

# 肘管综合征诊治进展

秦春耀 梁炳生

**摘要** 肘管综合征为临床上常见的神经嵌压性疾病之一,发病率仅次于腕管综合征。肘管综合征病因较为复杂,加之尺神经相关解剖结构特殊,临床疗效一直不甚满意,治疗方法尚未统一。该文就尺神经相关应用解剖、肘管综合征病因与病理诊断与分型、非手术治疗与手术治疗研究进展作一综述。

**关键词** 肘管综合征;慢性尺神经损伤;解剖;诊断;治疗

**DOI** doi:10.3969/j.issn.1673-7083.2014.05.010

肘管综合征又称慢性尺神经损伤、迟发性尺神经炎、迟发性尺神经麻痹。尺神经在肘部卡压仅次于腕部, Panas 于 1878 年首先描述肘部尺神经卡压与临床神经麻痹的关系并采用加深内上髁沟的方法进行治疗。Curtis 于 1898 年首次报道采用尺神经松解及皮下转移方法治疗创伤性尺神经炎患者。Feindel 于 1958 年提出肘管概念。迄今,肘管综合征治疗方法较多,Osborne 提倡原位减压,King 和 Morgan 最先描述内上髁切除术,Adson 和 Learmonth 分别提出肌内和肌下移位术<sup>[1]</sup>。但如何选择治疗方法,临床上仍未统一。

## 1 尺神经相关应用解剖

尺神经源于颈<sub>6</sub>至胸<sub>1</sub>神经根,自臂丛内侧束发出后经腋动、静脉之间出腋窝,走行于肱二头肌内侧沟至臂中份,穿越内侧肌间隔至臂后内侧下行入尺神经沟内。尺神经在肘关节处发出关节支及 1、2 支尺侧屈腕肌肌支,屈指深肌及屈腕肌肌支均由尺神经沟远端发出<sup>[2]</sup>。这些分支在施行尺神经前置术时可不予切断,在显微镜下作尺神经干支分离即可。尺神经在屈肌支持带浅面发出浅支和深支,深支分布于小鱼际肌、拇收肌、骨间掌背侧肌及第 3、4 蚓状肌。手背支支配手背尺侧半皮肤感觉<sup>[3]</sup>。

尺神经损伤与尺神经解剖密切相关,肘关节屈伸活动时肘管解剖形态随之发生动态变化。肘关节伸直时正常肘管内尺神经不受压,肘关节屈曲时肱骨内侧髁与尺骨鹰嘴距离增加,尺神经管深度变小,尺侧副韧带随之紧张,肘管不同平面容积则各不相同。肘关节伸直时肘管容积最大,肘关节完全屈曲时肘管容积较伸直时下降 55%。肘关节屈曲时尺神经以肱骨内侧髁为中心向远近两端拉伸,尺神经张力明显增加<sup>[4]</sup>。Celli<sup>[5]</sup>经试验研究显示,肘关节屈曲、腕关节背伸时尺神经受牵拉及肘管内压增加使尺神经内压较正常增加 3 倍,枕肘睡眠时尺神经内压更大,可达到正常的 6 倍,此时尺神经内压高于组织间隙灌注压。此外,肘管周围有肌肉组织存在,肌肉收缩时肘管容积随之变小,肘管内压增大,尺神经将因机械性卡压和慢性缺血而遭受损伤<sup>[6]</sup>。

尺神经损伤与尺神经供血血管如尺侧上副动脉(SUCA)、尺侧返动脉后支(PURA)、尺侧下副动脉

(IUCA)有关,它们在肘管附近构成吻合网供血<sup>[7,8]</sup>。SUCA 是臂部尺神经主要血供来源,起于上臂肱动脉内侧,终支与 PURA 或 IUCA 吻合;PURA 起于前臂屈肌间尺动脉内侧,主干分为掌侧支及背侧支,背侧支较为粗大,经肱骨内上髁后方与尺神经伴行,在肘管处起主导地位;SUCA 和 PURA 分支伴尺神经向两端走行,并发出分支供应尺神经<sup>[9]</sup>。Sugawara<sup>[10]</sup>在研究尺神经血供时发现,尺神经前置时将伴行血管一起完整前移,可使尺神经保留 80%以上血供,若伴行血管损伤则前移后尺神经血供仅为原来的 45%;因此,尺神经前置时保护尺神经血供具有特别重要的意义,且临床研究及手术实践证实伴行血管的长度允许其与尺神经一起前置。行尺神经前置术时,SUCA 对尺神经具有重要意义,同时需尽可能地保留 PURA 和 IUCA<sup>[11]</sup>。

## 2 病因与病理

肘管综合征病因复杂,主要有内源性因素及外源性因素,常见病因包括创伤后肱骨远端畸形愈合,肘关节外翻畸形,肘管软组织解剖结构改变所致尺神经局部卡压,尺神经滑脱,局部静脉、肿物生长等压迫尺神经,医源性损害及神经自身病变等<sup>[12]</sup>。

尺神经受压早期病理变化不明显,可有神经内部充血、水肿。随着神经受压时间的延长,尺神经神经外膜增厚、弹性下降,神经束之间出现结缔组织生长。若尺神经受压程度进行性加重,尺神经有髓神经纤维可发生 Waller 变性,神经束间结缔组织增生、瘢痕形成;尺神经传导功能下降,进而出现不可逆性损伤<sup>[3,6]</sup>。

## 3 诊断与分型

肘管综合征诊断主要依靠病史、临床表现及电生理等辅助检查。在王福成等<sup>[13]</sup>总结的 8 点诊断法基础上,结合肘关节三维 CT、MRI 检查<sup>[14]</sup>等,有助于早期明确诊断肘管综合征:①病史。肘部有外伤、手术史,或肘部有肿物生长,或有枕肘睡眠史及其他长期屈肘工作、接打手机史等。②临床表现。起病较隐匿,早期患者感觉工作时手易疲劳、握力减弱,伴环指、小指及手尺侧麻木不适,有麻刺感或蚁行感,肘部或前臂近端尺侧酸痛或刀割样疼痛,向远端或近端放射;后期患者手部尺侧、环指及小指麻木进行性加重、肌力下降、灵活性差,不能进行精细操作,手部肌肉进行性萎缩。前臂及手尺侧皮肤感觉减退、麻木、干燥无汗、酸痛;尺神经沟处可触及变硬增粗的

神经, Tinel 征、屈肘试验阳性; 小鱼际肌、拇内收肌、手部骨间肌发生不同程度萎缩, 呈爪状手、矩形掌; 各指内收外展受限, 小指与拇指对捏受限, 尺侧腕屈肌肌力弱。  
③辅助检查。肌电图检测显示尺神经支配的诸肌出现失神经支配的自发电位, 经过肘部的神经传导速度减慢是最有意义的诊断依据, 体感诱发电位丧失是较敏感的指标; 超声检查<sup>[2]</sup>简单、无创、无痛, 对于肘管综合征具有重要的诊断参考价值, 可准确发现尺神经各种病理变化如神经肿胀、外膜增厚等, 更直观地观察肘管综合征病因,

明确病变范围, 对手术治疗起到良好的指导作用; X 线检查及肘关节三维 CT 检查也有重要参考价值, 可观察到骨刺生长或肱骨内上髁骨赘形成; MRI 检查也广泛应用于肘管综合征诊断及预后评估<sup>[15]</sup>。辅助检查尤其对肿物、骨骼畸形愈合、骨赘、肱骨内上髁炎、异位钙化等所致肘管综合征具有重要诊断价值。

顾玉东<sup>[16]</sup>提出的肘管综合征分型与治疗方案(表 1)有具体量化指标, 加入肌电图肘部尺神经传导速度检测结果, 易于临床分型。

表 1 肘管综合征临床分型与治疗方案

分型	感觉	运动	爪形手	肘部尺神经传导速度(m/s)	治疗
轻度	间歇性震动, 感觉轻度异常	自觉无力, 灵活性差	-	>40	非手术
中度	间歇性刺痛, 感觉减退	握力差, 手指内收及外展受限	-	30~40	减压术
重度	持续感觉异常, 两点辨别觉异常	肌萎缩, 手指不能内收、外展	+	<30	前置术

此外, 临床上常采用 McGowan 分型: I 型为尺神经支配区感觉改变或减退, 无肌萎缩及手无力; II 型为轻度手无力和早期肌萎缩; III 型为明显肌萎缩和手无力或手畸形。

#### 4 非手术治疗

对于早期尺神经轻度受压的肘管综合征患者, 目前国内外均主张采用非手术治疗。其原则为限制肘关节运动, 保持肘关节屈曲 30°~40°, 以缓解肘管内尺神经压力, 防止肘关节反复或剧烈屈伸运动时对尺神经进一步损伤, 最好能辅以支具、石膏等外固定。此外, 还可采用神经营养药物、中药熏洗、非类固醇抗炎镇痛药、针灸、理疗等治疗。若能早期即明确诊断, 非手术治疗效果均较满意<sup>[11, 17]</sup>。

#### 5 手术治疗

目前肘管综合征手术指征没有明确界限, 一般对经非手术治疗 3 个月无效、经严格非手术治疗动态观察 1 个月无效、出现手内在肌萎缩及中重度尺神经损伤患者均应首选手术治疗<sup>[11]</sup>。

##### 5.1 单纯原位减压术

尺神经单纯原位减压术又称为尺神经原位松解术, 是目前临床应用较多的术式。对于大多数首次接受手术治疗的患者, 以及术中检测尺神经无滑脱、过度屈曲肘关节时尺神经无弓弦样改变、尺神经局部受肿物等压迫、尺神经受压非肘关节畸形所致患者, 均建议行单纯原位减压术<sup>[18]</sup>。该术式特点为损伤最小, 术后并发症少, 疗效可靠, 且康复时间短。Flores<sup>[19]</sup>回顾性报道 2007 年至 2009 年期间对肘管综合征患者采用尺神经单纯原位减压术进行治疗, 即在内镜辅助下显露尺神经管, 将卡压尺神经的周围组织及部分韧带切除, 术后彻底解除尺神经卡压的效果明显优于传统手术。

##### 5.2 肱骨内上髁切除术

肱骨内上髁切除术旨在去除肱骨畸形时内上髁对尺神经的机械性压迫, 具有术后尺神经仍可位于原位、对尺

神经正常神经床及其分支供血血管破坏少、术后恢复快、疼痛轻等优点。手术自尺侧腕屈肌起点内侧副韧带下方沿骨膜下剥离显露肱骨内上髁并切除合适大小的内上髁骨块, 遂将骨膜原位缝合, 缝合线结置于骨膜深面<sup>[11]</sup>。由于内上髁切除大小难以掌握而影响术后疗效, 目前该术式在国内临床上不常应用<sup>[20]</sup>。Kim 等<sup>[21]</sup>近期报道对肘管综合征患者采用肱骨内上髁切除术治疗, 即于骨膜下剥离并显露肱骨内上髁后对 ≤4 mm(平均 3.8 mm)厚的内上髁斜冠状面骨突进行截骨, 骨锉锉平骨表面后用可吸收线修复骨膜, 并将缝合线结置于骨膜下; 结果表明, 小部分内上髁切除术联合尺神经原位减压术治疗肘管综合征可取得满意疗效。

##### 5.3 肘管扩大重建术

肘管扩大重建术旨在不改变尺神经在肘管解剖行径的基础上去除压迫尺神经的周围软组织, 切除肱骨内上髁两侧及沟底骨质, 扩大尺神经管, 从而彻底解除尺神经卡压<sup>[22, 23]</sup>。该术式可在内镜下完成, 在保证手术效果的同时, 具有切口小、局部损伤少、术后康复快等优点, 同时避免瘢痕形成和肘关节不稳, 是一种疗效可靠的治疗手段<sup>[24]</sup>。

##### 5.4 神经内外膜松解术

尺神经损伤因局部缺血致血-神经屏障破坏, 继而外膜增厚甚至变性, 形成瘢痕, 导致尺神经内压增大, 损伤进行性加重。手术治疗中应根据尺神经损伤程度决定是否行尺神经内外膜松解。目前国内对尺神经内外膜松解术仍有争议, 尺神经膜过度松解往往引起术后神经束瘢痕形成, 部分患者则因粘连加重而导致术后复发。尺神经内外膜松解术通常与尺神经前置术联合应用于肘管综合征治疗<sup>[25]</sup>。有研究<sup>[26]</sup>报道, 显微镜下松解尺神经外膜或内膜并将尺神经前置、埋于前臂屈肌群内治疗肘管综合征, 取得了良好效果。王红军等<sup>[27]</sup>、张义鹏等<sup>[28]</sup>报道, 对肘管综合征患者采用内镜下尺神经内外膜松解术或尺神经前置术, 可取得良好效果。

### 5.5 尺神经前置术

尺神经前置术包括尺神经肌下前置术、尺神经肌间前置术、尺神经皮下前置术、带血供尺神经深筋膜瓣下前置术等。尺神经肌下前置术适用于肘关节活动较多及体形较瘦的年轻肘管综合征患者,但因术后并发症较多,目前应用较少;主要用于肘管翻修术时<sup>[29]</sup>。张小路等<sup>[30]</sup>报道了改良的尺神经肌下前置术,即在显微镜下将尺神经前置于尺侧腕屈肌、旋前圆肌下,观察 SUCA 对尺神经的灌注情况,并经骨道原位重建肱骨内上髁肌群,结果显示患者术后优良率达 82.22%。

尺神经肌间前置术通常于肘部旋前圆肌前侧切除部分肌肉组织,形成可容纳尺神经的沟槽,将尺神经置于肌肉沟槽后用浅筋膜覆盖。该术式对肌肉功能影响较小,术后尺神经可受到肌肉和筋膜保护<sup>[31]</sup>。但由于术后神经、肌肉瘢痕形成导致尺神经在肌肉沟槽内再次卡压,该术式逐渐遭淘汰<sup>[32]</sup>。

尺神经皮下前置术操作简单,疗效确切可靠,适应证广泛,术后并发症少且恢复较快。尺神经解剖及手术实践研究证实,显微镜下将尺神经与其伴行血管一并作皮下前置的疗效更佳,对肘关节韧带、肌肉无明显影响,对肘关节创伤较小;该术式目前广泛应用于肘管综合征治疗<sup>[29,33]</sup>。此外,内镜下尺神经皮下前置术亦已取得一定进展,术后效果良好。

梁炳生等<sup>[34,35]</sup>在尺神经皮下前置术基础上提出显微镜下将尺神经及伴行 SUCA 前置于深筋膜瓣下包绕固定治疗肘管综合征。带筋膜及血管的尺神经前置可最大限度地保护尺神经供血血管及神经分支。目前我科采用显微镜下带血供尺神经深筋膜瓣下前置术治疗肘管综合征患者的优良率达 87.0%。与传统的尺神经前置术相比,该术式优点在于可为前置的尺神经提供柔软的神经营床,避免了尺神经再度卡压,同时显微外科技术保障了前置后尺神经血供,尺神经卡压因素彻底解除,神经营床质量好,神经通道顺畅,疗效确切<sup>[36]</sup>。孙良智等<sup>[37]</sup>采用带血供尺神经深筋膜瓣下前置术治疗重度肘管综合征,也取得了良好疗效。以上研究均证实,带血供尺神经深筋膜瓣下前置术是治疗肘管综合征安全有效、可靠的方法。

### 5.6 其他手术方法

随着内镜器械的更新及手术者技术熟练度的增强,内镜下手术时间较传统手术明显缩短,且具有切口小、组织损伤轻、术后可早期功能锻炼、恢复快、费用低廉等特点,深受临床欢迎。内镜下尺神经原位减压术<sup>[19]</sup>、肘管扩大重建术<sup>[24]</sup>、尺神经前置术<sup>[38]</sup>等,已在欧美等广泛应用于临床,但国内目前应用较少。Cross 等<sup>[39]</sup>临床实践证实,内镜下尺神经手术具备上述优越性。张义鹏等<sup>[28]</sup>报道对内镜下尺神经手术与传统手术进行比较,同样证实内镜下尺神经手术的优越性。Cobb 等<sup>[40]</sup>报道对内镜下尺神经手术与传统手术术后复发率进行研究,证实内镜下尺神经手术术后复发率明显低于传统手术。

Calisaneller 等<sup>[41]</sup>采用小切口尺神经原位减压术治疗

肘管综合征,即分别于肘关节上、下切口长 2~3 cm,并于两侧切口处拉开,松解尺神经至两切口中心处,结果显示疗效良好。

总之,肘管综合征手术治疗效果与患者年龄、病程、症状、临床分型密切相关。轻度肘管综合征患者经手术治疗均可获得满意疗效。中重度肘管综合征患者手术原则是去除各种引起尺神经压迫的原因,使受损尺神经恢复血供及功能。单纯原位减压术适用于症状轻、无尺神经脱位的肘管综合征患者,尤其是首次手术、肘关节屈曲时尺神经张力不高患者的最佳选择。尺神经肌下前置术操作复杂,是唯一翻修术式;尺神经肌间前置术远期并发症较多,应用越来越少;尺神经皮下前置术优点多、并发症少,受到临床上广泛应用。随着显微外科技术的发展,带血供尺神经深筋膜瓣下前置术应用也越来越多;近年随着内镜器械更新,内镜下尺神经原位减压术、肘管扩大重建术、神经内外膜松解术及尺神经皮下前置术等均取得了良好的术后疗效,且许多研究证实其疗效明显优于传统手术治疗<sup>[42]</sup>,值得推广应用。相信随着科技的发展、三维内镜系统的应用及机器手的出现,会有更好的手术方法使肘管综合征患者获得最佳治疗。

### 参考文献

- 1 Fitzgerald RH, Kaufer H, Malkani A. 邱贵兴主译. 骨科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006:1930-1936.
- 2 le Collerol T, Bauones S, Acid S, et al. Anatomical study of the dorsal cutaneous branch of the ulnar nerve using ultrasound[J]. Eur Radiol, 2013, 23(8):2246-2251.
- 3 虞聪,顾玉东. 对中重度肘管综合征治疗方式的探讨[J]. 中华手外科杂志, 2000, 16(3):156-158.
- 4 孟纬,潘昊鹏,朱伟. 肘管综合征患者不同屈肘角度的肘管内压力变化[J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(6):729-731.
- 5 Celli A. Anatomy and biomechanics of the elbow[A]. In: Celli A, Celli L, Morrey BF eds. Treatment of Elbow Lesions: New Aspects in Diagnosis and Surgical Techniques[M]. Springer, 2008:1-11.
- 6 朱家凯,侯春林,刘小林,等. 显微外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 921-925.
- 7 胡忠林,彭田红,王莉,等. 肘部尺神经及其血供的应用解剖学研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2011, 29(5):498-501.
- 8 彭峰,陈德松,顾玉东. 肘部尺神经的临床解剖学研究[J]. 中华手外科杂志, 1996, 12(2):107-109.
- 9 扈清云,陈延玉,王培军. 等. 尺神经及其血供在肘管综合征手术中应用解剖研究[J]. 解剖学研究, 2005, 7(1):63.
- 10 Sugawara M. Experimental and clinical studies of the vascularized anterior transposition of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome[J]. Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi, 1988, 62(8):755-766.
- 11 Kelly BJ, Hughes TB. Treatment options for cubital tunnel syndrome[J]. Oper Tech Orthop, 2013, 23:232-242.
- 12 Wolfe SW, Notchkiss RN, Pederson WC, et al. 田光磊,蒋协远,陈山林等译. 格林手外科手术学(上卷)[M]. 第6版, 北京: 人民军医出版社, 2012:928.
- 13 王福成,解云川,唐华羽,等. 尺神经炎显微外科治疗的随访[J]. 中华显微外科杂志, 2005, 28(3):284-285.
- 14 Subhawong TK, Wang KC, Thawait SK, et al. High resolution imaging of tunnels by magnetic resonance neurography[J]. Skeletal Radiol, 2012, 41(1):15-31.
- 15 Swanger RS, Maldjian C, Buckley K. MRI appearance of nerve regeneration in a surgically repaired ulnar nerve[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2010, 36(1):73-75.
- 16 顾玉东. 腕管综合征与肘管综合征的临床分型现状与建议[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(7):818-819.
- 17 周静. 非手术方法治疗肘管综合征 39 例[J]. 山东中医杂志, 2003, 22(2):98-100.

14 Li SC, Lin CY, Kuo TF, et al. Chicken model of steroid-induced bone marrow adipogenesis using proteome analysis; a preliminary study[J]. *Proteome Sci*, 2010, 8:47.

15 Fan M, Peng J, Wang A, et al. Emu model of full-range femoral head osteonecrosis induced focally by an alternating freezing and heating insult[J]. *J Int Med Res*, 2011, 39(1):187-198.

16 Liu Z, Zhang G, Man C, et al. Establishment of a steroid-induced osteonecrosis animal model in bipedal emus[J]. *Bone*, 2010, 47(Suppl 3):S447.

17 李鸿帅,张长青. 股骨头坏死动物模型研究进展[J]. *国际骨科学杂志*, 2006, 27(3):173-175.

18 关俊杰,张长青. 股骨头坏死动物模型研究进展[J]. *国际骨科学杂志*, 2012, 33(1):60-63.

19 Boss JH, Misselevich I. Osteonecrosis of the femoral head of laboratory animals; the lessons learned from a comparative study of osteonecrosis in man and experimental animals[J]. *Vet Pathol*, 2003, 40(4):345-354.

20 Assouline-Dayana Y, Chang C, Greenspan A, et al. Pathogenesis and natural history of osteonecrosis[J]. *Semin Arthritis Rheum*, 2002, 32(2):94-124.

21 Kamal D, Alexandru DO, Kamal CK, et al. Macroscopic and microscopic findings in avascular necrosis of the femoral head[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2012, 53(3):557-561.

22 赵凤朝,郭开今,李子荣. 骨髓水肿综合征与股骨头缺血性坏死[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2011, 25(4):408-411.

23 石少辉,李子荣,王伯亮,等. 非创伤性股骨头坏死体积与坏死指数及角度相关性分析[J]. *中华全科医师杂志*, 2009, 8(1):27-30.

24 鲁超,刘洪智,刘道兵,等. 股骨头坏死病灶分布规律探讨[J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22(5):396-400.

25 孙泓泓,李艳捧,李兴华,等. 股骨头坏死塌陷前期髋关节软骨的 MRI 研究[J]. *实用放射学杂志*, 2013, 29(11):1818-1822.

26 王程,徐小龙,袁雪凌,等. 人股骨头坏死微观结构及成骨、破骨细胞活性的区域性分布特征[J]. *中华骨科杂志*, 2014, 34(4):417-424.

27 崔永锋,肖鲁伟,韩凤岳,等. 股骨头坏死特殊病理结构的观察及其临床意义[C]. 2009年全国骨与关节损伤新技术研讨会论文集, 2009:300-303.

28 Drescher W, Varoga D, Liebs TR, et al. Femoral artery constriction by norepinephrine is enhanced by methylprednisolone in a rat model[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88(Suppl 3):162-166.

29 Drescher W, Beckmann R, Kasch R, et al. Nitrate patch prevents steroid-related bone necrosis[J]. *J Orthop Res*, 2011, 29(10):1517-1520.

30 Drescher W, Schlieper G, Floege J, et al. Steroid-related osteonecrosis: an update[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2011, 26(9):2728-2731.

31 Ehlinger M, Moser T, Adam P, et al. Early prediction of femoral head avascular necrosis following neck fracture[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011, 97(1):79-88.

32 黄振国,张雪哲,任安,等. 股骨头缺血坏死大体标本病理与 CT 对照研究[J]. *临床放射学杂志*, 2012, 31(7):1041-1044.

33 雷新玮,展影,屈瑾,等. 非创伤性股骨头缺血性坏死塌陷预测的 MRI 研究[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(6):529-533.

34 Chermetsky SG, Mont MA, Laporte DM, et al. Pathologic features in steroid and nonsteroid associated osteonecrosis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1999, 368:149-161.

35 Chen R, Chen S, Chen XM, et al. Study of the tidemark in human mandibular condylar cartilage[J]. *Arch Oral Biol*, 2011, 56(11):1390-1397.

36 Ding M, Odgaard A, Linde F, et al. Age-related variations in the microstructure of human tibial cancellous bone[J]. *J Orthop Res*, 2002, 20(3):615-621.

37 Catto M. A histological study of avascular necrosis of the femoral head after transcervical fracture[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1965, 47(4):749-776.

38 Plenk H Jr, Gettner M, Grossschmidt K, et al. Magnetic resonance imaging and histology of repair in femoral head osteonecrosis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2001, 386:42-53.

39 李军伟,韩文龙,汝强,等. 股骨头坏死塌陷后软骨下骨的组织学观察[J]. *中华实验外科杂志*, 2014, 31(1):198-199.

40 Motomura G, Yamamoto T, Yamaguchi R, et al. Morphological analysis of collapsed regions in osteonecrosis of the femoral head[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2011, 93(2):184-187.

41 崔永锋,王利明,肖鲁伟,等. 股骨头坏死修复过程中断的原因分析[J]. *中华中医药杂志*, 2009, 24(11):1473-1476.

42 Amini AR, Laurencin CT, Nukavarapu SP. Bone tissue engineering; recent advances and challenges[J]. *Crit Rev Biomed Eng*, 2012, 40(5):363-408.

43 Chappard C. Microarchitecture assessment of human trabecular bone: description of methods[J]. *Med Sci (Paris)*, 2012, 28(12):1111-1115.

44 魏秋实,何伟. 有限元分析在股骨头坏死领域中的应用研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18(19):1611-1614.

(收稿:2014-06-09; 修回:2014-07-31)

(本文编辑:翁洁敏)

(上接第 312 页)

18 Kamat AS, Jay SM, Benoiton LA, et al. Comparative outcomes of ulnar nerve transposition versus neurolysis in patients with entrapment neuropathy at the cubital tunnel: a 20-year analysis[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2014, 156(1):153-157.

19 Flores LP. Endoscopically assisted release of the ulnar nerve for cubital tunnel syndrome[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2010, 152(4):619-625.

20 Slutsky DJ, Hentz VR. 崔树森,李立森主译. 上肢神经外科学[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2011:248-257.

21 Kim KW, Lee HJ, Rhee SH, et al. Minimal epicondylectomy improves neurologic deficits in moderate to severe cubital tunnel syndrome[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(5):1405-1413.

22 陈德松主编. 周围神经卡压[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2013:222-236.

23 崔胜杰,王立涛,靳宪辉,等. 肘尺管扩大成形治疗尺神经肘管综合征[J]. *河北医药*, 2011, 33(16):2493.

24 张建华,崔青,董占引,等. 尺神经沟扩大神经束间松解治疗重度肘管综合征临床研究[J]. *中国修复与重建杂志*, 2008, 22(11):1314-1317.

25 许立新,刘烈东,薛春堂,等. 肘部尺神经卡压症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2004, 12(7):509-510.

26 田万成,潘风雨,潘希贵,等. 肘管综合征的显微外科治疗[J]. *实用手外科杂志*, 2008, 22(2):67-68.

27 王红建,张分明. 尺神经微创松解及前置术治疗肘管综合征 39 例临床分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2011, 14(3):63-64.

28 张义鹏,高伟阳,王安远,等. 内镜辅助尺神经前置术治疗肘管综合征的疗效随访[J]. *中华显微外科杂志*, 2012, 35(3):204-206.

29 顾玉东. 再论肘管综合征的治疗[J]. *中华手外科杂志*, 2013, 29(4):193-194.

30 张小路,林其仁. 尺神经肌下前置肱骨内上髁肌群骨道原位重建治疗肘管综合征[J]. *中华手外科杂志*, 2014, 30(3):191-193.

31 Glowacki KA, Weiss AP. Anterior intramuscular transposition of the ulnar

nerve for cubital tunnel syndrome[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 1997, 6(2):89-96.

32 陈浩,梁炳生. 肘管综合征研究进展[J]. *国际骨科学杂志*, 2010, 31(3):156-158.

33 Keiner D, Gaab MR, Schroeder HW, et al. Comparison of the long-term results of anterior transposition of the ulnar nerve or simple decompression in the treatment of cubital tunnel syndrome: a prospective study[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2009, 151(4):311-315.

34 梁炳生,吕国栋,常文凯,等. 肘部尺神经筋膜瓣下前置的几点体会[J]. *中华手外科杂志*, 2007, 23(5):286-287.

35 吕国栋,梁炳生. 带血供尺神经深筋膜瓣下前置术解剖学研究[J]. *国际骨科学杂志*, 2008, 29(1):63-64.

36 李泽璐,杨国栋,李刚,等. 肘管综合征治疗策略[J]. *中华手外科杂志*, 2012, 28(5):277-279.

37 孙良智,孙建民,栾素娟,等. 带血管神经前置术治疗重度肘管综合征[J]. *中华手外科杂志*, 2013, 29(6):337-339.

38 Saint-Cyr M, Lakhiani C, Tsai TM. Surgical management of cubital tunnel syndrome: a comparative analysis of outcome using four different techniques[J]. *Eur J Plast Surg*, 2013, 36(11):693-700.

39 Cross D, Matullo KS. Concomitant endoscopic carpal and cubital tunnel release: safety and efficacy[J]. *Hand (N Y)*, 2014, 9(1):43-47.

40 Cobb TK, Sterbank PT, Lemke JH. Endoscopic cubital tunnel recurrence rates[J]. *Hand (N Y)*, 2010, 5(2):179-183.

41 Calisanello T, Ozdemir O, Caner H, et al. Simple decompression of the ulnar nerve at the elbow via proximal and distal mini skin incisions[J]. *Turk Neurosurg*, 2011, 21(2):167-171.

42 Wiesel SW. 张长青主译. *Wiesel 骨科手术学*[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2013:2680-2684.

(收稿:2014-06-27; 修回:2014-08-08)

(本文编辑:翁洁敏)