

# 复合富血小板血浆的自体骨移植联合体外冲击波治疗骨不连

储伟

(荆州市第一人民医院骨科,湖北 荆州 434000 E-mail:319506865@qq.com)

**【摘要】** 目的:探讨自体髂骨移植、富集血小板血浆和体外冲击波治疗骨不连的临床疗效。方法:2015 年 1 月至 2016 年 12 月收治骨不连患者 60 例,男 41 例,女 19 例,年龄 18~42 岁,平均 29 岁。将骨不连患者分为自体骨移植治疗组(对照组)、自体骨移植与富血小板血浆联合体外冲击波治疗组(实验组),两组各 30 例,比较两组患者术后 3 个月骨痂生成情况、局部并发症发生状况、骨折最终生长状况以及术侧肢体 Johner-Wruhs 功能分级。结果:55 例患者获得随访,对照组 27 例,实验组 28 例,有 5 例患者失访。随访时间 8~24 个月。患者术后 3 个月骨痂评分,对照组明显低于实验组( $P<0.05$ )。两组患者的髂骨获取部位及骨不连手术部位皮肤均无红肿及感染。对照组临床及骨性愈合时间均明显长于实验组( $P<0.05$ )。实验组 28 例患者均达到了骨性愈合;对照组 24 例患者达到了骨性愈合,3 例患者再次发生骨不连。对照组患侧肢体 Johner-Wruhs 功能分级优良率明显低于实验组( $P<0.05$ )。结论:自体髂骨移植与富集血小板血浆联合体外冲击波方案治疗骨折术后的骨不连有一定的疗效,可以显著改善新生骨的生成情况,是临床工作中治疗骨折术后骨不连的一种综合有用的方式。

**【关键词】** 骨折,不愈合; 骨移植; 富血小板血浆; 体外冲击波疗法

中图分类号:R683.4

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2019.05.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Treatment of nonunion with autologous bone transplantation combined with platelet-rich plasma and extracorporeal shock wave** CHU Wei. Department of Orthopaedics, the First People's Hospital of Jingzhou, Jingzhou 434000, Hubei, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate the methods and clinical effects of autologous iliac bone transplantation, platelet-enriched plasma (PRP) and extracorporeal shock wave (ESW) in the treatment of nonunion. **Methods:** From January 2015 to December 2016, 60 patients with nonunion were treated, including 41 males and 19 females, aged 18 to 42 years old with an average age of 29 years old. Patients with nonunion were divided into autologous bone transplantation treatment group (control group), autologous bone transplantation and platelet-rich plasma (PRP) combined with extracorporeal shock wave (ESW) treatment group (experimental group). The callus formation, local complications, final growth of fracture and Johner-Wruhs functional classification of operative limbs of the two groups were compared 3 months after operation. **Results:** Fifty-five patients were followed up, 27 in the control group and 28 in the experimental group, 5 patients were lost. The follow-up period ranged from 8 to 24 months. The callus score in the control group was significantly lower than that in the experimental group at 3 months after operation ( $P<0.05$ ). There was no swelling and infection in the skin of the iliac bone acquisition site and non-union operation site in both groups. The clinical and bone healing time of the control group was significantly longer than that of the experimental group ( $P<0.05$ ). In the experimental group, 28 patients achieved bone union; in the control group, 24 patients achieved bone union, and 3 patients had bone nonunion again. The excellent and good rate of Johner-Wruhs functional classification of affected limbs in the control group was significantly lower than that in the experimental group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Autologous iliac bone transplantation combined with platelet-enriched plasma (PRP) and extracorporeal shock wave (ESW) has a certain effect in the treatment of bone nonunion after fracture surgery. It can significantly improve the formation of new bone. It is a comprehensive and useful way to treat bone nonunion after fracture surgery in clinical work.

**KEYWORDS** Fractures, ununited; Bone transplantation; Platelet-rich Plasma; Extracorporeal shockwave therapy

骨不连是较常见的骨折严重并发症,虽然骨不连的病因尚未得到明确阐释,但有相关研究表明骨折导致的严重关节不稳定和骨血管数量减少与其发生有关<sup>[1-2]</sup>。对于骨不连相关的骨缺损有不同类型的治疗并且已经应用于临床<sup>[3-4]</sup>。然而,这些治疗方案

大多会引起的治疗失败以及较高的成本花费,严重影响患者生活质量。长期以来,治疗临床骨不连的金标准一直是从患者自身获取的松质骨用来修复,但是单纯植骨常常难以达到很好的临床疗效<sup>[5]</sup>。富血小板血浆(platelet rich plasma, PRP)是新鲜血液通过

高速离心获得,亦称富血小板浓缩物。相关研究表明 PRP 中含有大量机体组织生长和发育所需的生长因子,如血小板源性生长因子(platelet derived growth factor, PDGF),转化生长因子(transforming growth factor, TGF),表皮生长因子等多种生长因子<sup>[6]</sup>。在可以影响骨折愈合的众多因素中,最为重要的影响因素是骨折局部的血液供应情况。PRP 的各种生长因子具有不同作用,相互之间可以发挥协同效应,其可加速骨折和软组织的愈合。体外冲击波(extracorporeal shock wave, ESW)是能量的突然释放而产生的高能压力波,具有压力瞬间增高和高速传导的特性<sup>[7]</sup>。20 世纪 90 年代人们开始将 ESW 治疗应用于骨科疾病,发现 ESW 治疗具有刺激成骨的作用,在治疗骨折、骨不连方面有较好的疗效<sup>[7-8]</sup>。目前已有众多将自体骨移植、PRP、ESW 应用于临床骨不连的研究,但关于将自体骨移植、PRP 和 ESW 三者结合应用于临床治疗骨不连的报道较少。本研究探索了自体骨移植与自体 PRP 联合 ESW 治疗骨不连的疗效,为临床骨不连的医治提供一种新选择。

**1 资料与方法**

**1.1 病例选择**

纳入标准:依据患者症状、体征及影像学资料,骨不连发生在四肢的患者。排除标准:断端距离超过 2 cm 的骨缺损及术前检验血沉或 C-反应蛋白异常;病理性骨折;凝血功能障碍;孕妇;近期接受类固醇类药物、抗凝血药物及免疫抑制药物治疗的患者;安装心脏起搏器者;有血栓性静脉炎或血管功能不全的患者。

**1.2 一般资料与分组**

自 2015 年 1 月至 2016 年 12 月就诊于荆州市第一人民医院骨科的骨折术后骨不连患者 78 例,其中胫骨骨不连 38 例,股骨骨不连 13 例,肱骨骨不连 9 例;按病例选择标准纳入 60 例患者,将入选患者分为对照组和试验组,各 30 例。随访期间失访 5 例,共有 55 例患者获得随访。两组患者年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、骨折分型等基线资料比较(见表 1),差异均无统计学意义,具有可比性

( $P>0.05$ )。

**1.3 自体富血小板血浆的制备**

采取山东威高生产的富血小板血浆制作包,用 100 ml 注射器(管壁有枸橼酸钠抗凝剂)获取患者静脉血 50 ml,采用 2 次离心,第 1 次 1 500 r/min 离心 6 min,吸取上清液至界面下 3 mm,于另一离心管中再次 1 000 r/min 离心 6 min,离心管中液体分为 2 层,移除约 3/4 上清液,剩余成分震荡摇匀即可,为富血小板血浆。

**1.4 治疗方法**

**1.4.1 对照组** 取自体髂骨移植治疗。手术入路同前,充分暴露骨不连骨折断端,小心清除骨折断端之间影响骨折愈合的肉芽组织,同时去除骨端硬化骨痂;对于骨不连部位的内固定失效者,需手术同时去除松动的内固定物,手术期间注意尽量减少对骨膜的破坏,清理完毕后注意对骨折断端进行复位,同时更换内固定物。取自体髂骨,在清洁无菌条件下制备为直径约 0.3 cm 的小颗粒骨,将骨粒填充于骨折断端附近,关闭切口,每隔 1 d 更换无菌敷料。分别在术后的 1、2、3、6 个月拍 X 线片对患者进行复查,观察骨折愈合状况。

**1.4.2 试验组** 取自体髂骨结合自体富血小板,术后对骨不连部位予以体外冲击波治疗。手术入路同前,充分暴露骨不连骨折断端,小心清除骨折断端之间影响骨折愈合的肉芽组织,同时去除骨端硬化骨痂;对于骨不连部位的内固定失效者,需手术同时去除松动的内固定物,手术期间注意尽量减少对骨膜的破坏,清理完毕后注意对骨折断端进行复位,同时更换内固定物。取自体髂骨,在清洁无菌条件下制备为直径约 0.3 cm 的小颗粒骨,用 PRP 浸泡 5 min 将骨粒植于骨折断端周围,关闭切口,每隔 1 d 更换无菌敷料。术后 1 个月对骨不连手术部位进行第 1 次 PRP 注射治疗,每月 1 次,连续 5 次;采用美国 DJO 型体外冲击波治疗机,对骨折的区域皮肤涂超声偶联剂。调整体外冲击波治疗机使其聚焦于骨折断端间,注意避开附近的血管和神经。依据不同部位的骨骼,冲击电压 12~16 kV,每次冲击

表 1 两组四肢骨不连患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative general data between two groups of patients with nonunion of limbs

组别	例数	性别(例)		年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	BMI( $\bar{x}\pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	骨折 AO 分型(例)				
		男	女			C3	C2	C1	B3	B2
对照组	27	21	6	22.74±6.18	22.97±0.89	9	6	3	4	5
试验组	28	18	10	30.43±6.50	22.73±0.83	12	5	3	5	3
检验值		$\chi^2=1.213$		$t=1.744$	$t=1.041$	$\chi^2=1.120$				
P 值		>0.05		>0.05	>0.05	>0.05				

8 min,每隔 1 周冲击治疗 1 次,6 次为 1 疗程。根据治疗后患者 X 线片显示的骨痂生长状况,部分患者适当延长体外冲击波疗程。分别于治疗后 1、2、3、6 个月拍 X 线片对患者进行复查,观察骨折愈合状况。

### 1.5 观察项目与方法

所有患者均于术后 1、2、3 个月定期复查 X 线片,以了解骨不连部位的骨痂生长状况,将 X 线片骨痂评定标准分为 4 级,即:骨折断端清晰可见,无明显骨痂生长为 0 分;骨折断端不甚清晰,可见新生骨痂,其密度如絮状为 1 分;新生骨痂明显可见,密度加深,断端边缘几乎消失,但仍可见为 2 分;骨痂密度进一步加深,断端边缘消失为 3 分。所有患者治疗后 3、6、9 个月复查 X 射线片,部分患者延长 12 个月及以上复查,观察骨折愈合及骨痂生成情况。骨折临床愈合标准:骨折局部无压痛,无纵向叩击痛;骨折局部无异常活动;X 线片显示骨折线较为模糊,有连续性清晰可见的骨痂通过骨折线。骨折骨性愈合标准:具有临床愈合的各项标准;X 线片显示新生骨痂穿过骨折线,骨折线消失或接近消失。

### 1.6 疗效评价标准

按照 Johner-Wruhs<sup>[9]</sup>功能分级标准评估患侧肢体恢复情况,分为优、良、可、差 4 级:优,骨不连愈合,无畸形,关节活动自如,无局部疼痛,姿势或步态正常,可参与剧烈运动;良,骨不连愈合,轻度畸形,关节活动轻微受限,偶有局部疼痛,姿势或步态正常,剧烈运动受限;可,骨不连愈合,肢体畸形,关节活动中度受限,常有局部疼痛,不明显的姿势或步态异常,剧烈运动严重受限;差,骨不连未愈合,严重肢体畸形,关节活动明显受限,严重的局部疼痛,明显的姿势或步态异常,无法参与剧烈运动。

### 1.7 统计学处理

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学处理,定量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )形式表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;率的比较采用  $\chi^2$  检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般随访结果

术后 1、2、3 个月拍摄 X 线片对两组患者进行定期复查,观察两组患者骨折愈合情况。两组患者术后 3 个月 X 线骨痂评分比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。55 例患者获得随访,随访时间 8~24 个月,两组患者自体髂骨获取部位及手术治疗局部皮肤均无红肿、无感染。两组临床愈合时间比较,实验组明显短于对照组( $t = 10.544, P < 0.05$ ),见表 2。两组骨性愈合时间比较,试验组有 1 例发生骨延迟愈合,在经过积极治疗后,于术后 19 个月达到骨性

愈合;而对照组有 7 例发生骨延迟愈合,3 例再次发生骨不连,研究结束后经患者本人要求联合 PRP 和 ESW 治疗后最终愈合;试验组骨性愈合时间明显短于对照组( $t = 7.926, P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 两组四肢骨不连患者术后 3 个月骨痂评分和骨折临床愈合及骨性愈合时间比较( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.2 Comparisons of callus score at 3 months after operation, fracture healing and bone healing time between two groups of limbs nonunion ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	骨痂评分 (分)	临床愈合时间 (月)	骨性愈合时间 (月)
对照组	27	1.96±0.59	6.81±1.57	16.81±3.11
试验组	28	2.82±0.39	3.25±0.80	11.00±2.28
<i>t</i> 值		6.409	10.544	7.926
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	<0.05

### 2.2 患侧肢体功能评价结果

术后 8 个月患肢 Johner-Wruhs 功能分级,对照组中优 13 例,良 5 例,可 6 例,差 3 例;试验组中优 23 例,良 2 例,可 2 例,差 1 例;两组间优良率比较差异有统计学意义( $\chi^2 = 4.123, P < 0.05$ )。典型病例影像资料见图 1。

## 3 讨论

### 3.1 骨不连的主要治疗措施

促进骨折愈合的策略主要是在组织学和力学两个方面来产生有效的骨组织。自体松质骨移植是最常用的方法之一,其被认为是治疗不会自发愈合骨缺损的金标准。新鲜制备的骨移植物或自体松质骨含有造血骨髓,并且是修复骨缺损的高效复合物。已经有研究证明在体内新鲜骨髓细胞可以分化成成骨细胞并且与新形成的骨组织进行整合<sup>[10]</sup>。在促进骨愈合的实验和临床研究中,包括电刺激,高压氧,低密度脉冲超声波,电磁场,全身施用重组生长激素,自体成骨细胞组分和大分子,人骨形态发生蛋白等应用,并且包括某些合成材料已经用来加速骨再生,其中微创技术也正在骨不连的治疗中取得了一定进展<sup>[11]</sup>。目前,组织工程骨产品也是用于代替骨移植物的各种骨骼结构骨架产品之一,其中富集血小板血浆是一种应用非广泛的产品<sup>[12]</sup>。临界尺寸的骨缺损模型是用于测试生物材料和其他材料的一些基本模型。颅骨、桡骨和股骨等许多模型在临床工作中已经大范围使用。与人骨组织相比,大鼠的颞骨是解剖变异几率很小的组织。相关实验研究报道了关于颞骨标准尺寸的骨缺损的不同结果,其中观察到的最多骨缺损的距离为 2~5 mm<sup>[13]</sup>。PRP 在动物实验中取得



**图 1** 男, 35 岁, 右侧胫腓骨粉碎性骨折术后骨不连 **1a, 1b**. 术前正侧位 X 线片可见胫骨粉碎性骨折, 腓骨斜行骨折 **1c, 1d**. 行第 1 次手术后正侧位 X 线片示切开复位锁定加压钢板内固定治疗 **1e, 1f**. 术后 4 个月正侧位 X 线片示骨折不愈合, 骨折端可见骨吸收 **1g, 1h**. 术后 4 个月发生骨不连, 再次行手术治疗后正侧位 X 线片, 取出原锁定加压钢板内固定, 更换交锁髓内钉固定, 并在骨缺损处行复合 PRP 的自体髂骨移植 **1i, 1j**. 骨不连再次手术后行冲击波治疗 2 个月, 正侧位 X 线片可见骨缺损已完全填充, 并有骨痂形成, 骨折端周围的骨条影 **1k, 1l**. 骨不连再次手术后 7 个月正侧位 X 线片示骨折断端新生骨痂明显可见, 密度加深, 断端边缘较为模糊

**Fig.1** A 35-year-old male with nonunion after comminuted fracture of the right tibia and fibula **1a, 1b**. The comminuted fracture of tibia and oblique fracture of fibula can be seen on anterior and lateral X-ray before operation **1c, 1d**. Open reduction and internal fixation with locking compression plate on X-ray after the first operation **1e, 1f**. Posterior and lateral X-ray films showed nonunion and bone resorption at the fracture end 4 months after operation **1g, 1h**. Bone nonunion occurred 4 months after operation. Positive and lateral X-ray films were taken again after operation. The original locking compression plate was taken out for internal fixation, the interlocking intramedullary nail was replaced for fixation, and the autologous iliac bone transplantation with PRP was performed at the bone defect **1i, 1j**. Shock wave therapy was performed for 2 months after the reoperation of nonunion. Positive and lateral X-ray showed that the bone defect had been fully filled with callus formation and bone strip around the fracture end **1k, 1l**. Positive and lateral X-ray films at 7 months after the reoperation of nonunion showed that the new callus at the fractured end was visible, the density was deepened, and the edge of the fractured end was blurred

了不错的效果,相关研究显示 PRP 可以增加大鼠基质细胞的增殖和迁移,并因此促进成骨细胞分化<sup>[14]</sup>。同时也有众多的临床试验证实富含各种生长因子的 PRP 可以加速骨折愈合<sup>[15]</sup>。此次的临床试验也取得了较为满意的效果,提示 PRP 在治疗骨折术后骨不连方面具有一定潜力。

众所周知,ESW 已被用于治疗骨折不愈合和骨不连。施加器产生冲击波,其通过在组织中传播的电磁或压电方法产生的单个高振幅声波。在动物模型中,冲击波治疗过程中通过产生自由基和氧自由基而具有生物学效应,还产生许多不同的生长因子。2010 年 Zelle 等<sup>[16]</sup>对体外冲击波疗法治疗骨折延迟愈合或不愈合的效果进行了系统评估:10 项研究包括 924 例骨折延迟愈合患者,总体愈合率为 76%(置信区间 73%~79%)。其研究提示:体外冲击波治疗可能会在骨折不愈合过程中发挥的促进骨折愈合的作用。一项体外实验研究表明,ESW 可对骨组织造成骨膜下点状出血,并产生微骨裂,微骨折和大量细小的骨碎片(0.1~0.3 mm<sup>2</sup>),并可能有骨折血肿形成<sup>[17]</sup>。这些反应可以刺激骨痂形成进而促进骨折愈合。

### 3.2 研究结果分析

本研究比较了单一自体髂骨移植、自体髂骨移植和自体富血小板血浆结合体外冲击波在治疗骨不连过程中的疗效,旨在为骨不连的治疗提供一种新思路。通过比较发现经过一段时间随访后,两组治疗后都有患者达到临床愈合,说明两种治疗方法都能促进骨折断端修复。实验组较对照组达到临床愈合比例更高,且实验组临床愈合时间和骨性愈合时间较对照组都更短( $t=10.554, P<0.05; t=7.926, P<0.05$ ),说明将三者联合用于骨不连治疗在促进骨修复中具有协同作用,能够更有效加快临床愈合。治疗后 3 个月时两组骨痂评分也可以很好地说明了这一点,治疗 3 个月时,对照组骨痂评分  $1.96\pm 0.59$ ,明显低于实验组得分  $2.82\pm 0.39$ ,说明在实验组中进行自体髂骨移植、PRP、ESW 三者的联合治疗对骨痂形成有加快作用。同时,实验组 28 例患者全部达到骨性愈合;然而在对照组中,最终达到骨性愈合的有 24 例患者,有 3 例患者又一次发生了骨不连;对照组患侧肢体功能恢复优良率低于实验组(67%, 89%,  $P<0.05$ )等结果也从一定方面证明了将三者联合治疗具有较好的临床疗效。由于高能量 ESW 具有一定的副作用,考虑到本研究过程中已经对患者进行了自体髂骨移植治疗,所以研究中使用的是低能量的 ESW,其主要作用并不是形成微骨裂,而是对骨不连部位的移植骨进行一定的活化作用,避免无效移植骨的形成。

### 3.3 结论和不足

此次研究观察了单一自体髂骨移植,自体髂骨移植和自体富血小板血浆联合体外冲击波在治疗骨不连过程中的疗效,本研究表明两种方法对于骨不连均有一定疗效,但联合治疗具有更优的临床效果。为了在临床上开展本疗法,仍有不少问题需要进一步探索,如自体髂骨移植和富血小板血浆与骨折愈合的量效关系、治疗后期骨不连部位注射富血小板血浆的频率对疗效的影响及体外冲击波与富血小板血浆两者在治疗过程中最优比例等问题。前期研究中已有将自体髂骨移植复合自体富血小板血浆与单纯自体髂骨移植在治疗骨折术后骨不连中进行对比分析,对于在治疗的基础上是否有需要再进一步复合体外冲击波,也就是严格的体外冲击波的适应证问题,仍需要进行大量的基础实验进行深入研究,为不同的骨不连患者进行个性化治疗提供更多证据,以期获得更好的临床疗效。

综上所述,自体骨移植与富血小板血浆联合体外冲击波治疗方案治疗骨折术后骨不连有一定的疗效,可以显著提升新生骨的质量,是临床工作中治疗骨不连的一种更加综合有效的方法。

#### 参考文献

- [1] Marsell R, Einhorn TA. Emerging bone healing therapies[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(Suppl 1): S4-S8.
- [2] Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing[J]. Injury, 2011, 42(6): 551-555.
- [3] Flouzatz-Lachaniette CH, Heyberger C, Bouthors C, et al. Osteogenic progenitors in bone marrow aspirates have clinical potential for tibial non-unions healing in diabetic patients[J]. Int Orthop, 2016, 40(7): 1375-1379.
- [4] Homma Y, Zimmermann G, Hernigou P. Cellular therapies for the treatment of non-union: the past, present and future[J]. Injury, 2013, 44(Suppl 1): S46-S49.
- [5] 秦泗河. 突破骨不连与骨缺损治愈的瓶颈[J]. 中国骨伤, 2013, 26(4): 267-270.  
QIN SH. Breakthrough of the bottleneck of nonunion and bone defect treatment[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(4): 267-270. Chinese.
- [6] Janicki P, Schmidmaier G. What should be the characteristics of the ideal bone graft substitute Combining scaffolds with growth factors and/or stem cells[J]. Injury, 2011, 42(Suppl 2): S77-S81.
- [7] Longo UG, Trovato U, Loppini M, et al. Tissue engineered strategies for pseudoarthrosis[J]. Open Orthop J, 2012, 6: 564-570.
- [8] D'Agostino C, Romeo P, Amelio E, et al. Effectiveness of ESWT in the treatment of Kienbock's disease[J]. Ultrasound Med Biol, 2011, 37(9): 1452-1456.
- [9] Johner R, Wruhs O. Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983, (178): 7-25.
- [10] 李刚, 刘智. 骨形态发生蛋白复合物联合自体骨髓移植治疗四肢长管状骨骨不连[J]. 中国骨伤, 2013, 26(4): 277-280.

- LI G, LIU Z. Treatment of long bone fracture nonunion in limbs by bone morphogenetic protein compounds combined with autologous red bone marrow graft[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(4):277-280. Chinese with abstract in English.
- [11] 梁辉, 丁真奇, 郭志民. 微创疗法在骨不连中的应用现状[J]. 中国骨伤, 2006, 19(10):638-640.
- LIANG H, DING ZQ, GUO ZM. Application of minimal invasive surgery in bone nonunion[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2006, 19(10):638-640. Chinese.
- [12] Honma T, Itagaki T, Nakamura M, et al. Bone formation in rat calvaria ceases within a limited period regardless of completion of defect repair[J]. Oral Dis, 2008, 14(5):457-464.
- [13] Kim MG, Shin DM, Lee SW. The healing of critical-sized bone defect of rat zygomatic arch with particulate bone graft and bone morphogenetic protein-2[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(3):459-466.
- [14] 张福田, 刘瑞文, 李慧, 等. 富血小板血浆复合自体髂骨治疗骨不连的临床疗效[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2016, 10(6):598-603.
- ZHANG FT, LIU RW, LI H, et al. Clinical efficacy of platelet-rich plasma combined with autologous iliac bone in the treatment of nonunion[J]. Zhonghua Guan Jie Wai Ke Za Zhi (Dian Zi Ban), 2016, 10(6):598-603. Chinese.
- [15] 张松, 张涛, 付桂红, 等. 自体富血小板血浆联合骨髓间充质干细胞治疗长骨干骨折术后骨不连[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(29):4716-4721.
- ZHANG S, ZHANG T, FU GH, et al. Autologous platelet-rich plasma combined with bone marrow mesenchymal stem cells for treatment of nonunion after long bone fracture[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2017, 21(29):4716-4721. Chinese.
- [16] Zelle BA, Gollwitzer H, Zlowodzki M, et al. Extracorporeal shock wave therapy: current evidence[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(Suppl 1):S66-S70.
- [17] Kaulesar Sukul DM, Johannes EJ, Pierik EG, et al. The effect of high energy shock waves focused on cortical bone: an in vitro study[J]. J Surg Res, 1993, 54(1):46-51.
- (收稿日期:2018-08-20 本文编辑:王玉蔓)

## 骨质疏松性椎体压缩性骨折椎体后凸成形术后隐性失血及其影响因素分析

管军辉, 郑文标, 黄皆和, 王勇, 杨晟, 肖柏松, 阮建伟  
(台州市立医院骨科, 浙江 台州 318000)

**【摘要】** 目的:探讨骨质疏松性椎体压缩性骨折在椎体后凸成形术后隐性失血及相关危险因素。方法:对 2015 年 3 月至 2017 年 12 月收治的 153 例骨质疏松性椎体压缩性骨折并接受椎体后凸成形术患者的临床资料进行回顾性分析,其中男 55 例,女 98 例;年龄 68~87(78.6±11.4)岁。收集患者手术前后红细胞比容用于计算隐性失血量,通过多元线性回归模型分析患者的性别、年龄、体重指数、骨密度、是否合并糖尿病和高血压、手术方式(单侧或双侧)、手术时间、手术节段及数量、椎体丢失高度及恢复高度比因素对于隐性失血的影响。结果:术后隐性失血量为(287.7±68.5) ml。多元线性回归分析显示糖尿病病史( $\beta=2.405, P=0.012$ ),手术方式( $\beta=3.042, P<0.001$ ),手术时间( $\beta=2.043, P=0.038$ ),手术节段( $\beta=1.993, P=0.043$ )及数量( $\beta=0.374, P<0.001$ ),椎体高度丢失( $\beta=2.785, P=0.003$ )及恢复比例( $\beta=7.301, P<0.001$ )与隐性失血相关。结论:骨质疏松性椎体压缩性骨折椎体后凸成形术存在一定程度的隐性失血,糖尿病病史、手术方式、手术时间、手术节段及数量、椎体高度丢失及恢复比例为隐性失血的危险因素。

**【关键词】** 骨质疏松性骨折; 椎体压缩性骨折; 椎体后凸成形术; 隐性失血

中图分类号:R683.2

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2019.05.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Analysis of hidden blood loss after percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture and its influencing factors** GUAN Jun-hui, ZHENG Wen-biao, HUANG Jie-he, WANG Yong, YANG Sheng, XIAO Bai-song, and RUAN Jian-wei. Department of Orthopaedics, Taizhou Municipal Hospital, Taizhou 318000, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate the hidden blood loss and related risk factors of osteoporotic vertebral compression fractures after percutaneous kyphoplasty. **Methods:** The clinical data of 153 patients with osteoporotic vertebral compression

基金项目:浙江省中医药科学研究基金项目(编号:2018ZB136)

Fund program: Zhejiang Province Traditional Medical Science Research Project (No. 2018 ZB136)

通讯作者:管军辉 E-mail:cheng90911@126.com

Corresponding author: GUAN Jun-hui E-mail: cheng90911@126.com