

# 骶骨相关解剖参数的 CT 影像学测量研究

韩欣攸, 扶青松, 王伟斌, 袁欣华

(中国科学院大学宁波华美医院骨科, 浙江 宁波 315010)

**【摘要】** 目的:探讨骶骨解剖参数 CT 测量了解新型骶骨蝶形钢板 Denis I 区安全置钉通道。方法:回顾性分析 2020 年 1 月至 2020 年 6 月正常成年骶骨 CT 资料 101 例,女 49 例,男 52 例,年龄(49.11±15.02)岁。重建骶骨三维模型,根据所需测量平面重新分割三维模型,并进行数据测量及统计分析。**结果:**骶骨上关节突下缘至 S<sub>2</sub> 骶后孔下缘的垂直距离为 (42.55±4.73) mm;S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 孔平面骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离依次为 (19.09±3.07) mm、(15.34±2.69) mm、(8.29±2.48) mm;S<sub>1</sub> 孔平面由骶外侧嵴向前进钉,内侧角、外侧角为 (7.49±7.49)°、(24.07±4.89)°;S<sub>2</sub> 孔平面内侧角、外侧角为 (-3.10±8.95)°、(24.95±5.74)°。不同性别间除 S<sub>1</sub> 水平距离、S<sub>1</sub> 内侧角外其余差异均有统计学意义,年龄与所有数据均无相关性。**结论:**新型骶骨蝶形钢板在 Denis I 区有足够的置钉范围;成年人骶骨形态间存在差异,差异主要与性别相关而与年龄无关。

**【关键词】** 骶骨; 解剖学; 计算机虚拟技术

中图分类号:R683

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.07.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**CT imaging measurement of sacral related anatomical parameters** HAN Xin-you, FU Qing-song, WANG Wei-bin, and YUAN Xin-hua. Department of Orthopaedics, Hua Mei Hospital, University of Chinese Academy of Sciences, Ningbo 315010, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:**To investigate the CT measurement of sacral anatomical parameters and understand the safe nail placement channel of Denis I area with a new sacral butterfly plate. **Methods:**The CT data of 101 normal adult sacrum from January 2020 to June 2020 were retrospectively analyzed, including 49 females and 52 males, aged (49.11±15.02) years old. Firstly, the three-dimensional model of sacrum was reconstruct, the three-dimensional model according to the plane was re segment to be measured, and data measurement and statistical analysis were carried out. **Results:**The vertical distance from the lower edge of superior sacral articular process to the lower edge of S<sub>2</sub> posterior sacral foramen was (42.55±4.73) mm; The horizontal distance from the lateral sacral crest of S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> and S<sub>3</sub> hole plane to the sacroiliac joint surface was (19.09±3.07) mm, (15.34±2.69) mm and (8.29±2.48) mm respectively; The plane of S1 hole moves forward from the lateral sacral ridge, the inner and outer angles are (7.49±7.49)° and (24.07±4.89)° respectively; The inside and outside angles of S<sub>2</sub> hole plane are (-3.10±8.95)° and (24.95±5.74)° respectively. There were significant differences between different genders except S<sub>1</sub> horizontal distance and S<sub>1</sub> medial angle, and there was no correlation between age and all data. **Conclusion:**The new sacral butterfly plate has enough safe nail placement range in Denis I area; There are differences in sacral morphology among adults. The differences are mainly related to gender but not age.

**KEYWORDS** Sacrum; Anatomy; Computer virtual technology

骨盆后环损伤尤其是骶骨骨折, 往往由高能量创伤导致<sup>[1]</sup>。由于骶孔为骶骨一个相对薄弱的区域, Denis II 区骨折在骶骨骨折中有着较高的发病率, 且易合并神经损伤<sup>[2]</sup>。对于这种类型的骨折, 越来越多的研究者认为解剖复位、坚强内固定是其治疗的金标准<sup>[3]</sup>。近年来, 其最佳固定方式仍存争议, 骶髂螺钉、骶骨棒、张力带钢板、骶骨微创可调节钢

板、三角固定技术的应用均有报道<sup>[4-5]</sup>。本研究团队在先前的工作<sup>[6]</sup>中设计了一种新型骶骨蝶形钢板, 用于 Denis II 区骶骨骨折的切开复位微创加压固定。此类内固定由于其有效的复位能力, 相较于闭合复位经皮骶髂螺钉固定, 可减少术后残留的骨折端分离移位<sup>[7]</sup>, 同时对于骨折块激惹的神经根能达到闭合减压的作用<sup>[3,8]</sup>, 且较张力带钢板有着更强的抗扭转、垂直应力, 维持骨盆后环的稳定性, 也不易出现三角固定带来的延迟愈合、侧弯、活动受限、慢性腰痛等后遗症<sup>[5]</sup>。新型骶骨蝶形钢板<sup>[6]</sup>需要于双侧 Denis I 区各置入 3 枚螺钉, 由于骶骨周围解剖相对

基金项目:宁波市自然科学基金(编号:2016A610142)  
Fund program:Ningbo Natural Science Foundation (No.2016A610142)  
通讯作者:袁欣华 E-mail:fixboner@163.com  
Corresponding author:YUAN Xin-hua E-mail:fixboner@163.com

复杂<sup>[9-10]</sup>,探索安全置钉区域有着重要价值。由于骶骨形态不规则,三维重建后再根据所需测量平面进行再分割后测量更为精确、直观,同时节约尸体标本,更可应用于术前规划。

## 1 资料与方法

### 1.1 新型骶骨蝶形钢板

本研究团队在先前的工作中设计了一种新型骶骨蝶形钢板(图 1),用于 Denis II 区骶骨骨折的切开复位微创加压固定,新型骶骨蝶形钢板需要于双侧 Denis I 区各置入 3 枚螺钉<sup>[6]</sup>。

### 1.2 病例收集

收集 2020 年 1 月至 2020 年 6 月行骶尾椎 CT、骶髂关节 CT 和骨盆 CT 的患者资料。本研究已经通过单位医学伦理委员会的审查。纳入标准:(1)年龄 $\geq 18$ 岁。(2) $S_1-S_3$ 范围 CT 成像清晰。(3)包含 $\leq 3$  mm 的薄层序列。排除标准:(1) $S_1-S_3$ 骨折或有内固定植入。(2)骶髂关节炎或骶髂关节部分融合。(3)骶管、骶骨占位,或存在异常密度灶。(4)年龄 $< 80$ 岁。(5)骨质疏松严重或肠内积气等原因导致的骶孔显示不清。(6)骶骨变异的患者。Dicom 格式收集 CT 资料,并记录患者性别、年龄。

### 1.3 骶骨三维重建

采用 Mimics Medical 21.0 (Materialise N.V., Belgium)处理 Dicom 格式的 CT 数据,通过阈值分割、区域增长、蒙板编辑、空腔填充、布尔操作、形态学操作

等步骤完成骶骨蒙板分割,对骶骨蒙板进行三维模型计算。采用 3-matic Medical 13.0 (Materialise N.V., Belgium)根据所需测量平面对三维模型进行重新分割,并在新平面内进行数据测量。

### 1.4 测量参数及方法

通过  $S_2$  骶后孔下缘沿矢状面进行分割,测量骶骨上关节突下缘至  $S_2$  骶后孔下缘的距离(距离 a),必要时可通过  $L_5$  三维模型判断位置(图 2)。

从后方观察骶骨三维模型,使  $S_1$  骶后孔与骶前孔重叠面积最大,沿骶后孔正中线重新分割(图 3a、3b),简称为  $S_1$  孔平面,测量骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离(距离 b),测量向内侧至骶前孔外缘、向外侧至骶骨前外侧角的最大角度(角度 e、f)(图 3c)。

按相同方法沿  $S_2$ 、 $S_3$  孔平面进行分割(图 4a、4b),测量  $S_2$ 、 $S_3$  孔平面骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离(距离 c、d),测量  $S_2$  孔平面由骶外侧嵴向前内、前外侧的最大角度(角度 g、h)(图 4c、4d)。

所有数据为双侧记录,距离单位为 mm,角度单位为 $^\circ$ ,均保留 2 位小数。其中角度 e、g 如方向向内则为正值,向外侧记录为负值,将角度 e、f 相加记录为角度  $S_1$ ,将角度 g、h 相加记录为角度  $S_2$ 。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 (IBM, USA), Prism 6.0 (Graph-Pad, USA)进行统计分析及制图。采用 Shapiro-Wilk 检验判断数据正态性。比较同一患者左右侧数据差

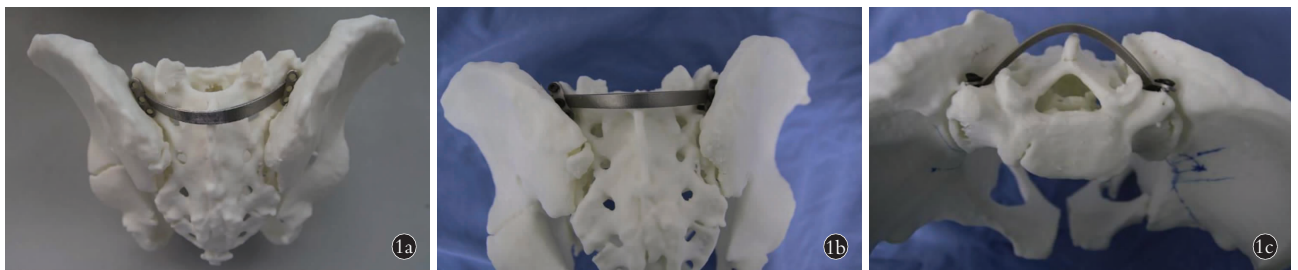


图 1 新型骶骨蝶形钢板 1a. 蝶形钢板放置于 3D 骨盆模型 1b. 锁定螺钉置入后面观 1c. 锁定螺钉置入上面观

Fig.1 New sacral butterfly plate 1a. The butterfly plate is placed on the 3D pelvic model 1b. The locking screw is placed in the rear view 1c. Locking screw placement

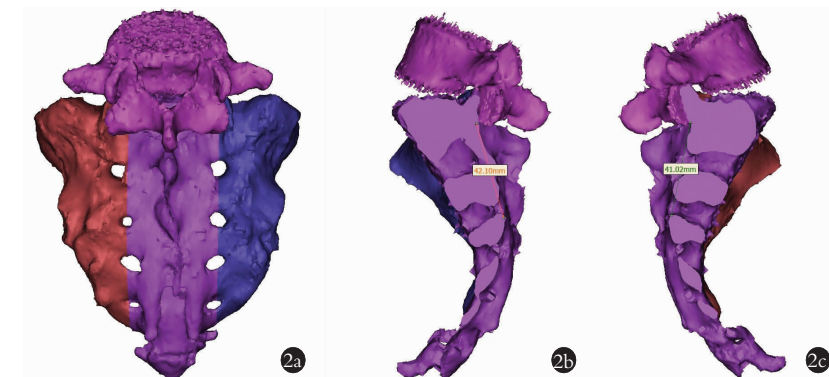


图 2 骶骨上关节突下缘至  $S_2$  骶后孔下缘的距离(距离 a)的测量 2a. 对骶骨三维模型进行再分割 2b. 左侧距离 a 的测量 2c. 右侧距离 a 的测量

Fig.2 Measurement of the distance (distance a) from the lower edge of superior sacral articular process to the lower edge of  $S_2$  posterior sacral foramen 2a. The three - dimensional model of sacrum was re segmented 2b. Measurement of left side distance a 2c. Measurement of right side distance a

异时,采用配对样本 *t* 检验,所有测量数据双侧间差异无统计学意义,取平均值进行后续分析。比较不同性别数据差异时,如满足正态性则采用独立样本 *t* 检验,如不符合则采用 Mann-Whitney *U* 检验。进行两连续变量间相关性分析时,如均符合正态性则采用 Pearson 系数,否则采用 Spearman 系数,并计算 *r* 值判断相关性强度。所有检验采用双向检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 男女数据差异

共 101 例正常成年骶骨数据纳入研究,其中女 49 例,男 52 例,男女年龄之间差异无统计学意义(表 1)。骶骨上关节突下缘至 S<sub>2</sub> 骶后孔下缘的垂直距离,男女之间差异有统计学意义( $P<0.001$ )。骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离,S<sub>1</sub> 孔平面男女差异无统计学意义( $P=0.104$ ),S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 均差异有统计学意义

( $P=0.008, P=0.030$ )。由骶外侧嵴向前进钉,向内侧至骶前孔外缘、向外侧至骶骨前外侧角,女性内侧角、外侧角、总角度均大于男性,仅 S<sub>1</sub> 孔平面内侧角差异无统计学意义( $P=0.089$ ),其余差异均有统计学意义( $P<0.05$ )(表 1、图 5)。

### 2.2 年龄与数据的相关性

年龄分布不符合正态性,采用 Spearman 系数分析年龄与各测量数据的相关性见表 2,结果显示年龄与各测量数据间相关性极弱(最大  $|r|=0.174<0.3$ ),且差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

### 2.3 测量数据之间的相关性

S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 孔平面的水平距离间存在低度正相关( $r=0.346, P<0.001$ ),且在 S<sub>1</sub> 孔平面中,水平距离越大则内侧角越小( $r=-0.296, P=0.003$ ),外侧角越大( $r=0.695, P<0.001$ ),但与 S<sub>1</sub> 总角度相关性极弱( $r=0.137, P=0.173$ )。

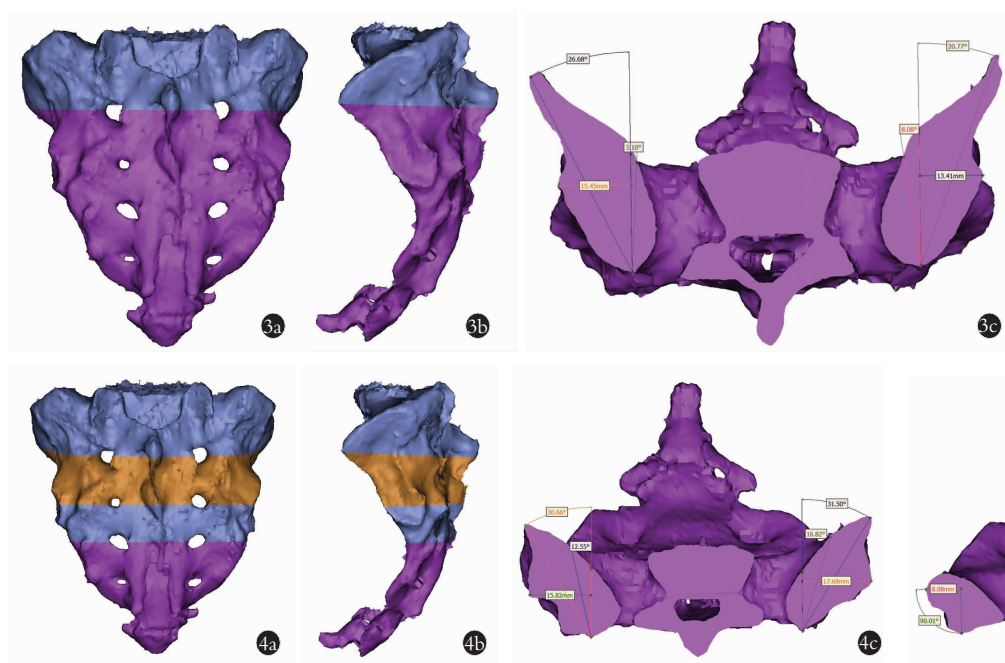


图 3 S<sub>1</sub> 孔平面的测量 3a. 后方视角 3b. 侧方视角 3c. 距离 b、角度 e、角度 f 的测量

Fig.3 Measurement in S<sub>1</sub> foramen plane 3a. Posterior view 3b. Lateral view 3c. Measurement of distance b, angle e and angle f

图 4 S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 孔平面的测量 4a. 后方视角 4b. 侧方视角 4c. S<sub>2</sub> 孔平面距离 c、角度 g、角度 h 的测量 4d. S<sub>3</sub> 孔平面距离 d 的测量

Fig.4 Measurement in S<sub>2</sub> and S<sub>3</sub> foramen plane 4a. Posterior view 4b. Lateral view 4c. Measurement of distance c, angle g and angle h in S<sub>2</sub> foramen plane 4d. Measurement of distance d in S<sub>3</sub> foramen plane

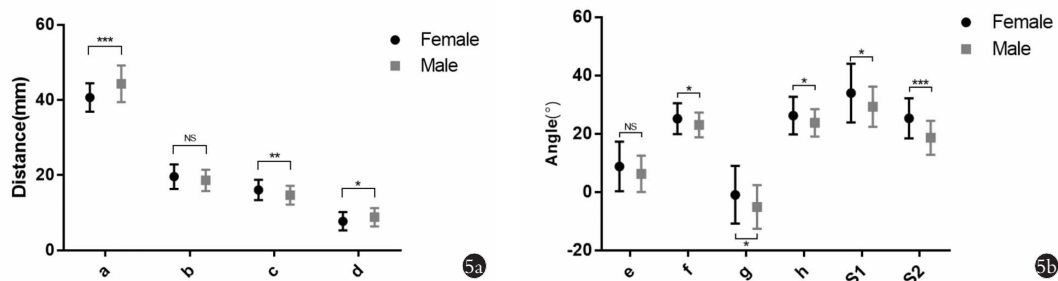


图 5 男女之间各测量数据差异(数据见表 1) 5a. 距离 a、b、c、d 的差异 5b. 角度 e、f、g、h、S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 的差异

Fig.5 Differences of the measured data between female and male, the data and the test values shown in Tab.1 5a. Differences of distance a, b, c, d 5b. Differences of angle e, f, g, h, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>

表 1 正常成年骶骨 101 例各测量数据的男女比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.1 Differences of the measured data between female and male ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	女性(49 例)	男性(52 例)	总(101 例)	检验值	P 值
年龄(岁)	49.22±14.90	49.00±15.28	49.11±15.02	U=1292.50	0.900 <sup>a</sup>
距离 a (mm)	40.68±3.79	44.31±4.88	42.55±4.73	U=1847.00	<0.001 <sup>a</sup>
距离 b (mm)	19.60±3.26	18.61±2.83	19.09±3.07	t=1.639	0.104 <sup>a</sup>
距离 c (mm)	16.07±2.71	14.66±2.50	15.34±2.69	t=2.707	0.008 <sup>a</sup>
距离 d (mm)	7.74±2.42	8.80±2.44	8.29±2.48	t=-2.198	0.030 <sup>a</sup>
角度 e (°)	8.79±8.48	6.26±6.25	7.49±7.49	t=1.719	0.089 <sup>a</sup>
角度 f (°)	25.18±5.31	23.03±4.24	24.07±4.89	t=2.260	0.026 <sup>a</sup>
角度 g (°)	-0.95±9.90	-5.13±7.49	-3.10±8.95	U=946.00	0.026 <sup>a</sup>
角度 h (°)	26.23±6.47	23.74±4.69	24.95±5.74	t'=2.204	0.030 <sup>a</sup>
角度 S1(°)	33.98±10.08	29.28±6.91	31.56±8.87	U=900.00	0.011 <sup>a</sup>
角度 S2(°)	25.28±6.86	18.61±5.82	21.85±7.15	U=572.00	<0.001 <sup>a</sup>

注:距离 a, 骶骨上关节突下缘至 S<sub>2</sub> 骶后孔下缘的距离;距离 b, 骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离;距离 c、d, S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 孔平面骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离;角度 e、f, 向内侧至骶前孔外缘、向外侧至骶骨前外侧角的最大角度;角度 g、h, S<sub>2</sub> 孔平面由骶外侧嵴向前内、前外侧的最大角度;角度 e、f 相加为角度 S1;角度 g、h 相加为角度 S2。下同。t: 独立样本 t 检验; t': 独立样本 t' 检验; U: Mann-Whitney U 检验

Note: Distance a: the distance from the lower edge of superior articular process to the lower edge of S<sub>2</sub> posterior sacral foramen; Distance b: the horizontal distance from the lateral sacral crest to the sacroiliac joint surface; Distance c, d: the horizontal distance from the lateral sacral crest to the sacroiliac joint plane of S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> foramen; Angle e, f: the maximum angle from medial to the outer edge of presacral foramen and from lateral to the anterolateral angle of sacrum; Angle g, h, the maximum angle of S<sub>2</sub> hole plane from the anteromedial and anterolateral of the lateral sacral ridge; Angle S1 is the sum of angles e and f; Angle S2 is the sum of angles g and h. The same below. t: Independent-samples t test; t': Independent-samples t' test; U: Independent-samples Mann-Whitney U test

表 2 年龄与各测量数据的相关性

Tab.2 Correlation between age and the measured data

统计值	距离 a	距离 b	距离 c	距离 d	角度 e	角度 f	角度 g	角度 h	角度 S1	角度 S2
r 值	0.030	0.099	-0.095	0.097	-0.174	-0.027	0.035	-0.094	-0.169	-0.028
P 值	0.766	0.323	0.347	0.333	0.081	0.786	0.726	0.350	0.092	0.777

表 3 距离 b 与其他骶骨形态参数的相关性

Tab.3 Correlation between distance b and other measured data of sacrum

统计值	距离 c <sup>p</sup>	距离 d <sup>p</sup>	角度 e <sup>p</sup>	角度 f <sup>p</sup>	角度 g <sup>s</sup>	角度 h <sup>p</sup>	角度 S1	角度 S2
r 值	0.346	0.123	-0.296	0.695	0.007	0.084	0.137	0.088
P 值	<0.001	0.220	0.003	<0.001	0.948	0.404	0.173	0.382

注:p, 采用 Pearson 相关系数; s, 采用 Spearman 相关系数

Note: p, Pearson correlation coefficient; s, Spearman's rank correlation coefficient

### 3 讨论

新型骶骨蝶形钢板<sup>[6]</sup>适用于 Denis II 区骶骨骨折的切开复位内固定手术, 属于骨盆后环后路固定的微创可调节钢板, 能有效复位骨折端, 同时对于骨折块激惹的神经根能达到闭合减压的作用, 并维持骨盆后环的稳定性<sup>[3]</sup>。其双侧各 3 枚螺钉置钉于 Denis I 区, 探索安全置钉区域有着重要价值, 但目前对于 Denis I 区放置钢板螺钉的研究有限。本研究利用 Mimics 软件对 CT 影像进行三维重建, 再根据

所需测量平面进行三维模型的再分割, 更直观、准确的测量骶骨相关解剖学参数, 可应用于术前个性化治疗方案的制定, 使研究具有临床指导意义。

#### 3.1 传统固定方式的缺陷

Denis II 区骨折的固定方式主要包括骶髂螺钉、骶骨棒、张力带钢板、骶骨微创可调节钢板、三角固定<sup>[4-5]</sup>, 其最佳固定方式仍存争议, 获得坚强固定、减少手术创伤、缩短手术时间、降低围术期并发症均为研究者的关注点<sup>[11]</sup>。张力带钢板在骶骨骨折出现

压缩或分离移位时难以有效复位,同时需要在术中折弯塑形,导致钢板强度降低<sup>[12]</sup>,有研究者为加强强度采用双钢板,但导致了术后感染等软组织并发症的增加<sup>[13]</sup>,且瘦小的患者容易感到不适<sup>[14]</sup>。根据生物力学研究,骶髂螺钉固定牢固程度高于张力带钢板<sup>[15]</sup>,但其更适合于骶骨外侧的骨块,而对于垂直剪切力导致的骶骨内侧骨块的固定作用有限,容易在反复承重后失效,同时,术中需要反复透视,给患者、术者带来大量 X 线暴露<sup>[16]</sup>,且在术者经验不足、透视机器质量差、肠道积气严重、骶骨变异等情况下螺钉位置不良比例可高达 7.7%,导致较高的神经血管并发症<sup>[17]</sup>。三角固定在垂直不稳骶骨骨折中的应用弥补了骶髂螺钉抗垂直应力的不足<sup>[18]</sup>,生物力学稳定性更强,但由于其固定范围更广,也带来了骨折延迟愈合、腰骶侧弯、慢性腰痛等缺陷<sup>[5]</sup>。

### 3.2 钢板的纵向安全距离

本研究采用骶骨上关节突下缘至 S<sub>2</sub> 骶后孔下缘的竖直距离代表钢板的纵向安全距离,总体平均为(42.55±4.73) mm,男女之间存在统计学差异( $P < 0.001$ ),而与年龄相关性极弱( $r=0.030, P=0.766$ ),这提示男性骶骨较长,且成年后骶骨形态无明显改变。同时,该数据变异系数仅为 11%,可以认为新型钢板在 Denis I 区有充足且较为稳定的纵向安全距离。

### 3.3 钢板的横向安全距离

本研究采用骶外侧嵴至骶髂关节面的水平距离代表钢板的横向安全距离。骶外侧嵴为骶后孔外侧部分较为明显的解剖标志,术中较容易定位,因此选作测量基点。在 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>、S<sub>3</sub> 孔平面,总体平均横向距离依次为(19.09±3.07) mm、(15.34±2.69) mm、(8.29±2.48) mm。须注意的是,女性在 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 孔平面的水平距离大于男性( $P=0.104, P=0.008$ ),而在 S<sub>3</sub> 孔平面的水平距离小于男性( $P=0.030$ ),提示男女之间骶骨存在形态差异,女性相比男性在 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 范围内横向较宽而纵向较窄,且至 S<sub>3</sub> 平面时横向距离有着更为明显的缩小。整体而言,在 S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 孔平面,新型钢板有着充足的横向安全距离,而 S<sub>3</sub> 孔平面则距离有限,尤其是女性患者。

### 3.4 螺钉置入的安全角度

本研究采用 S<sub>1</sub> 孔平面、S<sub>2</sub> 孔平面的总角度代表螺钉置入的安全角度,依次可达(31.56±8.87)°、(21.85±7.15)°。在 S<sub>1</sub> 孔平面,女性在内侧角、外侧角较男性大 2.53°、2.15°,且外侧角( $P=0.026$ )、总角度( $P=0.011$ )具有统计学差异,在 S<sub>2</sub> 孔平面,女性在内侧角、外侧角较男性大 4.18°、2.49°,且均有统计学差异,提示女性骶骨在前后方向较扁。同时我们注意到,S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 总角度变异系数高达 28%、33%,且变异主

要来源于内侧角,提示个体差异较大,如无法采用万向螺钉,很可能穿出至骶孔内,尤其在 S<sub>2</sub> 孔平面,螺钉应避免向前内侧方向置入。本研究同时发现,S<sub>1</sub> 孔平面的内侧角与骶外侧嵴至骶髂关节面的横向距离呈负相关( $P=0.003$ ),而外侧角与其呈正相关( $P < 0.001$ ),但总角度与其相关性极弱( $P=0.173$ ),提示不同个体间骶外侧嵴本身位置的变异可能是内侧角、外侧角变化的主要因素,而总的安全角度范围变化不大,个性化的术前规划有助于提高螺钉置入的安全性。

### 3.5 缺陷与不足

(1)本研究为基于 CT 数据的影像解剖学研究,其准确性受 CT 成像质量、三维重建质量的影响,需结合临床实验进行进一步验证。(2)本研究数据均为同一位研究者测量,如多人测量可提高准确性。(3)本研究在基本信息方面仅收集了性别、年龄,而未能获取身高、体重等数据,无法确定男女间骶骨形态的差异是否源于身高、体重的不同。

总结:(1)采用 Mimics 软件利用 CT 数据对骶骨进行三维重建,可根据所需平面进行再分割,能更直观、更准确地测量骶骨相关解剖学参数。(2)骶骨上关节突下缘至 S<sub>2</sub> 骶后孔下缘的平均竖直距离为(42.55±4.73) mm;S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub> 孔平面骶外侧嵴至骶髂关节面的平均水平距离依次为(19.09±3.07) mm、(15.34±2.69) mm;S<sub>1</sub> 孔平面、S<sub>2</sub> 孔平面由骶外侧嵴向前进钉,总角度依次可为(31.56±8.87)°、(21.85±7.15)°。新型骶骨蝶形钢板在 Denis I 区有足够的安全置钉距离和角度。(3)骶骨形态变异较大,尤其是进钉的内外侧角度,变异的来源与性别相关性大而与年龄未见明显相关。

### 参考文献

- [1] Barcellos ALL, Da Rocha VM, Guimarães JAM. Current concepts in spondylolpelvic dissociation[J]. Injury, 2017, 48(Suppl 6):S5-S11.
- [2] Herman A, Keener E, Dubose C, et al. Zone 2 sacral fractures managed with partially-threaded screws result in low risk of neurologic injury[J]. Injury, 2016, 47(7): 1569-1573.
- [3] Zhang R, Yin Y, Li S, et al. Sacroiliac screw versus a minimally invasive adjustable plate for Zone II sacral fractures: a retrospective study[J]. Injury, 2019, 50(3): 690-696.
- [4] 曹浙标,叶招明,张永进,等. 骶腰固定术治疗 Denis II 型骶骨骨折的疗效分析[J]. 中国骨伤, 2016, 29(3): 248-251.  
CAO ZB, YE ZM, ZHANG YJ, et al. Analysis of clinical effects of iliolumbar fixation in treating sacrum fracture of Denis type II [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(3): 248-251. Chinese with abstract in English.
- [5] Chaiyamongkol W, Kritsaneephaiboon A, Bintachitt P, et al. Biomechanical study of posterior pelvic fixations in vertically unstable sacral fractures: an alternative to triangular osteosynthesis[J]. Asian Spine J, 2018, 12(6): 967-972.

- [6] 袁欣华,郑轶,王伟斌,等.一种新型骶骨蝶形钢板的研制[J].现代实用医学,2020,32(8):973-974.  
YUAN XH,ZHENG Y,WANG WB,et al. Development of a new butterfly-shaped plate of the sacrum[J]. Xian Dai Shi Yong Yi Xue, 2020,32(8):973-974. Chinese.
- [7] Tabaie SA,Bledsoe JG,Moed BR. Biomechanical comparison of standard iliosacral screw fixation to transsacral locked screw fixation in a type C zone II pelvic fracture model[J]. J Orthop Trauma, 2013,27(9):521-526.
- [8] 蒋伟宇,周龙,赵刘军,等. Denis II 型骶骨骨折伴神经损伤早期手术疗效分析[J]. 中国骨伤,2011,24(6):493-495.  
JIANG WY,ZHOU L,ZHAO LJ,et al. Study on early stage operation for Denis II sacral fracture accompanied by neurological damage [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2011,24(6):493-495. Chinese with abstract in English.
- [9] Abo-Elsooud M,Eldeeb S,Gobba M,et al. Biplanar posterior pelvic fixator for unstable sacral fractures[J]. J Orthop Trauma,2018,32(5):e185-e190.
- [10] Piltz S,Rubenbauer B,Bocker W,et al. Reduction and fixation of displaced U-shaped sacral fractures using lumbopelvic fixation: technical recommendations[J]. Eur Spine J,2018,27(12):3025-3033.
- [11] Chen HW,Liu GD,Ou S,et al. Treatment of unstable sacral fractures with percutaneous reconstruction plate internal fixation[J]. Acta Cir Bras,2012,27(5):338-342.
- [12] Liuzza F,Silluzio N,Florio M,et al. Comparison between posterior sacral plate stabilization versus minimally invasive transiliac-transsacral lag-screw fixation in fractures of sacrum: a single-centre experience[J]. Int Orthop,2019,43(1):177-185.
- [13] Acklin YP,Marco G,Sommer C. Double locking plate fixation of sacral fractures in unstable pelvic ring C-type injuries[J]. Oper Orthop Traumatol,2015,27(1):74-79.
- [14] Bi C,Wang Q,Nagelli C,et al. Treatment of unstable posterior pelvic ring fracture with pedicle screw-rod fixator versus locking compression plate: A comparative study[J]. Med Sci Monit,2016,22(17):3764-3770.
- [15] Dilogu IH,Satria O,Fiolin J. Internal fixation of S<sub>1</sub>-S<sub>3</sub> iliosacral screws and pubic screw as the best configuration for unstable pelvic fracture with unilateral vertical sacral fracture (AO type C1.3)[J]. J Orthop Surg (Hong Kong),2017,25(1):1-7.
- [16] Wang H,Fu YH,Ke C,et al. Minimally invasive stabilisation of posterior pelvic ring instabilities with pedicle screws connected to a transverse rod[J]. Int Orthop,2017,42(3):681-686.
- [17] Khaleel VM,Pushpasekaran N,Prabhu N,et al. Posterior tension band plate osteosynthesis for unstable sacral fractures: A preliminary study[J]. J Clin Orthop Trauma,2019,10(Suppl 1):S106-S111.
- [18] Hu X,Pei F,Wang G,et al. Application triangular osteosynthesis for vertical unstable sacral fractures[J]. Eur Spine J,2013,22(3):503-9.

(收稿日期:2021-04-22 本文编辑:王玉蔓)

## 膝骨关节炎患者关节滑液中骨桥蛋白和软骨寡聚基质蛋白水平与疾病严重程度相关性

李晓云,沈正祥,杨丹

(岳阳市一人民医院脊柱科,湖南 岳阳 414000)

**【摘要】** 目的:探讨膝骨关节炎(knee osteoarthritis,KOA)患者关节滑液中骨桥蛋白(osteopontin,OPN)和软骨寡聚基质蛋白(cartilage oligomeric matrix protein,COMP)水平与疾病严重程度的相关性。方法:选取2018年2月至2020年5月收治的59例KOA患者作为KOA组,其中男25例,女34例;年龄60~75(65.57±1.56)岁;体质量指数(body mass index,BMI)21.4~30.7(26.12±1.54) kg/m<sup>2</sup>。采用Kellgren-Lawrence(K-L)分级对X线结果进行评估,其中Ⅱ级(K-L2组)14例,Ⅲ级(K-L3组)27例,Ⅳ级(K-L4组)18例。另选取18例因韧带或半月板疾病进行关节镜检查且无软骨损伤患者作为对照组,男7例,女11例;年龄61~78(64.88±1.60)岁;BMI 22.8~29.9(25.89±1.49) kg/m<sup>2</sup>。治疗前采集研究对象关节滑液样本,采用酶联免疫吸附试验检测关节滑液OPN、COMP水平,比较KOA组与对照组关节滑液OPN、COMP水平。比较不同K-L分级KOA患者性别、年龄、BMI等临床资料,采用酶联免疫试验检测其关节滑液中白细胞介素-1β(interleukin-1β,IL-1β),OPN,COMP,基质金属蛋白酶3(matrix metalloproteinase-3,MMP-3)水平,比较不同K-L分级KOA患者临床资料和生化指标,采用Logistic回归分析影响KOA患者K-L分级的因素,采用ROC曲线下面积(area under the curve,AUC)预测KOA疾病严重程度。结果:59例KOA患者获得随访,时间8~27(15.75±3.27)个月。KOA组关节滑液OPN、COMP水平高于对照组(P<0.001)。K-L2组、K-L3组、K-L4组IL-1β、OPN、COMP、MMP-3水平比较差异有统计学意义(P<0.001);与K-L2组比较,K-L3、K-L4组关节滑液IL-1β、OPN、COMP、MMP-3

通讯作者:李晓云 E-mail:a0w8g1@163.com

Corresponding author:Li Xiao-yun E-mail:a0w8g1@163.com