基础研究 文章编号:0253-3626(2010)08-1129-04

自体骨膜、肌腱包裹 nHA/PA66 复合材料替代腕舟骨的早期实验研究

尹世杰,黄 伟,阳明明,陈 浩,聂 茂
(重庆医科大学附属第一医院骨科,重庆 400016)

【摘 要】目的:初步探讨自体骨膜、肌腱包裹致密型纳米羟基磷灰石/聚酰胺 66(nHA/PA66)复合材料形成复合体替代重建腕舟骨的可行性。方法:36 只新西兰白兔,随机分为 A、B、C 3 组,每组 12 只。A 组:自体骨膜、肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料植入组;B 组:自体肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料植入组;C 组:单纯自体肌腱球植入组。完整摘除动物双侧桡侧腕舟骨后,分别将上述 3 种植入物放置于腕关节桡侧腕舟骨缺损处。于术后 3、6、12 周,取全腕关节标本行大体观察、放射学及组织学观察,并测量腕高率,进行统计学分析。结果:A 组植入物在 3 周和 6 周时,nHA/PA66 复合材料的表面即可见少量软骨母细胞;12 周时,软骨母细胞数量增多,材料周缘形成类软骨组织。12 周时,nHA/PA66 复合材料与周缘软组织间的纤维愈着较 3、6 周时更为紧密。在不同时间段,均未见 nHA/PA66 复合材料碎裂、吸收或降解。B、C 组植入物在不同时间段均未见类软骨组织在材料周缘形成,但 C 组腕关节标本较 A、B 组经大体观察和 X 线摄片显示腕关节高度明显丢失,塌陷明显。标本 X 线腕高率经统计学分析,A、B 组无明显减低($P>0.05$),C 组有非常明显的减低($P<0.01$)。结论:自体骨膜、肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料形成的复合体在腕关节腔中,其表面能够化生出类软骨组织,且具有良好的抗压强度,可以用作腕舟骨替代物。

【关键词】羟基磷灰石;聚酰胺 66;骨膜;舟骨坏死
【中国图书分类法分类号】R683.41 【文献标识码】A 【收稿日期】2010-05-17

Early experimental study on carpal scaphoid replaced by the composite materials of nano-hydroxyapatite/polyamide 66 wrapped by autologous periosteum, tendon

YIN Shi-jie, et al
(*Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To investigate whether the composite materials of dense nano- hydroxyapatite/polyamide 66 (nHA/PA66) wrapped by autologous periosteum and tendon can reconstruct carpal scaphoid. *Methods*: 36 New Zealand white rabbits were randomly divided into three groups, A, B, and C, 12 rabbits in each group. Group A: composite material of dense nHA/PA66 wrapped by autologous periosteum and tendon; Group B: composite material of dense nHA/PA66 wrapped by autologous tendon; Group C: autologous tendon ball alone. After bilateral carpal bones were completely removed, the above three materials were respectively implanted to replace radial carpal bone. 3,6,12 weeks after surgery, the whole wrist was collected for gross observation, radiological and histological examination, and carpometacarpal index was measured for statistical analysis. *Results*: In Group A, 3 and 6 weeks after surgery, a small amount of chondroblasts were found on the surface of the composite material of nHA/PA66; 12 weeks after surgery, chondroblasts increased and hyaline-like cartilage formed around the material. The composite materials of nHA/PA66 were combined more closely with soft tissue around by the fibers at the twelfth week than that at the third or the sixth week. During different time periods, no composite materials of nHA/PA66 were fragmented, absorbed or degraded. In Group B and C, no transparent cartilage was found around the implants during different periods, but the gross observation and radiological examination showed that the cartilage in wrists lost obviously and the wrists collapsed significantly in Group C, as compared with those in Group A and B. The statistical analysis showed carpometacarpal indexes in group A and B were not significantly lower($P>0.05$), while that in group C was significantly lower($P<0.01$). *Conclusion*: That autologous periosteum and tendon wrapping dense nHA/PA66 could form composite materials in the wrist joint cavity; hyaline-like cartilage could form on their surface, and the materials were so strong that they could be used to replace scaphoid bones.

【Key words】Hydroxyapatite; Polyamide 66; Periosteum; Scaphoid necrosis

作者介绍:尹世杰(1981-),男,硕士,研究方向:关节外科。
通讯作者:黄 伟,男,教授,E-mail:huangwei68@263.net。

基金项目:重庆市自然科学基金项目(编号:CSTS,2006BB5032);重庆市卫生局重点课题(编号:06-1-002);国家人事部 2007 年度留学人员科技活动项目择优资助经费,国家科技支撑计划(编号:2007BAE13B00);国家重点基础研究发展计划(编号:2007CB36102)。

腕舟骨骨折后骨不连及舟骨特发性缺血坏死（Preiser's disease）是腕关节常见的损伤和疾病[1-4]，临床上治疗较困难，尤其是合并有舟骨塌陷、碎裂或舟骨关节软骨严重退变的情况时，仍缺乏行之有效的替代重建舟骨的方法。本实验联合 nHA/PA66 复合材料优良的力学抗压性，骨膜成软骨分化潜能等优势，旨在探索替代重建腕舟骨的新方法，为临床治疗严重舟骨损伤提供实验依据。

1　材料与方法

1.1　材料及试剂

1.1.1　nHA/PA66 复合材料　致密型，圆柱状，高度×横截面直径：5×2 mm，呈白色不透明，表面光滑，由国家纳米生物医用材料产业化孵化基地－四川国纳科技有限公司惠赠（见图 1）。

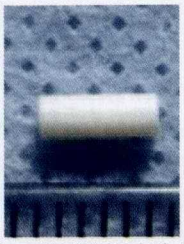


图 1　nHA/PA66 复合材料

1.1.2　主要试剂和仪器　乙二醇乙醚乙酸酯、戊巴比妥钠、多聚甲醛购于上海化学试剂公司。硬组织切片机（LEICA 2500E 型）（德国），修块机（LEICA 1600 型）（德国），裱片仪（LEICA）（德国）。

1.2　实验动物与分组

成年健康新西兰大白兔 36 只，雌雄不限，兔龄 4 个月，体质量 2.0~2.5 kg，由重庆医科大学实验动物中心提供（实验动物生产许可证号：SCXK（渝）2007-0001；实验动物使用许可证号：SYXK（渝）2007-0001）。将新西兰大白兔随机分为 A、B、C 3 组：A 组为自体骨膜、肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料植入组，B 组为自体肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料植入组，C 组为单纯自体肌腱球植入组。采用分组对照，予以编号标记，在相同条件下饲养。

1.3　桡侧腕舟骨缺损模型的制备及植入物的放置

30 g/L 戊巴比妥钠按剂量 1 ml/kg 行耳缘静脉麻醉后，消毒，铺巾，采用腕背桡侧纵切口，先离断桡侧腕长短伸肌腱置于生理盐水中备用。再经第一、三伸肌间室之间横行切开腕桡背侧关节囊，完整摘除桡侧腕舟骨后，按不同组别作相应处理。

A 组：将桡侧腕长伸肌腱用 5-0 无创尼龙缝线缝合包裹 nHA/PA66 复合材料，并置于生理盐水中备用。再于胫骨内侧平台下 1 cm 开始，至胫骨内髁内缘到胫骨结节连线中点处作纵切口，显露胫骨内侧面骨膜，确定约 2×2 cm 大小的骨膜切取范围后，小心将骨膜推剥下来，并注意保持骨膜生发层的完整性[5,6]。最后，用 5-0 无创尼龙缝线将骨膜以生发层朝外包裹待用的肌腱 -nHA/PA66 材料复合体，置入腕关节腔桡侧腕舟骨缺损处。

B 组：将桡侧腕长伸肌腱用 5-0 无创尼龙缝线缝合包裹 nHA/PA66 复合材料，置入腕关节腔桡侧腕舟骨缺损处。

C 组：将桡侧腕长伸、短肌腱用 5-0 无创尼龙缝线缝合制成肌腱球后，直接置入腕关节腔桡侧腕舟骨缺损处。

逐层闭合切口。术后术肢不予固定，置于同等条件下单笼饲养。常规预防感染、换药等处理。分别于术后第 3，6，12 周在麻醉状态下处死动物，获取全腕关节标本。

1.4　主要观察指标

1.4.1　一般情况　观察植入后动物一般情况，包括动物的饮食、活动、切口、关节活动度、死亡情况等。

1.4.2　大体观察及 X 线摄片　主要评估关节活动度、关节粘连情况、植入物是否在位、腕关节高度是否明显丢失等。腕关节的 X 线正位片上测量腕高（沿第三掌骨纵轴线从该掌骨底到桡骨远端关节面的距离）（A）和第三掌骨全长（B）的比率为腕高率，是判断腕塌陷重要指标。术后即刻及术后 12 周分别摄标准腕关节后前位正位片，并用游标卡尺测量腕高率。

1.4.3　组织学观察　术后 3、6、12 周，每组分别处死动物 4 只，各获取全腕关节标本 8 个，置于 40 g/L 多聚甲醛液固定 48 h，充分水洗，系列乙醇逐级脱水，树脂包埋，制作厚度为 5 μm 的硬组织切片，行苏木精－伊红（HE）、甲苯胺蓝（TB）、Masson 染色，每个标本每种染色均制成至少 3 个切片。主要观察植入物组织形态学改变。

1.5　统计学方法

采用 SPSS13.0 统计软件包进行分析，腕高率数值以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，应用 t 检验进行统计学分析，$P<0.05$ 为有统计学意义。

2　结　果

2.1　一般情况

术后所有动物在重庆医科大学实验动物中心进行标准喂养，3 d 内所有兔子进食尚可，活动相对减少，双侧腕关节无明显红肿、渗出等炎症表现，1 周左右可负重活动，行走步态无明显异常。全部术口于 1 周左右愈合，无感染，无异常分泌物。A 组、B 组各有 3 只、2 只动物因肠道感染，于术前适应性喂养期或术后 3~5 d 内腹泻死亡，但均及时补足实验动物数量。最终共 36 只动物全部进入结果分析，无脱落。

2.2　大体观察及 X 线摄片

A、B 组腕关节在不同时间段，关节活动度尚可，无明显粘连，植入物在位，无明显掌背及桡侧脱出。C 组腕关节活动度较 A、B 组稍差，且腕关节在 12 周时较 3、6 周时明显桡偏畸形。术后 12 周标准腕关节后前位 X 线摄片示 C 组腕关节较 A、B 组桡偏明显，腕关节高度显著下降，腕骨塌陷（见图 2）。术后即刻及 12 周时各组腕高率（$\bar{x} \pm s$）经 t 检验，A、B 组无明显减低，无统计学意义（$P>0.05$），C 组有非常明显的减低，有统计学意义（$P<0.01$）。这表明术后 12 周与术后即刻相比，A、B 组腕高无明显塌陷，C 组腕高有明显塌陷（见表 1）。

2.3　组织学观察

A 组植入物：植入后 3 周，骨膜内的间充质细胞增生，可见少量梭形细胞向立方形、椭圆形细胞转变（见图 3）；植入后 6 周，复合体内可见少量软骨母细胞和骨母细胞存在（见

图 4);植入后 12 周,复合体内可见较多软骨母细胞,少量新生软骨细胞, 细胞外基质分泌增多, nHA/PA66 复合材料周缘形成了类软骨样组织,且 nHA/PA66 复合材料与其周缘的新生组织间以纤维组织较为紧密愈着,形成了类似于正常软骨及软骨下骨的整合体 (见图 5)。在不同时间段, 均未见 nHA/PA66 复合材料碎裂、吸收或降解。B、C 组植入物:植入后 3 周,可见部分腱组织发生玻璃样变性,但胶原纤维结构仍完整;植入后 6 周,腱团内玻璃样变性更加明显,细胞成分减少,胶原纤维结构较紊乱;植入后 12 周,腱团绝大部分已玻璃样变性,胶原纤维已失去正常结构;且在不同时间段,材料周缘 TB 及 Masson 染色异染性均不明显;B 组植入物中,在不同时间段均未见 nHA/PA66 复合材料碎裂、吸收或降解 (见图 6)



图 2 术后 12 周腕关节后前位标准片,A、B 腕关节高度未见明显改变,C 组腕关节则桡偏明显,腕关节高度显著下降,腕骨塌陷

3 讨 论

3.1 腕舟骨骨折骨不连和缺血性坏死的治疗现状

腕舟骨损伤后易伴发骨不连或缺血性坏死,且往往累及其关节面或造成其关节软骨缺损,晚期出现舟骨塌陷和疼痛性关节炎。对于塌陷、碎裂、坏死的舟骨,既往的治疗方法多是采用部分或全部舟骨切除、近排腕骨切除、局部腕骨间融合及全腕关节融合等补救性手术[7-10],然而,这类手术以破坏正常腕部解剖结构和腕关节功能为代价,最终限制了它们的应用。

Swanson 等[11]在上世纪末研发了一款全新的钛合金舟骨假体,其因为没有硅胶舟骨假体所导致的明显溶骨性骨吸收和反应性滑膜炎等缺陷而受到人们的关注,且在通过对该假体置换术后平均 5.7 年的随访研究发现,97%的患者术后无痛或少有不适,关节功能良好,显示出了良好的应用前景。然而,该假体也可能存在某些潜在缺陷,诸如钛合金弹性模量明显高于周围软骨,容易造成邻近关节软骨磨损,导致创伤性关节炎以及其重量较大, 周围韧带不能长期控制其位置,晚期容易发生假体滑脱和移位。到目前为止,仍然缺乏较为理想的方法来替代重建腕舟骨。

3.2 腱球置换,致密型 nHA/PA66 复合材料及骨膜在腕骨重建中的应用

从 19 世纪 70 年代起,腱球置换术就广泛应用于月骨的

表 1 术后即刻及 12 周时各组腕高率($\bar{x}\pm s$)

	分组	例数	均数	标准差	标准误
A 组	术后即刻	8	0.250 6	0.013 44	0.004 75
	术后 12 周	8	0.254 9	0.014 37	0.005 08
B 组	术后即刻	8	0.247 9	0.012 48	0.004 41
	术后 12 周	8	0.247 5	0.009 18	0.003 25
C 组	术后即刻	8	0.249 2	0.006 14	0.002 17
	术后 12 周	8	0.199 7	0.009 44	0.003 34

经 t 检验,A、B 组无明显减低,差异无统计学意义($P>0.05$),C 组有非常明显的减低,差异有统计学意义($P<0.01$)



Masson 染色 × 200　　TB 染色 × 200

光镜观察可见骨膜内的间充质细胞增生,可见少量梭形细胞向立方形、椭圆形细胞转变

图 3 A 组植入物术后 3 周



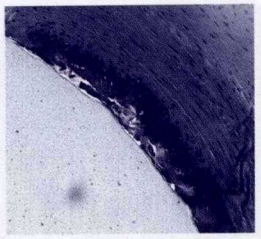
Masson 染色 × 200　　TB 染色 × 200

光镜观察可见复合体内可见少量软骨母细胞和骨母细胞存在

图 4 A 组植入物术后 6 周



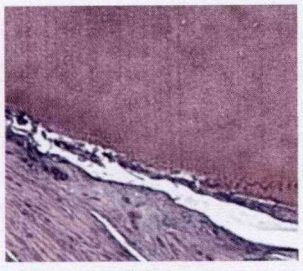
Masson 染色 × 200



TB 染色 × 200

光镜观察可见复合体内可见较多软骨母细胞，少量新生软骨细胞，nHA/PA66 复合材料周缘形成了类软骨样组织，且 nHA/PA66 复合材料与其周缘的新生组织间以纤维组织较为紧密愈着，形成了类似于正常软骨及软骨下骨的整合体

图 5　A 组植入物术后 12 周



HE 染色 × 200



TB 染色 × 200

植入后 12 周，腱团绝大部分已玻璃样变性，胶原纤维已失去正常结构

图 6　B、C 组植入物

替代重建，尤其是 kienbock's 病。肌腱球作为一种重建假体，有报道已证实它能够一定程度地替代腕骨，改善腕关节活动，缓解临床症状。黄伟[12]等通过放射学检查和有限要素法力学分析发现舟骨部份切除后腱球置换能够长期缓解疼痛，改善关节功能，但腕关节高度不能有效维持，腕关节仍有明显的退行性变，得出单纯肌腱的体积和强度不能满足缺损修复需要的结论。本实验中，组织学观察和 X 线摄片也证实，单纯肌腱球由于发生玻璃化变性，且自身力学强度不足，最终不可避免地出现腕骨塌陷，腕关节间隙高度的丢失。

因此有学者通过腱球加芯的方式来弥补单纯肌腱球生物强度不足的缺点。Horita 等[13]证实带有骨芯的腱球能更好地维持腕掌高度指数；Oda 等[14]也发现陶瓷芯腱球较单纯掌长肌腱腱球，在明显改善临床症状和关节功能的同时，能够有效阻止腕骨塌陷。然而，骨芯、陶瓷芯存在后期被吸收的风险，从而导致加芯腱球生物强度降低，最终无法长期维持腕关节高度的可能[15]。

我们和四川大学－国纳科技有限公司通过国家"863"计划联合研发的 nHA/PA66 复合材料，经前期实验已经证实具备与人体皮质骨接近的抗压、抗弯强度和弹性模量[16]，且具有良好的生物相容性及生物活性[17]。因此，我们将 nHA/PA66 复合材料良好的生物力学特性与腱球包裹材料表面能够有效减少植入物对缺损周围关节软骨的磨损，并部分替代腕骨关节面等优势结合起来，开发新型的舟骨芯腱球假体。前期实验[18]中，我们利用压敏片法在新鲜尸体腕关节上已经证明 nHA/PA66 复合材料舟骨芯假体腱球置换后，腕关节的应力分布和受力面积同正常相接近，该假体能够有效地维持腕关节的力学传递特点，改善腱球置换后桡腕关节和尺腕关节的应力分布。在本实验中，大体观察、X 线摄片及组织学观察的结果均表明 nHA/PA66 复合材料在腕关节内无明显碎裂、吸收或降解，由其制成的舟骨芯腱球假体能够有效维持腕关节高度，防止塌陷，并具备长期维持关节高度的潜质。

此外，由于正常舟骨的表面绝大部分被透明软骨所覆盖，与周围的月骨、桡骨远端、头状骨、大小多角骨相关节。因此，恢复和重建舟骨的软骨表面对于舟骨损伤的治疗也显得尤为重要。有学者[19,20]利用骨膜包绕肌腱球替代月骨，组织学观察发现有软骨母细胞及新生软骨细胞的存在。在本实验中，组织学观察结果同样证实，骨膜覆盖在 nHA/PA66 复合材料表面，在腕关节腔的微环境条件下能够化生出类软骨样组织，且该新生组织的成熟度随观察时程的延长而增加。

4　总　结

综上可见，自体骨膜、肌腱包裹致密型 nHA/PA66 复合材料的复合体具有足够的强度和硬度承担腕部的载荷，同时其表面又能化生形成薄层类软骨样组织，使其更接近于正常的关节骨端的关节软骨及软骨下骨的结构，具备成为舟骨良好替代物的潜质，但其远期疗效尚待观察。

参　考　文　献

[1]　Gutierrez G. Office management of scaphoid fractures[J]. Phys Sports Med, 1996, 24(8): 60-70.

[2]　Scott P, Steinmann Adams. Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment[J]. J Orthop Sci, 2006, 11(4): 424-431.

[3]　Schubert H E. Scaphoid fracture. Review of diagnostic tests and treatment[J]. Can Fam Physician. 2000, 46(9): 1825-1832.

[4]　Roolker W, Maas M, Broekhuizen A H. Diagnosis and treatment of scaphoid fractures, can non-union be prevented[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1999, 119(7-8): 428-431.

[5]　卢世璧，杨贵勇，王继芳，等. 在连续被动活动作用下自体骨膜游离移植修复髋、膝关节软骨大面积缺损的临床应用[J]. 中华骨科杂志，1996，16(8)：475.

基础研究 文章编号:0253-3626(2010)08-1133-05

TACE 在着床窗口期小鼠子宫内膜上皮细胞中的表达及其抗体对胚泡粘附的影响

刘 帅[1],姜 蓉[2],郝 强[1],杨 戎[1],张文文[1]

(1. 重庆医科大学公共卫生学院生殖生理教研室,重庆 400016;2. 重庆医科大学干细胞与组织工程研究室,重庆 400016)

【摘 要】目的:通过检测肿瘤坏死因子 α 转换酶(Tumor necrosis factor α converting enzyme,TACE)在小鼠子宫内膜上皮细胞中的表达及其在体外着床模型中对胚泡粘附的影响,初步探讨 TACE 在小鼠生殖中的作用以及其与胚胎着床的关系。方法:体外培养孕 4 d(d4)小鼠子宫内膜上皮细胞和胚泡,构建胚泡体外着床模型;通过细胞免疫组化鉴定小鼠子宫内膜上皮细胞;运用 RT-PCR 和细胞免疫组化分别检测小鼠子宫内膜上皮细胞中 TACE mRNA 和蛋白的表达;向体外着床模型中添加不同浓度的 TACE 抗体,观察对胚泡体外着床的影响,并用细胞免疫化学检测抗体干预后各培养体系中 TACE 蛋白质的表达情况。结果:原代培养小鼠子宫内膜上皮细胞生长旺盛,鉴定结果显示:上皮细胞对角蛋白抗体有棕黄色阳性表达,对波形蛋白抗体为阴性表达。PCR 结果显示 TACE mRNA 在共培养体系中有高表达,免疫组化结果与 RT-PCR 结果相一致;小鼠胚泡体外共培养具有较高的粘附率,添加 TACE 抗体后胚泡帖附率均显著低于对照组帖附率($P<0.05$),且随着抗体浓度的降低胚泡粘附率随之升高,免疫化学检测结果也显示随着抗体浓度的降低 TACE 的表达量随之升高。结论:TACE 可能参与了胚泡着床过程,有利于小鼠胚胎粘附、扩展,为胚胎的着床做准备。

【关键词】TACE;小鼠体外着床;子宫内膜上皮细胞;原代培养

【中国图书分类法分类号】R714.1+2 【文献标识码】A 【收稿日期】2010-03-13

Expression of tace in mouse uterine epithelial cell during implantation window period and effect of tace antibody on the embryo implantation

LIU Shuai, et al

(*Department of Reproductive Physiology, College of Public Health, Chongqing Medical University*)

作者介绍:刘 帅(1985-),女,硕士,研究方向:生殖遗传。

通讯作者:杨 戎,女,教授,E-mail:yangrong3636@yahoo.com.cn。

基金项目:重庆市科委自然科学基金项目(编号:CSTC,2007BB5273)。

【Abstract】*Objective*: To detect expression of tumor necrosis factor-converting enzyme(TACE) on the mouse uterine epithelial cell and effect of implantation in vitro. To analyze its role in blastocyst implantation and to investigate the relation TACE with

[6] 张伯勋,陶 笙,卢世璧.自体骨膜碎片血肿内植入修复骨缺损[J].军医进修学院学报,1996,17(3):157.

[7] Goldfarb C A, Stern P J, Kiefhaber T R. Palmar midcarpal instability: the results of treatment with four-corner arthrodesis[J]. J Hand Surg, 2004,29(2):258-263.

[8] Kobza P E, Budoff J E, Yeh M L. Management of the scaphoid during four-corner fusion-a cadaveric study[J]. J Hand Surg, 2003,28(6):904-909.

[9] Krakauer J D, Bishop A T, Cooney W P. Surgical treatment of scapholunate advanced collapse[J]. J Hand Surg, 1994,19(5):751-759.

[10] Tomaino M M, Miller R J, Cole I, et al. Scapholunate advanced collapse wrist: proximal row carpectomy or limited wrist arthrodesis with scaphoid excision[J]? J Hand Surg, 1994,19(1):134-142.

[11] Swanson A B, de Groot Swanson G, DeHeer D H, et al. Carpal bone titanium implant arthroplasty 10 years' experience[J]. Clin Orthop Relat Res, 1997,(342):46-58.

[12] 黄 伟,桥诘博行,永山则之.腕舟骨的腱球置换术[J].中华手外科杂志,2006,22(4):226-228.

[13] Horita k., Ikuta Y, Murakami K, et al. An experimental study on the bone-core tendon ball replacement for the treatment of Kienbock's disease [J]. J Jpn Sco Surg Hand, 1990,7(4):767-771.

[14] Oda M, Hashizume H, Miyake T, Inoue H, et al. A stress distribution analysis of a ceramic lunate replacement for Kienbock's disease[J]. J Hand Surg [Br], 2000,25(5):492-498.

[15] Sakai A, Toba N, Oshige T, et al. Kienböck disease treated by excisional arthroplasty with a palmaris longus tendon ball: a comparative study of cases with or without bone core[J]. Hand Surg, 2004,9(2):145- 149.

[16] Wang X J, Li Y B. Development of composites nano-hydroaptite and polyamide as a bone substite[J]. Chin J Biomed Eng, 2001,10:199-203.

[17] 孟纯阳,安 洪,蒋电明.新型骨关节修复重建复合材料(n-HA/PA66)的生物活性及近期对机体钙磷代谢的影响[J].中国骨与关节损伤杂志,2005,20:34-36.

[18] 王仁崇,黄 伟,甘 强,等.腕舟骨芯假体的受力分析研究[J].重庆医学,2008,37(19):2138-2141.

[19] 胡成栋,张伯勋,邵新中,等.4 种复合体体内成骨及成软骨后重建月骨缺血性坏死的实验[J].中国临床康复,2005,9(14):32-33.

[20] 孟 钊,田利军,邵新中.自体骨膜包裹肌腱 - 松质骨匀浆作为月骨替代物的对比研究[J].中华手外科杂志,2001,17(3):169-171.

(责任编辑:关蕴良)