人工腕关节研究进展

杨俊宇 徐永清

摘要 人工全腕关节从第一代硅胶假体的出现，已经经历了40余年的发展。第一、二代人工腕关节应用于临床后存在人工关节易脱位、假体组件易松动等问题，一直未得以广泛应用。第三代人工腕关节的设计旨在通过改善软组织平衡问题改善关节稳定性，解决人工腕关节容易脱位的问题。它包括Trispherical人工全腕关节、Biaxial人工全腕关节和Universal人工全腕关节等。而第四代人工腕关节使用了腕骨螺钉的固定方式，并且在组件上增加了多孔涂层，使得假体组件的固定更加牢固，延长了使用寿命，并有效地降低了并发症发生率。相对于腕关节融合术，全腕关节置换术具有同样的缓解疼痛效果，并能有效改善关节活动度，使患者日常生活更加便利。该文就人工腕关节研究进展作一综述。

关键词 人工腕关节；全腕关节置换；腕关节融合

DOI：10.3969/j.issn.1673-7083.2017.01.005

自德国的Gluck医生首次应用象牙人工腕关节对1例结核患者进行第一次全腕关节置换术(TWA)后，人工腕关节就开始了其漫长的发展历程[1]。假体的设计、力学特性、耐用程度的提高和外科手术技术的发展，使得腕关节炎患者行TWA后的疗效显著提高。尽管，腕关节融合术因其并发症少、发生率低，仍然作为各种原因引起的腕关节炎的治疗标准[2]，但随着TWA的进一步发展，其临床疗效进一步提高，TWA将会成为外科治疗腕关节炎的可靠选择。

1 发展历史

1.1 第一代人工腕关节

现代的人工全腕关节可追溯到1962年Swanson设计的Swanson假体，该假体为高强度的硅胶制成，由桡骨端及腕骨端的2个柄及中间柔韧的桶形铰链组成，用于替代类风湿关节炎、创伤性关节炎、退行性关节炎桡腕关节[3]。但对该假体的进一步研究发现，此种假体可能诱发巨细胞滑膜炎，并且假体易发生损坏[4]。最少10年以上的随访研究[5]发现，假体沉降、骨质吸收、异物肉芽肿及腕关节周围巨大囊性变是硅胶假体植入后主要出现的并发症。尽管易出现这些并发症，硅胶假体的出现仍为腕关节炎的外科治疗提供了腕关节融合术外的选择。但对于一些严重骨吸收和关节畸形的患者，硅胶假体TWA并不能顺利进行。Swanson假体的出现，为现代人工腕关节的设计与发展奠定了重要的基础。

1.2 第二代人工腕关节

因为第一代硅胶假体易出现假体断裂等原因，第二代人工腕关节摒弃了Swanson假体的一体式设计，而更倾向于将桡骨组件与腕骨组件分开的球窝式或半球形铰链式设计[6]。Meuli[7]设计的球窝式人工全腕关节及Volz[8]设计的非限制性人工腕关节均包括远端组件和近端组件，远端组件设计有2个可插入固定于第二、三掌骨髓腔内的分叉状柄。这两种假体在术后早期均可有效缓解疼痛并在改善腕关节活动方面取得较好的疗效[9]，但它们在术后晚期均易出现严重的关节变形、不平衡、脱位等问题。随后，Meuli改进了他最初设计的假体，MWP Ⅲ型人工全腕关节(Meuli人工全腕关节第三次修订型)问世，该假体由钛、铝、铌合金制成，关节球表面衬以钛的氮化物，球窝由超高分子聚乙烯制成。改进后的假体具有更好的平衡性，但术后晚期出现的假体组件松动依然是较普遍的并发症[10]。

1.3 第三代人工腕关节

第三代人工腕关节的设计旨在通过改善软组织平衡问题改善关节稳定性，解决人工腕关节容易脱位的问题[11]。新的设计同时也考虑到在放置假体过程中尽量减少截骨量，以利于再次翻修手术的进行。设计上的改变包括：采取偏置设计，使人工关节在屈伸和尺桡偏方向上的活动更加接近正常腕关节活动中心；使用螺钉将腕骨组件更加稳固地固定在腕骨上；使用超高分子聚乙烯材料的球形关节面可提高关节稳定性等[11]。这类假体包括Trispherical

基金项目：云南省科技计划项目(2015BC004)

作者单位：650032，昆明医科大学研究生部(杨俊宇)；650032，成都军区昆明总医院骨科(徐永清)

通信作者：徐永清 E-mail：xuyongqingkm@163.net

人工全腕关节、Biaxial 人工全腕关节和 Universal 人工全腕关节等。

Trispherical 人工全腕关节的远端组件包括一长一短通过骨水泥固定于第二、三掌骨的柄，近端组件的柄部也同样通过骨水泥固定于桡骨髓腔，假体远端组件与近端组件的头部形成球窝关节，并同时使用超高密度的聚乙烯轴承结构将近端与远端相连接，防止关节脱位[12]。Kraay 等[13]报道，67 例使用 Trispherical 人工全腕关节进行 TWA 的患者在植入假体后 5 年假体生存率为 97%，10 年假体生存率为 93%。Trispherical 人工全腕关节失效的原因主要为远端组件松动和近端组件拔出[14]。

Biaxial 人工全腕关节系统（双轴式人工全腕关节）包括带有高分子聚乙烯关节面的桡骨组件和带有 2 个柄的腕骨组件。腕骨组件上的长柄穿过腕骨置入第三掌骨髓腔，短柄置入小多角骨。关节面为椭圆形凸凹面，这样的设计较其他人工腕关节提供了更符合腕关节生理活动的结构。随后有研究[15]表明，远端组件上过长的柄可能是导致远端组件松动的原因。但 Takwale 等[16]研究发现，远端组件上柄的长度与是否需要翻修并没有关系，且非骨水泥的固定方式更易出现远端组件松动。Krukhaug 等[17]对 90 例使用 Biaixal 人工全腕关节进行 TWA 的患者进行随访研究，Biaixal 人工全腕关节置入后 5 年假体生存率为 85%，9 年后随访显示翻修率为 20%。行翻修术最常见的原因为假体远端腕骨组件松动[16]。

Menon[18]在 1980 年设计了 Universal 人工全腕关节。该人工全腕关节为非限制型假体，近端为插入桡骨髓腔的 Y 形钛合金组件，可使用或不使用骨水泥固定；远端为带有 3 个螺钉孔的钛合金椭圆形板组件，通过螺钉将其固定于腕骨上；两组件之间椭圆形的超高分子聚乙烯球通过远端组件上凸起的部分固定于远端组件上。Menon[18]使用该假体治疗 31 例广泛性腕关节炎患者（37 腕），平均随访 6.7 年，结果有 3 腕因感染、反复脱位而取出了假体，并最终行腕关节融合术，30 腕疼痛明显缓解，12 腕出现并发症，并发症以脱位最为常见。Divelbiss 等[19]对 22 例使用 Universal 人工全腕关节行 TWA 的患者进行研究，结果支持 Menon 的研究结果，所有患者腕关节活动度（掌屈-背伸、尺偏-桡偏）均得到明显改善，早期并发症发生率为 14%，主要为活动性类风湿关节炎患者体内的假体出现移位。Ward 等[20]对 24 例使用 Universal 人工全腕关节行 TWA 治疗的腕关节类风湿关节炎患者进行中长期随访研究，结果术后 5、7 年假体生存率分别为 75% 和 60%。

1.4 第四代人工腕关节

最新一代的人工腕关节采用了上一代假体腕骨螺钉的设计，将腕骨组件通过螺钉固定于腕骨上，并且在非骨水泥固定的假体表面采用了多孔涂层的设计，以获得更好的骨长入。相比之前大部分采用骨水泥固定的假体，第四代人工腕关节几乎均采用非骨水泥固定的方式，提高了假体耐用性，并且减少了翻修时对骨质的破坏[21]。虽然如此，最新一代的部分假体仍然可以选择骨水泥固定，为术者提供了更多的选择。第四代人工腕关节有 Universal Ⅱ人工全腕关节、RE-MOTION 人工全腕关节、Maestro 人工全腕关节等。

Universal Ⅱ人工全腕关节是在 Menon 设计的第一代 Universal 人工全腕关节的基础上改进而成，改进后的假体解决了最初设计中关节不稳定的问题。改进设计包括：桡骨组件增宽，以获得更多稳定；桡骨组件柄表面多空涂层处理，以获得更多的骨长入，增加使用寿命；将腕骨组件由环形改为椭球形等[22]。该假体的桡骨组件材料为钴铬合金，腕骨组件材料为带有 2 枚螺钉的钛合金，两组件之间为椭球形超高分子聚乙烯球。将第一代 Universal 人工全腕关节远端组件上的 3 枚螺钉减少为 2 枚，中央的螺钉改进为插入头状骨固定的柄。桡侧的螺钉穿过舟骨、小多角骨和第二腕掌关节，尺侧的螺钉穿过钩骨并避免置入第四、五腕掌关节。该假体可以根据外科需要使用骨水泥固定或非骨水泥固定。早期计算机建模研究[23]表明该假体具有较好的旋转稳定性，而随后的临床结果也比较满意。van Winterswijk 等[24]对 15 例使用 Universal Ⅱ人工全腕关节行 TWA 的患者进行研究，结果早期有 2 例（12%）出现了并发症，其中 1 例为腕骨组件松动，需要取出假体，1 例出现了脱位，通过非手术治疗得以治愈。Morapudi 等[25]报道了 21 例使用 Universal Ⅱ人工全腕关节进行 TWA 的治疗结果，术后腕关节每个方向运动范围均明显增加，平均臂肩手功能障碍（DASH）评分和腕关节患者自行评估量表（PRWE）评分显著改善，所有患者术后 5 个月影像学检查均未发现假体松动、下沉及移位。

RE-MOTION 人工全腕关节包括 3 部分组件：

桡骨组件、腕骨组件和腕骨球。钴铬合金的桡骨组件和钛合金的腕骨组件均有多孔涂层以增加骨长入。腕骨组件通过2枚螺钉固定于腕骨，螺钉中间为固定于头状骨的柄；桡侧螺钉由舟骨、小多角骨固定至第二掌骨基底部；尺侧螺钉固定在钩骨，超高分子聚乙烯腕骨球通过环形的销钉固定在腕骨组件腕骨盘上，与桡骨组件形成关节[26]。通过销钉固定于腕骨组件腕骨盘上的聚乙烯腕骨球允许10°的旋转运动，这样的设计为腕关节提供了额外的活动度和阻尼力矩，减小了远端组件松动的可能[27]。Herzberg[28]对20例使用RE-MOTION人工全腕关节行TWA的患者进行前瞻性研究，术后32个月1例出现腕骨组件松动，1例出现桡骨组件松动，但均不需要再次手术治疗。

Maestro人工全腕关节是最新一代的人工全腕关节。该假体的桡骨组件由钛合金的柄、钴铬合金的体及超高分子聚乙烯关节面组成；腕骨组件由钴合金的腕骨盘、钛合金的腕骨柄及2枚钛合金螺钉组成。桡骨柄及腕骨柄表面均具有等离子涂层以增加骨长入。腕骨柄及腕骨盘上的2枚螺钉将腕骨组件牢固地固定于腕骨，腕骨组件体部与桡骨组件聚乙烯关节面形成关节，桡骨组件的柄和腕骨组件的柄均通过骨水泥固定于髓腔[29]。Yeoh等[30]回顾了2010～2015年对TWA疗效报道的文献，在405例采用各种类型假体行TWA的患者中，仅使用Maestro人工全腕关节的患者获得了正常腕关节的活动度。Nydick等[31]报道了23例使用Maestro人工全腕关节进行TWA，结果1例因深部感染而取出假体并最终行腕关节融合术，其余22例在随访的28个月内，腕关节疼痛明显缓解，活动度明显增加，平均握力强度为健侧的60%。

2 临床疗效

虽然已有证据表明腕关节融合术在缓解疼痛和安全性方面优于TWA，但随着新的设计理念、手术方式的改进和新材料的出现，人工腕关节设计及TWA日趋成熟。Cavaliere等[32]对TWA与腕关节融合术临床疗效的系统回顾性研究发现，91%接受第三代人工腕关节置换的患者术后未出现疼痛或仅出现轻微疼痛，而98%进行腕关节融合术的患者术后未出现疼痛或轻微疼痛；采用第三代人工腕关节行TWA的患者主要并发症发生率为21%，行腕关节融合术患者为13%；采用第三代人工腕关节行TWA患者满意度为91%，行腕关节融合术患者为93%。Sagerfors等[33]对219例行TWA的患者进行前瞻性队列研究，结果表明在平均随访8年后，Biaxil人工全腕关节生存率为81%，RE-MOTION人工全腕关节为94%，Maestro人工全腕关节为95%；影像学表现上，Biaxial人工全腕关节松动率为26%，RE-MOTION人工全腕关节为18%，Maestro人工全腕关节为2%；所有进行TWA的患者疼痛均明显缓解，活动度得到一定改善。Boeckstyns等[34]报道了一项多中心随访研究，对67例使用第三代人工腕关节行TWA患者随访5～9年，结果5例患者进行翻修手术，假体生存率为90%；不管是类风湿关节炎患者还是非类风湿关节炎患者，在活动度改善、疼痛缓解及耐用性方面均有了显著的提高。Schmidt[35]报道了使用Maestro人工全腕关节对2例严重桡骨远端粉碎性骨折患者进行TWA的治疗情况，2例患者年龄分别为56岁和84岁，术后1年内植物无松动迹象，腕关节活动良好，患者DASH评分、疼痛视觉模拟评分(VAS)及握力均较满意。Bidwai等[36]对10例因类风湿关节炎使用RE-MOTION人工全腕关节进行TWA的患者随访1～5年，结果显示2例患者因术后感染、术区巨大血肿形成而进行二次手术，其他患者在随访过程中均未出现假体松动，并且术后疼痛缓解明显，屈伸活动改善良好。Herzberg等[37]回顾性研究215例使用RE-MOTION人工全腕关节进行TWA的患者，其中类风湿关节炎患者129例，非类风湿关节炎患者86例，平均随访4年，翻修率分别为5%和6%，假体生存率分别为96%和92%。Cooney等[38]回顾性研究46例行TWA的患者，其中类风湿关节炎患者10例，创伤性关节炎患者36例，平均随访6年，结果显示6例假体失效，失效原因包括桡骨组件松动和腕关节不稳定，其他患者腕关节Mayo评分从术前的平均40分提高到术后的76分，握力平均增加了3 kg。

第四代人工腕关节中期随访结果优于前几代人工腕关节，但仍然存在许多相关并发症[39]。Gaspar等[40]回顾性分析105例腕关节置换患者，其中包括47例TWA，52例桡骨关节面置换术，6例腕骨关节面置换术，平均随访35个月，并发症发生率为51%，翻修率为39%；最常见的翻修原因为关节周围软组织挛缩(占20%)，其次为假体组件松动。Boeckstyns等[41]分析了44例使用RE-MOTION人工全腕关节进行TWA的患者，术后1～3年16

例 X 线片上桡骨组件周围出现宽 2 mm 的骨吸收区，腕骨组件周围也有相似的骨吸收区。而假体周围的骨吸收是否与假体松动有关，目前尚无定论。Day 等[42]报道了 1 例行 TWA 后因金属离子沉着而引发腕管综合征的病例。总之，虽然第四代人工腕关节中期随访疗效较前几代有所提高，但仍然缺乏长期随访报道[43]。

3 结语

从第一代人工腕关节应用于临床以来，经过多次改进，TWA 的临床疗效已经得到了巨大的提升。目前 TWA 的问题主要为假体松动失效、软组织不平衡、脱位和软组织粘连等。但随着对腕关节解剖学和生物力学研究的深入、新材料及新型假体的研发、手术方式的改进，TWA 将会与髋关节置换术和膝关节置换术一样，广泛应用于临床，为各种原因引起的腕关节炎外科治疗提供新的选择。

参 考 文 献

[1] Ritt MJ, Stuart PR, Naggar L, et al. The early history of arthroplasty of the wrist. From amputation to total wrist implant[J]. J Hand Surg Br, 1994, 19(6):778-782.

[2] Kane PM, Stull JD, Culp RW. Concomitant total wrist and total elbow arthroplasty in a rheumatoid patient[J]. J Wrist Surg, 2016, 5(2):137-142.

[3] Swanson AB, De Groot Swanson G, Maupin BK. Flexible implant arthroplasty of the radiocarpal joint. Surgical technique and long-term study[J]. Clin Orthop Relat Res, 1984, 187:94-106.

[4] Fatti JF, Palmer AK, Mosher JF. The long-term results of Swanson silicone rubber interpositional wrist arthroplasty [J]. J Hand Surg Am, 1986, 11(2):166-175.

[5] Kistler U, Weiss AP, Simmen BR, et al. Long-term results of silicone wrist arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis[J]. J Hand Surg Am, 2005, 30(6):1282-1287.

[6] 陈山林，田光磊. 腕关节假体的临床应用[J]. 国外医学·骨科学分册, 2005, 5(26):283-287.

[7] Meuli HC. Arthroplasty of the wrist[J]. Ann Chir, 1973, 27(5):527-530.

[8] Volz RG. The development of a total wrist arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 1976, 116:209-214.

[9] Dennis DA, Ferlic DC, Clayton ML. Volz total wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis: a long-term review[J]. J Hand Surg Am, 1986, 11(4):483-490.

[10] Nair R. Review article: total wrist arthroplasty[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2014, 22(3):399-405.

[11] Cavaliere CM, Chung KC. Total wrist arthroplasty and total wrist arthrodesis in rheumatoid arthritis: a decision analysis from the hand surgeons' perspective[J]. J Hand Surg Am, 2008, 33(10):1744-1755.

[12] Reigstad A, Reigstad O, Grimsgaard C, et al. New concept for total wrist replacement[J]. J Plast Surg Hand Surg, 2011, 45(3):148-156.

[13] Kraay MJ, Figgie MP. Wrist arthroplasty with the trispherical total wrist prosthesis[J]. Semin Arthroplasty, 1995, 6(1):37-43.

[14] Lorei MP, Figgie MP, Ranawat CS, et al. Failed total wrist arthroplasty. Analysis of failures and results of operative management[J]. Clin Orthop Relat Res, 1997, 342:84-93.

[15] Mcbeath R, Osterman AL. Total wrist arthroplasty[J]. Hand Clin, 2012, 28(4):595-609.

[16] Takwale VJ, Nuttall D, Trail IA, et al. Biaxial total wrist replacement in patients with rheumatoid arthritis. Clinical review, survivorship and radiological analysis[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(5):692-699.

[17] Krukhaug Y, Lie SA, Havelin LI, et al. Results of 189 wrist replacements. A report from the Norwegian Arthroplasty Register[J]. Acta Orthop, 2011, 82(4):405-409.

[18] Menon J. Universal Total Wrist Implant: experience with a carpal component fixed with three screws[J]. J Arthroplasty, 1998, 13(5):515-523.

[19] Divelbiss BJ, Sollerman C, Adams BD. Early results of the Universal total wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis[J]. J Hand Surg Am, 2002, 27(2):195-204.

[20] Ward CM, Kuhl T, Adams BD. Five to ten-year outcomes of the Universal total wrist arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93 (10):914-919.

[21] Fitzpatrick CK, Rullkoetter PJ. Influence of patellofemoral articular geometry and material on mechanics of the unresurfaced patella[J]. J Biomech, 2012, 45(11):1909-1915.

[22] Adams BD. Wrist arthroplasty: partial and total[J]. Hand Clin, 2013, 29(1):79-89.

[23] Bajuri MN, Abdul-Kadir MR, Murali MR, et al. Biomechanical analysis of the wrist arthroplasty in rheumatoid arthritis: a finite element analysis[J]. Med Biol Eng Comput, 2013, 51(1-2):175-186.

[24] van Winterswijk PJ, Bakx PA. Promising clinical results of the universal total wrist prosthesis in rheumatoid arthritis [J]. Open Orthop J, 2010, 4:67-70.

[25] Morapudi SP, Marlow WJ, Withers D, et al. Total wrist arthroplasty using the Universal 2 prosthesis[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2012, 20(3):365-368.

[26] Reigstad O. Wrist arthroplasty: bone fixation, clinical development and mid to long term results[J]. Acta Orthop Suppl, 2014, 85(354):1-53.

[27] Gupta A. Total wrist arthroplasty[J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2008, 37(8):12-16.

[28] Herzberg G. Prospective study of a new total wrist

arthroplasty: short term results[J]. Chir Main, 2011, 30(1):20-25.

[29] Chakrabarti I. Total wrist arthroplasty: a review[J]. J Hand Microsurg, 2009, 1(2):72-75.

[30] Yeoh D, Tourret L. Total wrist arthroplasty: a systematic review of the evidence from the last 5 years[J]. J Hand Surg Eur Vol, 2015, 40(5):458-468.

[31] Nydick JA, Greenberg SM, Stone JD, et al. Clinical outcomes of total wrist arthroplasty[J]. J Hand Surg Am, 2012, 37(8):1580-1584.

[32] Cavaliere CM, Chung KC. A systematic review of total wrist arthroplasty compared with total wrist arthrodesis for rheumatoid arthritis[J]. Plast Reconstr Surg, 2008, 122(3):813-825.

[33] Sagerfors M, Gupta A, Brus O, et al. Patient related functional outcome after total wrist arthroplasty: a single center study of 206 cases[J]. Hand Surg, 2015, 20(1):81-87.

[34] Boeckstyns ME, Herzberg G, Merser S. Favorable results after total wrist arthroplasty: 65 wrists in 60 patients followed for 5-9 years[J]. Acta Orthop, 2013, 84(4):415-419.

[35] Schmidt I. Can total wrist arthroplasty be an option for treatment of highly comminuted distal radius fracture in selected patients? Preliminary experience with two cases[J]. Case Rep Orthop, 2015, 2015:380935.

[36] Bidwai AS, Cashin F, Richards A, et al. Short to medium results using the remotion total wrist replacement for rheumatoid arthritis[J]. Hand Surg, 2013, 18(2):175-178.

[37] Herzberg G, Boeckstyns M, Sorensen AI, et al. "Remotion" total wrist arthroplasty: preliminary results of a prospective international multicenter study of 215 cases[J]. J Wrist Surg, 2012, 1(1):17-22.

[38] Cooney W, Manuel J, Froelich J, et al. Total wrist replacement: a retrospective comparative study[J]. J Wrist Surg, 2012, 1(2):165-172.

[39] Ma JX, Xu YQ. The instability of wrist joint and total wrist replacement[J]. Chin J Traumatol, 2016, 19(1):49-51.

[40] Gaspar MP, Lou J, Kane PM, et al. Complications following partial and total wrist arthroplasty: a single-center retrospective review[J]. J Hand Surg Am, 2016, 41(1):47-53 .

[41] Boeckstyns ME, Herzberg G. Periprosthetic osteolysis after total wrist arthroplasty[J]. J Wrist Surg, 2014, 3(2):101-106.

[42] Day CS, Lee AH, Ahmed I. Acute carpal tunnel secondary to metallosis after total wrist arthroplasty[J]. J Hand Surg Eur Vol, 2013, 38(1):80-81.

[43] Melamed E, Marascalchi B, Hinds RM, et al. Trends in the utilization of total wrist arthroplasty versus wrist fusion for treatment of advanced wrist arthritis[J]. J Wrist Surg, 2016, 5(3):211-216.

(收稿:2016-10-21;修回:2016-11-19)

(本文编辑:杨晓娟)