



经第2骶椎骶髂螺钉技术与髂骨螺钉技术在儿童腰骶手术中的应用

范竞一 张学军 李承鑫 郭东 孙保胜 祁新禹

首都医科大学附属北京儿童医院骨科, 北京 100045

通信作者: 张学军, Email: zhang-x-j04@163.com

【摘要】 目的 初步总结应用经第二骶椎骶髂螺钉(second sacral alar-iliac, S2AI)和髂骨螺钉(ilic ac screw, IS)技术用于儿童腰骶手术的相关经验。**方法** 以首都医科大学附属北京儿童医院矫形骨科2015年7月至2020年6月应用S2AI(S2AI组, 21例)和IS(IS组, 17例)技术治疗的38例腰骶畸形患儿为研究对象, 对比两组患儿年龄、性别、随访时间、翻修次数、出血量、平均置钉时间、是否行扩大剥离、伤口感染、内固定松动、内固定断裂、是否采用附加连接装置、一次置钉成功率、置钉直径、疼痛级别、伤口愈合时间、术后住院时间、胸弯自发矫正、腰弯矫正度、骶骨骨盆角矫正度等资料。**结果** S2AI组和IS组行扩大剥离的病例数分别为5例和12例, 差异具有统计学意义($\chi^2 = 8.315, P = 0.004$); 内固定松动的病例数分别为2例和8例, 差异具有统计学意义($\chi^2 = 5.028, P = 0.025$); 采用附加连接装置的病例数分别为1例和14例, 差异具有统计学意义($\chi^2 = 3.673, P < 0.01$)。**结论** 儿童先天性脊柱畸形(尤其是腰骶畸形)治疗较为困难。S2AI技术与IS技术相比, 具有剥离面小、内固定松脱率低、采用附加连接装置少等优点。但要熟练掌握其技术要领及使用规范, 还需要长期的学习和实践, 对患儿术后骶髂关节疼痛的评判也需要长期随访。

【关键词】 腰骶部/外科学; 髂骨/外科学; 内固定器; 儿童

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC1000806)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202012005-012

Application and effect of the S2AI screws and iliac screw in lumbosacral surgery in children

Fan Jingyi, Zhang Xuejun, Li Chenxin, Guo Dong, Sun Baosheng, Qi Xinyu

Department of Orthopedics, Beijing Children's Hospital Affiliated to Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China

Corresponding author: Zhang Xuejun, Email: mail_bch@163.com

【Abstract】 Objective To summarize the experience in applying the Second Sacral alar-iliac (S2AI) screw and the Iliac screw. **Methods** Retrospective analysis was conducted for 38 lumbosacral malformation cases treated by S2AI screw ($n = 21$) and iliac screw ($n = 17$) techniques from July 2015 to June 2020. Data of patients' age, sex, follow-up time, number of revision, blood loss, average time of screwing, wound expansion, wound infection, screw loosening, screw breakage, connection devices application, screwing success rate, screw diameter, pain level, healing time, postoperative length of stay, spontaneous thoracic curve correction, lumbar curve correction, sacrum pelvic angle correction was recorded. **Results** There were 5 cases (23.8%) and 12 cases (70.5%) of wound expansion in the S2AI group and iliac screw group respectively with a statistical significant difference ($\chi^2 = 8.315, P = 0.004$). There were 2 cases (9.5%) and 8 cases (40.1%) had internal fixation loosening in the S2AI group and iliac screw group respectively with a statistical significant difference ($\chi^2 = 5.028, P = 0.025$). There were 1 case (4.7%) and 14 cases (82.3%) applying connection devices in the S2AI group and iliac screw group respectively with a statistical significant difference ($\chi^2 = 3.673, P < 0.01$). **Conclusion** It is difficult to treat congenital spinal deformity in children. Compared with iliac screw technique, S2AI screw technique has the advantages of smaller stripping surface, lower loosening rate of internal fixation and less use of additional connection devices. However, long-term study and practice are needed to master its technical essentials and standard. Long-term follow-up is also required to evaluate postoperative sacroiliac

小儿先天性脊柱畸形临床常见,其中腰骶畸形由于患病位置特殊、解剖关系复杂、固定点难以选择,导致手术操作难度较大,术后并发症较多^[1-2]。应用传统的第1骶椎髂螺钉及髂骨螺钉(ilial screw, IS)进行下方固定,在无其他支撑的情况下术后内固定失败及假关节形成的概率较高^[3-4]。传统的IS需要做单独切口或向两侧剥离软组织,且连接部与上方内固定呈非线性排列,顺应性差,软组织切迹位置较高,需要额外连接系统,增加切口不愈合或感染风险,对于需要大量髂后自体骨取骨的患儿,IS置钉位点将遭到破坏。经第二骶椎髂螺钉(second sacral alar-ilial, S2AI)在成年患者中的应用很好地解决了上述问题,但S2AI在儿童手术中的应用报道较少^[5-8]。本研究旨在初步总结应用经第二骶椎髂螺钉(second sacral alar-ilial, S2AI)和髂骨螺钉(ilial screw, IS)技术的相关经验,总结二者在儿童腰骶手术中的应用经验。

材料与方法

一、临床资料

以首都医科大学附属北京儿童医院骨科收治的38例先天性腰骶畸形患儿为研究对象。其中应用S2AI技术治疗21例(S2AI组),应用IS技术治疗17例。纳入标准:①于本院确诊为先天性腰骶畸形;②无综合征或神经肌肉病表现;③无明显下肢畸形。排除标准:①多发颈胸椎及肋骨畸形;②无法耐受手术及麻醉。男13例,女25例;手术时平均年龄10岁5个月,术后平均随访3年4个月。两组间年龄、性别等一般资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。记录两组患儿年龄、性别、随访时间、翻修次数、出血量、平均置钉时间、是否扩大剥离、伤口感染、内固定松动、内固定断裂、是否采用附加连接装置、一次置钉成功率、置钉直径、疼痛级别、伤口愈合时间、术后住院时间、胸弯自发矫正、腰弯矫正度、髂骨骨盆角矫正度情况。典型先天性腰骶畸形病例照片见图1至图7。本研究经首都医科大学附属北京儿童医院伦理委员会审批通过(伦理审批号:[2022]-E-116-R)。

二、手术方法

1. 术前准备:术前拍摄站立位脊柱全长正侧位X线片(颅底-股骨近端1/3),对于身高较高的患儿,建议拍摄拼接片。对于骨盆倾斜患儿进行下肢检查,若存在下肢不等长,需在脊柱摄片前将较短的一侧肢体垫高,保持骨盆水平。术前完善CT重建及MRI检查,以了解畸形具体形态及椎管内有无异常,有条件的情况下可以采用3D建模或3D打印技术进行充分的术前规划,以确保手术达到预期效果。对于存在神经症状的患儿,需请神经外科医生、泌尿科医生及普外科医生会诊,必要时进一步检查。术前做好家长的心理工作,并告知治疗计划。对于大龄儿童,需与患儿沟通,消除患儿的心理恐惧。

2. S2AI置入操作:患儿全麻下取俯卧位,术中神经电生理监测正常后消毒铺巾,沿脊柱纵行切开显露术野,自脊柱正中棘突向两侧骨膜下剥离显露置钉位点。S2AI置钉位点为髂骨后外侧嵴与S1、S2后孔连线的中央平行线交点向内2 mm处。用破骨椎破开椎体皮质骨,用探针初步探查钉道方向并暂时留置作为标记,术中C型臂侧倾约60°、头倾约20°,通过X线定位双侧经S2AI至双侧髂骨通道(图4),用开路器沿定位通道开路,并用测深探针探查深度,确认钉道各骨性外壁完整后,通过C型臂术中正侧位了解钉道方向及深度,确保不会自髂骨内板、坐骨大切迹、髂臼上缘穿出,以免损伤腹腔脏器、坐骨神经及关节。根据探针测得的深度及直径选择合适的S2AI,置入螺钉后再次经C型臂确认,并通过金属棒及横向连接装置将S2AI与其他内固定连接。上述置钉过程亦可在术中导航仪协助下完成。手术全程需神经电生理监测,监测系统报警时需暂停或终止手术并积极排查原因,原因不明时需麻醉师配合术中唤醒,待监测信号恢复正常或唤醒双下肢活动良好后方可继续进行手术。

3. 术后护理及随访:脊柱手术创伤大,术后疼痛症状明显,需注意术后疼痛的管控。术后3 d可复查全脊柱站立位X线片,了解内固定留置情况,对于疼痛症状明显的患儿,可延迟拍摄。术后1个月左右患儿可在佩戴保护性支具的情况下下地活

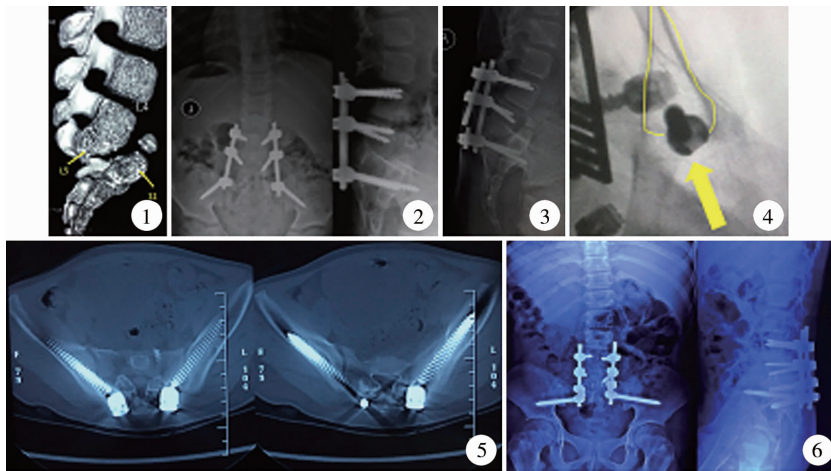


图1 6岁女性先天性腰骶畸形患儿X线片,L5~S1发育不良 图2 首次手术后3个月X线片(行L5部分切除,L5~S1椎间及后方融合,L4、L5-髂骨IS内固定) 图3 首次手术后2年X线片,IS松动,假关节形成,右侧金属棒断裂 图4 翻修手术完成后X线片(L5、S1部分切除,L5~S1椎间及后方融合,S2AI内固定)定位显示“泪滴”征 图5 翻修手术后3 dCT结果,横断面显示S2AI置钉方向良好 图6 翻修手术后4年X线片,显示融合良好,内固定未见松动及断裂

Fig. 1 X-ray of a 6-year-old girl with congenital lumbosacral malformation, L5 – S1 dysplasia
Fig. 2 X-ray at 3 months after surgery (L5 partial resection, L5 – S1 intervertebral and posterior fusion, and L4 – iliac IS fixation)
Fig. 3 X-ray at 2 years after surgery, showing iliac screw loosening and pseudoarthrosis formation
Fig. 4 Teardrop-shaped passage for screw placement during revision surgery (L5, S1 partial resection, L5 – S1 intervertebral and posterior fusion, S2AI fixation)
Fig. 5 CT scan at 3 days after revision surgery. Transvers column shows S2AI screws were in good direction
Fig. 6 CT scan at 4 years after revision surgery showing completely fusion and no internal fixation failure

动,或进行功能康复锻炼。术后3个月门诊复查,拍摄站立位脊柱X线片检查内固定及脊柱平衡情况,若活动正常则可拆卸保护性支具,此后每6个月门诊复查一次。对处于身高发育快速期的患儿,建议每3个月门诊复查一次。若患儿躯干平衡尚未恢复,或手术临近节段出现明显交界性侧凸、后凸,则建议密切复查。由于S2AI穿过骶髂关节,故术后患儿不宜参加激烈对抗性运动并应尽量避免外伤,对于出现内固定失败的病例要及时翻修。

三、统计学处理

采用SPSS 20.0进行统计学分析。出血量、平均置钉时间、一次置钉成功率、置钉直径、疼痛级别、伤口愈合时间、术后住院时间、胸弯自发矫正、腰弯矫正度、骶骨骨盆角矫正度采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,组间比较采用独立样本 t 检验;翻修次数、是否扩大剥离、伤口感染、内固定松动、内固定断裂、是否采用附加连接装置采用例数(率)描述,组间比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

两组在是否扩大剥离、内固定松动、是否采用

附加连接装置方面,差异具有统计学意义($P < 0.05$)。在翻修次数、出血量、平均置钉时间、一次置钉成功率、置钉直径、伤口感染、内固定断裂、疼痛级别、伤口愈合时间、术后住院时间、胸弯自发矫正、腰弯矫正度、骶骨骨盆角矫正度方面,差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表1。

讨 论

一、传统髂骨螺钉技术的缺点

小儿先天性脊柱畸形(尤其是腰骶畸形)由于病变位于脊柱底部,导致明显的局部侧后凸畸形往往会引发躯干整体严重失衡,且局部解剖结构复杂,周围重要血管神经网布,导致内固定位点及固定操作困难。同时,由于腰椎活动度较大,术后内固定失败等并发症的发生率也较高。有学者报道,应用传统的骶1螺钉及IS进行下方固定,在无其他支撑的情况下,术后容易出现内固定失败及假关节形成^[3-4]。传统的髂骨翼螺钉需行单独切口或向两侧剥离软组织,造成更多损伤;且连接部与上方内固定呈非线性排列,顺应性差,软组织切迹较多,需要额外连接系统,增加了切口不愈合或感染的风险^[4]。

表 1 两组先天性腰骶畸形患儿各项治疗参数比较
Table 1 Comparison of treatment parameters between two groups

组别	扩大剥离 [例]	内固定松动 [例]	是否采用附加 连接装置[例]	一次置钉成功 [例]	翻修次数 [例]	伤口感染 [例]	内固定断裂 [例]
S2AI 组(<i>n</i> = 21)	5	2	1	18	1	0	0
IS 组(<i>n</i> = 17)	12	8	14	11	3	1	1
χ^2/t 值	8.315	5.028	3.673	1.279	1.656	1.269	1.269
<i>P</i> 值	0.004	0.025	<0.01	0.249	0.307	0.447	0.447

组别	出血量 ($\bar{x} \pm s$, mL)	平均置钉时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	置钉直径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	伤口愈合时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	住院时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	胸弯自发矫正 ($\bar{x} \pm s$, °)	腰弯矫正度 ($\bar{x} \pm s$, °)	骶骨骨盆矫正度 ($\bar{x} \pm s$, °)
S2AI 组(<i>n</i> = 21)	963.5 ± 577.2	23.0 ± 6.3	7.0 ± 0.5	14.3 ± 0.6	7.5 ± 0.7	11.1 ± 14.5	14.3 ± 13.8	1.4 ± 3.1
IS 组(<i>n</i> = 17)	827.0 ± 664.0	26.1 ± 6.2	7.2 ± 0.3	15.2 ± 3.8	7.2 ± 0.6	15.4 ± 19.0	28.1 ± 22.2	4.1 ± 3.4
χ^2/t 值	0.762	1.295	0.863	0.921	1.167	1.737	2.598	2.177
<i>P</i> 值	0.457	0.214	0.443	0.371	0.260	0.332	0.062	0.054

注 S2AI 指经第二骶椎骶髂螺钉; IS 指髂骨螺钉

二、S2AI 技术的优点

S2AI 的应用很好地解决了上述问题,由于其置钉位点更靠近中线,大大减少了对两侧软组织的剥离,降低了术中出血及软组织损伤的风险,且其与上方内固定系统呈线性排列,内固定系统切迹较低,不像其他内固定系统一样需要额外的连接组件,故切口不愈合的风险明显降低。另外,其置钉过程不需显露髂骨翼,不影响髂后自体骨取骨。

三、S2AI 技术要点

虽然 S2AI 在成人腰骶椎手术中应用越来越广泛,但在儿童手术中 S2AI 的应用却鲜有应用。本研究总结了一些 S2AI 在儿童手术中应用的相关经验。首先,儿童置钉位点的选择基本接近成人,即骶骨后外侧嵴与骶 1、骶 2 后孔连线的中央平行线交点向内旁开 2 mm 处;但在置钉方向的选择上要充分考虑到儿童处于骨骼发育期,骨盆参数与成人不同,置钉过程中需借助照相或其他手段辅助定位,避免不必要的损伤^[9-13]。有学者尝试采用相关 3D 软件,在骶骨骨盆 CT 重建的基础上尝试不同位置置钉,发现 S2AI 螺钉的置入率可达 100%,其置入深度及容错率、安全性均达到相对最佳状态。部分学者考虑到我国人群骶髂关节的解剖结构可能具有特殊性,对 S2AI 置钉相关解剖进行了深入研究^[14-15]。除此之外,在儿童及青少年手术中还应考虑到年龄及个体发育因素,置钉前应用术中 C 型臂 X 线照相定位经 S2AI 至双侧髂骨通道,并仔细探查钉道方向及深度,确保钉道未穿出髂骨内板、坐骨大切迹以及髂臼后方,避免损伤腹腔脏器、坐骨神经及关节内结构。本组中 1 例患儿在置钉过程中出现髂骨内板穿透,导致术中出血明显增多,及时发

现并调整后症状改善,后经术中 X 线检查确认置钉位置及方向良好。2 例置钉过程中 X 线检查显示置钉方向过于靠近髂臼上缘,但并未穿透,及时调整后置钉良好。上述现象进一步说明,良好的术中定位对于控制置钉方向及深度极其重要。但上述患儿置钉过程中未出现神经电生理监测异常,准确可靠的术中神经电生理监测对于降低或避免术中神经损伤格外重要。

总之,儿童重度先天性脊柱畸形(尤其是腰骶畸形)治疗较为困难,复发率及翻修率均较高^[2]。随着 S2AI 技术的出现及应用,上述问题得到了很大程度的改善。S2AI 技术为外科医生提供了更多的置钉选择,减少了过度剥离和损伤。短期随访结果显示,S2AI 松动率明显低于 IS,但考虑到儿童尚处于生长发育期,S2AI 的远期稳定性及其对儿童骶髂关节的远期影响仍需长期随访。本组患儿术后短期随访过程中暂未发现明显的骶髂关节疼痛,但在后期随访中仍需持续关注。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 文献检索为范竟一,论文调查设计为范竟一、张学军,数据收集与分析为范竟一、张学军,论文结果撰写为范竟一,论文讨论分析为范竟一、张学军、李承鑫、郭东、孙保胜、祁新禹

参 考 文 献

[1] 白云松,张学军,曹隽,等.3D 打印模型在儿童先天性脊柱侧凸治疗中的应用研究[J]. 临床小儿外科杂志,2020,19(2): 115-119. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.02.005.
Bai YS,Zhang XJ,Cao J,et al. Application of 3D printed models in the treatment of congenital scoliosis in children[J]. J Clin Ped Sur,2020,19(2):115-119. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.02.005.

[2] 郭东,高荣轩,姚子明,等. 儿童腰骶部半椎体一期后路切除短节段固定治疗效果分析[J]. 临床小儿外科杂志,2020,19

- (7): 596–602. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.007.
- Guo D, Gao RX, Yao ZM, et al. Effect of one-stage posterior resection and short segmental fixation on lumbosacral hemivertebra in children[J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19(7): 596–602. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.07.007.
- [3] Shin JK, Lim BY, Goh TS, et al. Effect of the screw type (S2-alar-iliac and iliac), screw length, and screw head angle on the risk of screw and adjacent bone failures after a spinopelvic fixation technique: A finite element analysis[J]. PLoS One, 2018, 13(8): e0201801. DOI: 10.1371/journal.pone.0201801.
- [4] Ebata S, Ohba T, Oba H, et al. Bilateral dual iliac screws in spinal deformity correction surgery[J]. J Orthop Surg Res, 2018, 13(1): 260. DOI: 10.1186/s13018-018-0969-9.
- [5] Luo Q, Kim YC, Kim KT, et al. Use of iliac screw associated with more correction of lumbar lordosis than S2-alar-iliac screw for adult spinal deformity[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 676. DOI: 10.1186/s12891-021-04568-z.
- [6] Ishida W, Elder BD, Holmes C, et al. Comparison between s2-alar-iliac screw fixation and iliac screw fixation in adult deformity surgery: reoperation rates and spinopelvic parameters[J]. Global Spine J, 2017, 7(7): 672–680. DOI: 10.1177/2192568217700111.
- [7] Lee NJ, Khan A, Lombardi JM, et al. The accuracy of robot-assisted S2 alar-iliac screw placement at two different healthcare centers[J]. J Spine Surg, 2021, 7(3): 326–334. DOI: 10.21037/jss-21-14.
- [8] Iijima Y, Kotani T, Sakuma T, et al. Risk factors for loosening of s2 alar iliac screw: surgical outcomes of adult spinal deformity[J]. Asian Spine J, 2020, 14(6): 864–871. DOI: 10.31616/asj.2020.0100.
- [9] Zhao Y, Ma Y, Liang J, et al. Comparison of the 3D-printed operation guide template technique and the free-hand technique for S2-alar-iliac screw placement[J]. BMC Surg, 2020, 20(1): 258. DOI: 10.1186/s12893-020-00930-5.
- [10] Nazemi AK, Gowd AK, Vaccaro AR, et al. Unilateral S2 alar-iliac screws for spinopelvic fixation[J]. Surg Neurol Int, 2018, 9: 75. DOI: 10.4103/sni.sni_460_17.
- [11] 马宇龙, 陈太邦, 施荣茂, 等. 术中解剖标志引导徒手置入后路经第2骶椎骶髂螺钉技术[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(11): 1021–1024. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2019.11.016.
- Ma YL, Chen TB, Shi RM, et al. Free-hand technique of placing Second Sacral alar-iliac screws through posterior approach by anatomical markers[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2019, 25(11): 1021–1024. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2019.11.016.
- [12] 易红蕾, 陈兴捷, 王昕辉, 等. 徒手经第2骶骨翼骶髂螺钉植入技术在退变性腰椎侧凸腰骶骨盆固定中的应用[J]. 中华外科杂志, 2020, 58(9): 707–712. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20200222-00121.
- Yi HL, Chen XJ, Wang XH, et al. Free-hand technique of S2 alar iliac screw placement for sacropelvic fusion in lumbar degenerative scoliosis[J]. Chin J Surg, 2020, 58(9): 707–712. DOI: 10.3760/cma.j.cn112139-20200222-00121.
- [13] 郑礼鹏, 雷飞, 孙先润, 等. 3D打印导板辅助骶2髂骨螺钉置入[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(2): 176–180. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.17.
- Zheng LP, Lei F, Sun XR, et al. 3D printed template guided placement second sacral alar-iliac screw[J]. Ortho J Chin, 2019, 27(2): 176–180. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.02.17.
- [14] Wu AM, Chi YL, Ni WF, et al. The feasibility and radiological features of sacral alar iliac fixation in an adult population: a 3D imaging study[J]. PeerJ, 2016, 4: e1587. DOI: 10.7717/peerj.1587.
- [15] Zhu F, Bao HD, Yuan S, et al. Posterior second sacral alar iliac screw insertion: anatomic study in a chinese population[J]. Eur Spine J, 2013, 22(7): 1683–1689. DOI: 10.1007/s00586-013-2734-4.

(收稿日期: 2020-12-03)

本文引用格式: 范竞一, 张学军, 李承鑫, 等. 经第2骶椎骶髂螺钉技术与髂骨螺钉技术在儿童腰骶手术中的应用[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(5): 463–467. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202012005-012.

Citing this article as: Fan JY, Zhang XJ, Li CX, et al. Application and effect of the S2AI screws and iliac screw in lumbosacral surgery in children[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(5): 463–467. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202012005-012.

疑难重症和罕见病的临床研究

疑难重症和少见病是大型综合性、专科医院临床工作的主要任务之一。因病例相对集中, 通常疑难重症和罕见病也是这类医院临床研究的重点。但同时, 正是因为病例数量少, 一家医院的病例数量很难满足研究需要, 而常规多中心研究因成本高、组织难度大等原因很难组织实施。为此, 学术界提出临床注册研究的解决方案, 其主要特点是在网络上搭建多中心临床研究平台, 采用病例注册上传的形式, 按事先设计的方案, 上传注册病例的临床信息, 建立多中心临床研究数据库, 形成研究平台。这项工作需要花费许多人力物力, 平台建成后应形成能够支持多种类型临床研究的技术平台, 形成内部良性循环运行机制, 支持临床研究长期稳定持续地开展。同时, 注册上传的病例资料将在各种临床研究中反复使用, 事先设计的临床研究方案必须适应今后开展各类临床研究的需要。