

1

全膝关节置换术后疼痛评估

Raymond H. Kim, MD; Bryan D. Springer, MD; Douglas A. Dennis, MD

全膝关节置换术（total knee arthroplasty, TKA）因其良好的生存率和临床疗效被誉为关节外科最成功的手术之一^[1-3]。然而，这种手术也存在一些并发症，其中最常见的是术后疼痛。在鉴别诊断的时候，我们需要考虑引起 TKA 术后疼痛的膝关节内外各种因素。TKA 术后疼痛的评估包括详细的病史分析、完整的体格检查、实验室检查、影像学检查，必要时行关节穿刺。这一章将主要讨论如何评估 TKA 术后疼痛。

鉴别诊断

TKA 术后疼痛的病因可分为关节内和关节外因素。关节内因素除了较为常见的感染、假体松动、不稳、假体磨损、髌股关节紊乱和假体周围骨溶解外，还包括了假体断裂、磨损颗粒引起的滑膜炎、髌骨弹响综合征（图 1-1）、髌骨缺血、未置换髌骨、软组织撞击综合征、腓肠豆撞击、腓肌腱功能不良、假体外悬、异位骨化（图 1-2）、复发性关节血肿和髓内柄引起的疼痛等这些少见因素。关节外因素则主要包括髋关节疾病（关节炎、股骨头缺血性坏死或骨折）、腰椎病变（椎间盘退变、腰椎神经根受压）、血管疾病（血管功能不良、动脉瘤、血栓形成）、肌腱炎、滑囊炎、皮肤神经瘤、交感神经反射性营养不良（reflex sympathetic dystrophy, RSD）和心理疾病等。病史采集、查体、实验室检查和影像学检查相结合分析将有助于明确诊断。

病史采集

详细的病史采集是评估 TKA 术后疼痛的第一步。采集病史时应首先询问行初次关



图 1-1 关节镜下观察到的增厚的滑膜，其导致了膝关节捻发音



图 1-2 侧位片观察到的异位骨化

节置换术的病因。若有术前影像学资料，应仔细检查确认术前膝关节内是否存在终末期关节炎病变。若术前影像学检查提示膝关节内存在轻度的退行性病变，则当仔细检查髋关节和脊柱情况，以判断是否是因牵涉痛引起的症状。

还应当注意的是要明确疼痛的部位和特点，是局部疼痛还是放射痛，疼痛的发作及持续时间，疼痛的性质（刺痛、持续痛、烧灼痛），疼痛的强度以及加剧或减轻疼痛的因素。负重性疼痛与静息性疼痛不同，负重性疼痛通常是由于假体松动或不稳，而静息性疼痛则可能是因为感染。

疼痛出现的时间早晚也同样具有重要的诊断意义。如果患者术后恢复良好，而数月后才出现疼痛，则可能是血源性感染、假体松动或不稳。若初次关节置换术后疼痛一直不缓解，则可考虑为感染、不稳、假体移位或关节外因素。此外，还要考虑是否存在术前误诊的情况。

感染是 TKA 术后疼痛首先要怀疑和排除的因素。应注意感染相关的危险因素包括：TKA 术前感染史^[4]、导致免疫力下降的疾病（类风湿关节炎^[5]、使用类固醇^[6]、糖尿病^[7]、营养不良^[8]、肥胖^[9]、银屑病关节炎^[10]）、术后伤口愈合不良或流脓、发热、寒战和静息痛等。近期行牙科、胃肠道或泌尿系统相关的有创性操作而未预防性使用抗生素时需特别注意，同时也需要注意合并活动性感染如肺部感染、尿路感染、口腔脓肿、下肢皮肤溃疡、心脏瓣膜赘生物或其他能够引起菌血症的情况。

最后，回顾初次术后的手术记录，明确假体类型、限制程度以及术中操作可能引发的潜在并发症同样很重要。

体格检查

体格检查可以辅助评估关节外因素导致的 TKA 术后疼痛，因此查体时先从关节外查起，最后再检查膝关节。通过一般体格检查，我们可以初步评估患者疼痛的严重程度与强度。急性疼痛可能是关节内的急性感染或假体周围骨折所致。同时，查体也应当行步态分析，以评估腰椎侧弯、脊柱体位、臀部挛缩、摇摆步态和下肢力线等情况。可以通过对腰椎和患侧髋关节详尽的体格检查，排查神经根性痛和放射性髋部疼痛。在检查脊柱时要对神经系统进行评估，尤其要注意有无任何躯体运动或感觉障碍。血管检查同样至关重要，不仅有利于分析跛行引起的疼痛，且能够作为基准曲线与术后进行对比。

膝关节检查时从膝部皮肤开始，观察是否存在陈旧性手术瘢痕，明确患者的既往手术史（图 1-3）。关节镜手术、开放性半月板切除术、韧带重建术、胫骨结节牵引术或骨折内固定术等留下的陈旧性瘢痕能够提供很多在病史采集时患者遗漏的信息，这些有可能是因为当初的手术太复杂而没有很好地解释给患者，或时间太久远而被遗忘了。如果患者的皮肤发红和皮温升高，提示有急性炎症或潜在感染的可能。膝关节积液可以通过浮髌试验来检查，阳性提示膝关节存在滑膜炎或关节积血。当膝关节周围有压痛时需要判断疼痛是否与患者的症状相一致。膝关节的活动度通过主动和被动活动来确定。髌骨弹响综合征表现为患者主动伸膝时发出弹响，而被动外伸时无弹响。检查膝关节活动度时需要同时检查膝关节的主动与被动屈伸程度。当伸肌的主动活动与被动活动存在差异时，提示伸膝装置异常。当膝关节过伸时，考虑可能是膝关节伸直肌减弱并触发代偿机制的结果。做膝关节的稳定度检查时，应保持完全伸膝位，分别施以内翻和外翻应力，以检查副韧带功能是否完整。检查膝关节的前后稳定度时应当让患者屈膝 90° 并保持腘绳肌和股四头肌放松。评估膝关节屈曲不稳时，患者应坐



图 1-3 手术瘢痕的评估

在检查台上并使膝盖悬在检查台的边缘，以消除靠大腿重量造成屈曲稳定的假象。患者大腿固定，检查者握住踝关节快速上下推拉小腿，在胫骨假体的上表面与股骨后髁部之间有可能会形成一个间隙。可观察到一个大的屈曲间隙。关节不稳造成的积液通常比较多，但不同于感染或炎症的是，其关节囊和皮肤通常比较松弛。在测量膝关节活动度时也要同时测量髌骨轨迹，以排除髌骨轨迹不良或髌骨倾斜等因素。

最后，在完善影像学检查后，应重复一次体格检查，以确保影像学与体格检查的结果相吻合。

实验室检查

实验室检查有利于区别感染性和无菌性膝关节疼痛。血液学检查应当包括全血细胞计数和分类、红细胞沉降率（ESR）和 C 反应蛋白（CRP）。尽管白细胞升高提示可能存在活动性感染，但白细胞正常时也不能排除感染。即便在无并发症的膝关节置换术后，红细胞沉降率通常也会持续升高 3 ~ 6 个月^[11]。Barrack 等人通过对比术前、术后的红细胞沉降率变化认为，当红细胞沉降率超过 30 mm/h 时可诊断为 TKA 术后感染的灵敏度为 80%^[12]，特异度为 62.5%，阳性预测值为 47.1%，阴性预测值为 88.2%。TKA 术后感染的另一项指标是 CRP，一般在术后 2 ~ 3 天达到峰值。ESR 升高伴有 CRP 升高时诊断感染的灵敏度为 96%，特异度为 95%^[13]。

关节穿刺术

关节穿刺对诊断 TKA 术后疼痛是否存在关节感染很有帮助。Barrack 等人分析了 69 例 TKA 翻修病例发现,通过膝关节穿刺术来诊断感染的灵敏度为 65.4%,特异度为 96.1%,精准度为 85.7%,阳性预测值为 89.5%,阴性预测值为 84.5%^[12]。Mason 等人发现当穿刺液中白细胞计数 (WBC) 超过 $2500/\text{mm}^3$ 以及多形核细胞 (PMN) 比例超过 60% 时,诊断感染的灵敏度为 98%,特异度为 95%^[14]。Trampuz 和 Hanssen 等人的研究也得到类似的结论,他们发现当白细胞计数 (WBC) 超过 $1700/\text{mm}^3$ 或多形核细胞 (PMN) 比例超过 65% 时,诊断膝关节假体感染的灵敏度为 97%,特异度为 98%^[15]。

影像学检查

影像学检查应该包括标准的正侧位及 Merchant 位 X 线片^[16]。侧位 X 线片能够用来检查股骨端假体的大小、矢状位对线以及假体安放位置、胫骨倾斜度、股骨后端是否存在骨质增生、异位骨化、假体松动、关节线水平和髌骨下沉。Merchant 位片能够用来判断是否存在髌骨关节表面撞击 (图 1-4) 以及评估髌骨轨迹。下肢全长 X 线检查可用来评估关节外病变,例如骨畸形愈合、骨肿瘤或应力性骨折,这些在常规膝关节 X 线检查中容易被忽略。若膝关节疼痛与髌部病变有关则还需要进行髌部和骨盆的影像学检查。综上所述,回顾性分析初次 TKA 术前 X 线片有利于确定膝关节的退行性改变,从而明确疼痛是否主要来源于膝关节。同时,与早期术后 X 线片对比分析,有助于评估假体固定界面透亮线的进展、假体移位以及骨溶解。内翻或外翻应力下行 X 线检查便于分析侧副韧带的稳定性。Fehring 和 McAvoy 发现利用透视引导下的 X 线检查能够诊断假体松动^[17],透视能够用来确保 X 线轴位与假体固定界面完美相切,从而评估假体的稳定状况。

其他检查

其他成像技术也有助于 TKA 术后疼痛的诊断。核素扫描在 TKA 术后评估中的作用尚不确定,常用的包括^{99m} 锝-HDT 骨扫描、枸橼酸镓 (gallium citrate) 骨扫描、



图 1-4 Merchant 位观察到的面撞击

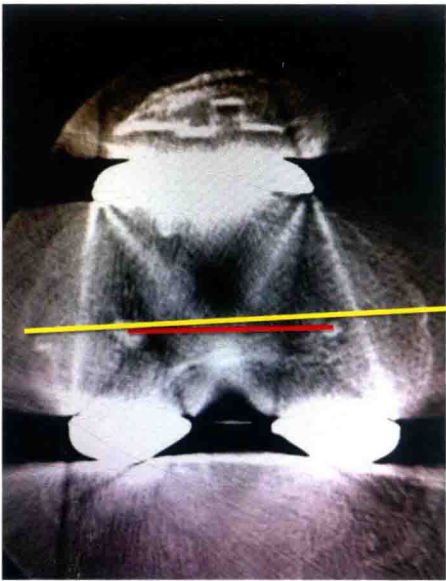


图 1-5 利用 CT 来评估假体的旋转不良

¹¹¹ 钢标记白细胞扫描和胶体硫（sulfur colloid）骨髓扫描。核素扫描的敏感性很高但是特异性较差，并且通常在 TKA 术后很长的一段时间内放射活性持续增高^[18]。Rand 和 Brown^[19] 回顾分析了 38 例 ¹¹¹ 钢标记扫描 TKA 患者，其中 18 例感染，20 例非感染，研究结果显示灵敏度为 83%，特异度为 85%，而诊断准确性为 84%。在类风湿关节炎或者有大块骨溶解时，偶尔会出现假阳性。核素扫描结果为阴性而排除感染和松动的临床意义更大。

CT 扫描可用来评估假体旋转对线情况（图 1-5）^[20-21]。薄层水平位图像可用于测量股骨假体相对于股骨上髁轴线的旋转角度，而胫骨假体旋转是相对于胫骨结节进行测量的。同时，CT 也可用来评估骨溶解的程度。

有报道指出 MRI 也有助于诊断 TKA 术后疼痛。Sofka 等人^[22] 采用金属伪影抑制 MRI 技术对 46 例问题 TKA 患者进行分析，结果显示 MRI 检查在 20 例（43.5%）患者中具有诊断价值，提供了各种诊断信息，包括骨溶解、滑膜炎、黏液囊炎、韧带或肌腱损伤、脂肪垫瘢痕化、色素沉着绒毛结节性滑膜炎和肌内血肿。

TKA 术后疼痛的关节内因素

在完成详细的病史采集、全面的体格检查、适当的实验室检查后，需要重新评估鉴别诊断。首先应排除引起膝关节疼痛的关节外因素，其次再关注关节内的致痛原因。在排除了关节外因素后，需注意引起 TKA 失败的常见因素。Sharkey 等人认为造成 TKA 失败的最常见因素包括聚乙烯磨损、假体松动、假体不稳、感染、关节纤维化、对线不良^[23]；若能排除了这些常见原因，则继续探查其他可能引起疼痛的原因。

磨损颗粒所引起的滑膜炎往往发生在 TKA 术后几个月到数年，并常伴有关节积

液。当胫骨假体或髌骨假体的聚乙烯衬垫过度磨损并露出金属底托,膝关节活动时能闻及金属摩擦音。利用偏振光显微镜对关节穿刺液进行观察或关节镜下直接肉眼观察将有助于进一步确诊。

关节内刺激可能是引起 TKA 术后疼痛的原因之一。当股骨端或胫骨端假体外悬时会导致侧副韧带或关节囊的刺痛感,这最常见于胫骨平台内缘,因为内侧副韧带和胫骨内侧面比较靠近,而外侧副韧带因为止于腓骨小头而与胫骨外侧缘之间存在一定间距,所以胫骨平台假体向胫骨平台外侧轻微超出不会像内侧那样容易引起疼痛。髌骨脂肪垫的撞击^[24]或者腓肠豆增大后的撞击^[25]都能够引起关节内软组织疼痛。关节内软组织刺激还有很多原因,包括股骨远端骨赘残留,骨水泥突出假体边缘^[26]或者关节内的纤维条带^[27]。Barnes 和 Scott^[28]描述了腓肌腱功能不良导致的术后膝关节外后方疼痛和弹响,腓肌腱常常与股骨外髁残留的骨赘或者股骨假体外缘相撞击。在术后的侧位 X 线片上偶尔能见到异位骨化,但是只有大块的异位骨化才会引起疼痛^[29]。

大量的研究认为疼痛和关节内血肿的反复发作通常与滑膜撞击或嵌顿有关^[30-33],偶尔也见于色素沉着绒毛结节性滑膜炎。皮肤神经瘤是引起 TKA 术后疼痛的一种罕见因素。Dellon 等人^[34]随访了 70 例皮肤神经瘤引起 TKA 术后疼痛的患者,发现疼痛通常发生在 TKA 手术切口的远端,沿着隐神经的髌下分支。86% 的患者在去神经化手术后疼痛能得到缓解。在使用骨干皮质接触型延长杆的 TKA 患者中,术后疼痛通常来源于股骨或胫骨的“假体末端”疼痛^[35]。

髌骨因素也是 TKA 术后疼痛的重要原因之一。髌骨表面置换时,若髌骨假体安放靠内,使外侧相当一部分髌骨床无假体覆盖,则髌骨外侧方暴露而容易出现刺激痛。通常表现为髌骨外侧方疼痛,髌骨外侧边缘的空虚感,骨扫描时表现为同位素摄取增加。骨扫描证实髌骨缺血也能够导致膝前区疼痛^[36],当然,在未行髌骨表面置换的 TKA 患者中也会出现膝前区疼痛。尽管对初次 TKA 时是否应行髌骨表面置换尚存在争议,但越来越多的证据表明未行髌骨表面置换的患者疼痛会随着时间的延长而恶化,最终导致膝前区疼痛的概率高达 29%^[37]。并且,二期置换时出现疼痛的概率要远高于首次行髌骨表面置换患者的概率^[38]。前瞻性随机对照试验的结果更倾向于初次 TKA 时行髌骨表面置换,研究表明因疼痛行髌骨二期置换的概率要高于髌骨初次置换带来的并发症发生率^[39-40]。

引起 TKA 术后疼痛的另一因素是髌骨弹响(clunk)综合征,这通常是由于在髌骨上极和股四头肌腱末端交界处的髌周纤维滑膜增生所致的。当膝关节在深屈位时,纤维滑膜增生物卡在 PS 股骨假体的髌间部分,引起无痛或有痛性卡压或弹响。该综合征的发病率已高达 14%^[41-45]。严重时,需要通过关节镜或切开清创术等外科手段来清除增生组织^[41,44-45]。最近的一项研究将 60 例 TKA 术后出现髌骨 Clunk 综合征并需要外科治疗的患者与未出现髌骨摩擦或卡压的患者进行对照分析,结果显示髌骨 Clunk 综合征的平均发病时间为术后 10.9 个月^[46]。髌骨 Clunk 综合征的发生通常与下列因素相关:大量膝关节手术史、髌骨假体过小、髌骨假体较薄、术前和术后髌韧带过短以及股骨假体屈曲位安置。

TKA 术后疼痛与金属过敏反应也有关系。最近一项报道显示一例 TKA 术后出现疼痛和关节僵硬的患者重新置换了陶瓷股骨假体和钛合金胫骨假体后，疼痛和僵硬都得到了缓解^[47]。Granchi 等的一项研究通过 X 线片和骨扫描证实术前有迟发型金属过敏反应的患者发生假体松动的可能性比一般患者高 4 倍^[48]。骨水泥中含有的过氧化苯甲酰同样也是一种罕见的过敏原，能够引起疼痛、肿胀、皮肤炎性反应和假体松动^[49]。尽管在全关节置换失败的患者中出现皮肤过敏的概率比一般患者要高，但目前仍缺乏常规检测金属过敏反应的手段^[50]。

小 结

引起 TKA 术后疼痛的关节内和关节外因素有很多。需要通过详细的病史采集和体检、实验室检查以及影像学评估来确定疼痛的原因所在。在未能确定 TKA 术后疼痛原因的情况下贸然行翻修手术，术后效果往往会较差。对于这些患者，需要反复进行评估检查，直到明确疼痛的原因。

参考文献

1. Colizza WA, Insall JN, Scuderi GR. The posterior stabilized total knee prosthesis: assessment of polyethylene damage and osteolysis after a ten-year-minimum follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:1713.
2. Dennis DA, Clayton ML, O'Donnell S, Mack RP, Stringer EA. Posterior cruciate condylar total knee arthroplasty. Average 11-year follow-up evaluation. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;281:168-176.
3. Ranawat CS, Luessenhop CP, Rodriguez JS. The press-fit condylar modular total knee system: four to six year results with a posterior-cruciate-substituting design. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:342.
4. Jerry GJ, Rand JA, Ilstrup D. Old sepsis prior to total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;236:135-140.
5. Green JP. Steroid therapy and wound healing in surgical patients. *Br J Surg.* 1965;52:523-525.
6. England SP, Stern SH, Insall JN, Windsor RE. Total knee arthroplasty in diabetes mellitus. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;260:130-134.
7. Dickaut SC, DeLee JC, Page CP. Nutritional status: importance in predicting wound-healing after amputation. *J Bone Joint Surg.* 1984;66A:71-75.
8. Wilson MG, Kelley K, Thornhill TS. Infection as a complication of total knee arthroplasty: risk factors and treatment in sixty-seven cases. *J Bone Joint Surg.* 1990;72A:878-883.
9. Stern SH, Insall JN, Windsor RE, Inglis AE, Dines DM. Total knee arthroplasty in patients with psoriasis. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;248:108-110; discussion 111.
10. Della Valle CJ, Sporer SM, Jacobs JJ, Berger RA, Rosenberg AG, Paprosky WG. Preoperative testing for sepsis before revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22(6 suppl 2):90-93.
11. Evans BG, Cuckler JM. Evaluation of the painful total hip arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 1992;23:303.
12. Barrack RL, Jennings RW, Wolfe MW, Bertot AJ. The Coventry Award. The value of preoperative aspiration before total knee revision. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;345:8-16.
13. Sanzen L, Carlsson AS. The diagnostic value of C-reactive protein in infected total hip arthroplasties. *J Bone Joint Surg.* 1989;71B:638-641.
14. Mason JB, Fehring TK, Odum SM, Griffin WL, Nussman DS. The value of white blood cell counts before revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18(8):1038-1043.
15. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential diagnosis of infection. *Am J Med.* 2004;117(8):556-562.
16. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congru-

- ence. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56(7):1391-1396.
17. Fehring TK, McAvoy G. Fluoroscopic evaluation of the painful total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;331:226-233.
18. Oswald SG, Van Nostrand D, Savory CG, Anderson JH, Callaghan JJ. The acetabulum: a prospective study of three-phase bone and indium white blood cell scintigraphy following porous coated hip arthroplasty. *J Nucl Med.* 1990;31:274-280.
19. Rand JA, Brown ML. The value of indium 111 leukocyte scanning in the evaluation of painful or infected total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;259:179-182.
20. Boldt JG, Stiehl JB, Hodler J, Zanetti M, Munzinger U. Femoral component rotation and arthrofibrosis following mobile-bearing total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2006;30(5):420-425.
21. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:144-153.
22. Sofka CM, Potter HG, Figgie M, Laskin R. Magnetic resonance imaging of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;406:129-135.
23. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:7-13.
24. Dye SF, Vaupel GL, Dye CC. Conscious neurosensory mapping of the internal structures of the human knee without intra-articular anesthesia. *Am J Sports Med.* 1998;26(6):773-777.
25. Larson JE, Becker DA. Fabellar impingement in total knee arthroplasty. A case report. *J Arthroplasty.* 1993;8(1):95-97.
26. Dennis DA, Channer M. Retained distal femoral osteophyte: an infrequent cause of postoperative pain following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1992;7:193-195.
27. Lintner DM, Bocell JR, Tullos HS. Arthroscopic treatment of intraarticular fibrous bands after total knee arthroplasty. A followup note. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;309:230-233.
28. Barnes CL, Scott RD. Popliteus tendon dysfunction following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1995;10(4):543-545.
29. Barrack RL, Brumfield CS, Rorabeck CH, Cleland D, Myers L. Heterotopic ossification after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:208-213.
30. Ballard WT, Clark CR, Callaghan JJ. Recurrent spontaneous hemarthrosis nine years after a total knee arthroplasty. A presentation with pigmented villonodular synovitis. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(5):764-767.
31. Kindsfater K, Scott R. Recurrent hemarthrosis after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1995;10(suppl):S52-S55.
32. Worland RL, Jessup DE. Recurrent hemarthrosis after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1996;11(8):977-978.
33. Cunningham RB, Mariani EM. Spontaneous hemarthrosis 6 years after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16(1):133-135.
34. Dellon AL, Mont MA, Mullick T, Hungerford DS. Partial denervation for persistent neuroma pain around the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;329:216-222.
35. Barrack RL, Stanley T, Burt M, Hopkins S. The effect of stem design on end-of-stem pain in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;7 suppl 2:119-124.
36. Gelfer Y, Pinkas L, Horne T, Halperin N, Alk D, Robinson D. Symptomatic transient patellar ischemia following total knee replacement as detected by scintigraphy. A prospective, randomized, double-blind study comparing the mid-vastus to the medial para-patellar approach. *Knee.* 2003;10(4):341-345.
37. Picetti GD 3rd, McGann WA, Welch RB. The patellofemoral joint after total knee arthroplasty without patellar resurfacing. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(9):1379-1382.
38. Boyd AD Jr, Ewald FC, Thomas WH, Poss R, Sledge CB. Long-term complications after total knee arthroplasty with or without resurfacing of the patella. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(5):674-681.
39. Barrack RL, Bertot AJ, Wolfe MW, Waldman DA, Milicic M, Myers L. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study with five to seven years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A(9):1376-1381.
40. Nizard RS, Biau D, Porcher R, et al. A meta-analysis of patellar replacement in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(432):196-203.
41. Beight JA, Yao B, Hozack WJ, Hearn SL, Booth RE. The patellar "clunk" syndrome after posterior stabilized total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;299:139-142.
42. Clarke HD, Fuchs R, Scuderi GR, Mills EL, Scott WN, Insall JN. The influence of femoral component

- p>design in the elimination of patellar clunk in posterior-stabilized total knee arthroplasty.
- J Arthroplasty*
- . 2006;21:167-171.
43. Fukunaga K, Kobayashi A, Minoda Y, Iwaki H, Hashimoto Y, Takaoka K. The incidence of the patellar clunk syndrome in a recently designed mobile-bearing posterior stabilized total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91-B:463-468.
44. Lonner JH, Jasko JG, Bezwada HP, Nazarian DG. Incidence of patellar clunk with a modern posterior-stabilized knee design. *Am J Orthop*. 2007;36:550-553.
45. Ranawat AS, Ranawat CS, Slamin JE, Dennis DA. Patellar crepitation in the P.F.C. Sigma total knee system. *Orthopedics*. 2006;29(suppl):S68-S70.
46. Dennis DA, Kim RH, Johnson DR, Springer BD, Fehring TK, Sharma A. The John Insall Award: control-matched evaluation of painful patellar crepitus after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:10-17.
47. Bergschmidt P, Bader R, Mittelmeier W. Metal hypersensitivity in total knee arthroplasty: revision surgery using a ceramic femoral component—a case report. *Knee*. 2012;19(2):144-147.
48. Granchi D, Cenni E, Tigani D, Trisolino G, Baldini N, Giunti A. Sensitivity to implant materials in patients with total knee arthroplasties. *Biomaterials*. 2008;29:1494-1500.
49. Bircher A, Friederich NF, Seelig W, Scherer K. Allergic complications from orthopaedic joint implants: the role of delayed hypersensitivity to benzoyl peroxide in bone cement. *Contact Dermatitis*. 2012;66(1):20-26.
50. Hallab N, Merritt K, Jacobs JJ. Metal sensitivity in patients with orthopaedic implants. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83A:428-436.
51. Mont MA, Serna FK, Krackow KA, Hungerford DS. Exploration of radiographically normal total knee replacement for unexplained pain. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;331:216-220.

全膝关节置换术失败的分型

Viktor E. Krebs, MD; Creighton C. Tubb, MD; Ian M. Gradisar, MD

要对一台失败的膝关节置换术或术后疗效未达到患者预期的情况进行解释和分析不是一件容易的事。诊断手术失败要因人而异，需要考虑所有可能引起手术失败或疗效欠佳的原因。膝关节置换术失败的原因有很多，医生需要全面考虑各种潜在因素，也要明确造成失败的最主要原因。诊断过程包括完整的病史采集、体格检查以及常规的影像学检查和实验室检查。系统评估的确很有帮助，但即使是经验丰富的医生有时也很难做出明确诊断。详细了解患者的内外科病史及社会信息对于诊断很重要，但同样重要的是要了解患者的预期疗效和生理需求。其次，了解患者主诉的问题所在也很重要；在很多情况下，这能够帮助你找到重点。例如，患者可能会感到膝关节僵硬、疼痛或不稳，尽管并不能锁定诊断，但是这些主观感受可为下一步的处理提供有用的线索。掌握患者出现膝关节障碍的时间也可以为发现问题提供线索，有些患者在刚做完手术时就出现问题，此时应当考虑无菌性感染或假体安放位置不佳；而有些患者刚做完手术时恢复良好，一段时间后才出现问题，此时应考虑可能为聚乙烯颗粒引起的无菌性松动。简单而深入的病史采集能够使医生对这种特定的膝关节障碍有全面的认识，而想要了解手术失败的原因则需要进一步的检查，包括肌肉骨骼和神经血管的检查。手术记录也能够提供重要的信息，包括使用的假体型号和技术参数。了解围手术期的并发症比如持续性伤口引流、非计划二次手术以及术后的康复疗程都能进一步提供有用的信息。通过对 4W (who, what, when, why) 的回答，我们能够对造成膝关节置换失败的病因做出初步鉴别诊断。而最后一步就是要探究膝关节置换是如何失败的。这也是本章的重点内容。

膝关节置换失败的原因很多，有些机制在所有患者中普遍存在，而有的则会出现不同程度的重叠，这使得鉴别诊断非常困难。为了避免混淆并聚焦于单一因素，对

表 2-1 全膝关节置换的失败原因

- 手术因素
 - 不稳
 - 僵硬
 - 伸肌装置异常
 - 假体松动
- 假体相关因素
- 创伤并发症
- 感染
- 脊柱或者其他关节疾病导致的功能紊乱

TKA 失败的不同类型进行分类并确定主次就显得尤为重要。Vince 等人^[1]列出了 9 种实用的分类用来评估失败的 TKA 手术。与这 9 种分类稍有不同的是，我们将 TKA 失败的类型简化为 5 类：技术因素、假体相关因素、创伤并发症、感染以及脊柱或其他关节功能紊乱（表 2-1）。技术因素又可分为：关节不稳、关节僵硬、伸肌装置异常和假体松动。若是由于其他肌肉骨骼系统的疾病影响到了膝关节置换术的疗效，并不能归为 TKA 手术的失败。若膝关节活动功能持续欠佳，则可能是初始对患者的选择失误；若之前活动良好而后出现问题，则通常是因为进展性的关节疾病。

部分学者对不同失败类型的发病率做了研究。Fehring 等人^[2]发现在他们的患者中，术后 5 年内出现失败的主要原因是感染和胫股关节不稳。但是，不同地区或不同的手术方式引起的失败类型也不相同，并会随时间而发生变化。Sharkey 等人^[3]回顾分析了近一段时间内他们医院开展的膝关节置换翻修术。这项研究包含了早期失败和晚期失败。他们发现，按发病率由高到低排列，聚乙烯磨损、无菌性松动、假体不稳和感染是最常见原因。美国最近的一项针对膝关节置换翻修的流行病学调查显示，由于感染而进行翻修的比例占到 25.2%，假体松动占 16.1%^[4]。总之，医生在准备每一例膝关节置换翻修术时都需要全面考虑可能的失败类型。下面将详细介绍上面提到的每一种类型。

关节不稳

手术医生能够最直接控制的是造成手术失败的技术因素。Fehring 等人^[2]的研究指出，这其中胫股关节不稳是主要因素，在早期 TKA 失败需要翻修的患者中占 27%。膝关节不稳又可分为矢状面不稳、冠状面不稳、全局不稳以及膝关节过伸^[5]。细致的膝关节检查能够确认诊断。当早期出现关节不稳时，很有可能是由于术中的技术因素。

但是关节不稳也可能在术后很长一段时间内才会出现。当出现晚期关节不稳时，则要考虑聚乙烯磨损、假体松动以及创伤性韧带损伤等因素。

矢状面关节不稳主要是屈曲间隙大于伸直间隙，或后交叉韧带保留型假体用于后交叉韧带功能不全的膝关节造成的。无论假体如何设计^[6]，为防止出现此类不稳，最基本的是要确保间隙平衡。患者出现矢状面关节不稳时会诉有膝关节内外的疼痛、复发性渗出和下楼困难。影响屈曲不稳的因素主要包括：胫骨平台后倾角度、股骨假体大小及其他维持膝关节稳定的结构和功能。Sierra 和 Berry^[7]回顾了保留和不保留后交叉韧带型全膝关节置换术在处理屈曲间隙时的技术差异。值得注意的是切除后交叉韧带会使屈曲间隙增加，并对其他膝关节软组织产生影响。患者在保留后交叉韧带型全膝关节置换术后出现前后不稳时，需要采用后稳定型假体或前后唇加高的垫片进行翻修，当然前提是细致的软组织平衡^[8]。根据现有报道，对于这类患者，采用后稳定型假体进行翻修是最可靠的方法^[9]。但是采用后稳定型假体仍然会出现屈曲不稳，因此手术时需仔细检查。当屈曲间隙过大时，膝关节假体可能会出现脱位，特别是当伴有侧副韧带松弛的时候，尤其是后外侧角。现代假体设计中脱位并不是一种常见并发症^[10]。若出现假体脱位或脱位反复发生，则需要进行翻修手术，并且通常要使用内外翻限制型假体或铰链式假体（图 2-1）。即使患者使用了后稳定型假体并且没有出现脱位，当屈曲间隙过大时仍然会感到不适。此时行翻修手术针对屈曲间隙过大进行调整通常能取得满意的效果^[11]。

冠状面关节不稳会导致内翻和外翻异常，并且通常在伸直位时出现。伸直位下单纯的对称性不稳定通常是由于股骨远端截骨过多所致。解决方案为增加股骨远端垫片以纠正抬高的膝关节线。非对称性不稳定通常是由韧带破坏或软组织不平衡引起的（图 2-2）。当患者出现内外翻异常松弛时即可诊断。X 线片常显示韧带松弛一侧的间隙增大，或术前畸形矫正不足引起的不对称（图 2-3）。保守治疗并不能修复损伤的侧副韧带，需使用限制性假体进行翻修手术，并且 McAuley 等人^[9]建议需同时行韧带重建术。当不稳非常严重或缺少足够的组织进行韧带重建时，利用旋转铰链式假体进行翻修能够获得良好的效果。引起伸直位非对称性不稳定的另一常见原因为软组织不平衡，即便韧带的完整性良好^[10]。若情况不是很严重，只有当假体表面磨损至影响假体功能时才能发现。这类病人通常需要进行翻修手术，并需要对软组织进行松解以形成相等的矩形间隙。不同的医生有不同的软组织松解方法，但是在手术前都应当仔细准备。Bottros 等人^[6]回顾了针对膝关节内外翻畸形的各种软组织松解方法。若膝关节假体对线良好且稳定，在软组织松解后更换垫片能获得较好的效果，但是需要仔细挑选和审查。只有注意处理潜在问题，翻修手术才能获得良好的功能效果和病人满意度^[12]。

全局不稳指矢状面和冠状面都存在问题，且通常情况都很复杂。若是单纯由于聚乙烯垫片尺寸过小引起的，而屈伸间隙平衡且对称，那么更换一块厚的垫片通常能获得满意的效果，但是需要慎重考虑其他因素并确保更换后膝关节仍保持平衡稳定。安德森骨科研究中心认为利用高限制型或铰链型假体对全局不稳的患者进行翻修手术能获得最理想的效果^[9]。想要获得良好的远期生存率，则也要同时处理引起不稳的其他



图 2-1 (A) 一位 87 岁女性右膝关节行 PS 型假体置换术后发生膝关节前后脱位。(B) 侧位片。(C) 患者由于关节不稳行翻修手术之后的正位片。(D) 翻修置换的侧位片

潜在因素^[5]。

膝关节过伸或反屈畸形是关节不稳当中特别难以矫正的类型，对患者的步态和功能造成很严重的后果。这种情况多见于患者术前有反屈畸形、神经肌肉疾病、类风湿关节炎、股四头肌肌力减退以及欠佳的手术技巧^[10]。这类患者的预后常较差，有些学者甚至建议行关节融合而不是翻修手术^[5,10]。治疗可选择使用防过伸的旋转铰链式假体，但是这种情况的假体使用寿命尚未见报道，Vince 等认为这种疗法的远期生存率较差。

僵硬

与关节不稳相反的情况就是膝关节僵硬。膝关节置换术后由于关节活动度差，使

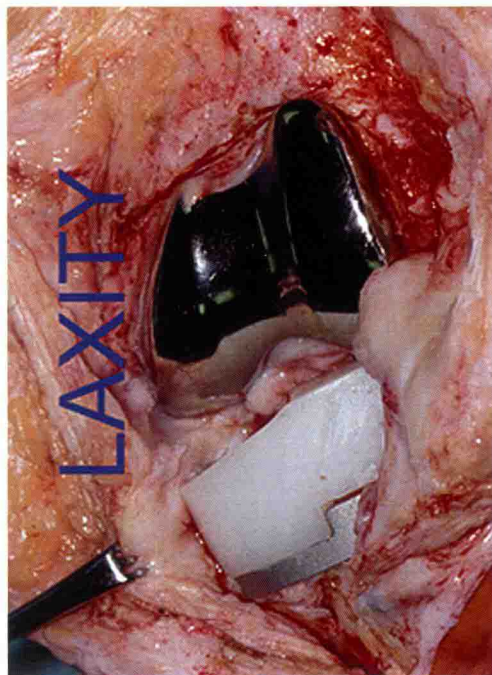


图 2-2 一例行翻修手术时的临床照片，表明该患者内侧结构松弛



图 2-3 一位 53 岁主诉存在持续膝关节疼痛和无力症状的女性病人的 X 线片，表明患者存在伸膝间隙的不对称

得患者不能充分体验关节置换手术所能带来的好处。这种并发症的真实发生率还不清楚。由于膝关节僵硬的发生原因尚存在分歧。患者爬楼梯时大约需要膝关节能够屈曲 83° ，从椅子上站立需要膝关节能够屈曲达到 93° ，穿鞋要求能够超过 106° ，从地上

捡东西则要求达到 117° 。这些要求虽然达不到个别患者的要求，但却为我们讨论患者的日常活动所要达到的需求标准提供了基础。Ritter 等人^[14]发现膝关节 Society 评分在行 CR 型假体置换的关节活动达到 $128^{\circ} \sim 132^{\circ}$ 屈曲度的病人中最高，包括那些术前存在屈曲挛缩和反弓的病人。当膝关节处于伸直位时，屈曲挛缩病人会出现股四头肌的力臂变短，使得患者走路时不便且容易疲乏。患者膝关节疼痛及功能评分结果较差被认为与术后患者膝关节屈曲挛缩超过 5° 有关^[15]。Kim 等人^[16]将膝关节置换术后僵硬定义为膝关节屈曲挛缩 $\geq 15^{\circ}$ 或者屈曲 $< 75^{\circ}$ 。其他人则拓宽了该定义并对术后关节活动度的期望值更高^[17-18]。当然，不同病人对于手术的期望值以及可接受的手术效果的定义是不一样的。理解了这些之后，手术者对于术后膝关节僵硬构建一个工作定义很有价值的。通常标准为屈曲挛缩超过 5° ，屈曲 $< 90^{\circ}$ 。虽然定义不同，但全膝关节置换术后僵直发病率在 $1\% \sim 4\%$ 之间^[16-17]。是什么引起了全膝关节置换术后膝盖僵直，又是什么原因使得该并发症的发病率相对较高，值得进一步探索。术后膝盖僵直的原因涵盖多个方面，涉及技术、康复以及患者相关因素。间隙对称性差影响屈曲和伸直，这是一个常见的技术因素。

究其原因，可能是假体尺寸不当、软组织平衡不佳、假体位置不良、髌股关节过度填充、骨赘残留，或者是以上因素的共同影响。胫骨截骨不足或聚乙烯假体尺寸不匹配导致胫骨假体相对过厚，这是另一个技术因素。结果是膝关节的屈曲和伸直均受限。其他技术因素包括关闭切口时膝关节的位置^[19]及采用的手术入路^[20-22]，虽然对这些问题还有争议。为恢复膝关节功能，膝关节置换术后初期的疼痛管理也是至关重要的。Lavernia 等人^[23]发现，使用小切口手术技术与病人教育和多模式疼痛管理相结合，可将需要进行术后麻醉下手法松解的比例降低 47%。

除了技术因素影响膝关节运动外，某些患者因素也值得注意。术后关节活动功能差，其中一个更加影响预后的患者因素就是术前关节活动受限^[14-17]。除了那些术前屈曲挛缩受限的患者外，男性和老年患者似乎也容易出现术后屈曲挛缩影响功能的问题^[15]。Gandhi 等人^[17]评估了 1216 例初次全膝关节置换术的案例，把术前活动度差、术前低位髌骨、并发症多、手术难度大、术中屈曲度不足及术中并发症等作为术后活动受限的危险因素。最后，在患者膝关节功能恢复到适当水平的过程中，术后理疗和康复训练发挥着重要作用。显然，病人对医嘱的依从性也相当重要。不同的康复训练相差很大，但在评估膝关节僵硬的时候应该明确特定的康复方案对膝关节活动度欠佳的影响。

僵硬病因的确定能为处理决策的制订提供参考。多个方案的使用获得了不同程度的成功。麻醉下手法松解可能是有效的，前提是假体的安装和尺寸选择没有问题。其他的选择还包括：关节镜下粘连松解术，更换或不更换聚乙烯假体的关节松解术，以及关节翻修术。大多数情况下，这些技术在治疗中有一定效用，在提高活动度上也有一定成效，但其最终的改善效果通常都一般^[16,24-27]。明确术后膝关节僵硬的诱发因素，对成功处理该种类的失效有一定的积极作用。

伸膝装置异常

对于翻修医生来说，伸膝装置相关的并发症带来了一系列的挑战。伸膝装置的连续性中断是其失效最明显的根源。任何导致伸膝装置功能不全的并发症都会严重影响膝关节的功能。稍后将讨论到的髌骨骨折就很难处理。髌韧带断裂在术中和术后都可能出现，这往往令最终效果更加差强人意。该并发症的发生率很低。梅奥诊所一项回顾性研究显示，其发生率只有 0.17%^[28]。据北美关节成形翻修研究小组报道，因伸膝装置断裂而需要进行翻修的比率为 0.48%^[29]。发生这种并发症的危险因素包括：患者术前膝关节运动差、多次膝关节手术病史以及相关的合并症存在，如类风湿关节炎、慢性肾功能不全或糖尿病^[30]。在膝关节置换术患者中，断裂髌腱的处理包括对自体半腱肌或异体组织进行增强修复，或者行重建手术^[31-32]。尽管 Schoderbek 等人^[29]研究的案例数量较少，但是他们的研究结果显示，比起其他进行膝关节翻修的患者，伸膝装置受损患者的术后膝关节功能更差些。股四头肌肌腱断裂的发生概率较小，但可能也具有类似的危险因素^[30]。股四头肌肌腱完全断裂而导致伸膝装置受损的情况下，如果需要，可用自体或异体组织进行增强修复，为局部组织提供支撑。

髌骨轨迹不良可能没有伸膝装置受损的负面影响大，但它也是一种常见的膝关节置换术后的失败原因（图 2-4）。虽然准确的发病率不好确定，但是若外科医生能更好地认识到准确的假体对线定位对髌骨轨迹的影响，该概率是可能降低的^[33]。传统的髌旁内侧入路比某些股内侧肌下入路更容易出现髌骨轨迹不良^[34-35]。此外，患者因素也会增加该并发症的发生风险，如膝关节严重外翻或术前有髌骨半脱位病史。矫形外科医生必须知道这些危险因素，但最重要的是要理解假体位置如何对髌骨轨迹产生影响。从本质上讲，任何增加股四头肌外侧牵引力或增加外侧支持带紧张度的做法都会对髌



图 2-4 全膝关节置换术后髌骨轨迹异常