

· 临床研究 ·

后稳定全膝置换衬垫安放次序的影响

栗磊, 苏振炎*, 张益宏, 邱文奎, 李晓龙, 姬建钧

(开封市中心医院骨科二病区, 河南开封 475000)

摘要: [目的] 探讨后稳定型全膝关节置换术 (posterior-stabilized total knee arthroplasty, PS-TKA) 衬垫安放次序的影响。[方法] 2021年1月—2021年10月本院骨科收治的初次TKA患者93例, 随机分为先安组47膝和后安组46膝, 比较两组临床与影像资料。[结果] 先安组的手术时间显著少于后安组 [(49.1±3.8) min vs (55.3±4.2) min, $P<0.001$], 两组切口长度、术中失血量、术后下地时间、切口愈合情况的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。与术前相比, 两组患者出院时VAS评分、HSS评分、膝ROM均显著改善 ($P<0.05$)。出院时, 先安组HSS评分 [(75.3±5.9) vs (72.2±5.6), $P=0.011$] 显著优于后安组。影像方面, 与术前相比, 两组患者术后髌-膝-踝角 (hip-knee-ankle angle, HKA)、胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MPTA)、股骨机械轴远端外侧角 (mechanical lateral distal femoral angle, mL DFA) 均显著增加 ($P<0.05$)。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 术后先安组的mL DFA显著大于后安组 [(91.1±1.1)° vs (90.6±1.3)°, $P=0.011$]。[结论] 后稳定型全膝关节置换术中优先装配衬垫能够减少手术操作步骤, 缩短手术时间, 有利于关节功能恢复。

关键词: 全膝关节置换术, 聚乙烯衬垫, 影像学参数, 预后

中图分类号: R687.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 09-0936-05

Influence of insert placement sequence in posterior-stabilized total knee arthroplasty // LI Lei, SU Zhen-yan, ZHANG Yi-hong, QIU Wen-kui, LI Xiao-long, JI Jian-jun. The Second Ward, Department of Orthopedics, Central Hospital of Kaifeng City, Kaifeng 475000, China

Abstract: [Objective] To explore the effect of insert placement sequence in posterior-stabilized total knee arthroplasty (PS-TKA). **[Methods]** From January 2021 to October 2021, a total 93 patients who were undergoing initial unilateral PS-TKA in our hospital were randomly divided into two groups. Of them, 47 knees had the insert placed firstly, while other 46 knee group had insert placed secondarily. The documents regarding to perioperative period and images of the two groups were compared. **[Results]** The firstly group proved significantly shorter operation time than the secondarily group [(49.1±3.8) min vs (55.3±4.2) min, $P<0.001$], although there were no significant differences in incision length, intraoperative blood loss, postoperative walking time and incision healing between the two groups ($P>0.05$). The VAS, HSS scores and knee ROM significantly improved in both groups at discharge compared with those preoperatively ($P<0.05$). At discharge, the firstly group was significantly better than the secondarily group in term of HSS score [(75.3±5.9) vs (72.2±5.6), $P=0.011$]. With respect of imaging, the postoperative Hip-knee ankle angle (HKA), medial proximal tibial angle (MPTA) and mechanical lateral distal femoral angle (mL DFA) significantly increased in both groups compared with those preoperatively ($P<0.05$). Despite of insignificant differences in the above imaging indexes between the two groups before operation ($P>0.05$), the firstly group got significantly greater mL DFA than the secondarily group postoperatively [(91.1±1.1)° vs (90.6±1.3)°, $P=0.011$]. **[Conclusion]** In PS-TKA, the insert placed firstly does reduce the operation steps and shorten the operation time, which is conducive to the recovery of joint function in this study.

Key words: total knee arthroplasty, polyethylene insert, imaging parameters, prognosis

全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 是治疗终末期膝骨关节炎的最佳方案^[1], 但术后仍有20.6%的患者出现关节功能不良^[2]。安装误差是导致术后力线差异的人为因素, Howie等^[3]通过113例TKA患者随访发现14%的患者最终力线与截骨力线

差异 $\geq 2^\circ$ 。

目前, 骨水泥源技术对存在的力学偏差或张力不平衡进行微调仍存在不同的观点, 大部分术者担心骨水泥过厚, 影响假体的长期稳定^[4]。但Catani等^[5]采用导航技术利用骨水泥可塑性对假体空间位置进行

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.10.14

作者简介: 栗磊, 主治医师, 研究方向: 骨科临床研究, (电子信箱)lilei1982216@163.com

* 通信作者: 苏振炎, (电子信箱)suzy7210@163.com

调整,以保证力线精确性。传统安装顺序为胫骨平台假体-股骨假体-衬垫试模-聚乙烯垫片,此时金属假体已固定到位,如再调整容易导致假体松动。为此,2021年1月—2021年10月,笔者前瞻性比较两种衬垫安放次序对后稳定型膝关节置换的影响,报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本研究为前瞻性研究。选择2021年1月—2021年10月本院骨科收治的初次TKA患者93例;患者均为III~IV期骨性关节炎患者,膝内翻畸形,行初次单侧全膝关节置换,术前X线片均无严重骨缺损及骨质疏松(图1a);排除类风湿性关节炎、强直性脊柱炎、严重关节屈曲畸形及膝外翻、关节外畸形者。采用抽签法随机将患者分两组,其中,47膝安装顺序为胫骨平台假体-聚乙烯衬垫-股骨假体(先安装组),另外46膝安装顺序为胫骨平台假体-股骨假体-聚乙烯衬垫(后安装组)。两组年龄、性别、病程、K-L分型的差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者术前签署知情同意书。

1.2 手术方法

采用气管全麻+股神经阻滞,行膝前正中切口,切除前交叉韧带,内翻膝患者松解内侧副韧带。首先股骨髓内定位,5°~7°外翻截骨,截骨量约9mm;髓外定位胫骨截骨,截骨量约10mm。后参考联合Whiteside线确定股骨外旋角度及“四合一”截骨。平衡屈伸间隙。

先安组:首先骨水泥固定胫骨平台假体,再安装聚乙烯衬垫(图1b),最后屈曲90°位安装骨水泥固定股骨假体(图1c)。

后安组:首先骨水泥固定胫骨平台假体,再安装骨水泥固定股骨假体,安装聚乙烯衬垫试模,缓慢伸直膝关节,待骨水泥固化后取出衬垫试模,更换聚乙烯衬垫。

两组均采用关节周围注射“鸡尾酒”镇痛,冲洗切口,缝合关节囊,注射氨甲环酸1.0g+生理盐水50ml,术后加压包扎。术后24h常规应用抗生素。

1.3 评价指标

记录围手术期指标,包括手术时间、切口长度、术中失血量、术后下地时间、术后并发症等。

采用疼痛视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)、纽约特种外科医院评分(Hospital for Special Surgery, HSS)、膝关节活动范围(range of motion, ROM)评价临床效果。行影像学检查,记录髋-膝-踝角(hip-knee-ankle angle, HKA)、股骨机械轴远端外侧角(mechanical lateral distal femoral angle, mL DFA)、胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MP-TA)^[6]。

1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0软件对数据进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内两时间点比较采用配对 T 检验;资料呈非正态分布时,采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。等级资料两组比较采用Mann-whitney U 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

两组临床结果见表1。先安组手术时间显著少于后安组($P<0.05$),两组患者切口长度、术中失血量、术后下地时间、切口愈合情况的差异均无统计学意义($P>0.05$)。先安组深静脉血栓6例,后安组为8例,均为肌间静脉血栓,经口服利伐沙班10mg治疗1个月后消失。切口愈合不良患者先安组3例,后安组1例,表现为切口渗液、边缘皮肤坏死,1例经换药局部加压包扎愈合,3例给予清创缝合后,二期愈合。

与术前相比,两组患者出院时VAS评分均显著减少($P<0.05$),HSS评分和膝ROM显著增加($P<0.05$)。两组术前上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$),出院时先安组HSS评分显著优于后安组($P<0.05$);但是,出院时间两组VAS评分和膝ROM的差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 影像评估

两组影像评估结果见表1。与术前相比,两组患者术后HKA、MPTA、mL DFA显著增加($P<0.05$)。术前两组间HKA、MPTA、mL DFA的差异均无统计学意义($P>0.05$)。术后两组间HKA、MPTA的差异均无统计学意义($P>0.05$),但先安组的mL DFA显著大于后安组($P<0.05$)。先安组典型影像见图1。

表 1. 两组患者临床影像资料比较
Table 1. Comparison of clinical and imaging data between the two groups

指标	时间点	先安组 (n=47)	后安组 (n=46)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)		61.8±5.5	62.1±5.1	0.786
性别 (例, 男/女)		20/27	21/25	0.091
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)		21.8±5.3	22.5±4.3	0.487
K-L 分型 (例, III/IV)		23/24	20/26	0.279
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)		49.1±3.8	55.3±4.2	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)		12.4±0.9	12.1±1.1	0.153
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)		18.6±3.6	19.2±3.2	0.398
术后下地时间 (d, $\bar{x} \pm s$)		2.5±0.9	2.7±0.8	0.261
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)		44/3/0	45/1/0	0.319
VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	5.6±1.2	5.9±0.7	0.145
	出院时	3.5±0.8	3.7±0.5	0.152
	P 值	<0.001	<0.001	
HSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	术前	51.1±4.8	50.7±4.2	0.670
	出院时	75.3±5.9	72.2±5.6	0.011
	P 值	<0.001	<0.001	
ROM (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	95.3±7.2	94.3±6.1	0.472
	出院时	103.5±9.7	104.1±9.7	0.766
	P 值	<0.001	<0.001	
HKA (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	172.9±4.8	172.5±3.6	0.651
	术后	178.9±1.1	178.7±1.3	0.425
	P 值	<0.001	<0.001	
MPTA (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	83.5±2.2	83.6±1.9	0.815
	术后	89.1±1.3	89.2±1.1	0.690
	P 值	<0.001	<0.001	
mLDFA (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	88.8±1.7	88.6±1.5	0.645
	术后	91.1±1.1	90.6±1.3	0.038
	P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

目前, 临床上固定平台膝关节聚乙烯衬垫安装仍以安组中操作标准为主, 该方案的优点在于金属假体安装方便, 但亦会出现一些安装误差。刘克敏等^[7]认为该误差主要发生在胫骨侧, 其观察 45 例 TKA 中, 9 例 (20%) 不同程度楔形分布, 2 例患者 HKA 角>3°。另外, 还可能会出现安装聚乙烯衬垫困难, 特别是韧带张力较大的情况。本研究中两组患者的 HKA 角均在±3°以内, 符合 TKA 的技术要求^[8], 但术后 mLDFA 先安组显著大于后安组 ($P<0.05$)。笔者术中观察到先安组中, 胫骨平台假体打压完全到位后安装衬垫, 股骨侧则在安装假体到位后逐步伸直

膝关节, 此时往往由于内侧间隙张力较大, 而给予一定的内翻应力, 导致 mLDFA 略增加, 但这并不影响下肢整体力线。

赵宇驰等^[9]通过对下肢力线的动态分析认为, 膝关节假体安装完成后会产生两种结果, 即外侧软组织张力适中, 内侧软组织屈曲紧张; 或内侧软组织张力适中, 外侧软组织屈曲松弛。本研究中患者均为内翻畸形, 后安组安装假体完成后大部分患者内侧软组织张力大于外侧, 这可能是导致术后关节疼痛、功能受限的主要因素^[10]。为此, 人们提出间隙平衡技术, 以保证内外侧韧带张力平衡^[11]。但目前尚无广泛应用的张力测量工具, 仍需要结合测量截骨和间隙模块判断内外侧韧带张力平衡^[12]。本研究先安组中完成测量截骨后, 利用韧带的“自适应”机制, 可对

伸直间隙的内外侧韧带张力进行微调。术后随访显示, 先安组术后 6、12 个月的 HSS 评分显著优于后安组 ($P<0.05$)。先安组 HSS 评分主要表现为疼痛、

稳定性评分优于后安组, 后安组部分患者存在疼痛, 特别是上下楼和蹲起过程。

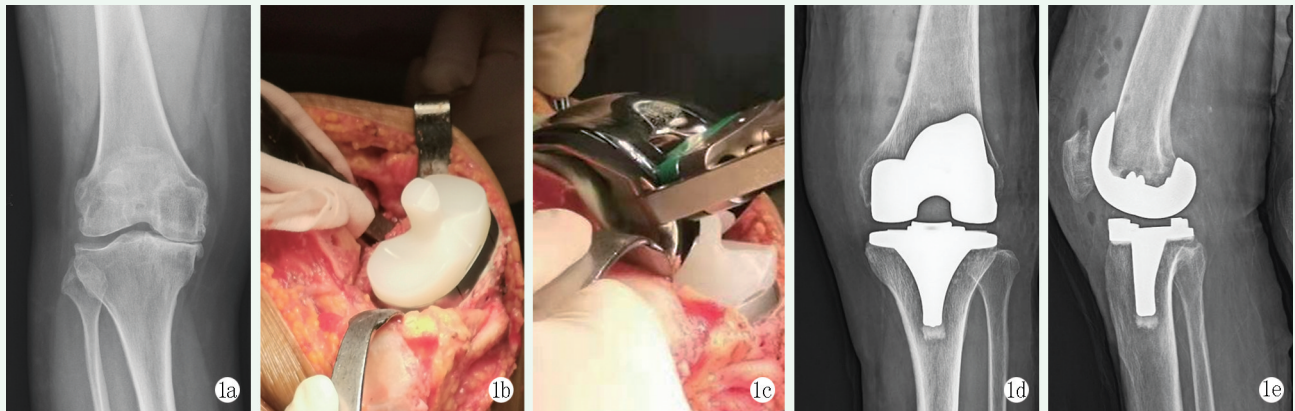


图 1. 患者女性, 55 岁。1a: 术前负重正位 X 线片示内侧间隙严重变窄, 达到骨对骨程度; 1b: TKA 术中安装胫骨平台假体及聚乙烯衬垫; 1c: 再安装股骨假体; 1d: 术后正位 X 线片示 MPTA=89.3°; 1e: 术后侧位 X 线片示胫骨假体前侧骨水泥厚度 2.1 mm, 后侧厚度为 1.9 mm。

Figure 1. A 55-year-old female. 1a: Preoperative weight-bearing anteroposterior (AP) radiographs showed severe narrowing of the medial space, reaching the extent of bone-to-bone; 1b: Tibial platform and polyethylene insert were installed firstly during TKA; 1c: Femoral component was installed secondarily; 1d: Postoperative AP X ray measured MPTA of 89.3°; 1e: Postoperative lateral X-ray measured the tibial platform with anterior cement thickness of 2.1 mm, while the posterior of 1.9 mm.

骨水泥会不会过厚? 可能是术者采取衬垫改良安装方案最为担心的问题。膝关节置换初期骨水泥与骨小梁的互锁有利于膝关节的稳定, 但两者之间仍存在微小间隙、微动、应力遮挡等一系列问题。Miller 等^[13]对 14 个使用时间为 0~20 年的死亡后取回的胫骨部件进行高分辨率切片和成像研究显示, 随着时间的延长, 骨水泥-骨互锁区域会因骨小梁的吸收, 而逐渐减少。过厚的骨水泥可能引发更严重的应力遮挡和骨吸收。Srinivasan 等^[14]采用有限元分析对互锁区为 1.1~5.2 mm 的 4 个胫骨样本研究显示, 应变屏蔽率为 35%~61%。因此, 大部分学者主张将骨水泥厚度控制在 3~5 mm^[15]。本研究中先安组的骨水泥厚度为 (3.5±0.8) mm 大于后安组的 (3.2±0.4) mm, 但差异并无统计学意义。该厚度是否会影响假体的在体时间仍待长期随访观察。

在使用改良方案安装聚乙烯衬垫时应注意以下 3 个方面: (1) 胫骨金属假体必须打压到位后再安装聚乙烯衬垫。胫骨假体存在侧翼, 如安装打压不到位, 单纯依靠间隙挤压, 更容易出现胫骨侧骨水泥的楔形分布; (2) 改良方案中, 不方便清理外溢的骨水泥, 应在骨水泥固化前屈曲膝关节, 清理假体后侧或后外侧角等处残留骨水泥碎屑, 避免形成“第三体撞击”; (3) 骨水泥固化过程中, 应注意完全伸直膝关节, 并给予纵向压力, 避免股骨侧骨水泥间隙不平衡

或过厚, 增加内外侧副韧带张力。

综上, 本研究结果显示, 全膝关节置换术中优先装配衬垫能够减少手术操作步骤, 缩短手术时间, 能够充分利用韧带自身张力控制间隙平衡, 有利于关节功能恢复。

参考文献

- [1] 康健, 冯晓雷, 付志厚, 等. 两种导航辅助全膝关节置换的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (10): 876-880. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.03.
Kang J, Feng XL, Fu ZH, et al. Comparison of two navigations used as assistance in total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (10): 876-880. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.03.
- [2] 吴晓光, 谢峰. 全膝关节置换术后膝关节不稳定危险因素评估 [J]. 第三军医大学学报, 2021, 43 (13): 1263-1268. DOI: 10.16016/j.1000-5404.202101013.
Wu XG, Xie F. Risk factors for knee instability after total knee arthroplasty surgery [J]. Journal of Third Military Medical University, 2021, 43 (13): 1263-1268. DOI: 10.16016/j.1000-5404.202101013.
- [3] Howie DF, Love GJ, Deakin AH, et al. Intra-operative deviation in limb alignment occurring at implantation in total knee arthroplasty [J]. Knee, 2015, 22 (1): 47-50. DOI: 10.1016/j.knee.2014.11.005.
- [4] 宋敏, 卢超, 陈锦, 等. 全膝关节置换过程中应用止血带对骨水泥渗透厚度影响的 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25 (12): 1917-1923. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3790.

- Song M, Lu C, Chen J, et al. Application of tourniquet affects thickness of bone cement penetration in total knee arthroplasty: a meta-analysis [J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25 (12): 1917-1923. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.3790.
- [5] Catani F, Biasca N, Ensini A, et al. Alignment deviation between bone resection and final implant positioning in computer-navigated total knee arthroplasty [J]. J Bone Joint Surg Am, 2008, 90 (4): 765-771. DOI: 10.2106/JBJS.G.00293.
- [6] 鲁洋, 周汇霖, 郝睿峥, 等. 内侧间室性膝骨关节炎形变部位的影像学分型及临床意义研究 [J]. 河北医科大学学报, 2019, 40 (7): 794-798. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2019.07.012.
- Lu Y, Zhou HL, Hao RZ, et al. Deformation-based imaging classification of medial compartment knee osteoarthritis and its clinical significance [J]. Journal of Hebei Medical University, 2019, 40 (7): 794-798. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3205.2019.07.012.
- [7] 刘克敏, 亓攀, 闵红巍, 等. 骨水泥技术与力线微偏差 [J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2017, 11 (5): 526-530. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2017.05.016.
- Liu KM, Qi P, Min HW, et al. Bone cement and intra-operative deviation in limb alignment in total knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Joint Surgery (Electrical Edition), 2017, 11 (5): 526-530. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-134X.2017.05.016.
- [8] 蔺海山, 王利. 全膝关节置换术后患肢机械轴线变化趋势研究 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36 (6): 607-609. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.06.015.
- Lin HS, Wang L. A study on the trend of mechanical axial force line changes in the affected limb after total knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2021, 36 (6): 607-609. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.06.015.
- [9] 赵宇驰, 王诗军, 赵中原, 等. 全膝关节置换术中截骨技术对下肢动态力线影响的数学分析 [J]. 中华外科杂志, 2016, 54 (4): 241-246. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.04.001.
- Zhao YC, Wang SJ, Zhao ZY, et al. Mathematical analysis of the influences of femoral and tibial bone cuts on the dynamic alignment in total knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Surgery, 2016, 54 (4): 241-246. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2016.04.001.
- [10] Meneghini RM, Grant TW, Ishmael MK, et al. Leaving residual varus alignment after total knee arthroplasty does not improve patient outcomes [J]. J Arthroplasty, 2017, 32 (9S): S171-S176. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.064.
- [11] 樊宗庆, 储成顶, 聂宇, 等. 全膝关节置换个性化联合间隙平衡 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (20): 1830-1835. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.20.02.
- Fan ZQ, Chu CD, Nie Y, et al. Personalized combined gap balancing technique in total knee arthroplasty [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (20): 1830-1835. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.20.02.
- [12] 齐志远, 陈秀民, 王在斌, 等. 测量截骨联合间隙平衡截骨技术在全膝关节置换术中的应用研究 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (9): 541-551. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200814-00500.
- Qi ZY, Chen XM, Wang ZB, et al. The clinical outcome of measured resection combined with gap balancing technique in total knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2021, 41 (9): 541-551. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200814-00500.
- [13] Miller MA, Goodheart JR, Izant TH, et al. Loss of cement-bone interlock in retrieved tibial components from total knee arthroplasties [J]. Clin Orthop Relat Res, 2013, 472 (1): 304-313. DOI: 10.1007/s11999-013-3248-4.
- [14] Srinivasan P, Miller MA, Verdonchot N, et al. Strain shielding in trabecular bone at the tibial cement-bone interface [J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2017, 66: 181-186. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2016.11.006.
- [15] 杨健齐, 魏鲁青, 张健平, 等. 全膝关节置换术中止血带应用对假体骨水泥厚度影响的对照研究 [J]. 重庆医学, 2017, 46 (6): 782-785. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2017.06.020.
- Yang JQ, Wei LQ, Zhang JP, et al. The effect of the tourniquet on cement mantle thickness in total knee arthroplasty [J]. Chongqing Medicine, 2017, 46 (6): 782-785. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2017.06.020.

(收稿:2023-03-20 修回:2024-01-17)

(同行评议专家: 汤志辉, 唐开, 高文香)

(本文编辑: 郭秀婷)