计算机辅助关节外科手术系统的发展与应用

吴昊

【摘　要】　**目的**　探讨计算机辅助手术系统在关节外科领域里的发展现状与应用范围。　**方法**　系统文献回顾分析在关节外科使用主动、半主动和被动的计算机辅助手术系统所能解决的临床问题。　**结果**　各种系统满足了人工关节置换、关节周围截骨矫形和微创技术等手术操作中准确的解剖定位定向、精确恢复正常的机械力线和控制好器械操作等各方面的技术要求。　**结论**　计算机辅助手术系统在关节外科领域里的应用提高了手术操作精确性，可取得理想的手术效果。

【关键词】　计算机辅助手术系统　关节外科　微创手术　精确性

中图分类号：R684　TP391.7　　文献标志码：A

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF COMPUTER AIDED JOINT SURGERY SYSTEMS/*WU Hao. Department of Orthopeadic Surgery, People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Nationality Region, Nanning Guangxi,* 530021, *P.R.China. Corresponding author: WU Hao, E-mail: wuhaorthop@yahoo.com.cn*

【Abstract】　**Objective**　To investigate the development and application of the computer aided surgery systems in the joint surgery field.　**Methods**　The literatures were extensively reviewed to analysis the usefulness of current active, semi-active and passive computer aided surgery systems in solving the clinical problems of joint surgery.　**Results**　Several computer aided surgery systems have met the high technique demands, such as the precision of anatomical position and orientation, the accuracy of normal limb alignment restoration, the optimum of instrumentation control in arthroplasty, peri-articular osteotomy and minimally invasive procedure.　**Conclusion**　Computer aided joint surgery systems facilitate precise surgical techniques to achieve ideal operative outcome.

【Key words】　Computer aided surgery system　Joint surgery　Minimally invasive surgery　Accuracy

关节外科手术的目的是解除关节疼痛，增加关节活动度，改善关节功能，提高患者的生活质量。传统关节外科手术前，常采用X线片和CT等影像资料进行手术设计，术中借助可视的骨性解剖标志，有时辅以C臂X线机透视或X线片，进行关节的修复重建，该方法缺乏精确性。为了适应关节置换、关节周围截骨矫形等手术需准确解剖定位定向、精确恢复正常机械力线的要求，学者们从上世纪90年代初开始，根据应用自动化控制系统的基本原则，设计出具有提高手术精确性和可靠性作用的各种计算机辅助系统，这些系统突破了传统手术操作的局限性，借助计算机和现代数字化医学影像等高端技术，在术中实时提供相应的三维可视化信息，帮助术者以1°和1 mm的精确度实施手术计划，并取得理想的手术效果[1]。

1　常用的计算机辅助手术系统分类和发展历程

计算机辅助手术系统按其是否应用机器人及程度分为3类：①主动系统，由术者术前设计手术计划，术中在术者监视下由机器人自动完成手术操作；②半主动系统，按预定计划在术者参与下由系统完成手术操作；③被动系统，系统仅给术者提供可视化信息，进行手术器械的导航和监控，术者完成手术操作。被动系统按其是否采用术前、术中的影像资料又分为基于影像和非基于影像的导航系统。基于影像的导航系统分为基于CT影像及C臂X线机透视影像；非基于影像系统分为以标志点结合运动学建模及三维骨建模[1]。

以CT影像为基础的主动ROBODOC人工髋关节置换机器人手术系统是临床上第1个计算机辅助骨科手术系统，1992年11月美国Sutter General医院的Bargar医生采用该系统完成首例活体人工髋关节置换术。虽然该系统实际上仅完成了股骨近端髓腔准备部分的操作，但却开辟了借助三维影像进行术前计划，计算机辅助机器人操作的骨科手术新途径。此后，临床使用该系统完成了超过9 000例人工髋关节置换手术，同时该系统还被用于人工髋关节翻修术时，股骨髓腔骨水泥或纤维组织的清除和股骨柄植入的骨床准备。1997年德国的CASPAR人工髋关节机器人手术系统投入市场，2000年3月ROBODOC和CASPAR人工膝关节置换机器人手术系统同时在德国Frankfurt BGU和Kassel骨科中心开始临床应用[2]。

作者单位：广西壮族自治区人民医院骨科（南宁，530021）

通讯作者：吴昊，主任医生，研究方向：计算机辅助关节外科手术系统，E-mail: wuhaorthop@yahoo.com.cn

半主动系统也采用机器人技术，如由英国伦敦皇家学院机械工程学系 Davies 教授等研发的以 CT 影像为基础的 Acrobot 机器人手术系统，在伦敦皇家学院医学系 Cobb 教授的合作下，使之成为具有计算机辅助三维手术设计、术中导航和术者控制机器人手术等功能的手术系统。使用该系统进行人工膝关节单髁置换、全膝关节置换和髋关节表面置换，骨床的处理更完备，假体植入更精确 [3]。

被动系统是目前临床上最常用，也是发展最迅速、全面的系统。1993 年，法国 Grenoble 南部医院的 Saragaglia 教授等与 Grenoble 大学 TIMC 研究所的专家组成研究小组，与德国 Aesculap 公司合作，开发了无需术前 CT 影像的计算机辅助人工膝关节置换手术系统。1997 年 1 月借助于加拿大 Northern Digital 公司的 Polaris 红外线定位装置，Saragaglia 教授主持完成了世界上首例活体非基于影像的计算机辅助人工全膝关节置换术，手术历时 135 min，效果满意，术后无不良并发症发生。随后，他们进行了一组计算机辅助系统手术与传统术式的随机对比研究。手术中使用的样机后来演化成为了 OrthoPilot 系统，至 2006 年在世界范围内临床采用该系统完成了超过 35 000 例人工膝关节置换的导航手术 [4]88-94。

美国 Buffalo General 医院的 Krackow 等医生从 1995 年开始研究非基于影像的计算机辅助人工膝关节置换手术系统，于 1997 年 8 月应用加拿大 Northern Digital 公司的 Optotrack 红外线定位装置进行了北美首例计算机辅助人工膝关节置换术，手术同样历时 135 min，假体植入后力线重建满意，由此演化形成了 Stryker 膝关节置换导航系统 [5]。

法国 Grenoble 大学 TIMC 研究所的 Fleute 等从 1998 年起研究使用可变形的统计学表面模型，无需患者任何术前或术中的 CT 和 X 线透视等影像进行手术导航，开辟了非基于影像导航的另一条新途径。法国 Praxim 公司率先获得该专利，将其命名为 Bone Morphing，从 2000 年开始投入临床，此系统已成功用于人工全膝关节置换、前交叉韧带重建和人工全髋关节置换等手术的导航，至 2006 年已完成了超过 10 000 例的计算机辅助骨科手术 [4]36-43。

近十年来，已有 20 种不同类型的计算机辅助骨科手术系统在临床使用。软件和硬件的更新换代迅速，旨在解决临床上遇到的各种问题，满足各种手术的需求。有的手术系统仅适用于特定的关节假体置换；而有的手术系统只需运行相应的手术软件，同一台机器可进行多种手术；有的手术系统还进行了“杂交”，或将 Bone Morphing 与 C 臂 X 线机透视导航系统整合，或将超声建模与非基于影像的导航系统结合 [4]36-43。

2 各种常用的导航系统及所解决的临床问题

2.1 人工全膝关节置换

1997 年德国 Aesculap 公司推出的首个 OrthoPilot 系统，只能针对术中的下肢力线进行导航；此后该系统增加了软组织平衡和股骨侧假体旋转对位的软件，提高了临床应用的效果 [4]88-94。2000 年法国 Praxim 公司推出的 Bone Morphing 系统，具有几何学与形态学相结合的特点，兼备了下肢力线准确重建、韧带平衡和假体配型等功能，取得了较好的临床效果 [6]；此后还增加了液压机器人撑开器用于韧带平衡和微型机器人截骨等技术，进一步提高手术精确度 [4]123-134。此外，基于 CT 影像和非基于影像的 VectorVision 系统，也取得了临床应用的实效，并成功用于人工膝关节翻修手术 [7-9]。对严重的风湿性关节炎和创伤后严重畸形伴骨缺损的关节、运动学建模困难的患者，基于 CT 影像的导航系统具有独到作用 [10]，X 线透视导航也可作为一种选择 [4]167-174。

人工全膝关节置换术中对手术系统有 3 个技术要求：①重建的额面下肢力线范围为（180 ± 3）° 是各种计算机辅助系统的基本目标，以避免力线不良引起的早期假体松动、平台塑件磨损和关节功能不良，影响关节寿命。临床研究表明，非基于影像的 OrthoPilot 系统、Stryker 系统、Surgetics 系统、VectorVision 系统、基于 CT 影像的 VectorVision 系统和 Navitrack 系统均明显减少了下肢力线超出膝内外翻 3° 范围的偏差 [4, 6-8, 10-11]。②人工膝关节置换时应控制股骨侧假体的旋转对位，相对于后髁轴线外旋 3 ～ 6°，平行于股骨上髁轴线，以避免髌骨的活动轨迹不良和髌股关节失稳，甚至髌骨脱位；减少胫股关节活动时假体的磨损。OrthoPilot 系统、Stryker 系统和 Ceravision 系统辅助膝关节置换的精确度改善，无论在力线重建的准确性，还是胫、股骨侧假体的旋转对位上均明显优于传统手术，避免了假体对位失误、旋转和力线不良 [4, 11-12]。VectorVision 系统和 Stryker 系统辅助人工膝关节翻修术取得了满意的下肢力线重建和假体的旋转对位 [9, 13]。③保持置换的膝关节在屈伸过程中的等距间隙和韧带平衡稳定，避免内外侧间隔的压力失衡，导致平台塑件磨损和假体松动，影响关节稳定性和使用寿命。OrthoPilot 系统、Surgetics 系统、Ceravision 系统和 VectorVision 系统均显示了计算机辅助膝关节置换系统术中实时监控，有助于软组织平衡的优越性 [4, 6, 12, 14]。

近年微创人工全膝关节置换发展迅速，导航系统解决了小切口影响准确的截骨定位定向、假体植入及术中下肢力线重建等问题，提高了手术精确性。Seon

等[15]对42例患者一侧采用OrthoPilot导航微创膝关节置换手术，另一侧不用导航的微创手术，1年后疗效比较发现，导航侧手术的假体对位和下肢力线重建均优于非导航侧，患者对导航侧术后的满意度更高。

2.2 人工膝关节单髁置换

对于膝关节单间隔骨性关节炎的治疗，人工膝关节单髁置换是介于人工全膝关节置换和膝关节周围截骨之间的手术，它保存了膝关节的解剖和运动学，更好地恢复膝关节功能，尤其是微创术式。单髁假体的准确定位植入是影响术后疗效和假体寿命的关键因素。对于内侧间隔的骨性关节炎，通常采取矫正2°的方法来恢复生理性的下肢力线，矫正后留有2～3°的膝内翻，以0～5°膝内翻为可接受范围，过度矫正会导致胫、股骨间的半脱位，或造成未置换的外侧间隔发生继发性退行性变。采用非基于影像的OrthoPilot系统、Ci系统和VictorVision系统手术，明显比常规手术更准确达到目标范围[4, 16]。

Keene等[17]对20例患者行人工膝关节单髁置换手术时，一侧采用Ci系统导航，一侧非导航，并对两侧矫正度进行比较，结果显示术后导航侧比非导航侧达到与术前计划更接近的范围(相差2°)。Confalonieri等[18]还报道了采用OrthoPilot系统顺利完成了微创的人工膝关节双髁置换手术。

2.3 人工全髋关节置换

虽然临床最早采用计算机辅助手术系统进行人工全髋关节置换，但其开发与应用却较计算机辅助人工膝关节置换更漫长。近年随着微创手术兴起，推动了计算机辅助手术系统在人工全髋关节置换的发展。为解决准确的骨床处理和假体定位植入，获得良好的关节活动度和稳定性，减少近期内术后脱位、假体撞击与远期假体磨损、松动等问题，人工髋臼和股骨柄的定位定向、下肢长度和股骨偏心距、髋关节活动度与假体撞击的评估、软组织张力平衡等均成为了临床研究的热点和使用导航系统所要达到的目的[19-20]。最初的手术系统有的只着重于股骨柄的植入，有的只解决人工髋臼的植入问题，随着临床认识的深入和导航系统的发展完善，有些手术系统已可同时处理臼和柄的植入[21]。通过计算机辅助与非计算机辅助的手术比较，计算机辅助手术在准确定位植入和减少术后脱位，改善髋关节的功能方面均优于非计算机辅助的手术[21-26]。

在髋臼的导航方面，准确的臼杯植入影响手术效果，臼杯植入不良会引起术后脱位、活动度受限、下肢不等长、假体撞击、磨损和松动及人工关节寿命缩短等问题，理想的髋臼假体应植入在外展角(40 ± 10)°和前倾角(20 ± 10)°的安全区内。应用非基于影像的OrthoPilot系统、Stryker系统和Surgetics系统，基于CT影像的SurgiGATE系统，基于CT影像和非基于影像的VectorVision系统的导航手术比传统手术的臼杯在安全区植入的准确率提高[22-26]。非基于影像的Navitrack系统、VectorVision系统及OrthoPilot系统还成功地应用于髋臼发育不良的人工全髋关节置换[4, 27]。

在股骨侧要控制股骨柄植入的内外翻和旋转对位(15°前倾角)与下肢长度和股骨偏心距，以便于改善关节活动度，减少术后关节撞击和脱位率。非基于影像的OrthoPilot系统[21]和基于CT影像的Optotrak系统[20]，都能更准确地进行臼和柄的植入，有利于获得所需的股骨偏心距、肢体长度和关节活动度，减少术后脱位率。

为了减少因常规手术入路的大切口暴露对软组织的损伤，造成术后脱位、异位骨化、坐骨神经损害和肌肉功能不全的影响，微创人工全髋关节置换受到青睐。微创手术入路切口平均长10 cm，在减少组织损伤的同时也缩小了视野，OrthoPilot导航技术可解决手术的精准问题[28]。

在导航中常以双侧髂前上棘和耻骨联合上缘构成的三角形作为骨盆前平面，作为术中计算髋臼外展角和前倾角的基础；但一些肥胖患者的脂肪厚度影响到术中配准的精确度，结合超声建模可解决这一问题[29]。

2.4 人工髋关节表面置换

近年来由于观念和技术的更新，特别针对年青患者，为取代人工全髋关节置换，人工髋关节表面置换成为开展较普遍的手术，目的在于保存股骨侧骨量及其应力，获得接近正常运动的髋关节及其稳定性，改善以后进行人工全髋关节置换时的效果。而手术中股骨侧假体在头颈部的准确定位植入，获得足够的外翻角极具挑战性。导航系统实时提供三维数据信息，避免了≤130°的柄干角和残留股骨颈外上部分的骨松质未覆盖，避免了股骨颈前上部分的过度切除引发术后股骨颈骨折和假体松动的危险，提高了股骨侧假体植入的精确度。臼侧的导航除准确定位植入外，还能避免撞击综合征[4, 30-32]。

非基于影像的VectorVision系统、Ci系统、Navitrack系统及基于CT影像的CAS系统的应用结果表明，计算机辅助手术比常规手术具有优势，可达到更理想的表面假体头和臼的定位植入[4, 30-32]。

2.5 人工肩关节置换

人工肩关节置换手术的成功与手术技术有关。假体的对位对线不良导致术后关节松动、失稳和不能取得最佳的功能活动。Edwards等[33]报道采用非基于影像的NaviPro导航系统进行人工肩关节置换的成功经

验，可用于解剖头 - 颈型肩关节置换，也可用于逆向型球 - 臼人工肩关节置换。根据术前的 CT 检查设计肩胛盂的前后倾角和外展角，为避免增加骨水泥覆盖面的压力和可能的假体松动，肩胛盂钻磨时，纠正的前后倾角以不超过 10° 的后倾角为度。在逆向型球 - 臼人工关节置换时，肱骨头截骨采取 10° 后倾角和 155° 外展角。

2.6 膝关节周围截骨

膝关节周围截骨术治疗膝内外翻易引起单间隔骨性关节炎，最常用的是针对膝内翻畸形的外翻截骨术。为了取得良好的手术疗效，术中常将膝内翻过度矫正 3 ～ 6°。导航系统实时的三维信息为矫正畸形、调整合适的胫骨平台后倾角等均提供了帮助。C 臂透视结合运动学建模的 SurgiGATE 系统、非基于影像的 VectorVision 系统和 OrthoPilot 系统，均能提高手术矫正的精确度，避免矫正不足或矫正过度，较无导航手术降低了超出预定目标范围发生率 [4, 34-35]。

2.7 关节软骨修复

关节镜下的膝关节软骨移植时，计算机辅助系统可帮助术者在关节镜下准确计算所要修复的关节软骨缺损范围，将相关的几何参数用于组织工程学的植入物制备。OrthoPilot 系统可用于评估简单和复杂的软骨缺损，以 ± 1 mm 的精确度进行定位定量操作 [36]。

关节外科的计算机辅助手术系统是矫形和创伤外科领域里历史最悠久、发展最迅速、涵盖面最广、形式最多样的系统，随着关节外科的迅速发展，该手术系统也在不断地更新换代、日臻完善，以全面适应日常工作的需求。

3 参考文献

1 Philippe MERLOZ, 吴昊. 计算机辅助外科手术的基本概念. 中国修复重建外科杂志, 2006, 20(3): 276-278.

2 Stiehl JB, Konermann WH, Haaker RG. Navigation and Robotics in Total Joint and Spine Surgery. Heidelberg: Springer-Verlag, 2004: 119-122, 140-144, 355-361, 362-366.

3 Davies BL, Rodriguezy Baena FM, Barrett AR, *et al*. Robotic control in knee joint replacement surgery. Proc Inst Mech Eng, 2007, 221(1): 71-80.

4 Stiehl JB, Konermann WH, Haaker RG, *et al*. Navigation and MIS in Orthopedic Surgery. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2007: 36-43, 88-94, 123-134, 167-174, 277-283, 297-303, 344-351, 359-364, 501-507.

5 Krackow KA, Phillips MJ, Bayers-Thering M, *et al*. Computer-assisted total knee arthroplasty: navigation in TKA. Orthopedics, 2003, 26(10): 1017-1023.

6 Stindel E, Briard JL, Merloz P, *et al*. Bone morphing: 3D morphological data for total knee arthroplasty. Comput Aided Surg, 2002, 7(3): 156-168.

7 Bäthis H, Perlick L, Tingart M, *et al*. Alignment in total knee arthroplasty: A comparison of computer-assisted surgery with conventional technique. J Bone Joint Surg (Br), 2004, 86(5): 682-687.

8 Bäthis H, Perlick L, Tingart M, *et al*. Radiological results of image-based and non-image-based computer-assisted total knee arthroplasty. Int Orthop, 2004, 28(2): 87-90.

9 Perlick L, Bäthis H, Perlick C, *et al*. Revision total knee arthroplasty: a comparison of postoperative leg alignment after computer-assisted implantation versus the conventional technique. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2005, 13(3): 167-173.

10 Nizard RS, Porcher R, Ravaud P, *et al*. Use of the cusum technique for evaluation of a CT-based navigation system for total knee replacement. Clin Orthop Relat Res, 2004, (425): 180-188.

11 Chauhan SK, Scott RG, Breidahl W, *et al*. Computer-assisted knee arthroplasty versus a conventional jig-based technique. A randomised, prospective trial. J Bone Joint Surg (Br), 2004, 86(3): 372-377.

12 吴昊, Stéphane van Driessche, Daniel Goutallier. 计算机导航辅助人工全膝关节置换与常规手术的早期疗效比较. 中华骨科杂志, 2006, 26(10): 661-665.

13 Sikorski JM. Computer-assisted revision total knee replacement. J Bone Joint Surg (Br), 2004, 86(4): 510-514.

14 Mombert M, Van Den Daelen L, Gunst P, *et al*. Navigated total knee arthroplasty: a radiological analysis of 42 randomised cases. Acta Orthop Belg, 2007, 73(1): 49-54.

15 Seon JK, Song EK, Yoon TR, *et al*. Comparison of functional results with navigation-assisted minimally invasive and conventional techniques in bilateral total knee arthroplasty. Comput Aided Surg, 2007, 12(3): 189-193.

16 Jenny JY. Navigated unicompartmental knee replacement. Orthopedics, 2005, 28(10 Suppl): S1263-1267.

17 Keene G, Simpson D, Kalairajah Y. Limb alignment in computer-assisted minimally- invasive unicompartmental knee replacement. J Bone Joint Surg (Br), 2006, 88(1): 44-48.

18 Confalonieri N, Manzotti A. Mini-invasive computer assisted bi-unicompartimental knee replacement. Int J Med Robot, 2005, 1(4): 45-50.

19 Jenny JY, Boeri C, Ciobanu E. Navigated non-image-based registration of the position of the pelvis during THR. An accuracy and reproducibility study. Comput Aided Surg, 2008, 13(3): 173-178.

20 Sugano N, Nishii T, Miki H, *et al*. Mid-term results of cementless total hip replacement using a ceramic-on-ceramic bearing with and without computer navigation. J Bone Joint Surg (Br), 2007, 89(4): 455-460.

21 Lazovic D, Kaib N. Results with navigated bicontact total hip arthroplasty. Orthopedics, 2005, 28(10 Suppl): S1227-1233.

22 Kiefer H, Othman A. OrthoPilot total hip arthroplasty workflow and surgery. Orthopedics, 2005, 28(10 Suppl): S1221-1226.

23 Nogler M, Kessler O, Prassl A, *et al*. Reduced variability of acetabular cup positioning with use of an imageless navigation system. Clin Orthop Relat Res, 2004, (426): 159-163.

24 Parratte S, Argenson JN. Validation and usefulness of a computer-assisted cup-positioning system in total hip arthroplasty. A prospective, randomized, controlled study. J Bone Joint Surg (Am), 2007, 89(3): 494-499.

25 Widmer KH, Grützner PA. Joint replacement-total hip replacement

with CT-based navigation. Injury, 2004, 35 Suppl 1: 84-89.
26 Kalteis T, Handel M, Bäthis H, *et al*. Imageless navigation for insertion of the acetabular component in total hip arthroplasty: is it as accurate as CT-based navigation? J Bone Joint Surg (Br), 2006, 88(2): 163-167.
27 Ohashi H, Matsuura M, Okamoto Y, *et al*. Status of navigated total hip arthroplasty in dysplastic osteoarthritis. Orthopedics, 2007, 30(10 Suppl): S117-120.
28 Walde HJ, Walde TA. Minimally invasive orthopedic surgery: first results in navigated total hip arthroplasty. Orthopedics, 2006, 29(10 Suppl): S139-141.
29 Kiefer H, Othman A. Ultrasound *vs* pointer palpation based method in THA navigation: a comparative study. Orthopedics, 2007, 30(10 Suppl): S153-156.
30 Hart R, Sváb P, Filan P. Intraoperative navigation in hip surface arthroplasty: a radiographic comparative analysis study. Arch Orthop Trauma Surg, 2008, 128(4): 429-434.
31 Ganapathi M, Vendittoli PA, Lavigne M, *et al*. Femoral component positioning in hip resurfacing with and without navigation. Clin Orthop Relat Res, 2008. [Epub ahead of print]
32 Krüger S, Zambelli PY, Leyvraz PF, *et al*. Computer-assisted placement technique in hip resurfacing arthroplasty: improvement in accuracy? Int Orthop, 2007. [Epub ahead of print]
33 Edwards TB, Gartsman GM, O'Connor DP, *et al*. Safety and utility of computer-aided shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg, 2008, 17(3): 503-508.
34 Keppler P, Gebhard F, Grützner PA, *et al*. Computer aided high tibial open wedge osteotomy. Injury, 2004, 35 Suppl 1: 68-78.
35 Saragaglia D, Roberts J. Navigated osteotomies around the knee in 170 patients with osteoarthritis secondary to genu varum. Orthopedics, 2005, 28(10 Suppl): S1269-1274.
36 Angele P, Fritz J. Navigation-guided transfer of cartilage defect geometry for arthroscopic autologous chondrocyte transplantation. Orthopedics, 2006, 29(10 Suppl): S100-103.

（收稿：2008-08-12　　修回：2008-09-09）
（本文编辑：刘丹）

·信　息·

《中国修复重建外科杂志》数据库收录情况（截至2008年底）

Index Medicus（IM）
Medical Literature Analysis and Retrieval System（MEDLINE）
俄罗斯《文摘杂志》（PЖ）
美国化学文摘（CA）
波兰《哥白尼索引》（IC）
《中文核心期刊要目总览》2008年版（中文核心期刊）（GCJC）
中国科学引文数据库（核心库）来源期刊（CSCD）
中国科技论文统计源期刊（CSTPCD）（中国科技核心期刊）
中国科技期刊精品数据库
中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊（CAJCED）
中国期刊全文数据库（CJFD）
中国生物医学期刊引文数据库（CMCI）
《中国学术期刊文摘》（CSA）
《中文科技资料目录 - 医药卫生》核心期刊
《中国医学文摘 • 外科学》
《中国医学文摘 • 儿科学》
《中国医学文摘 • 老年医学》

本刊编辑部
2009-01-20