

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.11.021

不同途径植入静脉输液港的临床应用比较*

王黎明¹,安天志¹,赵许亚²,蒋天鹏¹,宋杰¹,葛金钊¹,周石^{1△}

(1. 贵阳医学院附属医院介入科, 贵阳 550004; 2. 贵州省肿瘤医院介入科, 贵阳 550004)

[摘要] **目的** 分析比较在 DSA 引导下经颈内静脉、经锁骨下区锁骨下静脉、经锁骨上区锁骨下静脉植入静脉输液港(CVP)患者的手术成功率、并发症发生率及手术舒适度的异同,探讨不同手术方式的利弊。**方法** 回顾性分析 2012 年 12 月至 2013 年 12 月 188 例因肿瘤在 DSA 引导下植入 CVP 治疗的患者资料。根据患者植入途径分为经颈内静脉组(A组)、经锁骨下区锁骨下静脉组(B组)、经锁骨上区锁骨下静脉组(C组),跟踪随访比较各组术中疼痛评分、围术期及术后近期、远期并发症发生率。**结果** 所有患者均成功植入 CVP,术中、术后无致死性并发症发生。每组中均有 1 例患者出现导管感染所致发热,组间差异无统计学意义($P>0.05$)。B组中 2 例(2.1%, 2/96)、C组中 1 例(1.7%, 1/60)患者出现锁骨下静脉血栓,其中 C组患者左锁骨下静脉完全闭塞,经接触溶栓治疗后未能再通,B组患者经接触溶栓治疗后血管再通良好。A组及 C组患者的导管错位、导管弯曲发生例数较 B组患者多,且差异有统计学意义($P<0.01$)。A、C组患者的远期并发症发生率均较 B组高($P<0.05$)。导管夹闭仅在 B组出现 2 例;各组在导管破裂、静脉港翻转、伤口裂开比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 在 DSA 引导下经锁骨下静脉入路植入 CVP 安全有效,且患者术中更舒适,并发症发生率更低,可在植入 CVP 时优先考虑。

[关键词] 锁骨下静脉;颈内静脉;静脉输液港;并发症**[中图分类号]** R816**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2016)11-1511-04

Comparative clinical study on radiologic placement of central venous ports via different puncture area*

Wang Liming¹, An Tianzhi¹, Zhao Xuya², Jiang Tianpeng¹, Song Jie¹, Ge Jinzhao¹, Zhou Shi^{1△}

(1. Department of Interventional Radiology, the Affiliated Hospital of Guiyang Medical College, Guiyang, Guizhou 550004, China; 2. Department of Interventional Radiology, Tumor Hospital of Guizhou Province, Guiyang, Guizhou 550004, China)

[Abstract] **Objective** To compare the technical success, complication rates and comfort of the radiologic placement of central venous ports(CVP) via the internal jugular vein, subclavian vein via subclavian region, subclavian vein via supraclavicular region under DSA guidance. **Methods** We retrospectively reviewed 188 CVP patients implanted at hospitals between December 2012 and December 2013. The patients were divided into three groups according to the different catheter implantation sites, internal jugular vein (group A), subclavian vein via subclavian region (group B) and subclavian vein via supraclavicular region (group C). Intraoperative pain score, technical success rates, peri-procedural, as well as early and late complication rates were recorded based on the image follow-up and patient medical records. **Results** The technical success rate was 100.0% without any lethal complications. The CVP related infections were occurred in each group with 1 patient, but there was no statistics significant different($P>0.05$). Subclavian vein thrombosis were occurred 2(2.1%, 2/96) in group B, which was recanalized after thrombolytic therapy, and 1(1.7%, 1/60) in group C, which was completely occluded. The higher rate of catheter migration and kinking of catheter were occurred in group A and group C. The rate was statistically significant difference among the three groups ($P<0.01$). The late complication rates were statistically higher in group A and C compared with group B ($P<0.05$). The punch-off was just occurred in group B ($n=2$). There were no significant differences about catheter fracture, port rotation and wound dehiscence among the three groups($P>0.05$). **Conclusion** In DSA radiologic placement of a CVP via the subclavian vein via subclavian region is safe and efficient with more comfortable and lower complication rates, which could be chosen priority.

[Key words] subclavian vein; internal jugular vein; central venous ports; complication

自 1982 年 Niederhuber 等^[1]率先报道了经锁骨下静脉的静脉输液港(central venous port, CVP)植入术后,超声引导或 X 线透视引导下,通过颈内静脉或锁骨下静脉穿刺的 CVP 放置术已逐渐发展成为一种安全、有效、长期的静脉通道建立方式,并广泛应用于化疗药物的静脉给药、肠外营养或抗菌药物治疗等治疗领域^[2-5]。但因 CVP 导管长期留存于体内,仍存在 CVP 相关并发症的风险,并可能导致严重后果^[6-8],且不同穿刺途径所带来的术中、术后并发症差异,术中舒适度差异等缺少相关研究。本研究回顾性分析了贵阳医学院附属医院 2012 年 12 月至 2013 年 12 月进行 CVP 植入的 188 例肿瘤患者资料,分

析比较在 DSA 引导下经颈内静脉、经锁骨下区锁骨下静脉、经锁骨上区锁骨下静脉入路植入 CVP 患者的手术成功率、并发症发生率及手术舒适度的异同,探讨不同手术方式的利弊。

1 资料与方法

1.1 一般资料 贵阳医学院附属医院 2012 年 12 月至 2013 年 12 月共有 188 例肿瘤患者在 DSA 引导下行 CVP 植入术,患者年龄 23~76 岁,平均(58.0±11.0)岁,188 例患者 CVP 植入均用于静脉化疗。根据患者 CVP 不同植入路径分为 3 组,即经颈内静脉组(A组, $n=32$)、经锁骨下区锁骨下静脉组

* 基金项目:贵州省科技计划课题(黔科合 SY 字[2012]3145 号)。

作者简介:王黎明(1990-),硕士,主要从事介入放射学基础及临床应用研究。

△ 通讯作者: E-mail:156722229@qq.com。

(B组, $n=96$)和经锁骨上区锁骨下静脉组(C组, $n=60$),见表1。所有患者均采用 BardPort(Bard, Murray Hill, New Jersey, USA)CVP。对全身感染患者、CVP 植入点周围组织感染患者、凝血功能异常患者($PLT < 50/nL$, $PT < 50\%$ 或 $INR > 1.5$)、急性血栓形成患者和锁骨下静脉、上腔静脉闭塞病史患者术前进行排除。CVP 植入术分别由 7 名有资质的介入科医师完成,患者术前均签署了手术同意书。

表 1 各组一般资料

项目	A组	B组	C组	总计
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	61 \pm 9	55 \pm 14	57 \pm 10	58 \pm 11
性别(n)				
男	14	55	32	101
女	18	41	28	87
疾病(n)				
肝胆癌	11	33	16	60
胃肠道肿瘤	8	35	34	77
肺癌	4	12	4	20
泌尿生殖系统恶性肿瘤	1	4	0	5
妇科恶性肿瘤	2	2	1	5
乳腺癌	4	3	2	9
骨骼肿瘤	0	1	0	1
恶性血液病	2	5	3	10
其他实体瘤	0	1	0	1

1.2 方法

1.2.1 手术方法 患者仰卧于 DSA 手术台,给予计双侧锁骨上、下区及颈内静脉穿刺区碘伏消毒、铺巾,并于计划穿刺点及 CVP 囊袋区局部浸润麻醉(1%利多卡因)。(1)经锁骨下区锁骨下静脉穿刺:用 18G 穿刺针在 X 线透视引导下经锁骨中线偏外 2 cm 处穿刺锁骨下静脉,针尖指向胸锁关节的上缘,穿刺针触碰锁骨后针尖下滑至锁骨下缘,并紧贴锁骨下缘进针以降低气胸风险。穿刺成功后透视下引入导丝(规格:0.038 英寸),确定导丝进入上腔静脉后引入导管,保留 15~18 cm 长度在体内;使用尖刀在穿刺点作长 0.5 cm 切口,并分离皮肤及皮下组织,在穿刺点下方 2~3 cm,以穿刺点为中点,作长约 3 cm 横形切口,长度略大于药盒直径,切口深度达皮下浅筋膜层;使用血管钳分离皮下脂肪,作一囊袋,并将输液港试验性填入囊袋内,观察囊袋深度是否合适及切口张力情况,确定盒体的最上缘距切口缘直线距离大于 1 cm;使用隧道针将导管由穿刺点引入囊袋内;透视下调整导管头位置,使其位于上腔静脉与右心房交界处。剪断导管尾端,连接盒体,将盒体填入囊袋内;试注肝素盐水后,固定盒体并缝合皮肤切口,术后 10 d 拆线。

(2)经锁骨上区锁骨下静脉穿刺:穿刺点及进针方向选择锁骨上缘与胸锁乳突肌锁骨头外侧缘,交接至角平分线和项角上距顶角 0.5 cm 指向同侧胸锁关节,针与额平面呈 $-10^\circ \sim 10^\circ$ 。穿刺成功后通过导丝植入可劈裂鞘管,术中应调整髓鞘孔径并观察不产生气泡栓塞。与锁骨下入路相同位置设计囊袋位置,其他步骤与锁骨下入路步骤相同。透视下观察导管位于心房内腔静脉交界处的。其他步骤与锁骨下入路步骤相同。(3)经颈内静脉穿刺:用 18G 穿刺针于右侧(乳腺癌患者选择健侧)锁骨头上 1~2 cm 处穿刺,导管引入方法及囊袋位置与经锁骨上区穿刺相同。透视下观察导管位于右心房内腔静脉交界处的。其他步骤与锁骨下入路步骤相同。

1.2.2 追踪评价 采用疼痛视觉模拟评分表^[9]记录患者的术中疼痛程度(1=无痛感,10=最大痛感),术后即刻透视记录导管尖端位置及导管形态;所有患者术后 24 h 接受手术区视诊及触诊检查;通过追踪术后胸部正位 X 光片或 CT 胸部平扫定位术后导管尖端的位置,并与术中位置比较;记录患者术后输液港的功能障碍、静脉血栓、导管夹闭、导管折叠、输液港翻转等并发症情况。根据美国放射学会(SIR)技术指南^[10],按并发症出现时间将并发症分为围术期并发症(< 24 h)、近期并发症(≤ 30 d)和远期并发症(> 30 d)。

1.3 统计学处理 数据采用统计软件 SPSS17.0 进行分析,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,率的比较采用 χ^2 检验,组间数值变量资料采用费希尔精确检验,检验水准 $\alpha=0.05$, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者术中疼痛评分比较 所有患者在性别、年龄、基础疾病等比较上差异无统计学意义($P > 0.05$)。其中 A 组 32 例(17.0%, 32/188)、B 组 96 例(50.5%, 96/188)、C 组 60 例(31.9%, 60/188)。188 例患者 CVP 植入手术均完成,操作成功率 100%,术中未出现气胸、动脉损伤、神经损伤等并发症。围术期 A 组 1 例患者出现囊袋内积血,给予穿刺囊袋抽液、压迫并于囊袋内注射凝血酶等处理后未再次发生,输液港正常使用。所有患者均进行了术中疼痛程度评估,3 组间疼痛评分比较差异有统计学意义($P < 0.05$),其中 B 组为(2.11 \pm 0.82)分,疼痛评分最低(表 2),患者术中舒适度为良好。

表 2 3 组患者术中疼痛评分比较

组别	n	最小	最大	平均评分($\bar{x} \pm s$)
A 组	32	1.00	9.03	3.09 \pm 1.98 ^a
B 组	96	0.90	7.90	2.11 \pm 0.82
C 组	60	1.20	9.12	2.78 \pm 1.42 ^a

^a: $P < 0.05$, 与 B 组比较。

表 3 3 组患者术后并发症比较 [n (%)]

项目	A 组($n=32$)		B 组($n=96$)		C 组($n=60$)		总计	
	近期	远期	近期	远期	近期	远期	近期	远期
导管相关感染	1(3.1)	0	0	1(1.0)	0	1(1.7)	1(0.5)	2(1.1)
血栓形成	0	0	1(1.0)	1(1.0)	0	1(1.7)	1(0.5)	2(1.1)
导管移位	0	2(6.3)	1(1.0)	0	1(1.7)	0	2(1.1)	2(1.1)
导管折曲	1(3.1)	2(6.3)	0	1(1.0)	0	2(3.3)	1(0.5)	5(2.7)
导管破裂	0	0	0	0	1(1.7)	0	1(0.5)	0
静脉港翻转	1(3.1)	0	0	1(1.0)	1(1.7)	1(1.7)	2(1.1)	2(1.1)
导管夹闭	0	0	2(2.1)	0	0	0	2(1.1)	0
伤口裂开	0	0	1(1.0)	0	0	0	1(0.5)	0
总计	3(9.3)	4(12.5)	5(5.2)	4(4.2)	3(5.0)	5(8.3)	11(5.9)	13(6.9)

2.2 3 组患者术后并发症比较 共 3 例患者出现导管相关感染, 每组 1 例, 均表现为发热; 在经过抗感染治疗后 B 组患者因症状无改善拔除 CVP, 后发热症状逐渐消失, 其余 2 例患者继续使用未再次出现上述症状。B 组中 2 例(2.1%, 2/96)、C 组中 1 例(1.7%, 1/60)患者出现锁骨下静脉血栓, 2 例患者均表现为上肢肿胀, 经上肢造影检查确诊, C 组患者左锁骨下静脉完全闭塞, 经接触溶栓治疗后未能再通, B 组患者经接触溶栓治疗后血管再通良好。A、C 组患者的导管移位、导管折曲发生例数较 B 组患者多, 且具有极显著差异($P < 0.01$)。A、C 组患者的远期并发症发生率均较 B 组高($P < 0.05$)。导管夹闭仅在 B 组出现 2 例。各组在导管相关感染、导管破裂、静脉港翻转、伤口裂开无显著差异($P > 0.05$), 见表 3。所有患者术中及术后均未出现致死性并发症。

3 讨 论

作为一种有效、稳定的静脉通道, CVP 对于需要长期静脉输液、静脉营养支持或化疗的患者, 是一个重要的里程碑^[11]。与外周穿刺中心静脉导管(PICC)相比^[12], CVP 可在体内置留时间更长, 使用更安全和方便, 但由于手术及后期维护费用较高, 植入手术相对复杂, 全面推广仍需要一定时间。最早的 CVP 由外科医生在全身麻醉下于手术室完成^[13], 现在介入放射科医生可以通过不同静脉入路植入 CVP, 可有效降低并发症发生率并提高成功率, 且仅在局部麻醉下即可以行植入术, 因此无需住院, 治疗成本显著降低^[14-15]。如果护理得当, 输液港滞留时间远长于终末期或恶性肿瘤患者的平均生存期^[16], 能有效降低由于频繁静脉穿刺造成的反复感染等危险, 日常护理方便, 不影响和降低患者生活质量, 接受度较高^[17]。

在 CVP 植入术中最常选用的穿刺途径有颈内静脉和锁骨下静脉, 其中锁骨下静脉穿刺点可选择经锁骨上区和经锁骨下区。有研究报道 CVP 植入术的总并发症发生率为 3%~14%^[18-20], 本研究中 188 例患者均未出现致死性并发症。但不同穿刺路径的选择对近期及远期并发症的发生仍有不同影响, 穿刺颈内静脉和经锁骨上区穿刺锁骨下静脉需要跨过锁骨在皮下潜行的较长距离, 随着肢体、颈部的活动, 其导管移位率也相应增加, 而经锁骨下区穿刺锁骨下静脉则是导管进入血管的最短路径, 其在皮下潜行的距离也较上述两种途径明显缩短。在本研究中导管错位、导管折曲在 A 组、C 组患者中发生率比 B 组升高($P < 0.01$)。

导管夹闭是经锁骨下通道置入导管所特有的并发症, 其发生率低, 少有报道。1984 年由 Aitken 等^[21]首次报道。其发生原因是导管经过第 1 肋骨和锁骨之间的狭窄间隙, 受到挤压和夹闭, 甚至发生断裂, 导管末端脱落游离到心脏, 一经确诊应通过介入手段或外科手术立即取出。周涛等^[19]提出为避免该症的发生, 锁骨下穿刺点尽量靠近外侧, 减少静脉导管皮下潜行距离, 尽早进入锁骨下静脉可有效降低导管夹闭综合征的发生率, 并有医师为了避免该并发症全部改为穿刺颈内静脉^[19]。在实际操作中某些患者锁骨较厚, 在经锁骨下途径穿刺时能感觉穿刺针进针角度较普通患者明显增大, 遇到此类患者医生会立即选择改穿颈内静脉以避免夹闭综合征的出现。在本报道中出现的 2 例夹闭综合征患者均在穿刺时感到穿刺角度较大, 但穿刺针仍能顺利抵达锁骨下静脉, 术后透视导管略有折曲, 注射肝素盐水管通畅, 在使用 1~2 周后出现闭管, 遂拔除原有 CVP 重新经颈内静脉植入。因导管夹闭发生率低, 大部分患者在术中可以预见, 且可立即更换穿刺点避免发生, 作者认为该并发症不是抛弃锁骨下穿刺通道的理由。

在操作中疼痛往往是打击患者信心, 影响术者心情的一个重要因素, 而疼痛又有很大的主观性。为此作者对术中患者进行了疼痛评分, 以了解不同术式对患者术中舒适的影响。发现 B 组进行 CVP 植入患者的疼痛评分最低并与其他 2 组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。就目前所了解, 在既往 CVP 植入文献中尚无类似评价。作者考虑该情况的出现与皮下隧道的长短和局部麻醉区域的范围有关。在 B 组中患者仅需进行锁骨下区麻醉, 一次麻醉区域可覆盖穿刺区、隧道区和囊袋区, 且操作范围小, 患者心理负担相对较小; 而 A、C 组患者则需要进行穿刺点区麻醉和囊袋-隧道区域两次麻醉, 两次麻醉区域间有可能存在麻醉盲区, 且在钻取皮下隧道时走形距离较长并跨过锁骨, 会增加患者紧张情绪。患者心理感受对手术方式选择的影响也许会在以后的医疗活动中占据更重要的位置。

因本研究是回顾性研究, 研究结果也客观反映了医师在进行 CVP 植入术时穿刺点的选择思路。在 CVP 植入术中, 并无穿刺点选择的明确规定, 故穿刺点的选择更多是依赖医师的经验和患者的身体情况综合判断。对于体型适中患者, 作者更多的选择了经锁骨下区的锁骨下静脉置管术; 对于过度肥胖患者更多的偏向于使用非锁骨下通道; 对于恶病质患者为降低穿刺出现气胸的风险也更多的选择颈内静脉; 对于女性患者, 部分患者乳房可能对穿刺操作存在影响, 更多选择经锁骨上区或颈内静脉区。选择适合患者的穿刺点对于降低手术并发症是有意义的, 但在没有指南性文献出现的情况下对医师的经验有很大依赖性。

由于样本数量和追踪时间限制, 本研究尚有不足, 如气胸、血管损伤或神经损伤等潜在的并发症也可能在术中发生^[22], 随着观察时间的延长, 静脉血栓、纤维鞘形成、导管断裂等并发症出现概率也可能增高^[20]。

综上所述, 本研究比较研究了不同入路植入 CVP 患者术后的临床使用效果、并发症发生率等指标, 发现锁骨下静脉入路植入 CVP 安全有效, 且患者在术中舒适程度及并发症发生率等方面优于其他静脉入路患者, 提高了 CVP 的使用效率, 减少了患者的痛苦, 可在植入 CVP 时优先考虑该通道。

参考文献

- [1] Niederhuber JE, Ensminger W, Gyves JW, et al. Totally implanted venous and arterial access system to replace external catheters in cancer treatment[J]. *Surgery*, 1982, 92(4):706-712.
- [2] Biffi R, de Braud F, Orsi F, et al. Totally implantable central venous access ports for long-term chemotherapy. A prospective study analyzing complications and costs of 333 devices with a minimum follow-up of 180 days[J]. *Ann Oncol*, 1998, 9(7):767-773.
- [3] Cil BE, Canyigit M, Peynircioglu B, et al. Subcutaneous venous port implantation in adult patients: a single center experience[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2006, 12(2):93-98.
- [4] Dede D, Akmangit I, Yildirim ZN, et al. Ultrasonography and fluoroscopy-guided insertion of chest ports[J]. *Eur J Surg Oncol*, 2008, 34(12):1340-1343.
- [5] Gebauer B, El-Sheik M, Vogt M, et al. Combined ultrasound and fluoroscopy guided port catheter implantation—high success and low complication rate[J]. *Eur J Radiol*, 2009, 69(3):517-522.

- [6] Cho JB, Park IY, Sung KY, et al. Pinch-off syndrome[J]. J Korean Surg Soc, 2013, 85(3): 139-144.
- [7] Keum DY, Kim JB, Chae MC. Safety of a totally implantable central venous port system with percutaneous subclavian vein access[J]. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2013, 46(3): 202-207.
- [8] Binnebosel M, Grommes J, Junge K, et al. Internal jugular vein thrombosis presenting as a painful neck mass due to a spontaneous dislocated subclavian port catheter as long-term complication; a case report [J]. Cases J, 2009, 2: 7991.
- [9] 邱少钊, 郑辉利. 颈内与锁骨下入路在植入式静脉输液港中的应用比较[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2014, 35(2): 165-166.
- [10] Silberzweig JE, Sacks D, Khorsandi AS, et al. Reporting standards for central venous access[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14(9 Pt 2): S443-S452.
- [11] Marcy PY, Figl A, Amoretti N, et al. Arm port implantation in cancer patients[J]. Int J Clin Oncol, 2010, 15(3): 328-330.
- [12] Harish K, Madhu YC. Femoral port placement-report of two cases[J]. Indian J Surg Oncol, 2011, 2(1): 31-33.
- [13] Kameyama H, Yamazaki T, Maeda C, et al. Central venous access port devices (CVAPD) - related complications in colorectal cancer patients[J]. Gan To Kagaku Ryoho, 2010, 37(3): 453-455.
- [14] Goltz JP, Noack C, Petritsch B, et al. Totally implantable venous power ports of the forearm and the chest; initial clinical experience with port devices approved for high-pressure injections[J]. Br J Radiol, 2012, 85(1019): e966-972.
- [15] Goltz JP, Scholl A, Ritter CO, et al. Peripherally placed totally implantable venous-access port systems of the forearm; clinical experience in 763 consecutive patients [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33(6): 1159-1167.
- [16] 郑悦平, 贺莲香, 王耀辉. 植入式静脉输液港的维护及常见并发症分析[J]. 中国现代医学杂志, 2012(33): 109-112.
- [17] Marcy PY, Chamorey E, Amoretti N, et al. A comparison between distal and proximal port device insertion in head and neck cancer[J]. Eur J Surg Oncol, 2008, 34(11): 1262-1269.
- [18] 孔健, 窦永充, 张彦舫, 等. 锁骨下静脉输液港的并发症及临床处理[J]. 放射学实践, 2010(5): 553-555.
- [19] 周涛, 唐甜甜, 耿翠芝, 等. 植入式静脉输液港植入手术 2007 例分析[J]. 中国实用外科杂志, 2014, 34(4): 348-350.
- [20] Ahn SJ, Kim HC, Chung JW, et al. Ultrasound and fluoroscopy-guided placement of central venous ports via internal jugular vein; retrospective analysis of 1254 port implantations at a single center[J]. Korean J Radiol, 2012, 13(3): 314-323.
- [21] Aitken DR, Minton JP. The "pinch-off sign": a warning of impending problems with permanent subclavian catheters [J]. Am J Surg, 1984, 148(5): 633-636.
- [22] Marcy PY, Figl A, Ianessi A, et al. Central and peripheral venous port catheters; evaluation of patients' satisfaction under local anesthesia[J]. J Vasc Access, 2010, 11(2): 177-178.

(收稿日期: 2015-12-19 修回日期: 2016-02-15)

(上接第 1510 页)

- 成像在脑血管检查中的应用价值[J]. 放射实践学, 2013, 28(12): 1200-1203.
- [6] 南松芹, 李玉莲, 阚兴亮. 西门子多排螺旋 CT 头部检查在临床中的应用[J]. 吉林医学, 2013, 28(34): 5875-5877.
- [7] 汤化民, 林伟, 唐昌会, 等. 利用表面遮盖法进行头部 CTA 去骨成像[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(3): 615-617.
- [8] 林伟, 汤化民, 陈宝, 等. 成人颅骨表面遮盖重建理想阈值设定的探讨[J]. 华西医学, 2013, 12(28): 1850-1853.
- [9] 吕发金, 谢鹏, 罗天友, 等. 数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血中的诊断价值[J]. 中国医学影像学技术, 2007, 23(1): 45-48.
- [10] 吕发金, 张丽娟, 房文皓, 等. 减影 CTA 和 64 层 VCTDSA 对颅内动脉瘤诊断价值的比较[J]. 重庆医科大学学报, 2008, 33(10): 1222-1226.
- [11] Jayakrishnan VK, White PM, Aitken D, et al. Subtraction CT angiography of intra- and extra cranial vessels; technical considerations and preliminary experience[J]. AJNR, 2003, 24(5): 451-455.
- [12] 李亚刚, 张萌萌, 毛末贤, 等. 老年男性骨密度的影响因素[J]. 中国老年性杂志, 2011, 13(25): 2417-2419.
- [13] 黄锡恩, 杨烈, 何宏伟, 等. 头颈 64 层螺旋 CT 血管减影成像技术及临床应用[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(3): 391-394.
- [14] 蒲红, 刘登平, 王娜, 等. 多层螺旋 CT80KV 低剂量头部血管造影可行性研究[J]. 实用医院临床杂志, 2014, 34(6): 49-51.
- [15] 王益钢, 丁建平, 王付言, 等. 低管电压联合低浓度对比剂在头部 CTA 中的可行性研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2014, 2(3): 250-253s.

(收稿日期: 2015-11-11 修回日期: 2016-01-16)