· 短篇论著 ·

SuperPATH入路对老年髋关节置换术患者术后疼痛及髋关节功能的影响

Effect of SuperPATH approach on postoperative pain and hip function in elderly patients undergoing hip arthroplasty

王齐[1],安纪龙[1],刘明[2],李正强[3],陈涛平[1],王云飞[1],焦建宝[1],李静[4],王林[1]
(1. 河北大学附属医院骨科,河北 保定 071000; 2. 定州市人民医院骨科,河北 定州 073000; 3. 白求恩国际和平医院骨科,石家庄 050000; 4. 保定市第一中心医院神经内科,河北 保定 071000)

摘要 探讨改良后外侧(SuperPATH)入路与传统后外侧入路对老年髋关节置换术患者术后疼痛及髋关节功能的影响。选取2023年7月至2024年5月间于河北大学附属医院骨科进行髋关节置换术的87例老年患者作为研究对象,按照随机数字表法分为对照组(43例,采用传统后外侧入路手术)、观察组(44例,采用SuperPATH入路手术)。比较2组围手术期疼痛介质、炎性细胞因子、肌肉损伤标志物、骨代谢指标水平,髋关节功能,治疗效果及不良反应发生情况。结果显示,与对照组比较,观察组患者术中出血量较少,术后卧床、住院时间较短,而手术时间较长($P < 0.05$)。与术前相比,术后1个月、3个月时2组患者5-羟色胺(5-HT)、前列腺素E_2(PGE_2)、C反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)、肿瘤坏死因子α(TNF-α)、肌酸激酶(CK)、乳酸脱氢酶(LDH)、醛固酮(ALD)、抗酒石酸酸性磷酸酶5b(TRACP-5b)水平降低,计时起立-行走测试(TUG)时间减少,而Ⅰ型原胶原氨基端延长肽(PINP)、碱性磷酸酶(ALP)水平、Harris髋关节功能评分(HHS)升高($P < 0.05$),且观察组较对照组变化更显著($P < 0.05$)。观察组不良反应发生率低于对照组,治疗有效率高于对照组($P < 0.05$)。因此认为髋关节置换术老年患者采用SuperPATH入路,可减轻疼痛,提高髋关节功能,值得临床上推广应用。

关键词 髋关节置换术; SuperPATH入路; 后外侧入路; 疼痛; 髋关节功能
中图分类号 R684 **文献标志码** A **文章编号** 0258-4646(2026)02-0184-06
网络出版地址 https://link.cnki.net/urlid/21.1227.R.20260108.1407.016
DOI: 10.12007/j.issn.0258-4646.2026.02.016

髋关节置换术是髋关节疾病的外科治疗手段,可改善患者髋关节疼痛程度,增加关节稳定性,促进髋关节功能恢复[1-2]。对于老年髋关节置换术患者来说,可有效减少并发症及软组织损伤的发生,尽快恢复关节功能。传统后外侧入路对髋部结构干扰小,股骨侧暴露良好且操作简便,还可降低股骨骨折风险;但可能加重患者疼痛,损伤关节周围肌群,延长术后恢复时间[3]。改良后外侧(supercapsular percutaneously assisted total hip,SuperPATH)入路具有切口小、失血量少的特点,能够最大限度保护肌肉、骨质、肌腱部分,缩短术后康复时间[4]。本研究探讨SuperPATH入路对老年髋关节置换术患者术后疼痛和髋关节功能的影响,旨在为髋关节置换术入路方式的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究对象及分组

本研究依据$N=Z_2\times[P\times(1-P)]/E_2$选取样本量。其中$N$为样本量;$Z$为统计量,置信度为95%时,$Z$=1.96,置信度为90%时,$Z$=1.64,初步确定样本量约为76例,考虑10%脱落率,最终确定样本量为87例。

选取2023年7月至2024年5月间于河北大学附属医院骨科单侧进行髋关节置换术的87例老年患者为研究对象。纳入标准:(1)经X线确诊;(2)首次进行髋关节置换术;(3)患者认知、沟通能力正常。排除标准:(1)合并腰椎间盘突出;(2)肝肾功能障碍;(3)恶性肿瘤;(4)合并糖尿病、冠状动脉粥样硬化性心脏病、心力衰竭;(5)髋关节畸形。按照随机数字表法分为对照组($n = 43$)、观察组($n = 44$),2组患者一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,见表1。本研究已获得河北大学附属医院伦理委

基金项目:河北省医学科学研究课题计划(20241235)
作者简介:王齐(1990-),男,主治医师,硕士.
通信作者:王林,E-mail:15612190794@163.com
收稿日期:2025-05-28
网络出版时间:2026-01-08 16:40:39

员会批准(HDFYLL-KY-2024-157),患者及其家属均知情并签署知情同意书。

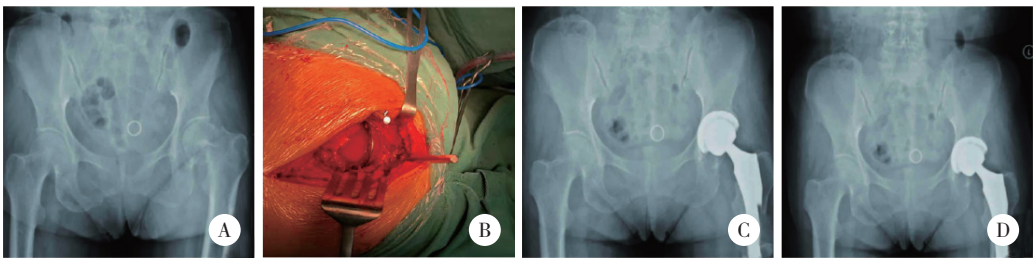
1.2　手术方法

2组患者均进行抗凝治疗,控制血压、血糖,手术前控制饮食,并进行预防性抗感染治疗。

1.2.1　对照组:采用传统后外侧入路手术,麻醉后患者保持侧卧位状态,以股骨大转子为中心,制作12 cm切口,逐层将患者皮肤切开,分离臀小肌、臀中肌,将患者膝关节屈曲,大腿内旋,显露外旋肌群,注意保护坐骨神经;显露并切开关节囊,在小转子上15 mm处截骨,取出股骨头,再将部分关节囊及大部分盂唇切除,显露好髋臼,控制外展45°,前倾角约15°,依次磨挫髋臼,置入髋臼假体及内衬,再次屈膝、屈髋、内旋、内收,暴露股骨距,髓腔锉由小到大保持前倾角15° 依次扩髓,置入股骨假体后复位,然后将伤口冲洗后缝合。典型病例见图1。

表1　2组患者一般临床资料比较

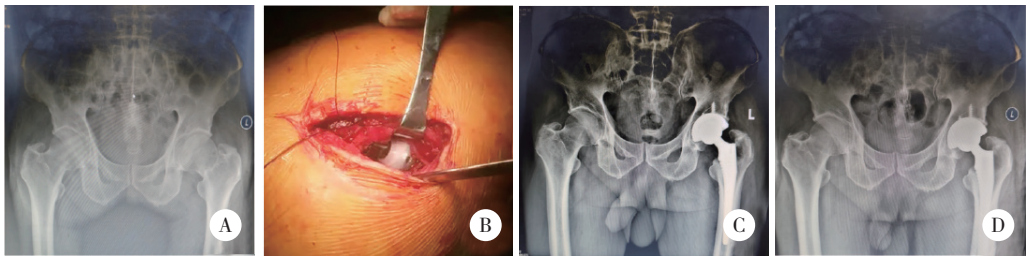
项目	对照组(n = 43)	观察组(n = 44)	t/χ^2	P
年龄(岁)	71.25 ± 4.33	71.30 ± 4.35	0.054	0.957
性别[n(%)]			0.303	0.582
男	25(58.14)	23(52.27)		
女	18(41.86)	21(47.73)		
损伤位置[n(%)]			0.012	0.914
左侧	21(48.84)	22(50.00)		
右侧	22(51.16)	22(50.00)		
Garden骨折分型[n(%)]			0.119	0.730
Ⅲ型	17(39.53)	19(43.18)		
Ⅳ型	26(60.47)	25(56.82)		
致伤原因[n(%)]			0.512	0.608
摔倒	12(27.91)	15(34.09)		
坠床	17(39.53)	16(36.36)		
车祸	14(32.56)	13(29.55)		



A,术前X线检查显示左侧股骨颈骨折;B,后外侧入路使用“耙式”拉勾暴露视野;C,术后X线检查显示假体位置良好;D,随访6个月时X线检查显示左侧髋关节假体位置良好.

图1　72岁女性患者采用传统后外侧入路进行髋关节置换术

1.2.2　观察组:采用SuperPATH入路手术,麻醉后患者保持侧卧位状态,患者屈髋45°、内旋10°,并保持大转子朝上状态。在大转子顶点1 cm处,沿着股骨干轴线向近端切开6~8 cm,逐层切开并分离臀大肌,露出臀中肌后将其表面筋膜切开,钝性分离臀小肌、梨状肌,露出关节囊,按照“L型”将关节囊切开,并将关节囊髋臼附着部1 cm剥离,注意避免损伤坐骨神经。对膝关节进行按压,使其保持内收、屈曲,对梨状窝进行扩髓处理,沿其髓腔将股骨颈切除后将股骨头取出,暴露出髋臼、股骨颈基底部截骨面,置入假体并复位,冲洗伤口后缝合。典型病例见图2。



A，术前X线检查显示左侧股骨颈骨折；B，SuperPATH入路使用“7”型拉钩暴露视野；C，术后X线检查显示假体位置良好；D，随访6个月时X线检查显示髋关节假体位置良好.

图2　66岁女性患者采用SuperPATH入路进行髋关节置换术

1.3　观察指标

观察组患者及对照组患者均至少完成6个月随访。

1.3.1　围手术期相关指标：记录2组患者术中出血量，手术、术后下床及住院时间。

1.3.2　疼痛介质、炎性细胞因子、肌肉损伤标志物和骨代谢指标：收集患者晨起空腹肘静脉血5 mL，4 ℃、3 500 r/min离心15 min，取上清冻存于−80 ℃。采用酶联免疫吸附试验检测5−羟色胺（5-hydroxytryptamine，5-HT）、前列腺素E_2（prostaglandin E_2，PGE_2）、C反应蛋白（C-reactive protein，CRP）、红细胞沉降率（erythrocyte sedimentation rate，ESR）、肿瘤坏死因子α（tumor necrosis factor-α，TNF-α）、肌酸激酶（creatine kinase，CK）、乳酸脱氢酶（lactate dehydrogenase，LDH）、醛固酮（aldosterone，ALD）、Ⅰ型原胶原氨基端延长肽（propeptide of type Ⅰ procollagen，PINP）、抗酒石酸酸性磷酸酶5b（tartrate-resistant acid phosphatase 5b，TRACP-5b）、碱性磷酸酶（alkaline phosphatase，ALP）水平，具体操作按照检测试剂盒说明书进行。

1.3.3　髋关节功能：采用Harris髋关节功能评分（Harris Hip Score，HHS）[5]评估髋关节功能。评估标准：优，90~100分；良，80~89分；一般，70~79分；差，<70分。采用计时起立−行走测试（timed up and go test，TUG）[6]评估功能性步行能力，记录患者从座椅上站起至行走3 m至坐下的时间。

1.3.4　不良反应及治疗效果：记录患者术后切口感染，呼吸、泌尿系统感染，假体松动脱位等不良反应发生情况。评估并记录患者治疗效果，包括：显效，患者疼痛消失，髋关节功能恢复正常；有效，疼痛程度减轻，髋关节功能基本恢复；无效，疼痛程度加重，髋关节功能未恢复[7]。

1.4　统计学分析

采用SPSS 19.0统计软件进行分析。计量资料采用$\bar{x} \pm s$表示，2组比较采用独立样本t检验，组内比较采用配对t检验。计数资料采用率（%）表示，2组比较采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　2组患者围手术期相关指标比较

结果显示，与对照组比较，观察组术中出血量，住院、术后下床时间均明显减少，而手术时间明显增加（$P<0.05$）。见表2。

表2　2组患者围手术期相关指标比较

组别	n	术中出血量（mL）	术后下床时间（h）	手术时间（min）	住院时间（d）
对照组	43	512.45 ± 61.28	26.75 ± 3.41	85.25 ± 9.34	12.36 ± 2.47
观察组	44	471.25 ± 55.36	20.12 ± 3.10	97.25 ± 10.12	7.25 ± 0.85
t		3.292	9.493	5.744	12.962
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2　2组患者治疗前后疼痛介质水平比较

结果显示，与术前比较，术后1个月、3个月2组患者5-HT、PGE_2水平明显降低，且观察组比对照组降低更显著（$P<0.05$）。见表3。

2.3　2组患者治疗前后血清炎性细胞因子水平比较

结果显示，与术前比较，术后1个月、3个月2组

患者CRP、ESR、TNF-α水平明显降低，且观察组比对照组降低更显著（$P<0.05$）。见表4。

2.4　2组患者治疗前后肌肉损伤相关指标比较

结果显示，与术前比较，术后1个月、3个月2组患者LDH、CK、ALD水平显著降低，且观察组比对照组下降更显著（$P<0.05$）。见表5。

表3　2组患者手术前后疼痛介质水平比较

组别	n	5-HT（pg/mL）			PGE_2（pg/mL）		
		术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月
对照组	43	234.12±37.36	129.25±24.45	84.25±9.33	314.25±42.78	165.25±34.14	94.25±10.08
观察组	44	231.25±36.22	105.31±21.03	61.45±7.22	315.02±43.04	132.14±23.33	61.11±7.35
t		0.364	4.900	12.765	0.084	5.292	17.551
P		0.717	<0.001	<0.001	0.934	<0.001	<0.001

表4　2组患者手术前后血清炎性细胞因子水平比较

组别	n	CRP（mg/L）			ESR（mm/h）			TNF-α（pg/L）		
		术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月
对照组	43	31.25±4.34	23.25±3.48	17.23±2.14	24.25±3.68	20.36±3.04	16.25±2.48	336.25±44.75	312.25±41.36	255.36±34.12
观察组	44	31.28±4.36	18.04±2.97	13.25±2.05	24.31±3.70	17.33±2.77	12.77±2.15	338.41±45.33	274.25±38.25	201.25±31.17
t		0.032	7.517	8.860	0.076	4.862	6.998	0.224	4.451	7.726
P		0.974	<0.001	<0.001	0.940	<0.001	<0.001	0.824	<0.001	<0.001

表5　2组患者治疗前后肌肉损伤相关指标比较

组别	n	CK（U/L）			LDH（U/L）			ALD（pg/mL）		
		术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月
对照组	43	124.36±23.11	94.25±10.36	68.25±7.36	322.14±41.44	281.25±37.14	234.05±32.78	94.14±10.02	70.55±8.22	51.25±6.18
观察组	44	123.14±22.87	77.25±8.11	42.89±5.30	321.25±40.39	242.36±35.77	204.12±31.45	94.36±10.21	59.26±6.87	31.25±4.33
t		0.248	8.534	18.475	0.101	4.975	4.346	0.101	6.958	17.515
P		0.805	<0.001	<0.001	0.919	<0.001	<0.001	0.920	<0.001	<0.001

2.5　2组患者治疗前后骨代谢指标比较

结果显示，与术前比较，术后1个月、3个月2组患者PINP、ALP水平显著升高，TRACP-5b水平显著降低，且观察组较对照组变化更显著（$P<0.05$）。见表6。

2.6　2组患者治疗前后髋关节功能比较

表6　2组患者治疗前后骨代谢指标比较

组别	n	PINP（ng/mL）			TRACP-5b（ng/mL）			ALP（U/L）		
		术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月
对照组	43	7.11±0.84	24.15±3.71	32.01±4.12	39.25±4.88	25.45±3.77	17.25±2.58	102.36±21.25	171.25±28.12	211.25±32.77
观察组	44	7.09±0.82	31.25±4.33	39.42±4.85	39.31±4.90	20.12±3.12	12.14±2.05	103.77±22.74	204.36±31.52	247.25±37.03
t		0.169	8.205	7.672	0.057	7.191	10.241	0.299	5.166	4.798
P		0.867	<0.001	<0.001	0.955	<0.001	<0.001	0.766	<0.001	<0.001

结果显示，与术前比较，术后1个月、3个月2组患者HHS明显增加，TUG明显减少；且与对照组比较，观察组HHS升高及TUG下降更显著（$P<0.05$）。见表7。

2.7　2组患者不良反应发生情况及治疗效果比较

结果显示，对照组不良反应总发生率高于观

察组（χ^2=8.790，P = 0.003）。见表8。治疗效果统计显示，观察组治疗有效率高于对照组（χ^2=4.415，P = 0.042），见表9。

表7　2组患者治疗前后髋关节功能相关指标比较

组别	n	HHS			TUG（s）		
		术前	术后1个月	术后3个月	术前	术后1个月	术后3个月
对照组	43	60.36 ± 1.22	71.05 ± 2.33	79.25 ± 3.12	135.25 ± 24.77	64.25 ± 7.33	34.25 ± 4.64
观察组	44	60.39 ± 1.24	77.25 ± 2.45	85.14 ± 3.66	134.02 ± 23.69	47.25 ± 5.69	21.05 ± 3.44
t		0.114	12.090	8.069	0.338	12.100	15.097
P		0.910	<0.001	<0.001	0.737	<0.001	<0.001

表8　2组患者不良反应发生情况比较[n（%）]

组别	n	切口感染	呼吸、泌尿系统感染	假体松动脱位	深静脉血栓	合计
对照组	43	4（9.30）	2（4.65）	4（9.30）	2（4.65）	12（27.90）
观察组	44	0（0.00）	0（0.00）	1（2.27）	1（2.27）	2（4.55）

表9　2组患者治疗效果比较[n（%）]

组别	n	显效	有效	无效	总有效
对照组	43	17（39.53）	15（24.88）	11（25.58）	32（74.42）
观察组	44	21（47.73）	19（43.18）	4（9.09）	40（90.91）

3　讨论

老年股骨颈骨折患者以早期髋关节置换为主要治疗手段。考虑老年患者日常活动量小、身体机能差，临床上治疗主张根据患者年龄及一般身体状况采用全髋或半髋关节置换，这样可减轻患者髋关节疼痛程度，改善髋关节功能[8-9]。目前，临床上多采用传统后外侧入路进行髋关节置换术，然而此入路方式需切开外旋肌群，损伤关节囊及臀大肌，还可能对关节后外侧支撑结构完整性造成一定损伤[10-11]。而SuperPATH入路为微创入路，可减轻髋关节囊的损伤程度，促进髋关节功能恢复[12-13]。本研究结果显示，与对照组比较，观察组患者术中出血量减少，住院、术后下床时间缩短，临床治疗有效率提高，不良反应发生率降低，与李磊[14]研究结果相似。而手术时间上观察组比对照组显著延长，可能是因视野受限增加了手术操作难度所致。

5-HT为神经疼痛介质，其水平升高可导致患者神经根过敏，引发疼痛反应；PGE_2水平升高可增加致痛因子的敏感性，加重患者机体的疼痛感[15-16]。本研究结果显示，与对照组比较，观察组患者术后1个月、3个月CRP、ESR、TNF-α，5-HT、PGE_2水平降低，可能是SuperPATH入路减轻了髋关节周围软组织损伤程度，减轻了机体炎症反应所致。

进行髋关节置换术治疗时，需进行组织剥离和手术切除，不但损伤软组织，导致炎症反应加重，而且也会造成肌肉损伤。CK、LDH、ALD是肌肉损伤相关指标。本研究结果显示，与对照组比较，观察组患者术后1个月、3个月CK、LDH、ALD水平显著降低。分析其原因可能是SuperPATH入路是从肌肉间隙进入，因此减轻了肌肉损伤。另外与对照组比较，观察组患者术后1个月、3个月HHS增高，TUG减少，表明SuperPATH入路可促进患者髋关节功能的恢复。

综上所述，采用SuperPATH入路实施髋关节置换术，可减轻患者炎症反应和肌肉损伤程度，促进髋关节功能恢复，值得临床上推广应用。本研究样本量较小，且病例均来自一家医院，可能存在选择性偏倚，未来需进一步研究论证。

参考文献：

[1] 聂增，姜天龙，郭磊. 生物型髋臼杯高髋关节中心技术在髋关节发育不良髋臼骨缺损全髋关节置换术中的应用[J]. 中国医科大学学报，2025，54（3）：279-281. DOI：10.12007/j.issn.0258-4646.2025.03.018.

[2] 杨世伟，张博，周夏匀，等. 超声引导下腰部竖脊肌平面阻滞与腰方肌阻滞在髋关节置换术中的应用观察[J]. 中国超声医学杂志，2025，41（6）：704-707. DOI：10.3969/j.issn.1002-0101.2025.06.029.

[3] 纪永志，胡凯，王利兵，等. 小切口与传统后外侧入路全髋关节置换术的荟萃分析[J]. 中国矫形外科杂志，2022，30（8）：706-711. DOI：10.3977/j.issn.1005-8478.2022.08.07.

[4] 霍玉龙，王磊，高飞，等. SuperPATH入路与Moore入路全髋关节置换术对老年股骨颈骨折患者术后疼痛、关节功能影响[J]. 临床军医杂志，2025，53（6）：619-622. DOI：10.16680/j.1671-3826.2025.06.16.

[5] 唐泓源，杨明玉，张黎明. 全髋关节置换术病人感觉与功能评价量表的编制与评价[J]. 中华现代护理杂志，2010，16（33）：3969-3973. DOI：10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2010.33.001.

[6] 鲍春蓉，吴绪波，卞邹吉，等. 计时起立–行走测试应用于社区老年人的信效度[J]. 中国老年学杂志，2021，41（23）：5407-5410. DOI：10.3969/j.issn.1005-9202.2021.23.059.

[7] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组，中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会. 成人股骨颈骨折诊治指南[J]. 中华创伤骨科杂志，2018，20（11）：921-928. DOI：10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2018.11.001.

[8] 晏雨川，姜天龙. 生物型短股骨柄人工假体在全髋关节置换术中的应用[J]. 中国医科大学学报，2025，54（10）：951-953. DOI：10.12007/j.issn.0258-4646.2025.10.016.

[9] ANG JJM，ONGGO JR，STOKES CM，et al. Comparing direct anterior approach versus posterior approach or lateral approach in total hip arthroplasty：a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol，2023，33（7）：2773-2792. DOI：10.1007/s00590-023-03528-8.

[10] LINDBERG-LARSEN M，VARNUM C，JAKOBSEN T，et al. Study protocol for discharge on day of surgery after hip and knee arthroplasty from the Center for Fast-track Hip and Knee Replacement[J]. Acta Orthop，2023，94：121-127. DOI：10.2340/17453674.2023.11636.

[11] 蒙法科，张金海，卢庆弘，等. 不同入路在单侧全髋关节置换术中的效果对比[J]. 实用医学杂志，2023，39（12）：1536-1540. DOI：10.3969/j.issn.1006-5725.2023.12.013.

[12] 刘宇，顾三军，徐耀增，等. SuperPATH入路微创髋关节置换治疗老年性股骨颈骨折术中并发症的原因分析及策略[J]. 中国临床解剖学杂志，2023，41（4）：465-469. DOI：10.13418/j.issn.1001-165x.2023.4.16.

[13] 徐咸咸，陈红梅，罗静枝，等. 全髋关节置换术中直接前入路与后外侧入路的疗效比较及对假体位置和血清疼痛介质的影响[J]. 现代生物医学进展，2022，22（12）：2303-2307. DOI：10.13241/j.cnki.pmb.2022.12.021.

[14] 李磊. SuperPATH微创髋关节置换术治疗老年股骨颈骨折的临床价值分析[J]. 中国现代药物应用，2020，14（19）：102-104. DOI：10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2020.19.044.

[15] 马超，唐华羽. 直接前方入路与后外侧入路全髋关节置换治疗老年股骨颈骨折的临床效果分析[J]. 创伤外科杂志，2021，23（2）：136-140. DOI：10.3969/j.issn.1009-4237.2021.02.014.

[16] 马邹，张上上，张鹏，等. 微创直接前侧入路与后外侧入路髋关节置换术治疗股骨颈骨折的效果对比观察[J]. 国际骨科学杂志，2022，43（5）：307-313. DOI：10.3969/j.issn.1673-7083.2022.05.011.

（编辑　武玉欣）

（上接第180页）

nic development in mice[J]. Reprod Biol Endocrinol，2023，21（1）：40. DOI：10.1186/s12958-023-01089-3.

[36] DONKIN I，VERSTEYHE S，INGERSLEV LR，et al. Obesity and bariatric surgery drive epigenetic variation of spermatozoa in humans[J]. Cell Metab，2016，23（2）：369-378. DOI：10.1016/j.cmet.2015.11.004.

[37] KLASTRUP LK，BAK ST，NIELSEN AL. The influence of paternal diet on sncRNA-mediated epigenetic inheritance[J]. Mol Genet Genomics，2019，294（1）：1-11. DOI：10.1007/s00438-018-1492-8.

[38] LIAO H，LU D，REISINGER SN，et al. Mimicking bacterial infection in male mice changes sperm small RNA profiles and multigenerationally alters offspring behavior and physiology[J]. Brain Behav Immun，2024，119：520-538. DOI：10.1016/j.bbi.2024.04.017.

[39] INGERSLEV LR，DONKIN I，FABRE O，et al. Endurance training remodels sperm-borne small RNA expression and methylation at neurological gene hotspots[J]. Clin Epigenetics，2018，10：12. DOI：10.1186/s13148-018-0446-7.

[40] 陈远航，何朗，谭卯，等. lncRNA FGD5-AS1调节miR-133a-3p/SPAG5轴对胃癌细胞迁移和侵袭的影响[J]. 中国医科大学学报，2025，54（5）：401-406. DOI：10.12007/j.issn.0258-4646.2025.05.004.

[41] LI P，CHEN XY，CHANG XL，et al. A preliminary study on the differential expression of long noncoding RNAs and messenger RNAs in obese and control mice[J]. J Cell Biochem，2020，121（2）：1126-1143. DOI：10.1002/jcb.29348.

[42] AN T，ZHANG T，TENG F，et al. Long non-coding RNAs could act as vectors for paternal heredity of high fat diet-induced obesity[J]. Oncotarget，2017，8（29）：47876-47889. DOI：10.18632/oncotarget.18138.

[43] 谷君，任卫东，李会贤，等. circHIPK2调节miR-7-5p/TCF4轴对血管紧张素Ⅱ诱导的血管内皮细胞凋亡的影响[J]. 中国医科大学学报，2025，54（3）：257-261，267. DOI：10.12007/j.issn.0258-4646.2025.03.013.

[44] MANFREVOLA F，CHIOCCARELLI T，MELE VG，et al. Novel insights into circRNA Saga coming from spermatozoa and epididymis of HFD mice[J]. Int J Mol Sci，2023，24（7）：6865. DOI：10.3390/ijms24076865.

（编辑　于　溪）