

· 临床研究论著 ·

# 骨质疏松性椎体压缩骨折病人经皮椎体后凸成形术后隐性失血情况及其影响因素

吴君豪<sup>1</sup> 陈扬<sup>2</sup> 袁俊虎<sup>1</sup> 苏萌<sup>1</sup> 魏鲁青<sup>2</sup> 陈显辉<sup>2</sup> 张建平<sup>2</sup>

**【摘要】** 目的 观察骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs)病人行经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)的隐性失血情况,并分析其影响因素。**方法** 选取2016年9月至2018年5月行PKP手术的100例OVCFs病人进行回顾性分析。根据病人的身高、体重、术前和术后红细胞比容(Hct)、血红蛋白水平计算失血量。收集病人的性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、椎体高度压缩率、椎体高度恢复率、骨折节段数、骨密度、骨水泥渗漏、高血压、糖尿病、手术时间,并分析其与隐性失血量的相关性。**结果** 本组病人PKP术后的隐性失血量为(293±101) ml,术后血红蛋白丢失量是(8.1±3.5) g/L。单因素分析结果显示手术时间、手术节段、椎体高度恢复率、椎体高度压缩率、骨水泥渗漏、骨密度T值、合并高血压是影响隐性失血量的相关因素。多元线性回归分析结果显示,手术节段数( $P=0.008$ )、椎体高度压缩率( $P=0.005$ )、椎体高度恢复率( $P=0.016$ )、骨水泥渗透( $P=0.038$ )与隐性失血量呈正相关性。**结论** PKP术前,应重点关注手术节段数多、椎体高度压缩率高的病人,提高手术评估能力,保障病人的临床安全。

**【关键词】** 隐性失血;经皮椎体后凸成形术;骨质疏松压缩性骨折;影响因素;多元线性回归分析;失血,手术

**Hidden blood loss and the influencing factors after percutaneous kyphoplasty surgery in patients with osteoporotic vertebral compression fractures.** WU Jun-hao<sup>1</sup>, CHEN Yang<sup>2</sup>, YUAN Jun-hu<sup>1</sup>, SU Meng<sup>1</sup>, WEI Lu-qing<sup>2</sup>, CHEN Xian-hui<sup>2</sup>, ZHANG Jian-ping<sup>2</sup>. <sup>1</sup>Shenzhen Second People's Hospital, Clinical Medicine College of Anhui Medical University, Shenzhen 518000, China; <sup>2</sup>Department of Orthopaedics, Foshan First People's Hospital, Foshan 528000, China

Corresponding author: CHEN Yang, E-mail: drchenyang@163.com

**【Abstract】 Objective** To observe the hidden blood loss (HBL) in patients with osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) undergoing percutaneous kyphoplasty (PKP), and to analyze the influencing factors. **Methods** From September 2016 to May 2018, 100 patients with OVCFs who were scheduled to have a PKP were enrolled in this study. Different factors, including gender, age, body mass index (BMI), percentage of vertebral height restoration, number of fracture levels, bone mineral density (BMD), hypertension, diabetes mellitus, operative time, percentage of vertebral height compression, and cement leakage were examined. According to Gross's formula, each patient's height, weight, and preoperative and post-operative hematocrit were recorded and used for calculating the blood loss. Influential factors were further analyzed by multivariate linear regression analysis. **Results** The HBL was (293±101) ml and the post-operative Hb loss was (8.1±3.5) g/L. The results of univariate analysis showed that operative time, number of fracture levels, percentage of vertebral height compression, percentage of vertebral height restoration, cement leakage, BMD and hypertension were the related factors to the HBL. Multivariate linear regression analysis revealed that HBL was positively associated with percentage of vertebral height compression, percentage of vertebral height restoration and cement leakage. By contrast, HBL was not associated with gender, age, BMD, hypertension, diabetes mellitus, BMI and operative time. **Conclusion** HBL cannot be ignored in perioperative period, especially for the patients with poor physical condition and multiple fractures. Having a correct understanding of HBL can help improve clinical assessment capabilities, ensuring patients' safety.

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2019.03.007

作者单位: 1. 安徽医科大学深圳市第二人民医院临床医学院, 广东深圳 518000; 2. 佛山市第一人民医院(中山大学附属佛山医院)骨科, 广东佛山 528000

通信作者: 陈扬, E-mail: drchenyang@163.com

**【Key words】** Hidden blood loss; Percutaneous kyphoplasty; Osteoporotic vertebral compression fractures; Influencing factors; Multivariate linear regression analysis; Blood loss, surgical

由于经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)的切口小,没有过多的肌肉软组织剥离,手术时间较短,术中可见的出血量很少;但血液流入组织间隙,留在死腔中,并由于溶血而丢失,这一部分被称为隐性失血<sup>[1]</sup>。自2000年以来,骨科手术中的隐性失血开始被广泛研究<sup>[2,3]</sup>,受到越来越多临床医生的密切关注。Sehat等<sup>[4]</sup>发现,隐性失血在全髋关节置换术中的占比为26%,在全膝关节置换术中的占比为49%。Smorgick等<sup>[5]</sup>发现,在腰椎前路的椎体融合术中,隐性失血占总失血量的40%。Yu等<sup>[6]</sup>的一项针对股骨粗隆间骨折的研究发现,行动力髋螺钉手术的隐性失血量占比高达44%,股骨近端髓内钉手术的隐性失血量占比高达75%。但针对PKP隐性失血的研究却不多见。正确认识PKP的隐性失血有助于正确评估术中总出血量。本研究对PKP的隐性失血进行分析,并探讨其相关影响因素。

### 资料与方法

#### 一、纳入与排除标准

病例纳入标准:①年龄>65岁;②背部疼痛严重,经保守治疗无效;③新鲜椎体压缩性骨折者;④骨密度T值<-2.5;⑤需行PKP手术治疗者。

排除标准:①陈旧性脊柱压缩性骨折病人;②有脊柱肿瘤的病人;③凝血功能障碍的病人。

#### 二、一般资料

2016年9月至2018年5月,于安徽医科大学深圳市第二人民医院临床医学院收集100例PKP病人,其中男25例,女75例;年龄为(75.8±8.4)岁,身体质量指数(body mass index, BMI)为(22.1±3.1) kg/m<sup>2</sup>。100例中单节段骨折者72例,双节段骨折者20例,三节段骨折者8例。受伤至手术平均时间为14 d(1 d至4个月)。

所有手术在局部麻醉下由同一组脊柱外科医生完成,PKP手术按照标准双侧入路,在“C”型臂X线机透视下完成。术后病人都进行了常规抗骨质疏松治疗。

#### 三、研究方法

入院当天以及术后第3天常规记录病人的身高、体重、红细胞比容(Hct)、血红蛋白(Hb)、骨密度(采用双能骨密度仪测量)、椎体高度压缩率、手术节段数、手术时间、椎体高度恢复率、骨水泥渗漏情况

以及其高血压、糖尿病等基础病情况。

#### (一)计算隐性失血量

采用Nadler等<sup>[7]</sup>报告的公式计算病人的血容量,病人的血容量= $k_1 \times \text{身高(m)}^3 + k_2 \times \text{体重(kg)} + k_3$ 。

男性: $k_1=0.3669, k_2=0.03219, k_3=0.6041$

女性: $k_1=0.3561, k_2=0.03308, k_3=0.1833$

总失血量通过GROSS<sup>[8]</sup>的公式计算:

总失血量=病人的血容量×(术前Hct-术后Hct)/术前和术后Hct的平均值

因PKP术中出血量较低,本研究将隐性失血量等同于总失血量。

#### (二)计算椎体高度压缩率以及恢复率

基于X线检查结果,通过椎体最大塌陷点测量椎体的高度。

椎体预计高度=(上位椎体高度+下位椎体高度)/2

椎体压缩率= $[1 - 2 \times \text{术前椎体高度} / (\text{上位椎体高度} + \text{下位椎体高度})] \times 100\%$

椎体高度恢复率= $2 \times (\text{术后椎体高度} - \text{术前椎体高度}) / (\text{上位椎体高度} + \text{下位椎体高度}) \times 100\%$

#### 四、统计学分析

通过SPSS 21.0软件(IBM公司,美国)进行分析。先对所有因素进行单因素分析,分类变量比较采用卡方检验,连续性变量采用Pearson相关性检验。将单因素分析后筛选出的可能危险因素导入多元线性回归分析,其中高血压、骨水泥渗漏等定性变量,用“1”、“0”进行赋值。 $P < 0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

### 结 果

围手术期内,100例病人均未接受输血治疗。手术时间为(54±17) min。术后第3天,病人的血液成分基本稳定,同时体液也没有大量的丢失<sup>[4]</sup>。隐性失血量为(293±101) ml, Hb丢失量为(8.1±3.5) g/L, Hb丢失率为7.7%±3.4%, Hct丢失率为7.2%±3.6%,椎体高度压缩率为35%±11%,椎体高度恢复率为25%±9%。其中,72例单节段骨折者的手术时间为(47±16) min,隐性失血量为(254±123) ml;20例双节段骨折者的手术时间为(63±13) min,隐性失血量为(360±167) ml;8例三节段骨折者的手术时间为(80±10) min,隐性失血量为(403±39) ml。

单因素分析结果显示性别、年龄、糖尿病、BMI值与隐性失血无相关性;手术时间、手术节段、椎体高度恢复率、椎体高度压缩率、骨水泥渗漏、骨密度T值、合并高血压是影响PKP隐性失血量的相关因素(表1)。

多元线性回归分析结果显示,手术节段数( $P=$

**表1** 100例OVCFs病人PKP术后隐性失血的单因素分析

| 影响因素                                 | 数值       | 隐性失血量<br>( $\bar{x}\pm s, \text{ml}$ ) | 统计值                     |
|--------------------------------------|----------|--|-------------------------|
| 性别(例)                                |          |  |                         |
| 男                                    | 25       | 287±111                                | $\chi^2=2.215, P=0.285$ |
| 女                                    | 75       | 295±107                                |                         |
| 骨水泥渗漏(例)                             |          |  |                         |
| 有                                    | 5        | 414±114                                | $\chi^2=9.661, P=0.004$ |
| 无                                    | 95       | 253±107                                |                         |
| 手术节段数(例)                             |          |  |                         |
| 单节段                                  | 72       | 254±123                                | $\chi^2=8.984, P=0.014$ |
| 双节段                                  | 20       | 360±67                                 |                         |
| 双节段                                  | 8        | 403±39                                 |                         |
| 糖尿病(例)                               |          |  |                         |
| 有                                    | 8        | 295±104                                | $\chi^2=4.639, P=0.363$ |
| 无                                    | 92       | 291±110                                |                         |
| 高血压(例)                               |          |  |                         |
| 有                                    | 26       | 296±112                                | $\chi^2=7.773, P=0.032$ |
| 无                                    | 74       | 289±117                                |                         |
| 年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)              | 75.8±8.4 | 293±101                                | $r=0.355, P=0.617$      |
| 手术时间( $\bar{x}\pm s$ , min)          | 54±17    | 293±101                                | $r=0.723, P=0.033$      |
| 椎体高度恢复率<br>( $\bar{x}\pm s, \%$ )    | 25±9     | 293±101                                | $r=0.887, P=0.012$      |
| 椎体高度压缩率<br>( $\bar{x}\pm s, \%$ )    | 35±11    | 293±101                                | $r=0.831, P=0.019$      |
| 骨密度T值<br>( $\bar{x}\pm s$ )          | -3.4±1.2 | 293±101                                | $r=-0.415, P=0.045$     |
| BMI( $\bar{x}\pm s, \text{kg/m}^2$ ) | 22.1±3.1 | 293±101                                | $r=0.251, P=0.413$      |

0.008)、椎体高度压缩率( $P=0.005$ )、椎体高度恢复率( $P=0.016$ )、骨水泥渗漏( $P=0.038$ )与隐性失血量呈正相关性(表2)。

## 讨 论

以往对于隐性失血的研究主要集中在全髋关节置换术、全膝关节置换术、腰椎前路或者后路的融合术上。与全髋关节置换术等相比,PKP手术切口小、手术时间短、术中出血量少<sup>[9]</sup>,因此其隐性失血在临床中常常被忽视。术中的隐性失血会带来很多并发症,尤其是对于老年以及体弱的OVCFs病人。对隐性失血的正确认识,可以减少由于隐性失血带来的潜在不良反应。隐性失血是血液在手术时渗透到组织间隙和产生溶血<sup>[1]</sup>。然而与隐性失血有关的影响因素并不明确。

一、椎体压缩率与椎体高度恢复率对隐性失血的影响

受伤严重的病人椎体丢失率往往较高。在手术过程中随着椎体高度的恢复会出现“空壳现象”<sup>[10]</sup>。椎体中含有血运丰富的松质骨,当扩张套管固定之后,球囊的扩张会引起出血。椎体高度的增加可能会导致空洞的扩大,椎体周围的间隙可能会变宽。脊柱的腔隙以及肌间隙会为隐性失血提供储存空间。椎体高度的恢复可能会造成脊柱的二次损伤。椎体高度恢复得越好,椎体壁骨折的间隙就越大,这会使血液流入到组织间隙中。本研究结果也表明隐性失血与椎体高度压缩率、椎体高度恢复率有着密切的关系。

二、手术节段数对隐性失血的影响

在腰椎融合术中,隐性失血的占比在单节段和双节段的腰椎融合术中的差异无统计学意义,甚至与3个及以上节段比较,差异也没有统计学意义<sup>[11]</sup>。

**表2** 100例OVCFs病人PKP术后隐性失血影响因素的多元线性回归分析

|         | 回归系数     | 标准误差    | 标准回归系数 | t值     | P值    |
|---------|----------|---------|--------|--------|-------|
| 常数      | 20.031   | 3.486   | -0.007 | -1.733 | 0.000 |
| 手术时间    | -0.354   | 0.595   | -0.162 | -2.237 | 0.134 |
| 手术节段数   | 0.881    | 0.158   | 0.0176 | 0.216  | 0.008 |
| 椎体高度压缩率 | 596.766  | 4.086   | 1.327  | 2.052  | 0.005 |
| 椎体高度恢复率 | -163.990 | 290.857 | -0.363 | -0.562 | 0.016 |
| 骨水泥渗漏   | -9.566   | 291.589 | -0.760 | -1.110 | 0.038 |
| 骨密度值    | -5.101   | 6.233   | -0.510 | -0.820 | 0.200 |
| 合并高血压   | 5.858    | 5.939   | 0.062  | 0.987  | 0.333 |

注:变量赋值为骨水泥渗漏=1,无骨水泥渗漏=0;合并高血压=1,未合并高血压=0

但是,我们发现在PKP手术中涉及的节段越多,隐性失血量就越大。

### 三、骨水泥渗漏对隐性失血的影响

本研究结果提示,骨水泥渗漏是影响隐性失血量的危险因素。Yeom等<sup>[12]</sup>研究发现骨水泥的渗漏是由于骨皮质的缺损,骨水泥从骨折间隙中渗漏出。由于骨皮质的缺损引起脊柱的持续性出血,显著增加了隐性失血量。聚甲基丙烯酸甲酯是最常用的骨水泥,具有很强的化学毒性,可以造成红细胞的溶解。在骨水泥凝固的过程中,表面最高温度能达到55℃,热损伤是PKP手术过程中溶血的重要因素。此外,反复多次经皮刺入导针用来定位和置入导管,也会造成椎管旁肌肉的失血。手术过程中,如果椎弓根被穿刺导针扎破,穿刺导针再次定位时可能会打开皮质的缺损,使得血液流入组织间隙之中。另外,在充气球囊充气之后,椎体内真空的环境也会导致术中出血。

### 四、其他观察指标

本研究发现手术时间与隐性失血量无明显的相关性,手术时间更多地受到手术方案以及术者操作情况等人为因素的影响,如胸椎的椎弓根明显小于腰椎,手术难度要高于腰椎,手术时间也会相应增加。

同时,我们还发现性别、年龄、BMI、骨质疏松、高血压、糖尿病与隐性失血没有直接的关系,这与髌、膝关节置换术中隐性失血的影响因素有着显著的不同<sup>[13-16]</sup>,很可能是手术方式和手术部位的不同所导致的。PKP是经皮的微创手术,而髌膝关节置换术则是开放性的大手术。

### 五、研究不足

本研究是一项回顾性研究,病例数较少;而且术后Hb值是基于术后第3天的Hb值,这是建立在假设病人的体液转移量在术后第3天基本完成的基础上,如果此后还有大量失血,那我们所预计的隐性失血量远远小于正常值,术后静脉输液等对血液的稀释效果也被忽略了。

PKP术中的隐性失血量远远大于术中可见的出血量。多节段骨折、严重的椎体压缩性骨折、骨水泥渗漏的病人极易出现术后的贫血症状,对于这些病人,我们要有效预防贫血带来的并发症;然而,隐性失血似乎不受年龄、性别、骨密度、骨折程度、高血压、糖尿病的影响,这有待进一步的研究,更多的临

床研究应该注意这些因素,以进一步明确PKP术隐性失血的相关情况。

### 参 考 文 献

- [1] Sehat KR, Evans R, Newman JH. How much blood is really lost in total knee arthroplasty? Correct blood loss management should take hidden loss into account[J]. *Knee*, 2000, 7(3): 151-155.
- [2] Ju H, Hart RA. Hidden blood loss in anterior lumbar interbody fusion (ALIF) surgery[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2016, 102(1): 67-70.
- [3] Xie J, Ma J, Yao H, et al. Multiple boluses of intravenous tranexamic acid to reduce hidden blood loss after primary total knee arthroplasty without tourniquet: a randomized clinical trial[J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(11): 2458-2464.
- [4] Sehat KR, Evans RL, Newman JH. Hidden blood loss following hip and knee arthroplasty. Correct management of blood loss should take hidden loss into account[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2004, 86(4): 561-565.
- [5] Smorgick Y, Baker KC, Bachison CC, et al. Hidden blood loss during posterior spine fusion surgery[J]. *Spine J*, 13(8): 877-881.
- [6] Yu W, Zhang X, Wu R, et al. The visible and hidden blood loss of Asia proximal femoral nail anti-rotation and dynamic hip screw in the treatment of intertrochanteric fractures of elderly high-risk patients: aretrospective comparative study with a minimum 3 years of follow-up[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17: 269.
- [7] Nadler SB, Hidalgo JH, Bloch T. Prediction of blood volume in normal human adults[J]. *Surgery*, 51(2): 224-232.
- [8] Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution[J]. *Anesthesiology*, 58: 277-280.
- [9] Ensrud KE, Schousboe JT. Clinical practice. Vertebral fractures[J]. *N Engl J Med*, 364(17): 1634-1642.
- [10] Guglielmino A, Sorbello M, Barbagallo G, et al. Osteoporotic vertebral compression fracture pain (back pain): our experience with balloon kyphoplasty[J]. *Minerva Anestesiol*, 73(1-2): 77-100.
- [11] Xu D, Ren Z, Chen X, et al. The further exploration of hidden blood loss in posterior lumbar fusion surgery[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103(4): 527-530.
- [12] Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, et al. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 85(1): 83-89.
- [13] Alexandru D, So W. Evaluation and management of vertebral compression fractures[J]. *Perm J*, 2012, 16(4): 46-51.
- [14] Miao K, Ni S, Zhou X, et al. Hidden blood loss and its influential factors after total hip arthroplasty[J]. *J Orthop Surg Res*, 2015, 10: 36.
- [15] Zhao J, Li J, Zheng W, et al. Low body mass index and blood loss in primary total hip arthroplasty: results from 236 consecutive ankylosing spondylitis patients[J]. *Biomed Res Int*, 2014: 742393.
- [16] Miao K, Ni S, Zhou X, et al. Hidden blood loss and its influential factors after total hip arthroplasty[J]. *Orthop Surg Res*, 2015, 10: 36.

(收稿日期: 2018-12-17)

(本文编辑:陈姗姗)