

· 临床研究 ·

三种下颈椎经关节螺钉植入方法的比较研究

赵刘军, 徐荣明, 蒋伟宇, 马维虎, 夏华杰, 华群, 许楠剑, 王国平

(宁波第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040)

【摘要】 目的: 比较 3 种下颈椎经关节螺钉植入方法的优缺点, 为选择下颈椎经关节螺钉的植入方法提供可靠的基础资料。方法: 选用新鲜颈椎标本(C₁-T₁) 24 具(男 14 具, 女 10 具), 年龄 55~80 岁, 平均 68 岁。采用抽签随机对照研究方法, 在每一颈椎标本两侧用不同的植入方法植入下颈椎经关节螺钉。根据进钉点及进钉方向的不同, 采用 Takayasu 法(A 组)、Dalcanto 法(B 组)、Klekamp 法(C 组)作为下颈椎经关节螺钉的植入方法。Takayasu 法选用侧块中线上中 1/3 交界处作为进钉点, 螺钉向前侧、尾侧倾斜, 与侧块冠状面呈 60°~80°, 平行于矢状面作为进钉方向; Dalcanto 法采用进钉点在侧块中点下方 2 mm, 方向向尾侧倾斜 40°, 向外侧倾斜 20°; Klekamp 则将侧块中点内下方 1 mm 为进钉点, 方向向尾侧倾斜 40°, 向外侧倾斜 20°。对 A、B、C 组分别统计植入时关节突关节劈裂、植入后椎动脉侵犯、神经根前后支损伤和螺钉通过关节突的情况。结果: 24 具颈椎标本共 48 侧, 植入下颈椎经关节螺钉 192 枚, 其中 A、B、C 组各 64 枚。A 组未见下关节突劈裂; B 组见下关节突下缘劈裂 17 例, 外缘劈裂 8 例; C 组下关节突下缘劈裂 1 例, 外缘劈裂 1 例。3 组均未见上关节突劈裂。3 组螺钉植入时关节突关节劈裂情况比较, B 组下关节突劈裂最多, 与其他 2 组差异有统计学意义($\chi^2_{AB}=31.07, P<0.01$; $\chi^2_{BC}=24.83, P<0.01$)。C 组 2 例下关节突劈裂, 与 A 组比较差异无统计学意义($\chi^2_{AC}=2.03, P>0.05$)。A 组 36 枚螺钉侵犯椎动脉, B、C 组均未见椎动脉侵犯。3 组螺钉植入后椎动脉受累情况, A 组高于其他 2 组($\chi^2_{AB}=50.09, P<0.01$; $\chi^2_{AC}=50.09, P<0.01$)。神经根前支损伤 A 组 40 例, B 组 5 例, C 组 3 例; 神经根后支损伤 A 组 16 例, B 组 18 例; C 组 14 例。3 组间神经根前支受累比较, A 组高于其他 2 组($\chi^2_{AB}=41.98, P<0.01$; $\chi^2_{AC}=47.94, P<0.01$), 而 B、C 组差异无统计学意义。神经根后支受累比较, 3 组间差异无统计学意义 ($\chi^2_{AB}=0.16, P>0.05$; $\chi^2_{AC}=0.17, P>0.05$; $\chi^2_{BC}=0.67, P>0.05$)。A 组 5 例未经过关节突关节, B、C 2 组均经过关节突关节, 3 组间差异无统计学意义($\chi^2_{AB}=3.33, P>0.05$; $\chi^2_{AC}=3.33, P>0.05$)。结论: Takayasu 法在螺钉植入过长时易引起神经根和椎动脉损伤, 而 Dalcanto 法在植入螺钉时易引起下关节突的劈裂。相比较而言, Klekamp 法临床上更值得推崇。

【关键词】 颈椎; 内固定器; 椎关节突关节; 椎动脉

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2011.12.009

Comparison of three techniques of the transarticular screw placement in the lower cervical spine ZHAO Liu-jun, XU Rong-ming, JIANG Wei-yu, MA Wei-hu, XIA Hua-jie, HUA Qun, XU Nan-jian, WANG Guo-ping. Department of Orthopaedics, the 6th Hospital of Ningbo, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To compare three techniques of the transarticular screw placement in the lower cervical spine. **Methods:** The techniques of transarticular screw placements used by Takayasu (group A), Dalcanto (group B) and Klekamp (group C) were applied in twenty-four cervical specimens, among which 14 specimens were male and 10 specimens were female, ranging in age from 55 to 80 years, with an average of 68 years. The entry point of Takayasu technique was between the superior and median third of the vertical medial line of the lateral mass with 60 to 80 degrees caudal tilt and 0 degrees lateral tilt. Dalcanto technique started 2 mm caudal to the midpoint of lateral mass with 40 degrees caudal tilt and 20 degrees lateral tilt. Klekamp technique inserted the screws with the starting point being 1mm medial and 1mm inferior to the midpoint of the lateral mass with 40 degrees caudal tilt and 20 degrees lateral tilt. The splits of facets, the encroachment of the cervical nerve roots and vertebral arteries, and no-involving facets screws were observed and analyzed. **Results:** One hundred and ninety-two transarticular screws were implanted on both sides in twenty-four cervical cadavers, sixty-four for each group. There were twenty-five splits of inferior facets in group B, 2 splits in group C and none in group A. No superior facets were found to be broken in all cases. The difference of splits between group B and the other two groups was significant ($\chi^2_{AB}=31.07, P<0.01$; $\chi^2_{BC}=24.83, P<0.01$), while there was no statistical difference between group A and C ($\chi^2_{AC}=2.03, P>0.05$). Thirty-six screws encroached the vertebral arteries in group A, none in group B and C. There was significant statistical difference between group A and the other two groups ($\chi^2_{AB}=50.09, P<0.01$; $\chi^2_{AC}=50.09, P<0.01$). Forty anterior branches of lower cervical nerve roots were involved in group A, five in group B and three in group C. There were statistical differences between group A and the other two groups ($\chi^2_{AB}=41.98, P<0.01$; $\chi^2_{AC}=47.94, P<0.01$), and there was no statistical difference between group B and C. Sixteen posterior branches

of lower cervical nerve roots were encroached in group A, 18 in group B and 14 in group C. There was statistical difference among the three groups ($\chi^2_{AB}=0.16, P>0.05; \chi^2_{AC}=0.17, P>0.05; \chi^2_{BC}=0.67, P>0.05$). Although all screws went through facets in the study except for 5 in group A, there were no statistical differences between each groups ($\chi^2_{AB}=3.33, P>0.05; \chi^2_{AC}=3.33, P>0.05$). **Conclusion:** There are high risk of injury of anterior branch of cervical nerve root and vertebral artery if the screws are too long and the Takayasu's technique is used. However, the rate of facet split is high if the Dalcanto's technique is applied. Klekamp's technique is value to be applied.

KEYWORDS Cervical vertebrae; Internal fixators; Zygapophyseal joint; Vertebral artery

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(12): 1005-1009 www.zgsgsz.com

下颈椎经关节螺钉固定技术作为一种实用的颈椎后路固定补充方法已经被国内临床上逐步接纳。但关于下颈椎经关节螺钉的植入技术，仍然有不同的见解。较为被大家公认的有 3 种：Klekamp 等^[1]法、Takayasu 等^[2]法及 Dalcanto 等^[3]法。本文拟利用颈椎标本模拟 Takayasu 法、Dalcanto 法及 Klekamp 法植入下颈椎经关节螺钉，比较 3 种下颈椎经关节螺钉植入技术的优缺点，为临床提供参考。

1 材料与方

1.1 一般资料 选取苏州大学解剖教研室提供的新鲜颈椎标本(C₁-T₁)共 24 具(男 14 具,女 10 具),年龄 55~80 岁,平均 68 岁。摄 X 线片以排除颈椎先天异常或生前曾行颈椎手术的颈椎标本。剔除肌肉、韧带等软组织,暴露颈椎后部结构:棘突、双侧椎板、关节突(侧块)、椎间孔、神经根。

1.2 下颈椎经关节螺钉模拟植入 采用的下颈椎经关节螺钉植入技术有 3 种: Takayasu 法(侧块中线上中 1/3 交界为进钉点,螺钉向前侧、尾侧倾斜:与侧块冠状面呈 60°~80°,平行于矢状面),记为 A 组; Dalcanto 法(侧块中点下 2 mm 为进钉点,方向向尾侧倾斜 40°,向外侧倾斜 20°),记为 B 组; Klekamp 法(侧块中点内下 1 mm 为进钉点,方向向尾侧倾斜 40°,向外侧倾斜 20°),记为 C 组。3 种下颈椎经关节螺钉植入方法的进钉点及进钉方向示意图见图 1-3。

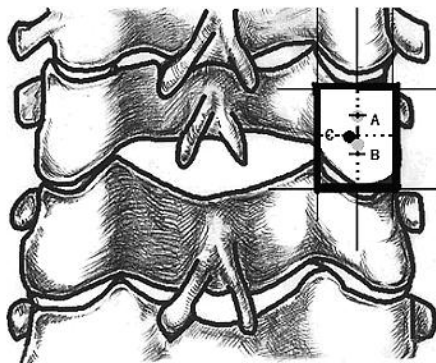


图 1 3 种下颈椎经关节螺钉植入进钉点示意图。A 点: Takayasu 进钉点; B 点: Dalcanto 进钉点; C 点: Klekamp 进钉点

Fig.1 Diagram of entry points of the three transarticular screw placement technique. A is the entry point of Takayasu technique; B and C being for Dalcanto and Klekamp techniques respectively

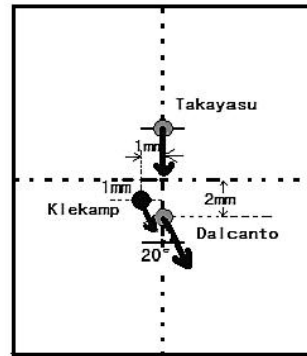


图 2 3 种下颈椎经关节螺钉植入进钉点及冠状面进钉方向示意图。可见在冠状面上, Takayasu 法为平行于矢状面, Dalcanto 及 Klekamp 法均向外倾斜 20°

Fig.2 Diagram of entry points and trajectories of the three transarticular screw techniques on coronal plane. The Takayasu technique is parallel to the sagittal plane, while Dalcanto and Klekamp being 20 degree lateral tilt

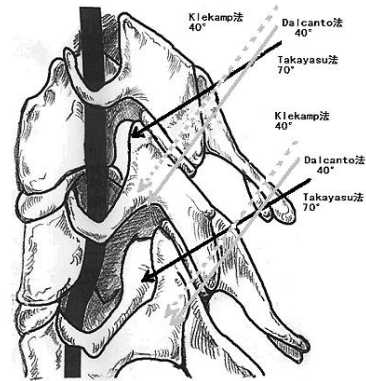


图 3 3 种下颈椎经关节螺钉植入矢状面进钉方向图

Fig.3 Diagram of the trajectories on sagittal plane for three transarticular screw techniques

每一颈椎标本两侧运用抽签随机对照研究方法选用两种植入技术植入下颈椎经关节螺钉以便比较, 一侧 4 枚(分别为 C_{3,4}、C_{4,5}、C_{5,6} 与 C_{6,7})。螺钉均采用 3.5 mm AO 皮质骨螺钉, 长度 30~40 mm。植入下颈椎经关节螺钉的尖端在直视下使其穿出关节突关节最前一层皮质前 4 mm。

1.3 观察项目与方法 解剖观察并分别统计 3 种下颈椎经关节螺钉植入技术螺钉植入时小关节突关节劈裂例数、椎动脉侵犯情况、颈神经根前后支的受累情况, 并观察螺钉是否穿过关节突关节。

1.4 统计学处理 运用 SPSS 13.0 统计软件, 对本

表 1 3 组下颈椎经关节螺钉植入小关节突关节劈裂情况(枚)

Tab.1 Split number of zygapophyseal joints after screws planted by three methods(screw number)

组别	关节突关节劈裂部位	C _{3,4}	C _{4,5}	C _{5,6}	C _{6,7}
A 组(Takayasu)	下关节突外缘劈裂	0	0	0	0
	下关节突下缘劈裂	0	0	0	0
	上关节突劈裂	0	0	0	0
B 组(Dalcanto)	下关节突外缘劈裂	0	1	3	4
	下关节突下缘劈裂	2	3	5	7
	上关节突劈裂	0	0	0	0
C 组(Klekamp)	下关节突外缘劈裂	0	0	0	1
	下关节突下缘劈裂	0	0	1	0
	上关节突劈裂	0	0	0	0

注:A 组与 B 组比较, $\chi^2_{AB}=31.07, P<0.01$; B 组与 C 组比较, $\chi^2_{BC}=24.83, P<0.01$; A 组与 C 组比较, $\chi^2_{AC}=2.03, P>0.05$

Note: Comparison between group A and B, $\chi^2_{AB}=31.07, P<0.01$; comparison between group B and C, $\chi^2_{BC}=24.83, P<0.01$; comparison between group A and group C, $\chi^2_{AC}=2.03, P>0.05$

文的数据资料采取卡方检验方法分别比较 A、B、C 组间的差异,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

24 具颈椎标本共 48 侧, 植入下颈椎经关节突螺钉 192 枚, 3 组各植入 64 枚。A 组未见下关节突劈裂; B 组下关节突下缘劈裂 17 枚, 外缘劈裂 8 枚; C 组下关节突下缘劈裂 1 枚, 外缘劈裂 1 枚。3 组中均未见上关节突劈裂, 见表 1。A、B、C 3 组螺钉植入时关节突关节劈裂情况比较, B 组下关节突劈裂最多, C 组虽有 2 例下关节突劈裂, 与 A 组比较差异无统计学意义。

A 组中发现 36 枚螺钉侵犯椎动脉, B 组与 C 组中均未见椎动脉侵犯, 见表 2。3 组螺钉植入后椎动脉受累情况, A 组明显高于其他两组。

表 2 3 组下颈椎经关节螺钉植入椎动脉侵犯情况(枚)

Tab.2 Results of involvement to vertebral artery of three methods(screw number)

组别	C _{3,4}	C _{4,5}	C _{5,6}	C _{6,7}
A 组(Takayasu)	9	11	7	9
B 组(Dalcanto)	0	0	0	0
C 组(Klekamp)	0	0	0	0

注:A 组与 B 组比较, $\chi^2_{AB}=50.09, P<0.01$; A 组与 C 组比较, $\chi^2_{AC}=50.09, P<0.01$.

Note: Comparison between group A and B ($\chi^2_{AB}=50.09, P<0.01$); comparison between group A and C ($\chi^2_{AC}=50.09, P<0.01$)

神经根前支损伤, A 组 40 例, B 组 5 例, C 组 3 例; 神经根后支损伤, A 组 16 例, B 组 18 例; C 组 14 例, 见表 3。3 组间比较颈神经根前支受累比较, A 组明显高于其他两组, 而 B、C 两组间差异无统计学意义。颈神经根后支受累比较, 3 组间无明显差异。

经观察证实, A 组 5 例未经过关节突关节(C_{5,6} 2 例, C_{6,7} 3 例), B、C 2 组均经过关节突关节, 3 组间

表 3 3 组下颈椎经关节螺钉植入神经根侵犯情况(枚)

Tab.3 Encroachment of ventral ramus of nerve roots of three methods(screw number)

组别	神经根侵犯部位	C _{3,4}	C _{4,5}	C _{5,6}	C _{6,7}
A 组 (Takayasu)	前支	10	8	13	9
	后支	5	2	6	3
B 组 (Dalcanto)	前支	0	2	3	0
	后支	4	6	5	3
C 组 (Klekamp)	前支	0	2	1	0
	后支	3	4	5	2

注: 前支损伤情况: A 组与 B 组比较, $\chi^2_{AB}=41.98, P<0.01$; A 组与 C 组比较, $\chi^2_{AC}=47.94, P<0.01$; B 组与 C 组比较 $\chi^2_{BC}=0.13$ (校正), $P>0.05$ 。后支损伤情况: A 组与 B 组比较, $\chi^2_{AB}=0.16, P>0.05$; A 组与 C 组比较, $\chi^2_{AC}=0.17, P>0.05$; B 组与 C 组比较, $\chi^2_{BC}=0.67, P>0.05$

Note: For anterior ramus of cervical nerve root, comparison between group A and B, $\chi^2_{AB}=41.98, P<0.01$; comparison between group A and C, $\chi^2_{AC}=47.94, P<0.01$; comparison between group B and C, $\chi^2_{BC}=0.13, P>0.05$. For posterior ramus of cervical nerve root, comparison between group A and B, $\chi^2_{AB}=0.16, P>0.05$; comparison between group A and C, $\chi^2_{AC}=0.17, P>0.05$; comparison between group B and C, $\chi^2_{BC}=0.67, P>0.05$

比较差异无统计学意义 ($\chi^2_{AB}=3.33, P>0.05$; $\chi^2_{AC}=3.33, P>0.05$)。

3 讨论

3.1 下颈椎经关节螺钉的基础和临床研究发展现状 Takayasu 等^[2]于 1997 到 2002 年运用颈椎经关节螺钉治疗 25 例(包括 C_{2,3} 经关节螺钉), 随访 3 个月~5 年, 从影像上未发现明显螺钉退出或松动的迹象, 所有患者获得满意融合。2006 年, 国内谢宁等^[4]首先报道了单独行下颈椎经关节螺钉固定的临床运用。同年, 赵刘军等^[5]综述了下颈椎经关节螺钉的基础和临床应用进展, 认为下颈椎经关节螺钉国内外仅处于研究探索阶段, 尚缺乏大宗严密的解剖学研究、影像学评价、安全性评估及临床中长期随访资料, 若要广泛应用于临床还需要开展大量细致的研

究。此后关于下颈椎经关节螺钉的基础及临床研究在国内得到了广泛深入的开展。刘观焱等^[6-8]在下颈椎经关节螺钉的解剖学研究方面进行了深入探讨,明确了下颈椎经关节螺钉与周围神经血管的关系;赵刘军等^[9-12]主要在影像学方面进行了下颈椎经关节螺钉的研究,明确了下颈椎经关节螺钉植入时的影像学评价及安全性评估问题。马维虎等^[13-14]报道了结合应用下颈椎经关节螺钉结合钢板、下颈椎经关节螺钉与侧块螺钉、椎弓根螺钉结合及治疗下颈椎骨折脱位,均取得了良好的临床效果。为了提高置钉的准确性,避免枕部阻挡致植入下颈椎经关节螺钉困难,赵刘军等^[15]设计应用了配套导向装置,取得了理想治疗效果。

由于下颈椎经关节螺钉可以独立使用进行颈后路的固定,并且有可靠的生物力学稳定性,操作方便,不会有颈脊髓损伤的危险,因此可以减小手术创伤。目前尚无经皮植入下颈椎经关节螺钉的报道,导航设备的应用将会使之成为可能,这将对传统下颈椎后路内固定技术的发展起到一定促进作用。

3.2 下颈椎经关节螺钉植入方法探讨 虽然下颈椎经关节螺钉解剖学研究及影像学研究已较多,但针对下颈椎经关节螺钉植入技术研究的文献并不多。由于下颈椎经关节螺钉植入有较大的安全范围,因此植入的技术(主要指进钉点及进钉方向)也各有不同。谢宁等^[4]在植入下颈椎经关节螺钉时的进钉点为侧块中心点偏内上方,植入方向为外倾 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$,下倾 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。国外文献中现有的下颈椎经关节螺钉的植入技术主要有 Takayasu 法^[2]、Dalcanto 法^[3]和 Klekamp 法^[1]。

目前 Dalcanto 法主要应用于实验研究中。刘观焱等^[7]通过下颈椎关节突关节的解剖学测量,认为 Dalcanto 法植入下颈椎经关节螺钉不仅具有可行性,而且可以避免横突孔,钉道几乎与横突沟平行,安全空间较大。Zhao 等^[16]应用颈椎标本模拟 Dalcanto 法与 Takayasu 法比较两种下颈椎经关节螺钉植入技术,发现 Dalcanto 法植入时下关节突关节劈裂较 Takayasu 法明显增多,而 Takayasu 法引起的颈神经根前支及椎动脉损伤概率大于 Dalcanto 法。因此认为两种下颈椎植入方法各有其优缺点。

本研究中,在两种下颈椎经关节螺钉植入比较研究的基础上进一步扩大,将另一种经典下颈椎经关节螺钉植入方法——Klekamp 法亦列入其中进行三者比较。研究结果发现:Dalcanto 法引起关节突关节劈裂的例数最多,在 Klekamp 法模拟植入中虽也有 2 例关节突关节劈裂,但与 Takayasu 法比较差异无统计学意义。就侵犯椎动脉及颈神经根前支的概

率而言,Takayasu 法较其他两组明显增高。

笔者认为这种研究结果与 3 种植入方法的进钉点及进钉方向有密切关系。

Dalcanto 法的进钉点在侧块中心下 2 mm,而尾倾与外倾角度均较大,使得下关节突关节把握皮质有限,极易引起下缘及外侧缘的劈裂。而 Takayasu 法的进钉点在侧块中心上方,无外倾,尾倾角度亦较小(与冠状面呈 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$),故螺钉把持关节突关节的皮质较多,不易引起关节突关节的劈裂。Klekamp 法的进钉点在侧块中心偏内侧 1 mm 处,与 Dalcanto 法比较进钉点偏内上,故引起关节突关节劈裂少见。

Takayasu 法的主要缺点在于进钉点较高、进钉方向无明显的外倾及尾倾。这种缺点致使螺钉的尖端正对侧块前方的椎动脉及神经根前支,有受累及的风险。本研究中仅 5 例出现螺钉未通过关节突关节的情况,均在 Takayasu 法组中,提示 Takayasu 法同时也有螺钉不通过关节突关节的可能。

相比之下,Klekamp 法则吸收了 Takayasu 法与 Dalcanto 法的优点,避免了两者的缺点。进钉点在侧块中心偏内下 1 mm,较 Takayasu 法低,而较 Dalcanto 法稍高且偏内,方向与 Dalcanto 法一致。这使得 Klekamp 法较 Dalcanto 法有更好的螺钉把持力,不易引起关节突关节的劈裂;同时与 Takayasu 法比较,不易引起椎动脉及颈神经根前支的损伤。

赵刘军等^[17]应用 Klekamp 法模拟植入 2 具颈椎标本共 16 枚下颈椎经关节螺钉,螺钉的尖端穿出最前一层皮质 2 mm,结果发现,无一例损伤颈神经根前后支,无一例发生关节突关节劈裂,无一例椎动脉侵犯,所有螺钉穿经关节突关节,螺钉的出钉点位于关节突关节基底侧前方,横突结节后方的安全区域内。马维虎等^[13-14]报道,应用 Klekamp 法植入下颈椎经关节螺钉,认为这种技术在冠状面上外倾 20° ,在矢状面上尾倾 40° 能较为垂直地固定关节突关节,起到类似拉力螺钉的作用,而且该技术以侧块中心点内下 1 mm 为进钉点,比 Dalcanto 法能更多地握持下关节突的皮质骨。这些报道证实了 Klekamp 法在临床实践中可行性及安全性。因此,笔者更推崇在临床上应用 Klekamp 法植入下颈椎经关节螺钉。

3.3 本研究与临床实践差异的分析 由于本研究运用的材料为新鲜颈椎尸体标本,平均年龄 68 岁,与临床所处理的患者有明显不同,故不能将研究的结果等同于临床实践。

在本研究植入下颈椎经关节螺钉时,发生关节突关节劈裂的情况较多,尤其是在 Dalcanto 法组中,占 39%(25/64)。这除了与植入方法有明显关系外,所选用的颈椎尸体标本年龄较大可能也有一定关

系。笔者推测,在临床实践中发生关节突关节劈裂的现象应较本研究低。

在本研究中,笔者特意将螺钉尖端设计为穿透最前一层皮质 4 mm,使得椎动脉及颈神经根前支损伤概率明显增大。在临床工作中,可以应用深度测量器帮助测量下颈椎经关节螺钉的长度,避免螺钉过长引起的椎动脉及颈神经根的损伤。Takayasu 等^[2]报道病例中并未见神经根及椎动脉损伤的情况,可能与术中准确把握了螺钉的长度有一定关系。

参考文献

- [1] Klekamp JW, Ugbo JL, Heller JG, et al. Cervical transfacet versus lateral mass screws: a biomechanical comparison[J]. J Spinal Disord, 2000, 13: 515-518.
- [2] Takayasu M, Hara M, Yamauchi K, et al. Transarticular screw fixation in the middle and lower cervical spine. Technical note[J]. J Neurosurg, 2003, 99(1 Suppl): 132-136.
- [3] Dalcanto RA, Lieberman I, Inceoglu S, et al. Biomechanical comparison of transarticular facet screws to lateral mass plates in two-level instrumentations of the cervical spine[J]. Spine, 2005, 30(8): 897-902.
- [4] 谢宁, 谭军, 叶晓健, 等. 经关节突螺钉固定治疗下颈椎脱位[J]. 中华创伤杂志, 2006, 22: 110-112.
Xie N, Tan J, Ye XJ, et al. Transarticular screw for treatment of lower cervical dislocation[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2006, 22: 110-112. Chinese.
- [5] 赵刘军, 徐荣明. 下颈椎经关节螺钉研究进展[J]. 国际骨科学杂志, 2006, 27: 224-226.
Zhao LJ, Xu RM. What's new in transarticular screw in the lower cervical spine[J]. Guo Ji Gu Ke Xue Za Zhi, 2006, 27: 224-226. Chinese.
- [6] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎经关节螺钉和侧块螺钉与脊神经关系的解剖学研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2006, 8: 965-969.
Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. Transarticular screws versus Magerl lateral mass screw: an anatomic comparison of their possible effects on injury to spinal nerve roots[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2006, 8: 965-969. Chinese.
- [7] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎关节突关节的解剖学测量与经关节螺钉固定的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(2): 140-144.
Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. Quantitative anatomy of the subaxial cervical facet and its relationship with the transarticular screws fixation[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2007, 17(2): 140-144. Chinese.
- [8] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎后路经关节螺钉内固定的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(9): 677-681.
Liu GY, Xu RM, Ma WH, et al. Anatomical study of posterior cervical transarticular screw fixation[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2007, 27(9): 677-681. Chinese.
- [9] 赵刘军, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎关节突关节与椎体后缘关系的影像学研究[J]. 中国骨伤, 2008, 21(10): 762-765.
Zhao LJ, Xu RM, Ma WH, et al. An Imaging study on location of the anterior border of facets and the posterior border of vertebral bodies in lower cervical spine[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2008, 21(10): 762-765. Chinese with abstract in English.
- [10] 赵刘军, 徐荣明, 马维虎, 等. 下颈椎经关节螺钉植入深度的侧位 X 线评价[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(6): 488-491.
Zhao LJ, Xu RM, Ma WH, et al. Lateral radiological evaluation of transarticular screw placement in the lower cervical spine[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2008, 28(6): 488-491. Chinese.
- [11] Zhao L, Xu R, Hu T, et al. Quantitative evaluation of the location of the vertebral artery in relation to the transverse foramen in the lower cervical spine[J]. Spine, 2008, 33(4): 373-378.
- [12] Xu R, Zhao L, Chai B, et al. Lateral radiological evaluation of transarticular screw placement in the lower cervical spine[J]. Eur Spine J, 2009, 18(3): 392-397.
- [13] 马维虎, 刘观斌, 徐荣明, 等. 颈椎后路经关节螺钉钢板内固定术在下颈椎骨折脱位中的应用[J]. 中华创伤杂志, 2007, 23(1): 29-33.
Ma WH, Liu GY, Xu RM et al. Posterior plating and transarticular screws for treatment of fracture and dislocation of the lower cervical spine[J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2007, 23(1): 29-33. Chinese.
- [14] 马维虎, 刘观斌, 徐荣明, 等. 下颈椎经关节螺钉联合侧块或椎弓根螺钉固定的效果[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(7): 615-619.
Ma WH, Liu GY, Xu RM, et al. The effect of transarticular screws combined with lateral mass screws or pedicle screws fixation in the lower cervical spine[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2009, 29(7): 615-619. Chinese.
- [15] 赵刘军, 徐荣明, 马维虎. 下颈椎经关节螺钉导向配套器械的设计与运用[J]. 中国骨伤, 2009, 22(2): 106-107.
Zhao LJ, Xu RM, Ma WH. Design and application of the instrumentation of transarticular screws in lower cervical spine[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(2): 106-107. Chinese with abstract in English.
- [16] Zhao L, Xu R, Liu J, et al. Comparison of two techniques for transarticular screw implantation in the subaxial cervical spine[J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(2): 126-131.
- [17] 赵刘军, 徐荣明, 马维虎, 等. 两种下颈椎经关节螺钉植入方法的比较研究[J]. 中国骨伤, 2009, 22(8): 590-592.
Zhao LJ, Xu RM, Ma WH, et al. Comparison of two techniques of the transarticular screw placement in the lower cervical spine[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(8): 590-592. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2011-09-07 本文编辑: 王宏)