骨科学

DOI:10.13406/j.cnki.cyxb.000748

骶骨 Denis Ⅲ区骨折经皮横形骶髂螺钉固定的影像解剖学研究

张安维[1]，高仕长[1]，刘　杰[1]，周　华[1]，蒋电明[1]，孙善权[2]，李咏梅[3]
（1. 重庆医科大学附属第一医院骨科，重庆　400016；2. 重庆医科大学基础医学院解剖教研室、
3. 重庆医科大学附属第一医院放射科，重庆　400016）

【摘　要】目的：通过对骶髂关节三维重建模型进行解剖参数测量和虚拟螺钉固定，明确骶骨Ⅲ区骨折横形骶髂螺钉固定的安全进针点和置入角度。**方法**：用 Mimics（materialise's interactive medical image control system，Mimics）软件对 50 例骨盆薄层 CT 进行三维重建，切割出骨盆三维模型，并对 S1 椎体进行解剖参数测量，然后模拟置钉，确定横形螺钉的进针点和安全角度。应用 Mimics 软件重建骨盆表面软组织，确定进钉点 Q、髂前上棘顶点 M、髂嵴上点 N 的体表投影点 Q_0、M_0、N_0，分段测量各投影点间的长度。**结果**：髂前上棘顶点连线 QM 的长度男性为（101.60 ± 6.60）mm，女性为（102.00 ± 7.75）mm，两者无统计学意义（$P>0.05$）；过点 Q 作 QM 的垂线与髂嵴交于点 N，QN 的长度男性为（58.68 ± 6.93）mm，明显大于女性的（47.89 ± 6.62）mm；点 M 沿髂嵴到点 N 的长度男性为（134.25 ± 8.84）mm，女性为（133.47 ± 8.53）mm，两者之间的差异无统计学意义（$P>0.05$）。体表投影 Q_0M_0 在男性的长度为（120.96 ± 14.11）mm，女性为（128.74 ± 14.18）mm，其差异无统计学意义（$P>0.05$）；男性 Q_0N_0 的长度为（55.29 ± 9.96）mm，明显大于女性的（46.09 ± 5.75）mm。所有中心螺钉前后倾均值为（0.93 ± 3.24）°，头尾倾均值（0.38 ± 2.58）°。S1 椎体变异率为 31.51%，骶骨变异率在男女间的差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论**：术前在体表确定髂前上棘顶点 M_0 和髂嵴上点 N_0 后可明确骶骨Ⅲ区骨折横形螺钉的体表进钉点，术中在 C 臂机透视下以 S1 椎体上表面为水平面、后表面为冠状面，螺钉垂直于矢状面，无头尾倾和前后倾可安全拧入。术前需行骨盆 CT 及三维重建明确 S1 椎体有无变异以确定能否拧入横形螺钉。

【关键词】骶骨Ⅲ区骨折；横形骶髂螺钉；解剖学；影像学
【中图分类号】R683.6　　**【文献标志码】**A　　**【收稿日期】**2015-05-20

Percutaneous transverse sacroiliac screw fixation of Denis Ⅲ sacral fracture: an anatomical and imaging study

Zhang Anwei[1], Gao Shichang[1], Liu Jie[1], Zhou Hua[1], Jiang Dianming[1], Sun Shanquan[2], Li Yongmei[3]
(1. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University;
2. Teaching and Research Section of Anatomy, College of Basic Medicine, Chongqing Medical University;
3. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】*Objective*: To identify transverse sacroiliac screw's safety entry point and angle for fixation of Denis Ⅲ sacral fracture by anatomical parameter measurement of S1 vertebra and virtual screws fixation of the three-dimensional reconstruction model of the sacroiliac (SI) joint. ***Methods***: The three-dimensional models of pelvis were reconstructed and cut by Mimics software based on 50 pelvises CT data. The anatomical parameters of S1 vertebra were measured and the four virtual transverse SI screws were placed in each pelvis, then the central transverse SI screw's entry point and angles were identified. The soft tissues on pelvic surface were reconstructed by Mimics software, then the surface projection of the screw's entry point Q, anterior superior iliac spine's vertex M, iliac crest point N were determined as Q_0, M_0, N_0, respectively. At the same time, the lengths of Q_0M_0, Q_0N_0 and M_0N_0 were measured sectionally. ***Results***: The lengths between center screw's entry point Q and anterior superior iliac spine's vertex M were (101.60 ± 6.60) mm in male and (102.00 ± 7.75) mm in female without statistical difference between two groups ($P>0.05$). Point N was intersecting point between iliac crest and the line QN, which was vertical line of QM passing the entry point Q, then the lengths of QN were (58.68 ± 6.93) mm in male and (47.89 ± 6.62) mm in female with statistical difference between two groups ($P<0.05$). The lengths of the line MN from anterior su-

作者介绍：张安维，Email：zhanganwei4345@163.com，
研究方向：骨科临床解剖学。
通信作者：高仕长，Email：778925053@qq.com。
基金项目：重庆市科委资助项目（编号：cstc2012ggyyjs0205）；重庆市渝中区科委资助项目（编号：20110311）。
优先出版：http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20150818.2144.006.html（2015-08-18）

perior iliac spine's vertex M to point N, which was along the iliac crest, were (134.25 ± 8.84) mm in male and (133.47 ± 8.53) mm in female with no statistical difference between two groups (P>0.05). The lengths between Q_0 and M_0 were (120.96 ± 14.11) mm in male and (128.74 ± 14.18) mm in female, and the difference between two groups is no statistical significance (P>0.05), the lengths between Q_0 and N_0 were (55.29 ± 9.96) mm in male and (46.09 ± 5.75) mm in female with statistical difference between two groups (P<0.05). The average angle of all the center screws in the forward and backward inclination was (0.93 ± 3.24)°, and the average angle in the cephalic and caudal inclination was (0.38 ± 2.58)°. The variation rate of S1 vertebra was 31.51%, and there is no statistical difference between male and female (P>0.05). ***Conclusion***: After the anterior superior iliac spine's vertex M_0 and iliac crest point N_0 in body surface are identified in preoperative, the transverse screw's entry point for fixation of Denis Ⅲ sacral fracture can be determined. In C-arm monitor, when the superior surface of S1 vertebra is defined as horizontal plane and the posterior surface as coronal plane, the transverse screw can be placed safely, which is perpendicular to the sagittal plane with no forward-backward and cephalic-caudal inclination. The preoperative pelvic CT and 3-D reconstruction is strongly recommended before the transverse screw is inserted in bilateral SI joints because of high variation of S1 vertebra.

【Key words】Denis Ⅲ sacral fracture; transverse sacroiliac screw; anatomy; imaging

骨盆后环是负重的重要稳定结构，约占整个骨盆环的 60%。不稳定骨盆后环骨折多伴有前环损伤，但后环的稳定性更为重要，因此后环解剖复位和固定是手术治疗的主要目标。目前治疗双侧骶骨Denis Ⅱ、Ⅲ区骨折的方法主要有后方张力带钢板固定和髂骨螺钉联合椎弓根螺钉固定[1-2]。由于经皮骶髂螺钉固定技术具有手术创伤小、感染风险低的优点，已成为 Denis Ⅰ、Ⅱ区损伤的主要固定方法之一[3]。能否利用类似于骶髂螺钉技术从一侧固定Ⅲ区骨折呢？即螺钉从一侧髂骨经骶骨翼、椎体到达对侧骶骨翼、髂骨外板。本研究利用正常骨盆薄层 CT 数据在(Materialise's interactive medical image control system, Mimics)16.0 软件中模拟置入固定 Denis Ⅲ区骨折的横形螺钉，确定进针位置和安全角度，然后利用以上结果在尸体标本上进行螺钉固定，进一步验证横形骶髂螺钉固定的可行性。

1 材料和方法

1.1 材料

连续收集 73 例 64 排螺旋 CT(SIMENS 公司)扫描的正常骨盆数据(DICOM 格式文件)，其中男性 34 例、女性 39例。经 10%福尔马林固定的成人尸体骨盆标本 8 具(男女各 4具)，排除骨盆疾病及 S1 椎骨畸形，清除骨盆前后方附着的软组织。

1.2 方法

1.2.1 骨盆三维模型重建和虚拟横形螺钉置入 将连续收集的 73 例骨盆薄层 CT 数据导入到 Mimics 16.0 软件进行三维重建，应用再切割功能(Reslice project)重新定义 S1 椎体上表面为水平面，后表面为冠状面(图 1)。

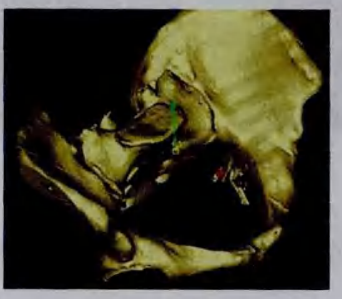


图 1 骨盆三维重建后再切割

Fig.1 Three-dimensional reconstruction and reslice of the pelvis

模拟 4 枚直径 7.0 mm 虚拟螺钉横形置入骶髂关节前上、前下、后上、后下部。其中，前上螺钉与两侧骶骨翼前上缘相切点作为两端点；前下螺钉与两侧第一骶前孔上缘相切点作为两端点；后上螺钉与两侧骶骨翼后上缘相切点作为两端点；后下螺钉与两侧第一骶孔后侧上缘相切点作为两端点。上述 4 枚虚拟螺钉依次分别与右侧髂骨外侧面相交于点 Q1、Q2、Q3、Q4。前上、后上螺钉均不穿出骶骨翼上方皮质，前下、后下螺钉均不穿出第一骶孔上缘皮质。中心虚拟螺钉进钉点为 Q1、Q4 连线和 Q2、Q3 连线的交点 Q(图 2)。移动中心虚拟螺钉计算螺钉最大前后倾角及头尾倾角度，要求除螺钉头尾端外，其余所有部分必需位于骨质内。

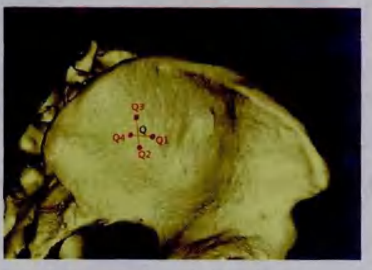


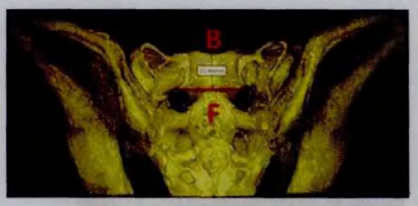
图 2 中心螺钉进钉点位置

Fig.2 Entry point of the central screw

1.2.2　S1 椎骨解剖参数测量　在置钉过程中发现 23 例（男性 9 例，女性 14 例）标本因解剖变异不能置入横形螺钉，排除在此次研究之外，剩下男女各 25 例纳入本次研究。测量S1椎体上表面最前端点 A 和最后端点 B 间长度定义为前后径 AB；最左侧端点 C 和最右侧端点 D 间长度定义为横径 CD；A 点到 S1 前孔上缘连线中点 E 的长度定义为 AE；B 点到 S1 后孔上缘连线中点 F 的长度定义为 BF（图 3A、3B、3C）。



A. S_1 椎体上平面前后径、横径测量　　B. 前表面上下径测量



C. 后表面上下径测量

图 3　S1 椎骨解剖参数测量

Fig.3　Measurement of the anatomical parameters of S1 vertebra

1.2.3　骶骨Ⅲ区骨折螺钉进钉点位置和进钉角度测量　假设 S1 上表面水平方向为 X 轴，前后方向为 Y 轴，上下方向为 Z 轴（见图 1），记录螺钉两端中心点三维坐标 XYZ 值，应用三角函数计算螺钉与 S1 椎体上表面的夹角 α 值（$\alpha=\arctan(Z/\sqrt{X^2+Y^2})$），即螺钉头、尾倾角度；螺钉与 S1 椎体后表面的夹角 β 值（$\beta=\arctan(Y/\sqrt{X^2+Z^2})$），即螺钉前、后倾角度。测量中心进钉点 Q 到髂前上棘顶点 M 的长度，过点 Q 作 QM 的垂线与髂嵴相交于点 N，测量 QN 的长度，并沿髂嵴分段测量 MN 的长度（图 4）。

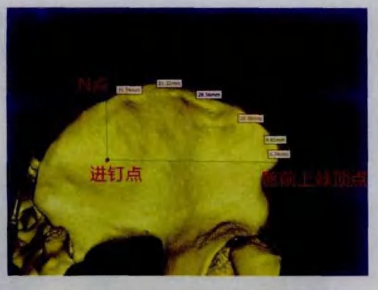


图 4　中心螺钉进钉点解剖位置测量

Fig.4　Measurement of the position of the central screw's entry point on ilium

利用 Mimics 软件定位点 Q 的三维坐标，固定 Y 轴、Z轴，X 轴的延长线与左侧髂骨外侧皮质相交点定义为镜像点 H，测量 QH 的长度，将此长度作为横形骶髂螺钉的长度（图 5）。

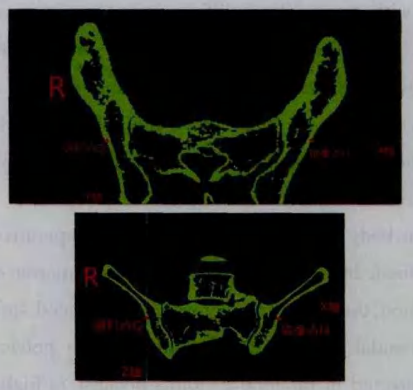


图 5　中心螺钉进钉点 Q 对侧髂骨外侧皮质镜像点 H 位置

Fig.5　Mirror point of the central screw's entry point on the opposite of the iliac cortex

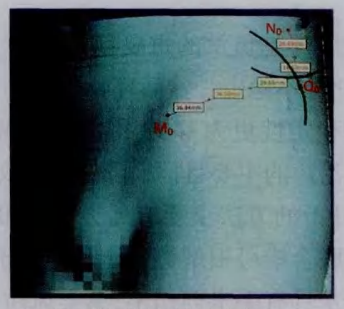


图 6　进钉点体表位置测量

Fig.6　Measurement of the body surface position of the entry point

应用 Mimics 软件重建人体骨盆部位的软组织，将骨盆沿人体矢状面向前移动，与体表相切得到髂前上棘顶点 M 的体表投影点 M_0；将骨盆沿人体冠状面向外侧移动，与体表相切分别得到点 Q、N 的体表投影点 Q_0、N_0，分段测量各体表投影点间的长度（图 6）。

1.2.4　骶骨 Denis Ⅲ区骨折螺钉固定　采用直径 7 mm 中空螺钉（山东威高骨科材料有限公司 GC4Z）在 8 例尸体骨盆标本按照虚拟置钉技术进行 Denis Ⅲ骨折横形螺钉固定。

1.3　数据处理

使用 SPSS 19.0 统计软件进行数据分析。男女间数据做独立样本 t 检验，男女自身骨面数据与对应体表数据做配对 t 检验，男女间骶骨变异率的差异做卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　S1 椎骨解剖参数

通过 Mimics 测量男、女 S1 椎体上表面前后径 AB 分别为（33.20 ± 2.13）mm、（30.42 ± 2.34）mm；横径 CD 分别为（52.00 ± 5.19）mm、（48.30 ± 4.29）mm；S1 椎体上表面前端点 A 至 S1 前孔上缘连线中点 E 的长度 AE 分别为（26.18 ±

1.79）mm、（25.35 ± 2.31）mm；上表面后端点 B 至 S1 后孔上缘连线中点 F 的长度 BF 分别为（23.03 ± 1.85）mm、（22.83 ± 1.30）mm（表 1）。其中，男、女前后径 AB 的差异具有统计学意义（P=0.000）。

表 1 比较男女 S1 椎骨解剖参数（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

Tab.1 Comparison of the anatomical parameters of S1 vertebra between male and female（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

解剖参数	AB	CD	AE	BF
男性	33.20 ± 2.13	52.00 ± 5.19	26.18 ± 1.79	23.03 ± 1.85
女性	30.42 ± 2.34	48.30 ± 4.29	25.35 ± 2.31	22.83 ± 1.30
t 值	4.384	1.264	1.416	0.438
P 值	0.000	0.212	0.163	0.664

2.2 骶骨Ⅲ区骨折横形螺钉最佳进钉点和进钉角度

将中心螺钉的前倾、头倾取正值，后倾、尾倾取负值，发现中心螺钉在男性前、后倾为（4.2–2.6）°，头、尾倾为（3.3–2.5）°；女性前、后倾为（2.9–2.7）°，头、尾倾为（3.0–3.0）°。男性中心螺钉前倾角度明显大于女性（表 2，P=0.026）。

将中心螺钉进钉点确定为骶骨Ⅲ区骨折横形螺钉的最佳进钉点，测量中心螺钉进钉点 Q、髂前上棘顶点 M、髂嵴点 N 之间的长度，以及上述 3 点相对应的体表投影点间的长度，发现男、女 QM 的长度与其体表投影点 Q_0M_0 的长度差异均具有统计学意义（表 3，男性 P=0.000，女性 P=0.000）。男、女之间 QN 及其体表 Q_0N_0 的长度差异均具有统计学意义（表4，P=0.000）；点 Q 到左侧髂骨外侧皮质镜像点Ⅱ之间的长度男性为（147.60 ± 8.18）mm，女性为（150.58 ± 9.23）mm，其差异无统计学意义（P=0.233）。

计算男女中心螺钉前、后倾角和头、尾倾角代数和，得到男性前后倾方向平均角度为前倾（1.62 ± 3.16）°，头尾倾方向平均角度为头倾（0.82 ± 1.89）°；女性前后倾方向平均角度为前倾（0.24 ± 3.24）°，头尾倾方向平均角度为尾倾（–0.05 ± 3.10）°。所有中心螺钉前后倾均值为（0.93 ± 3.24）°，头尾倾均值（0.38 ± 2.58）°。因此，在 8 例尸体标本上进行螺钉固定时，要求螺钉的前、后倾角和头、尾倾角均为 0°，螺纹需超过 S1 椎体中央矢状面，操作完成后无螺钉穿出骶骨皮质，CT 证实无螺钉穿入中央椎管和 S1 骶孔（图 7）。



图 7 尸体标本置钉 CT 扫描结果

Fig.7 CT scan result of inserting screw at the corpse specimen

表 2 比较男、女骶骨Ⅲ区骨折中心螺钉进钉角度及安全范围（$\bar{x} \pm s$，n=50）°

Tab.2 Comparison on the safe angle and range of center screws to fix the fracture of the Ⅲ region of sacrum between male and female（$\bar{x} \pm s$，n=50）°

进钉角度及范围	前倾	后倾	头倾	尾倾	前后倾安全范围	头尾倾安全范围
男性	4.22 ± 1.99	2.60 ± 1.58	3.33 ± 1.39	2.50 ± 1.16	6.83 ± 1.70	5.83 ± 1.73
女性	2.92 ± 2.00	2.68 ± 1.51	2.93 ± 2.00	2.98 ± 1.40	5.60 ± 1.45	5.91 ± 1.52
t值	2.304	–0.179	0.816	–1.303	2.739	–0.165
P 值	0.026	0.858	0.419	0.199	0.009	0.870

表 3 比较男、女同组中心螺钉骨面进钉点与体表进钉点位置差异（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

Tab.3 Comparison on the center screw's entry point between bone position andthe surface position in the male group and female group（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

进钉点位置	男性			女性		
	$\bar{x} \pm s$	t 值	P 值	$\bar{x} \pm s$	t 值	P 值
QM	101.60 ± 6.60	–5.793	0.000	102.00 ± 7.75	–7.533	0.000
Q_0M_0	120.96 ± 14.11			128.74 ± 14.18		
QN	58.68 ± 6.93	2.020	0.055	47.89 ± 6.62	1.311	0.202
Q_0N_0	55.29 ± 9.96			46.09 ± 5.75		
MN	134.25 ± 8.84	–0.328	0.746	133.47 ± 8.53	–1.931	0.065
M_0N_0	135.24 ± 11.73			136.65 ± 7.91		

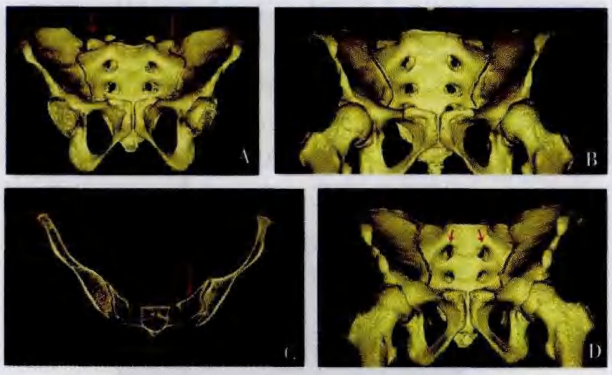
表 4 比较男女之间中心螺钉骨面以及体表进钉点位置的差异（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

Tab.4 Comparison on the center screw's entry point at bone position and at surface position between male and female（$\bar{x} \pm s$，mm，n=50）

组别	QM	QN	MN	Q_0M_0	Q_0N_0	M_0N_0
男性	101.60 ± 6.60	58.68 ± 6.93	134.25 ± 8.84	120.96 ± 14.11	55.29 ± 9.96	135.24 ± 11.73
女性	102.00 ± 7.75	47.89 ± 6.62	133.47 ± 8.53	128.74 ± 14.18	46.09 ± 5.75	136.65 ± 7.91
t 值	–0.193	5.627	0.318	–1.943	4.003	–0.500
P 值	0.848	0.000	0.394	0.058	0.000	0.619

2.3 S1 椎骨变异情况

23 例（男性 9 例，女性 14 例）骨盆标本 S1 椎变异如下：13 例（男性 5 例，女性 8 例）骶骨翼乳突状凸起畸形（图 8A），7 例（男性 3 例，女性 4 例）骶骨翼斜坡陡峭畸形（图 8B），1 例女性骶髂关节表面舌槽状畸形（图 8C），1 例女性非圆形骶前孔畸形（图 8D），1 例男性骶骨翼发育畸形，总变异率为31.51%，其中男性变异率为 26.47%，女性为 35.90%，骶骨变异率在男女间的差异无统计学意义（χ^2=0.748，P=0.387）。



注：图 A 箭头所示为骶骨翼乳突状凸起畸形；图 B 骶骨翼斜坡陡峭畸形；图 C 箭头所示为骶髂关节表面舌槽状畸形；图 D 箭头所示为非圆形骶前孔畸形

图 8 骶骨变异情况

Fig.8 Variations of sacrum

3 讨 论

3.1 骶骨骨折和 S1 椎骨影像解剖参数测量

骶骨骨折约占骨盆骨折的 20%~30%，且常伴有不同程度的神经损伤[4]。Denis 等[5]将骶骨分为三区：骨折仅限于骶骨翼区的为Ⅰ区骨折，累及骶孔区为Ⅱ区骨折，累及中央骶管区者为Ⅲ区骨折。在他的报告中，Ⅲ区骨折神经损伤的发生率为 87%。目前，在固定骨盆后环骨折的技术中，经皮骶髂螺钉固定主要用于骶骨Ⅰ、Ⅱ区骨折及骶髂关节脱位，是一种微创技术[6]。本研究拟用经皮横形螺钉从一侧髂骨经骶骨翼、S1 椎体到达对侧骶骨翼、骶髂关节、髂骨外板来固定骶骨Ⅲ区骨折。

用 Mimics 软件测量三维重建的骨盆时发现男、女 S1 椎体上表面前后径分别为（33.20 ± 2.13）mm、（30.42 ± 2.34）mm，男性明显大于女性，这与男性 S1 椎体较粗大有关。而在 S1 椎体横径、AE、BF 长度方面男性虽大于女性，但其差异均无统计学意义。

3.2 骶骨Ⅲ区骨折横形螺钉进钉点位置和进钉角度

中心螺钉进钉点 Q 距离髂前上棘顶点 M 的长度男性为（101.60 ± 6.60）mm，女性为（102.00 ± 7.75）mm，两者无统计学意义；进钉点 Q 距离髂嵴点 N 的长度男性为（58.68 ± 6.93）mm，女性为（47.89 ± 6.62）mm，男性明显大于女性。MN 的长度男性为（134.25 ± 8.84）mm，女性为（133.47 ± 8.53）mm，两者无统计学意义。在重建骨盆部位软组织后，测得 Q_0M_0 的长度男性为（120.96 ± 14.11）mm，女性为（128.74 ± 14.18）mm，两者无统计学意义，男女均值为（124.85 ± 14.54）mm；男性 Q_0N_0 的长度为（55.29 ± 9.96）mm，明显大于女性的（46.09 ± 5.75）mm。M_0N_0 的长度男性为（135.24 ± 11.73）mm，女性为（136.65 ± 7.91）mm，两者无统计学意义，男女均值为（135.94 ± 9.93）mm。在本次研究中，通过放置虚拟置钉找到骨面横形螺钉的最佳进钉点 Q，再建立点 Q 与髂前上棘顶点 M 及髂嵴上点 N 的关系，然后重建骨盆表面软组织，进一步确定以上 3 点的体表投影点之间的关系，这样术者可以在体表确定髂前上棘顶点 M 的体表投影点 M_0 后，沿髂嵴根据 M_0N_0 的长度（135.94 ± 9.93）mm 确定点 N_0 的位置，再以 M_0、N_0 为圆心，以（124.85 ± 14.54）mm 和（55.29 ± 9.96）mm（男性）、（46.09 ± 5.75）mm（女性）为半径画两段弧线，它们的交点即为体表进钉点（图 6）。术中须在 C 臂机监视下进行，以 S1 椎体上表面和后表面为参考平面，判断导针的方向及深度。由于男、女横形螺钉的前后倾角和头尾倾角均接近于 0°，因此在尸体骨盆上，当螺钉无前、后倾角和头、尾倾角，且垂直于 S1 椎体矢状面时，螺钉可安全拧入。

在本研究中男性虚拟中心螺钉前倾角及前后倾安全范围均明显大于女性（表 2），这可能与男性 S1 椎体前后径大于女性有关。在男性，骨面进钉点 Q 到髂嵴上点 N 的长度 QN 明显大于女性，这与男性髂骨翼较女性高直有关。虚拟横形螺钉的长度 QH 男性为（147.60 ± 8.18）mm，女性为（150.58 ± 9.23）mm，两者之间差异无统计学意义，这可能与影响横形螺钉长度的因素较多有关，如髂骨厚度、骶骨翼宽度、骶髂关节厚度、椎体横径等。

3.3 骶骨Ⅲ区骨折骨面进钉点位置与体表进钉点位置比较

男女体表 Q_0M_0 的长度无显著差异，这与 QM 的长度在男女间无差异保持一致；男女间体表 Q_0N_0 的长度有显著差异，这与 QN 的长度在男女间也有差异保持一致。男、女骨面 QM 的长度均小于体表 Q_0M_0 的长度（男性 P=0.000，女性 P=0.000），这与骨面进钉点到髂前上棘顶点 M 的骨外软组织厚度逐渐变薄有关（图 9）；而骨面 QN 的长度与体表 Q_0N_0 的长

度男女同性别间差异均无统计学意义（男性 P=0.055，女性 P=0.202），这与骨面进钉点到髂嵴点 N 的骨外软组织厚度变化较小有关（图 10）。在男、女组内髂前上棘顶点沿髂嵴到点 N 的长度 MN 与体表 M_0N_0 之间的差异无统计意义，这可能与髂嵴浅面软组织厚度较为均匀有关。

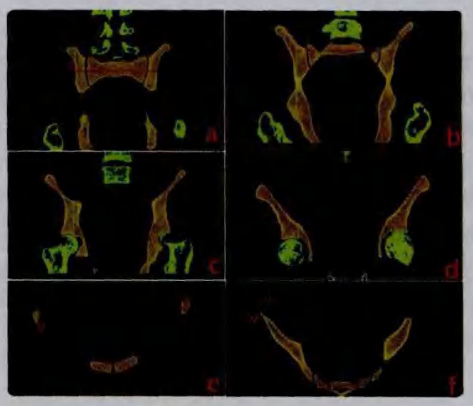


图 9 在人体冠状面上，从点 Q 到点 M 的体表软组织厚度变化

Fig.9 Change of soft tissue thickness on the coronal plane from point Q to point M



图 10 在人体横截面上，从点 Q 到点 N 的体表软组织厚度变化

Fig.10 Change of soft tissue thickness on the transverse plane from point Q to point N

3.4 S1 椎骨变异

Miller 和 Routt[7]报道 S1 椎骨常见变异包括骶骨翼乳突状凸起、非圆形骶前神经孔、S1 椎体残余椎间盘、骶髂关节表面舌槽状、骶骨翼斜坡陡峭等，在这些变异的 S1 椎骨上置入横形螺钉时易导致医源性神经、血管损伤。Routt 等[8]报道 80 例（男性 43 例，女性 37 例）骨盆 CT 重建标本中有 28 例（男性 13 例，女性 15 例）S1 椎骨变异；在 10 例尸体标本有 3 例 S1 椎骨变异，其变异率分别为 35%和 30%。在我们收集的 73 例骨盆 CT 重建标本中有 23 例 S1 椎骨变异，变异率为 31.51%，与他们的报道相似。其中以骶骨翼乳突状凸起和骶骨翼斜坡陡峭最常见，占变异的 86.96%，这些变异使骶骨翼区变得很狭窄，横形螺钉容易穿出骶骨翼前方皮质，损伤前方血管神经，故在术前应常规行骨盆 CT 和三维重建，判断 S1 椎骨有无变异，明确能否进行横形螺钉固定。

3.5 骶骨Ⅲ区骨折固定的相关研究

为了提高骶骨Ⅲ区骨折固定的疗效，一些学者分析了 Denis Ⅲ区骶骨骨折的治疗效果。蒋周胜等[9]对 5 例 Denis Ⅲ型骶骨骨折合并神经损伤患者采用钢板内固定的同时行骶管减压神经探查，术后 5 例骨折均愈合，1 例膀胱括约肌功能未完全恢复。蒋欣和谭明生[2]对 14 例 Denis Ⅲ型骶骨骨折合并神经损伤患者采用后路减压，髂骨螺钉联合椎弓根螺钉重建骨盆环稳定性。所有患者骨折均愈合，在合并有马尾神经损伤的 5 例患者中，3 例完全恢复，2 例部分恢复。以上学者采用的内固定术创伤大、失血多，由于经皮螺钉固定技术具有手术创伤小和感染风险低的优点，因此在骶髂螺钉技术的基础上提出对骶骨 Denis Ⅲ区骨折用经皮横形螺钉固定，同时术中可行骶管减压神经探查，以减少手术创伤和术中出血。Zhao 等[10]研究发现，使用 1 枚横形长螺钉固定双侧骶骨 Denis Ⅱ区骨折较从两侧各置入 1 枚螺钉固定更稳定。另外，用 1 枚长螺钉固定可缩短手术时间，降低多次置入螺钉而损伤血管神经的风险。因此，横形长螺钉也可用于固定双侧骶骨 Denis Ⅱ区骨折。

参 考 文 献

[1] 张永民，赵钢生，赵品益，等.骶骨骨折的外科治疗[J].中国骨伤，2006，19(3)：155-157.

[2] 蒋 欣，谭明生.Denis Ⅲ型骶骨骨折合并神经损伤的外科治疗[J].实用骨科杂志，2008，14(3)：129-132.

[3] 高伟强，王光林，刘华渝，等.经皮骶髂螺钉固定技术治疗不稳定骨盆骨折的疗效评价[J].中国修复重建外科杂志，2008，22(3)：321-323.

[4] Zelle BA，Gruen GS，Hunt T，et al.Sacral fractures with neurological injury：is early decompression beneficial? [J].IntOrthop，2004，28 (4)：244-251.

[5] Denis F，Davis S，Comfort T.Sacral fractures：an important problem. Retrospective analysis of 236 cases[J].Clin Orthop，1988(227)：67-81.

[6] Mendel T，Radetzki F，Wohlrab D，et al.CT-based 3-D visualisation of secure bone corridors and optimal trajectories for sacroiliacscrews[J]. Injury，2013，44(7)：957-963.

[7] Miller AN，Routt ML.Variations in sacral morphology and implications for iliosacral screw fixation[J].J Am Acad OrthopSurg，2012，20 (1)：8-16.

[8] Routt ML，Simonian PT，Agnew SG，et al.Radiographic recognition of the sacral alar slope for optimal placement of iliosacral screws：a cadavericand clinical study[J].J Orthop Trauma，1996，10(3)：171-177.

[9] 蒋周胜，金迪文，周诗仁.5 例Ⅲ型骶骨骨折并骶神经损伤的内固定治疗[J].南华大学学报，2005，33(3)：410-411.

[10] Zhao Y，Li J，Wang D，et al.Comparison of stability of two kinds of sacroiliac screws in the fixation of bilateral sacral fractures in a finiteelement model[J].Injury，2012，43(4)：490-494.

（责任编辑：关蕴良）