

# 健康成年人不同坐姿下脊柱和骨盆矢状面参数的研究

李瑶<sup>1</sup> 张迪<sup>1</sup> 薛睿<sup>1</sup> 孟宪中<sup>1</sup> 崔妹娟<sup>2</sup> 武泽皓<sup>3</sup>

**【摘要】 目的** 研究健康成年人在直立坐姿和舒适坐姿脊柱和骨盆矢状面参数的影像学差异。**方法** 对60名健康成年人(30名男性和30名女性;年龄20~40岁,平均32岁)直立坐姿和舒适坐姿的颈椎角(GCA)、胸椎角(GTA)、胸腰椎连接角(TLA)、腰椎角(GLA)、颅矢状垂直轴至S<sub>1</sub>后角的水平距离(CSVA-S)、颅矢状垂直轴至两股骨头连线中点的水平距离(CSVA-H)、骶骨斜率(SS)、骨盆倾斜角(PT)和骨盆入射角(PI)等相关参数进行统计学分析,评估坐位姿势脊柱骨盆的整体平衡。**结果** 与直立坐姿相比,舒适坐姿下CSVA-S平均向前移动了7.24 cm( $P<0.001$ ),CSVA-H平均向前移动了5.13 cm( $P<0.001$ ),GCA平均增加7.78°( $P<0.001$ ),GTA平均增加13.22°( $P<0.001$ ),TLA平均增加13.24°( $P<0.001$ ),GLA平均减小22.93°( $P<0.001$ ),SS平均减小15.74°( $P<0.001$ ),PT平均增加16.53°( $P<0.001$ )。由直立坐姿变为舒适坐姿时,大部分人的胸腰椎形变为一个后凸的弧形曲线,骨盆更加后旋。**结论** 直立坐姿和舒适坐姿之间的脊柱矢状面参数存在显著差异;后者作为坐位时节能的姿势,显示出了更加后凸的脊柱轮廓。

**【关键词】** 坐姿; 站姿; 脊柱弯曲; 脊柱畸形; 姿势平衡

## A study on spinal and pelvic sagittal parameters in different sitting postures among healthy adults

Li Yao<sup>1</sup>, Zhang Di<sup>1</sup>, Xue Rui<sup>2</sup>, Meng Xianzhong<sup>1</sup>, Cui Meijuan<sup>2</sup>, Wu Zehao<sup>3</sup>. <sup>1</sup>Department of Spine Surgery, <sup>2</sup>Quality Management and Control Office, <sup>3</sup>Publicity Department, the Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Meng Xianzhong, Email: jzwkxmz@163.com

**【Abstract】 Objective** To study the radiographic differences in the sagittal plane parameters of upright sitting posture and comfortable posture among healthy adults. **Methods** Statistically analysis the relevant parameter of GCA, GTA, TLA, GLA, CSVA-S, CSVA-H, SS, PT and PI from sixty healthy adults when they were respectively in upright sitting postures and comfortable postures, and evaluate the overall balance of the spine and pelvis in sitting postures. **Results** Compared with the upright sitting posture, the comfortable sitting posture could make the CSVA-S move forward 7.67cm on average ( $P<0.001$ ), CSVA-H move forward 4.33cm on average ( $P<0.001$ ), GCA increase an average of 9.87°( $P<0.001$ ), GTA increase an average of 7.72°( $P<0.001$ ), TLA increase an average of 9.24°( $P<0.001$ ), GLA decrease an average of 22.13°( $P<0.001$ ), SS decrease an average of 14.74°( $P<0.001$ ), PT increase an average of 14.53°( $P<0.001$ ). The thoracolumbar spine deforms into a kyphotic arc of the majority of the sixty people when they changed their sitting postures from upright to comfortable, pelvis more backward in the meantime. **Conclusion** There were significant differences in spinal sagittal parameters between the upright and comfortable sitting postures: as an energy-saving posture in sitting, the comfortable sitting posture, which showed a more kyphotic spinal profile, was the main spinal weight-bearing posture, being an non-ignorably important factor in orthopedic rehabilitation.

**【Key words】** Sitting Position; Standing position; Bent spine; Spinal Curvatures; Postural balance

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2022.02.004

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(82072454)

作者单位: 050051 石家庄, 河北医科大学第三医院脊柱一科<sup>1</sup>, 质控办<sup>2</sup>, 宣传部<sup>3</sup>

通信作者: 孟宪中, Email: jzwkxmz@163.com

近年来,脊柱畸形矫形手术越来越多的出现在临床中,根据脊柱侧凸学会指南标准,成年人脊柱畸形矫形术后直立姿势下矢状垂直轴(sagittal vertical axis, SVA) $<4$  cm,骨盆入射角-腰椎前凸差异 $<10^\circ$ 和PT $<20^\circ$ 的患者可以获得比较满意的术后评分<sup>[1]</sup>。然而,考虑到日常生活中患者术后大部分时间是处于坐位姿势而不是直立姿势,因此坐位姿势下的脊柱序列越来越多的被关注。此外,直立坐姿和舒适坐姿脊柱序列是明显不同的<sup>[2]</sup>。因此,了解直立坐姿和舒适坐姿脊柱矢状面相关参数是非常必要的。在以往的研究中,很多学者应用C<sub>7</sub>SVA评估脊柱矢状面平衡的矫正程度,此参数主要针对胸腰椎局部平衡的评估,对于全脊柱整体平衡的评估存在缺陷,后来有研究提出颅骨矢状垂直轴(Cranial Sagittal Vertical Axis, C-SVA)概念,此参数可实现对全脊柱、骨盆及下肢的整体矢状面的平衡进行评估<sup>[3-6]</sup>。脊柱矫形手术是将具有活动性的脊柱固定在一个“理想位置”使其保持不动,这不仅使固定部位丧失了活动度,还会给非固定部位及脊柱周围组织带来异常的压力。根据Dubousset的节能概念,“理想位置”的确定依据应为人通过最小努力即可达到平衡和水平凝视<sup>[7-9]</sup>。因此,脊柱外科医生应该知道舒适坐姿下的脊柱序列及矢状面参数,忽视这些参数的脊柱矫形术会使固定部位长期处于一种强迫体位。有研究表明,这种强迫体位可增加节段近端交界性失败(proximal junctional failure, PJF)和连接棒的断裂等并发症的发生率<sup>[10-12]</sup>。本文旨在研究自然的、舒适的坐姿和直立坐姿下的脊柱序列及矢状面参数存在的差异,从而为脊柱外科医生制定矫形方案时提供一定的指导。

## 资料与方法

### 一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)年龄20~40岁的健康成年人;(2)体重指数18~24 kg/m<sup>2</sup>。排除标准:(1)脊柱手术史或创伤史;(2)存在严重腰背痛或下肢痛病史;(3)强直性脊柱炎或存在强直性脊柱炎家族史;(4)恶性肿瘤史;(5)既往患有脊柱感染性疾病史;(6)对放射线存在明显禁忌者。

### 二、一般资料

于2020年6月至2021年6月前瞻性招募60名志愿者,包括30名男性和30名女性,平均年龄为32岁

(范围20~40岁)。观察并比较直立坐姿和舒适坐姿脊柱和骨盆矢状面的X线照片。本研究已获得我院伦理委员会得批准(G2020-010-1),所有受试者均知情同意并签署了知情同意书。

### 三、检查方法

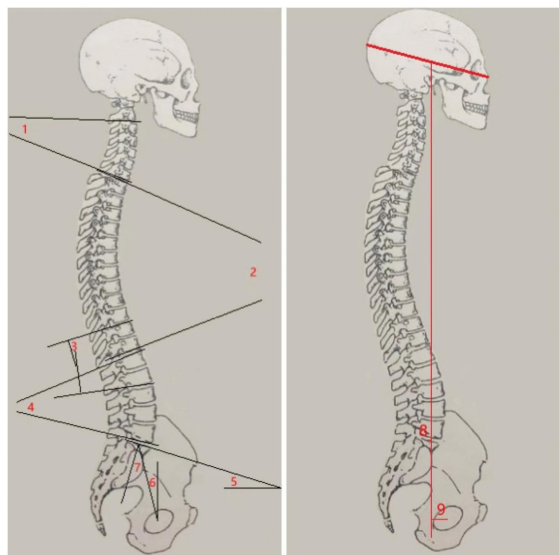
根据上述纳入和排除标准,所有符合条件的受试者分别进行直立坐姿和舒适坐姿两套脊柱骨盆矢状位X线检查,对获得的所有照片进行随机排序。为了使姿势更加标准化,由同1名放射科医生对所有受试者在接受放X线照片检查时进行口头指示:拍摄直立坐姿X线片时要求患者在目视前方的基础上尽可能地坐直,双手握拳放于下颌部,手臂前移;拍摄舒适坐姿X线片时要求患者在目视前方的基础上尽可能地放松,双手握拳放于下颌部,手臂前移。所有X线片由同1名具有三年以上工作经验的放射科医生进行拍摄。

### 四、数据测量

获得的所有X线照片均储存在我院的东华HIS阅片系统里,由两名具有3年以上脊柱外科专业工作经验的医生独立进行测量,并对所有测量结果的平均值进行统计分析。测量参数包括颈椎角(global cervical angle, GCA, C<sub>2</sub>下终板与C<sub>7</sub>下终板之间的角度),此参数用来描述颈椎角度的变化;胸椎角(global thoracic angle, GTA, T<sub>1</sub>上终板与T<sub>12</sub>下终板之间的夹角),此参数用来描述胸椎角度的变化;胸腰椎连接角(thoracolumbar, TLA, T<sub>11</sub>上终板与L<sub>2</sub>下终板之间的夹角),此参数用来描述胸腰段角度的变化;腰椎角(global lumbar angle, GLA, L<sub>1</sub>上终板与L<sub>5</sub>下终板之间的夹角),此参数用来描述腰椎角度的变化;CSVA-S(颅矢状垂直轴至S<sub>1</sub>后角的水平距离)、CSVA-H(颅矢状垂直轴至两股骨头连线中点的水平距离),它们被认为是患者矫形效果的更良好的预测因素<sup>[6]</sup>,颅矢状垂直轴定义为通过鼻缝点和枕骨隆突连线中点的垂线;骶骨斜率(Sacral slope, SS)、骨盆倾斜角(Pelvic Tilt, PT)和骨盆入射角(Pelvic incidence, PI)用来描述骨盆角度的变化。如图1和图2。

### 五、统计学处理

采用SPSS 21.0统计软件(IBM,美国)对两种姿势下的GCA、GTA、TLA、GLA、SS、PT、CSVA-S、CSVA-H数据资料分别进行统计分析,每组数据采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,如符合正态分布则进行组间比较,组间比较采用两独立样本t检验,比较两种姿势的放射学参数。检验水准 $\alpha$ 值取双侧0.05。



注:GCA为颈椎角;GTA为胸椎角;TLA为胸腰椎连接角;GLA为腰椎角

图1 脊柱-骨盆矢状面参数示意图。角1:GCA, C<sub>2</sub>下终板与C<sub>7</sub>下终板的夹角;角2:GTA, T<sub>1</sub>上终板与T<sub>12</sub>下终板的夹角;角3:TLA, T<sub>10</sub>上终板与L<sub>2</sub>下终板的夹角;角4:GLA, L<sub>1</sub>上终板与L<sub>5</sub>下终板的夹角;角5:SS, 骶骨斜率;角6:PT, 骨盆倾斜角;角7:PI, 骨盆入射角;线8:CSVA-S, 颅矢状垂直轴到骶骨后角的距离;线9:CSVA-H, 颅矢状垂直轴到髋关节中心的距离

## 结 果

### 一、两种姿势影像学比较

当受试者处于直立坐姿时,其胸腰椎存在两个顶椎区;当受试者处于舒适坐姿时,其中有53名(88.3%)的胸腰椎仅存在一个顶椎区。由直立坐姿变为舒适坐姿过程中,脊柱整体更加下垂,胸腰椎更

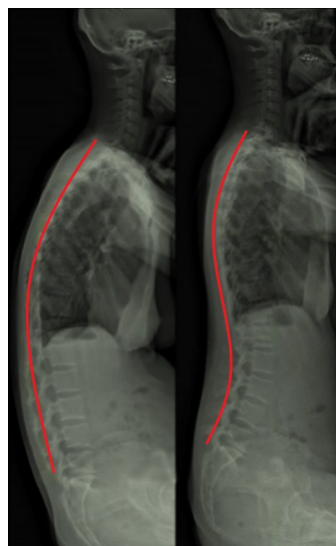


图2 男性,32岁,舒适坐姿(左)与直立坐姿(右)脊柱和骨盆矢状面X线片。可见舒适坐姿时胸腰椎整体是一个后凸的弧形曲线,在T<sub>10</sub>椎体处为顶椎区;直立坐姿时胸腰椎是一“S”形曲线,在L<sub>2</sub>和T<sub>8</sub>存在两处顶椎区

加接近于一个后凸的弧形曲线,如图2。

### 二、两种姿势的各项参数比较

与直立坐姿姿势相比,舒适坐姿展示出了更大的颈椎前凸角( $11.71 \pm 5.54$  vs  $19.49 \pm 4.78$ ,  $P < 0.001$ )、更大的胸椎后凸角( $22.63 \pm 7.92$  vs  $35.85 \pm 9.88$ ,  $P < 0.001$ )、更大的胸腰段后凸角( $2.68 \pm 2.72$  vs  $15.92 \pm 2.86$ ,  $P < 0.001$ )、更小的腰椎前凸角( $29.69 \pm 5.38$  vs  $6.76 \pm 9.60$ ,  $P < 0.001$ )、更小的SS( $21.36 \pm 4.38$  vs  $5.62 \pm 4.23$ ,  $P < 0.001$ )、以及更大的PT( $30.51 \pm 5.95$  vs  $47.04 \pm 6.27$ ,  $P < 0.001$ ),所有受试者的PI是一个常数,SS和PT产生的数值差异可归因于我们的测量误差。此外,与直立坐姿相比,舒适坐姿身体重心向前移动,展示出了更大的CSVA-S( $3.04 \pm 2.27$  vs  $10.28 \pm 1.72$ ,  $P < 0.001$ )和更大的CSVA-H( $2.59 \pm 1.68$  vs  $7.72 \pm 2.44$ ,  $P < 0.001$ )。如表1。

## 讨 论

### 一、坐姿是日常生活中的主要姿势

近年来,许多研究表明患者矫形术后主观满意程度与脊柱矢状面平衡存在明显相关性<sup>[13]</sup>,因此大多数畸形患者更加期待实现矢状面平衡。目前,大家公认的脊柱矫形标准为恢复站立位姿势下的脊柱自然曲度<sup>[14]</sup>。然而,健康人体的脊柱随着姿势的变化其曲度也会发生改变。Win等<sup>[15]</sup>的研究发现,人们每天坐着的平均时间为6.2 h,有37%的人坐着的时间超过了8 h。Matthews等<sup>[16]</sup>的研究发现,儿童和成年人每天坐着上课或工作时间约7.7 h,占清醒时间的55%。由此可见,对于大部分人来说,日常生活中坐位姿势的重要性并不亚于站立位姿势,因此我们认为,脊柱外科医生必须了解坐位姿势下的脊柱序列变化,并考虑将其应用于脊柱矫形手术方案的制定中。

### 二、直立坐姿和舒适坐姿存在区别

直立坐姿即在目视前方的基础上保持昂首挺胸的姿势,此时胸腰背肌处于收缩状态;而舒适坐姿即在目视前方的基础上尽可能地放松,使胸腰背肌处于最少或无主动收缩状态,耗能达到最低。我们通过观察所有受试者的X线片发现,直立坐姿下胸腰椎在T<sub>6</sub>~T<sub>8</sub>和L<sub>2</sub>~L<sub>4</sub>存在两个顶椎区。当由直立坐姿变为舒适坐姿时,胸腰椎逐渐变形为一个后凸的弧形曲线,只在T<sub>10</sub>~L<sub>1</sub>存在一个顶椎区。这表明在两种坐姿下,脊柱整体的矢状面形态以及生理弯曲



表1 直立坐姿和舒适坐姿下脊柱和骨盆矢状面参数比较  
( $\bar{x} \pm s$ )

项目	直立坐姿	舒适坐姿	t值	P值
GCA°	11.71±5.54	19.49±4.78	-24.752	<0.001
GTA°	22.63±7.92	35.85±9.88	-15.472	<0.001
TLA°	2.68±2.72	15.92±2.86	-33.012	<0.001
GLA°	29.69±5.38	6.76±9.60	42.810	<0.001
SS°	21.36±4.38	5.62±4.23	34.754	<0.001
PT°	30.51±5.95	47.04±6.27	-24.790	<0.001
PI°	53.59±10.53	—	—	—
CSVA-S (cm)	3.04±2.27	10.28±1.72	-34.314	<0.001
CSVA-H (cm)	2.59±1.68	7.72±2.44	-36.035	<0.001

存在显著差异。此外,我们发现在直立坐姿时,SS>45°的受试者的顶椎往往是L<sub>3</sub>和T<sub>6</sub>、T<sub>7</sub>;而SS<30°的受试者的顶椎往往是L<sub>4</sub>和T<sub>8</sub>,SS越小其顶椎越靠近下方。此发现有助于脊柱外科医生在制定矫形方案时,针对不同SS的患者大致确定其顶椎位置,提供合适的连接棒弧度,这将为患者提供更加稳定的生物力学环境,对减少术后并发症存在显著作用。

既往有研究证实,站立姿势和直立坐姿下的脊柱动力学和曲度存在显著差异<sup>[17-18]</sup>。Endo等<sup>[19]</sup>的研究表明,正常人的姿势由站立位变为直立坐姿时腰椎前凸(Lumbar Lordosis, LL)减小了约50%,同时Lee等<sup>[20]</sup>的研究也表明此姿势变化LL会下降约2~4倍。在我们的研究中,从直立坐姿到舒适坐姿GLA从29.69°降低到6.76°( $P<0.001$ ),下降约77.3%。我们发现,人体在平衡的前提下改变姿势时,腰椎的活动度最大,其角度的改变与其他部位相比是最高的。这说明腰椎在人体整体平衡中起着重要作用。Hey等<sup>[21]</sup>的研究表明,下腰椎手术矫形的目标是恢复其合适的曲度,矫形不足与矫形过度会使脊柱长期被迫处于一种异常的姿势,这种异常姿势与PJF和连接棒的断裂等并发症存在明显相关性。由于老年人生理退化和肌肉韧带的松弛,因此上述并发症在老年人身上存在高发生率<sup>[22]</sup>。此外,这种并发症在矫形后的年轻患者中也可发生,这表明机械问题在年轻患者中依然存在,而腰椎的高活动度可能是其原因之一。不同的坐姿产生不同的脊柱轮廓,并影响了椎弓根螺钉的角度,连接杆的弧度和整个植入物系统的剪切力。人体从直立坐姿向舒适坐姿转变时GLA逐渐减小,脊柱逐渐形变为一个后凸的弧形曲线,基于能量守恒原理<sup>[9]</sup>,舒适坐姿时

GLA的减小同时伴随脊柱后方张力带的拉伸,这样对椎旁肌保持脊柱稳定和平衡的要求就降低了。因此,以忽略舒适坐姿的标准进行脊柱矫正会丧失脊柱后方张力带的拉伸效果,进而提高对椎旁肌维持平衡的要求,这类患者会感到持续背痛或疲劳<sup>[13]</sup>。我们关于直立坐姿和舒适坐姿的研究可能有助于避免对脊柱矢状位畸形患者矫正不足与过度的发生,在恢复下腰椎曲度和减少生物力学并发症方面具有潜在价值。此外,我们得出的直立坐姿和舒适坐姿的相关参数结合前面讲述的不同SS的患者其顶椎位置存在差异的研究有助于对不同姿势习惯的患者提供个体化手术方案的制定,如连接棒的具体弧度及弧的具体位置等。

### 三、CSVA在临床中的应用

在目前的临床中,普遍使用C<sub>7</sub>-SVA来评估脊柱矫形术后矢状面的改善程度,然而,一些患者术后临床评分改善相对较差。C<sub>7</sub>-SVA被定义为从C<sub>7</sub>到骶骨的垂线,它可以被很好的应用于胸腰椎的评估。但是,对于颈椎、全脊柱和下肢的评估,C<sub>7</sub>-SVA存在劣势,因此它并不足以评估患者的整体平衡。C-SVA是通过鼻缝点和枕骨隆突中点的垂线,Kim等认为此垂线到骶骨后角、髋关节、膝关节和踝关节的距离可以作为预测脊柱矫形术后满意度的射线参数,并在108例成人脊柱畸形(Adult Spinal Deformity, ASD)患者的放射学和临床预后的回顾性分析中显示出其结果与脊柱侧凸研究学会(Scoliosis Research Society, SRS)满意度评分有很强的相关性<sup>[6]</sup>。在我们的研究中,虽然下肢因素并不起到决定性作用,但我们仍是观察全脊柱和骨盆参数随姿势改变而发生的变化。因此我们选择使用C-SVA作为我们的评估参数。

### 四、脊柱-骨盆参数在整体平衡中的作用

很多研究已证实脊柱骨盆参数与矢状面平衡存在密切联系<sup>[22-23]</sup>,Schwab等<sup>[24]</sup>认为,当SVA向前移动时,人体重心前移,PT会随之增大。这表明为了实现脊柱骨盆整体平衡,在矢状面平衡缺失时,人体试图增大PT来补偿这一损失,矫形术后SVA的恢复可降低这种补偿,导致PT减小。此外,有研究证明LL和PT存在反向相关性<sup>[25-26]</sup>,即LL的减小会导致PT的增加。在我们的研究中,人体由直立坐姿转变为舒适坐姿时CSVA向前移动,随之带来GCA增加,GTA增加,TLA增加,GLA减小,SS减小和PT的增加。这与已有的研究结果一致。我们的研究无

法考虑下肢因素对整体平衡影响,但是骨盆作为脊柱和下肢的连接点,人体上半身的重量通过骨盆传递到下肢。因此我们认为骨盆的力学改变在整体平衡存在重要枢纽作用,仍需要进一步研究。

### 五、本研究的不足与展望

本研究仍存在局限性。首先,受试者的种族背景和生活习惯可能对研究结果存在潜在影响;其次,骨盆形态可能存在性别差异,而骨盆和腰椎关系密切,因此应考虑到受性别影响而产生的潜在的偏倚。脊柱矫形术是脊柱外科难度较大、操作要求较高的手术,矫形效果的好坏直接影响患者术后的生活质量,我们认为本研究对患者矫形方案的制定存在潜在作用。未来,仍需多方向、大样本的研究来推动脊柱矫形手术的发展。

### 参 考 文 献

- Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(12): 1077-1082.
- Wdh H, MBBS. Differences in erect sitting and natural sitting spinal alignment-insights into a new paradigm and implications in deformity correction [J]. Spine J, 2017, 17(2): 183-189.
- Schwab FJ, Smith VA, Biserni M, et al. Adult scoliosis: a quantitative radio graphic and clinical analysis [J]. Spine, 2002, 27(4): 387-92.
- Mac-Thiong JM, Transfeldt EE, Mehdod AA, et al. Can C7 plumb line and gravity line predict health related quality of life in adult scoliosis? [J]. Spine, 2009, 34(15): E519-27.
- Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Does correction of preoperative coronal imbalance make a difference in outcomes of adult patients with deformity? [J]. Spine, 2013, 38(6): 476-83.
- Yc K, Lenke LG, Lee SJ, et al. The cranial sagittal vertical axis(CrSVA)is a better Radio graphic measure to predict clinical outcomes in adult spinal deformity surgery than the C7 SVA:a monocentric study [J]. Eur Spine J, 2017, 26(8): 2167 - 75.
- Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcomes, and risk factor analysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(14): 1643-1649.
- Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance [J]. Spine, 2010, 35: 2224 - 31.
- Doubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein S, editor. Pediatric spine: principles and practice. New York: Raven Press; 1994.
- Dewald CJ, Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(19 Suppl): S144-S151.
- Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity after segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum five-year follow-up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(20): 2179-2184.
- Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Minimum 5 years of follow-up [J]. Spine, 2012, 37: 1479 - 89.
- Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(18): 2024-2029.
- Lamartina C, Berjano P, Petrucci M, et al. Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis [J]. Eur Spine J, 2012, 21(1, 1): S27-S31.
- Win AM, Yen LW, Tan KH, et al. Patterns of physical activity and sedentary behavior in a representative sample of a multi-ethnic South-East Asian population: a cross-sectional study [J]. BMC Public Health, 2015, 15: 318.
- Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004 [J]. Am J Epidemiol, 2008, 167(7): 875-881.
- Hey D, Teo A, Tan KA, et al. How the spine differs in standing and in sitting-important considerations for correction of spinal deformity [J]. Spine J, 2017, 17(6): 799-806.
- Vaughn JJ, Schwend RM. Sitting sagittal balance is different from standing balance in children with scoliosis [J]. J Pediatr Orthop, 2014, 34(2): 202-207.
- Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions [J]. J Orthop Sci, 2012, 17(6): 682-686.
- Lee ES, Ko CW, Suh SW, et al. The effect of age on sagittal plane profile of the lumbar spine according to standing, supine, and various sitting positions [J]. J Orthop Surg Res, 2014, 9(1): 11.
- Hey H, Tan K, Chin BZ, et al. Comparison of whole body sagittal alignment during directed vs natural, relaxed standing postures in young, healthy adults [J]. Spine J, 2019, 19(11): 1832-1839.
- 李伟, 楼宇梁, 全仁夫. 脊柱后路 PSO 截骨长节段固定治疗 Kummells 病伴脊柱后凸的临床疗效 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2019, 5(1): 33-38.
- Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves [J]. Eur Spine J, 1998, 7(2): 99-103.
- Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(17): 1828-1833.
- Cho IY, Park SY, Park JH, et al. The effect of standing and different sitting positions on lumbar lordosis: radiographic study of 30 healthy volunteers [J]. Asian Spine J, 2015, 9(5): 762-769.
- 陈锴, 张子凡, 陈乾, 等. 基于视觉的智能脊柱畸形测量研究方法及临床初探 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 06(1): 31-38.

(收稿日期:2021-12-15)

(本文编辑:吕红芝)

李瑶, 张迪, 薛睿, 等. 健康成年人不同坐姿下脊柱和骨盆矢状面参数的研究 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2022, 8(2): 91-95.