,王晓非.痛风的诊治现状及展望[J].中国实用内科杂志,2018;38(12):1127-1130
 - [2]李博涵,方卫纲,沙悦.痛风降尿酸治疗依从性影响因素的研究进展[J].中国全科医学,2019;22(07):865-869
 - [3]熊洋洋,李晨,张昀,等.北京地区医生痛风诊疗认知现状的初步调查[J].中华内科杂志,2019;58(04):288-293
 - [4]FitzGerald JD, Dalbeth N, Mikuls T, et al. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout[J]. Arthritis Care Res(Hoboken), 2020;72(6):744-760
 - [5]潘姝,原永芳,金剑.系统评价口服糖皮质激素在人群中治疗痛风急性发作的疗效与安全性[J].世界临床药物, 2018;39(11):749-755
 - [6]中华医学学会风湿病学分会.原发性痛风诊断和治疗指南[J].中华风湿病学杂志,2011;15(06):410-413
 - [7]孟娟,袁晓旭,明昕,等.原发性痛风患者治疗依从性及达标率调查研究[J].中华全科医师杂志,2018;17(04):281-285
 - [8]李林,朱小霞,戴宇翔,等.中国高尿酸血症相关疾病诊疗多学科专家共识[J].中华内科杂志,2017;56(03):235-248
-
- (上接第503页)
- [13]Emilios E Pakos, Panayiotis Megas, Nikolaos K Paschos, Spyridon A Syggelos, Antonios Kouzelis, Georgios Georgiadis, Theodoros A Xenakis. Modified porous tantalum rod technique for the treatment of femoral head osteonecrosis[J]. World Journal of Orthopedics, 2015;6(10):829-837
 - [14]Castro F P, Barrack R L. Core decompression and conservative treatment for avascular necrosis of the femoral head: a meta-analysis.. 2000;29(3):187
 - [15]张国梁,包毅敏,刘瑞,赵建民,王跃文.蜂巢式髓芯减压术治疗早中期成人股骨头缺血性坏死的疗效观察[J].生物骨科材料与临床研究,2016;13(01):13-16+20
 - [16]Miao Haixiong, Ye Dongping, Liang Weiguo, et al. Effect of Osteonecrosis Intervention Rod Versus Core Decompression Using Multiple Small Drill Holes on Early Stages of Necrosis of the Femoral Head: A Prospective Study on a Series of 60 Patients with a Minimum 1-Year-Follow-Up.. 2015;9:179-84
 - [17]Thilo Floerkemeier, André Lutz, Udo Nackenhorst, et al. Core decompression and osteonecrosis intervention rod in osteonecrosis of the femoral head: clinical outcome and finite element analysis. 2011;35(10):1461-1466
 - [18]Mont Michael A, Ragland Phillip S, Etienne Gracia. Core decompression of the femoral head for osteonecrosis using percutaneous multiple small-diameter drilling.. 2004:131-8
 - [19]Steinberg M E, Larcom P G, Strafford B, et al. Core decompression with bone grafting for osteonecrosis of the femoral head. 2001:71
 - [20]Volokh K Y, Yoshida H, Leali A, et al. Prediction of femoral head collapse in osteonecrosis.. 2006;128(3):467
 - [21]Etienne Gracia, Mont Michael A, Ragland Phillip S. The diagnosis and treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head.. 2004;53:67-85
 - [22]何伟伟. 坏死股骨头内部空间结构及生物力学性能研究[D]. 天津医科大学, 2017
 - [23]Ji Yong Bae, Dai Soon Kwak, Kyung Soon Park, et al. Finite Element Analysis of the Multiple Drilling Technique for Early Osteonecrosis of the Femoral Head. 2013;41(12):2528-2537
 - [24]Mont Michael A, Seyler Thorsten M, Plate Johannes F, et al. Uncemented total hip arthroplasty in young adults with osteonecrosis of the femoral head: a comparative study.. 2006; 88 Suppl 3:104