

doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2019.09.002

◇综述◇

颈前路减压术后植骨融合方式的研究现状与进展

吴东荣¹, 郭涛²作者单位:¹贵州医科大学临床医学院, 贵州 贵阳 550001; ²贵州省人民医院骨科, 贵州 贵阳 550001

通信作者: 郭涛, 男, 主任医师, 硕士生导师, 研究方向为脊柱外科, E-mail: guotao04b@sina.com

摘要: 颈前路减压植骨融合术已广泛应用于颈椎创伤、颈椎退变性疾病及颈椎肿瘤等多种伤病的治疗, 是目前国内外公认的大多数颈椎疾病的首选手术方式。手术方式主要分为颈前路经间隙椎间盘切除减压术和椎体次全切除减压术两种, 减压后需选择较为合适的椎间融合方式来重建椎间高度及稳定性, 该文就近年来在颈前路减压术后植骨融合方式的研究现状及进展进行综述。

关键词: 脊柱融合术; 颈前路减压; 植骨融合; 钛网; 椎间融合器; 自体骨植骨

Current status and progress of bone graft fusion after anterior cervical decompression

WU Dongrong¹, GUO Tao²Author Affiliations: ¹School of Clinical Medicine, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 550001, China;²Department of Orthopaedics, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550001, China

Abstract: Bone graft fusion after anterior cervical decompression has been widely used in the treatment of cervical trauma, cervical degenerative disease and cervical cancer, etc. which is the preferred surgical method for most cervical diseases at home and abroad. The surgical methods are mainly assigned into two types including discectomy decompression and subtotal corpectomy decompression. After decompression, choosing the suitable way of interbody fusion to reconstruct intervertebral height and cervical stability is required. The paper summarizes the research status and progress of bone graft fusion after anterior cervical decompression in recent years.

Key words: Spinal fusion; Anterior cervical decompression; Bone graft and fusion; Titanium mesh cage; Cage; Autograft

颈前路减压椎间植骨术自19世纪50年首次报道以来, 该术式已被广泛应用于颈椎疾患的治疗^[1-2]。该术式能直接将压迫神经的椎间盘组织、骨赘或增生的纤维组织彻底切除, 直接对脊髓或神经根减压, 具有减压彻底和可以扩大椎管的优点, 能有效恢复椎管容量, 重建颈椎生理曲度和椎间高度^[3], 术后可能并发吞咽困难, 甚至咽漏的风险^[4]。前路减压术后需选择合适植骨融合方式来重建颈椎的稳定性和椎间高度, 目前用于减压术后植骨融合方式主要有3种, 分别为植骨块椎间融合、椎间融合器(cage)植骨融合、钛网椎间植骨融合。

1 植骨块椎间融合

1.1 自体植骨块椎间融合 颈椎前路减压术后取自体三面皮质骨植入椎间隙, 一般自体骨来源于自体髂骨或腓骨, 因其具有较高融合率一直以来是椎间融合的“金标准”^[5-6]。部分病人术后因植骨块的压缩而导致椎间高度的丢失甚至塌陷, 椎间融合率随着融合节段增加而逐渐降低, 一般术后均予颈托

固定4~6周直至骨愈合。Riederman等^[7]通过对400例行颈前路椎间盘切除术后行椎间融合的回溯性分析, 分别使用自体髂骨、重组人形成蛋白-2(rh-BMP-2)行椎间融合材料, 随访期间发现术后rhBMP-2组发生吞咽困难比率高于自体髂骨组, 因此在术中选择融合材料时要权衡其利弊。Nirala等^[8]报道单纯骨块经颈前路椎体次全切除多节段病变时融合率高、疗效好, 更能避免假关节的形成。何江涛等^[9]通过对41例脊髓型颈椎病行颈前路减压术, 术中随机使用自体髂骨、钛网行椎间植骨, 随访结果发现两种融合方式近期均能有效重建和维持颈椎稳定性, 但在融合时间、椎间高度丢失、生理曲度丢失方面髂骨植骨优于钛网植骨。钛网植骨并不具有独特优点, 应严格掌握适应证。叶永平等^[10]比较92例应用不同颈前路融合植骨的并发症中发现, 在6例单纯植骨病人中2例发生植骨块脱落, 1例发生假关节形成, 1例出现取骨区疼痛等并发症, 单纯植骨因外固定时间长、并发症较多目前较少使用。

1.2 植骨块椎间融合联合前路钛板 单纯椎间植骨融合虽融合率高,但术后易因植骨块的压缩而导致椎间高度塌陷,临床上联合使用颈前路钛板较好地解决了此类问题。颈前路钛板能提供术后的即刻稳定性,由于钛板的应力遮挡作用,有效防止椎间塌陷及提高了植骨融合率。Vanek等^[11]通过对81例行颈前路椎间融合术后病人为期2年的随访,分单纯自体髂骨组、自体植骨块联合前路钛板组及PEEK cage辅助前路钛板组三组,其中cage中填充人工合成骨,随访发现三组均获得100%融合,但使用前路钛板似乎对术后颈椎序列及临床结果有重要影响。Lee等^[12]通过对43例行颈前路减压术后联合使用前路钛板行椎间融合的病人,结果表明,联合前路钛板能获得满意的临床效果。自体骨块行椎间融合时常常出现取骨区疼痛、出血、骨折、感染等并发症。有报道自体髂骨植骨发生上述并发症高达20%~25%^[13-14],基于自体骨植骨有较高并发症,椎间融合器及钛网在临床使用日益广泛。

2 椎间融合器植骨融合联合前路钢板

2.1 椎间融合器的分类 近年来由于医用材料的不断发展,其应用于临床的椎间融合器种类也越来越多,其设计理念仍源于Smith、Robinson和Cloward植骨融合术,可按照结构形状和构成材料分类^[15-16]。按形状、结构可分为:(1)螺丝状或圆筒状融合器。该形状融合器类似于Cloward的柱状植骨技术,通过拧入椎间隙达到植骨融合固定作用,较为典型的如BAK cage和Inter Fix cage。(2)解剖型融合器。该类型融合器设计思路源于环状异体或同种异体长骨圈的骨移植,典型的如环形融合器(depuY-acromed)、Sofamor Danek公司的Pyramesh等。(3)开放性立体型。其类型设计源于三面皮质骨的椎间植骨,外形类似于三面皮质骨骨块。典型的如Acro-Med/F cage、Syncage和WING cage等。(4)零切迹椎间融合器。该型融合器是近年应用于临床的新型零切迹一体式固定装置(Zero-P),植入后完全位于椎体间隙内,可降低和避免邻近节段退变及术后出现的吞咽困难^[17]。按材料分类:(1)金属材料:一般由钛合金制成,如BAK、InterFix、TFC等,有较好的组织相容性、生物力学强度较高、可兼容磁共振检查等优点;(2)非金属材料:不可降解高分子材料,如碳纤维、PEEK等,有着生物相容性较好、生物力学特性较为接近皮质骨、植骨融合率较高等特点。

2.2 临床应用 自前路椎间盘切除融合术的发展以来,已经探索了许多不同的移植物材料和椎间融合装置的组合。目前利用椎间融合器联合前路钢

板固定替代骨移植日益普遍,颈前路钢板能提供术后即刻稳定性,预防椎间塌陷并提高植骨融合率。椎间融合器可根据颈椎的曲度进行前高后低的设计,这样更好的恢复了颈椎前凸生理曲度。椎间融合器能容纳自体或异体碎骨、或人工植骨,进而能减少取髂骨区的血肿、疼痛及感染等并发症的发生。颈前路减压cage植骨融合术用于颈椎病的治疗,其优点是利用“撑开-压缩-张力带”效应增加了脊柱功能单位的刚度,以获得足够的即刻及远期稳定性^[18-20]。Liu等^[21]报道对60例连续性ACDF病人进行评估,29例病人接受ACDF联合PEEK cage联合颈椎局部植骨(局部骨组),31例病人接受ACDF联合自体三面自体髂骨移植(髂骨组),所有病人术后均予颈托固定颈部12周,末次随访时局部骨融合率为93.1%,髂骨骨融合率为90.3%,认为局部植骨组手术时间明显缩短,围手术期并发症率降低,获得的影像学结果更好,采用PEEK局部植骨比髂骨移植术更为安全的选择。孙玉军和滕晓^[22]对24例伴有后纵韧带骨化的连续型颈椎病行前路减压cage植骨融合,平均行18.3个月的随访,术后脊髓功能均有不同程度的恢复,四肢肌力明显增强,临床效果明显,是目前治疗伴有后纵韧带骨化多节段颈椎病的有效方法之一,术中减压充分,又能较好维持其颈椎稳定性。有研究通过对48例行颈前路椎间盘切除病人分别使用自体髂骨、双圆柱状椎间融合器行椎间融合,结果表明,双圆柱状cage组获得满意临床效果,手术方法相对简单且术后均获得骨性融合,能避免自体髂骨取骨区的并发症,是目前治疗颈椎退行性疾病术后椎间融合提供较好的选择^[23]。近年来应用于临床的零切迹椎间融合器是对传统融合产品的改进,较传统的椎间融合器有着恢复颈椎正常椎间高度、保证手术节段的融合效果、提供较好的生物力学稳定性等特点^[24],王兴平和杨武军^[25]通过对39例脊髓型颈椎病病人术后分别运用Zero-p(A组)、传统钛板+cage(B组)两种方式行融合内固定,对术后临床疗效等进行观察得出两种融合内固定方式对治疗双节段脊髓型颈椎病均有较好疗效,但Zero-p融合器具有手术之间短、术中出血少、术后吞咽困难发生率低等优点。颈前路减压术后cage植骨融合适合用于症状性颈椎退变、脊髓型颈椎病、局灶性后纵韧带钙化、颈椎间盘突出伴有明显临床症状者^[26],最适宜单节段病损的病人,但骨质疏松的病人不适宜使用cage植骨,为解决多节段病变问题,钛网植骨融合为颈前路减压术后植骨融合方式提供了更好的选择。

3 钛网椎间植骨融合联合前路钢板内固定

3.1 概念 钛质网笼是以纯钛制作的空心圆柱状支架,颈前路多节段或椎骨巨大缺损时可用钛网植骨,钛网中心可填充术中减压所获得的碎骨,若原位自体骨不足时可加用异体骨或人工骨,或直接使用人工骨。自20世纪90年代钛网植骨融合引入脊柱外科以来,该术式能较好的避免了术后植骨块塌陷、骨不连、假关节形成及颈椎反曲畸形等并发症^[27],此种植骨方式减少了传统手术中所出现取骨区的疼痛、血肿、感染、麻木等并发症,而且能缩短手术时间,基于上述优点在临床上应用日益普遍。

3.2 临床应用 颈前路钛网的使用很大程度上减轻了取骨术区的并发症,有较好的保持手术节段椎间高度。前路钛板的使用能使术后获得即刻稳定性,最大的恢复椎间高度,二者的联合使用时提高植骨融合率减少取骨区并发症的理想方法^[28]。Shao和Zhang^[29]对分别使用钛网、自体髂骨对颈椎病减压术后行植骨融合的Meta分析中认为,颈前路椎间盘切除术后使用钛网行植骨融合相对于自体髂骨组更为有效及安全。Zhou^[30]通过对28例性颈前路减压术后运用钛网联合自动锁定cage治疗相邻三节段脊髓型颈椎随访中得出,在末次随访中颈椎曲度、神经功能改善较术前有了很好的改善,27例病人获得了骨性愈合,结果表明此术式对于治疗邻近三节段的颈椎病中获得显著疗效,能有效的恢复颈椎生理前凸,减少长节段钢板使用的并发症。

Yang等^[31]对67例颈椎间盘退行性病变的病人行单节段椎体次全切除术,术后比较金属材质网笼与纳米羟磷灰石/聚酰胺-66(n-HA/PA66)笼的临床疗效中得出,术后1年n-HA/PA66组的融合率高于金属材质钛网组,且最终n-HA/PA66网笼发生下沉率明显低于钛网笼组(TMC)。Liu等^[32]通过对比95例连续累及三节段脊髓型颈椎病运用新型钛网(端盖组套)、传统钛网联合PEEK的比较中发现,两组在临床疗效中均获得较为满意效果,但新型钛网组能更好的减少钛网沉陷的发生率及颈椎生理前凸的丢失。Lu等^[33]对15例颈前路钛网植骨融合的病人进行随访,钛网为利用3D打印技术制作的解剖适配型钛网(AA-TMC),术后6个月所有病人均获得骨性愈合,在末次随访中所有病人均未发生严重的钛网下沉(>3 mm),能较好的保持手术节段的曲度及椎间高度。

颈前路术后钛网植骨引发下沉是普遍存在的现象^[34-35],有文献报道钛网植骨下沉高达79.7%^[36]。

钛网下沉的生物力学机制极为复杂,近年来许多国内外学者探索其下沉原因,如钛网裁切方式、钛网椎体接触面减少、过度撑开椎间隙、钛网两端与椎体终板的倾斜角不贴附、邻近椎体终板处理程度等有关^[37-38]。因此在手术过程当中我们应该注意钛网合理的裁切、不能过度撑开椎间隙等情况,以减少钛网植骨术后下沉的发生率。

4 展望

颈前路减压植骨融合自应用以来已成为颈椎外科手术最为常见的术式,该术式已广泛用于颈椎伤病的治疗,并取得了显著了疗效。此类手术的目的主要是保证颈椎椎体间良好的骨性融合、维持手术节段的椎间高度及正常的生理曲度。颈前路减压术后运用自体骨植骨因需取自体髂骨或是腓骨,供骨区发生感染、骨折、麻木、长期慢性疼痛等并发症,目前已较少用于临床。

椎间融合器目前已广泛应用于临床,在术后通过影像学的评估中也获得满意的植骨融合率,特别是对于由颈椎间盘突出所致的颈椎疾患中,椎间融合器的使用更不失为一种好的融合手段。椎间融合器材料的选择,特别是对于可降解的、具有良好的组织生物相容性及生物诱导活性、骨生长因子结合的融合器等研究。随着人们生活水平的提高,对于术后获得更为有效的临床疗效更为迫切,这就需要在椎间融合器设计上体现个体化、精准化的治疗。随着科技发展及临床研究的不断深入,术可根据病人的相关影像学资料经计算机辅助设计,生产出符合个人椎间高度、解剖相适配的椎间融合器,更能体现个体化治疗的理念。

钛及合金由于具有很好的生物相容性及耐腐蚀性等自身物化性能的优势,在植入材料中一直处于主导地位,自钛网引入临床使用以来,由于术后能获得即刻稳定性、最大恢复椎间高度等特点已广泛用于颈前路减压术后的植骨融合。目前钛网研究方向主要包括对于材料、新型钛网设计的探索,纳米羟磷灰石/聚酰胺-66的临床使用较传统的金属材质钛网在术后并发症发生率中有所下降,近些年在研究中得到广泛关注;钛网表面的涂层材料活性化处理也是今后钛网的一大研究方向,如何获得具有粗糙适度的活性表面仍是今后研究的重要方向;在临床应用中钛网的设计也是一个重要方向,利用近年来发展成熟的3D打印技术,可根据病人的具体情况设计个体化的钛网植入物。相信随着科学技术的不断进步,钛网所存在的上述问题能到很好地解决。

参考文献

- [1] ZHANG ZJ, LU YS, CHEN H. A comparative study between on-endcaps and non-endcaps titanium mesh cage for the treatment of elderly cervical spondylotic myelopathy complicated with osteoporosis approach for anteriorcervical spine surgery [J]. Zhongguo Gu Shang, 2018, 31(1): 5-11.
- [2] ZENG J, DUAN Y, YANG Y, et al. Anterior corpectomy and reconstruction using dynamic cervical plate and titanium mesh cage for cervical spondylotic myelopathy: A minimum 5-year follow-up study [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(5): e9724. DOI: 10.1097/MD.0000000009724.
- [3] WU W, YANG Y, LIU H, et al. New Dynamic plate system combined with titanium mesh cage and bone graft in the treatment of cervical spondylosis [J]. Turk Neurosurg, 2016, 26(5): 750-757.
- [4] 蒋劲松, 李大鹏, 黄辉, 等. 1例颈椎前路术后难治性咽痿的治疗体会[J]. 安徽医药, 2017, 21(5): 886-888.
- [5] ROBERTS TT, ROSENBAUM AJ. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: the bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing [J]. Organogenesis, 2012, 8(4): 114-124.
- [6] GATAM AR, GATAM L, LUMBAN TSD. Comparison of clinical and radiological outcomes of lumbar interbody fusion using a combination of hydroxyapatite and demineralized bone matrix and autografts for lumbar degenerative spondylolisthesis [J]. Asian Spine J, 2017, 11(5): 706-714.
- [7] RIEDERMAN BD. Recombinant human bone morphogenetic protein-2 versus iliac crest bone graft in anterior cervical discectomy and fusion: Dysphagia and dysphonia rates in the early postoperative period with review of the literature [J]. J Clin Neurosc, 2017, 44: 180-183.
- [8] NIRALA AP, HUSAIN M, VATSAL DK. A retrospective study of multiple interbody grafting and long segment strut grafting following multilevel anterior cervical decompression [J]. British Journal of Neurosurgery, 2004, 18(3): 227-232.
- [9] 何江涛, 蔚芑, 赵吕国, 等. 颈前路减压后自体髂骨与钛网植骨重建颈椎稳定性对比研究[J]. 中国骨伤, 2005, 18(11): 661-662.
- [10] 叶永平, 陈丹, 符臣学, 等. 不同颈椎前路融合植骨92例并发病分析: 钛网植骨与整块自体骨植骨比较[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(9): 1617-1620.
- [11] VANEK P, BRADAC O, DELACY P, et al. Comparison of 3 fusion techniques in the treatment of the degenerative cervical spine disease. s stand-alone autograft really the "gold standard?": prospective study with 2-year follow-up [J]. Spine, 2012, 37(19): 1645-1651.
- [12] LEE JY, PARK MS, MOON SH, et al. Loss of lordosis and clinical outcomes after anterior cervical fusion with dynamic rotational plates [J]. Yonsei Med J, 2013, 54(3): 726-731.
- [13] 李伟. 脊髓型颈椎病前路手术并发症的观察[J]. 现代诊断与治疗, 2013, 24(4): 855-856.
- [14] 白永权, 吕利条, 施卉婷, 等. 颈椎前路手术并发症的原因分析[J]. 广西医科大学学报, 2013, 30(5): 798-799.
- [15] 李声灿, 林飞跃. 颈椎锚定式椎间融合器的研究进展[J]. 当代医药, 2016, 23(36): 18-20, 38.
- [16] 祝佳, 王松, 廖振华, 等. 零切迹颈椎椎间融合器设计与研究进展[J]. 生物医学工程学杂志, 2017, 34(1): 150-155.
- [17] 李玉伟, 王海蛟, 周小小, 等. 前路复位减压零切迹椎间融合器内固定治疗下颈椎脱位[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(7): 630-636.
- [18] 金成春, 鲍广全, 徐宏光. 颈前路减压椎间融合器植骨融合手术治疗单节段脊髓型颈椎病临床观察[J]. 山东医药, 2017, 57(16): 64-66.
- [19] GULSEN S. The effect of the PEEK cage on the cervical lordosis in patients undergoing anterior cervical discectomy [J]. Open Access Maced J Med, 2015, 3(2): 215-223.
- [20] CHEN Y. A comparison of anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) using self-locking stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cage with ACDF using cage and plate in the treatment of three-level cervical degenerative spondylopathy: a retrospective study with 2-years follow-up [J]. Eur Spine, 2016, 25(7): 2255-2262.
- [21] LIU JM, XIONG X, PENG AF, et al. A comparison of local bone graft with PEEK cage versus iliac bone graft used in anterior cervical discectomy and fusion [J]. Clinical Neurology and Neurosurgery, 2017, 88: 155.
- [22] 孙玉军, 滕晓. 经前路减压cage植骨融合联合钛板内固定治疗伴后纵韧带骨化的连续型多节段颈椎病[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(11): 1136-1138.
- [23] KIM SJ, KIM SD. Anterior cervical discectomy and fusion using a double cylindrical cage versus an anterior cervical plating system with iliac crest autografts for the treatment of cervical degenerative disc disease [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2014, 55(1): 12-7.
- [24] 祝佳, 王松, 廖振华, 等. 零切迹颈椎椎间融合器设计与研究进展[J]. 生物医学工程学杂志, 2017, 34(1): 150-155.
- [25] 王兴平, 杨武军. 颈前路零切迹椎间融合固定系统与传统钛板联合Cage融合内固定在双节段脊髓型颈椎病的近期疗效对比[J]. 颈腰痛杂志, 2017, 38(1): 90-92.
- [26] 黄河. 椎间融合器(Cage)在颈椎前路手术中的应用[C]. 中华中医药学会骨伤科分会学术年会暨全国中医骨伤科高峰论坛论文集, 2016: 1395-1397.
- [27] 陈琦, 徐南伟, 张宁. 脊髓型颈椎病前路椎体次全切除钛网植骨融合内固定术的回顾性分析[J]. 实用临床医药杂志, 2016, 20(19): 88-90.
- [28] 梁辉, 韦建勋. 钛质网笼植骨及带锁钢板在颈前路手术中的应用的研究进展[J]. 中国临床新医学, 2012, 5(9): 887-891.
- [29] SHAO MH, ZHANG F, YIN J, et al. Titanium cages versus autogenous iliac crest bone grafts in anterior cervical discectomy and fusion treatment of patients with cervical degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis [J]. Curr Med Res Opin, 2017, 33(5): 803-811.
- [30] ZHOU J. Anterior decompression and hybrid reconstruction with titanium mesh cage plus plate and self-locking stand-alone cage for the treatment of three-level cervical spondylotic myelopathy [J]. J Clin Neurosci, 2017, 43: 196-201.
- [31] YANG X, CHEN Q, LIU LM, et al. Comparison of anterior cervical fusion by titanium mesh cage versus nano-hydroxyapatite/polyam-

- ide cage following single-level corpectomy[J].Int Orthop, 2013, 37(12):2421-2427.
- [32] LIU X, CHEN Y, YANG H, et al. The application of a new type of titanium mesh cage in hybrid anterior decompression and fusion technique for the treatment of continuously three-level cervical spondylotic myelopathy[J]. Eur Spine J, 2017, 26(1):122-123.
- [33] LU T, LIU C, YANG B, et al. single-level anterior cervical corpectomy and fusion using a new 3D-printed anatomy-adaptive titanium mesh cage for treatment of cervical spondylotic myelopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament: a retrospective case series study[J]. Medical Science Monitor; International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 2017, 23:3105-3114.
- [34] WU J, LUO D, GUO Y, et al. Anatomy-related risk factors for the subsidence of titanium mesh cage in cervical reconstruction after one-level corpectomy[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8:7405-7411.
- [35] REYES SANCHEZ AA. Results to 4-year follow-up of the treatment of the cervical stenosis by corpectomy, titanium mesh cage and anterior plate fixation[J]. Cir Cir, 2017, 85(5):381-386.
- [36] CHEN Y, CHEN D, GUO Y, et al. Subsidence of titanium mesh cage. A study based on 300 cases[J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21:489-492.
- [37] ORDWAY NR, RIM BC, TAN R, et al. Anterior cervical interbody constructs: effect of a repetitive compressive force on the endplate[J]. J Orthop Res, 2012, 30:587-592.
- [38] BILBAO G, DUART M, AURRECOECHEA JJ, et al. Surgical results and complications in a series of 71 consecutive cervical spondylotic corpectomies[J]. Acta Neurochir, 2010, 152:1155-1163.

(收稿日期:2018-05-15, 修回日期:2018-07-11)

doi: 10.3969/j.issn.1009-6469.2019.09.003

◇ 综述 ◇

富血小板纤维蛋白在骨再生和创面修复中的应用及机制的研究进展

杨波, 王少根

作者单位: 安徽医科大学第三附属医院、合肥市滨湖医院烧伤整形科, 安徽 合肥 230051

通信作者: 王少根, 男, 主任医师, 硕士生导师, 研究方向为重症烧伤治疗, E-mail: 18019965128@163.com

摘要: 富血小板纤维蛋白(PRF)制备方便, 成本低廉, 无伦理学争议及交叉感染风险, 受到临床较为广泛的关注。通过纤维蛋白网、血小板和白细胞的共同作用, PRF已被逐渐应用于骨再生和创面的修复中。该文就PRF在骨再生和创面修复中的应用及其可能的机制研究进展作一综述。

关键词: 富血小板血浆; 富血小板纤维蛋白; 白细胞; 创面愈合; 骨再生; 机制

Research progress of application and mechanism of platelet rich fibrin in bone regeneration and wound repair

YANG Bo, WANG Shao'gen

Author Affiliation: Department of Burn Plastic, Lake Hospital of Hefei, The Third Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230051, China

Abstract: Platelet rich fibrin (PRF) with many advantages, such as convenient preparation, low cost, no ethical controversy and no cross infection risk, has attracted extensive attention in clinic. Through the combined action of fibrin network, platelets and white blood cells, PRF has been gradually applied to bone regeneration and wound repair. The article reviews the application of PRF in bone regeneration and wound repair and its possible mechanisms.

Key words: Platelet-rich plasma; Platelet-rich fibrin; Leucocyte; Wound healing; Bone regeneration; Mechanism

作为新一代的血小板浓缩物, 富血小板纤维蛋白(PRF)在临床上的应用受到越来越多的关注。与富血小板血浆(PRP)相比, PRF富含大量的生长因子, 能够促进破损组织和表皮的修复, 并含有多种炎症因子, 具有抗感染和免疫调节的作用^[1]。另外,

PRF的制备不需要添加任何抗凝剂, 所有成分均来源于自体, 避免了伦理学的争议。其立体的三维结构特点增加了稳定性, 适合长期的运用。本文就目前PRF的发展历史、制备方法、结构特点、基础研究、存在的问题以及骨再生和创面修复中的临床应