

儿童跗骨联合的研究进展



全文二维码

吴及 李雄涛 夏敬冬 张平 沈先涛

华中科技大学同济医学院附属武汉儿童医院(武汉市妇幼保健院)骨科, 武汉 430014

通信作者: 沈先涛, Email: xiantaoshen9815@aliyun.com

【摘要】 跗骨联合(tarsal coalition, TC)是一种发育性畸形, 常于少年期出现症状。国内对于 TC 的报道极少, 临床罕见, 诊治方案尚未统一。本文对 TC 病因及流行病学、病理学、临床特征、影像学特征及分型、治疗进展等进行综述, 希望能够加深小儿骨科医师对于 TC 的认识, 为探索 TC 的规范诊治策略提供参考依据。

【关键词】 跗骨联合; 外科手术; 儿童

基金项目: 武汉市卫计委科研项目(WX19C13)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202203058-017

Research advances of tarsal coalition in adolescents

Wu Ji, Li Xiongtao, Xia Jingdong, Zhang Ping, Shen Xiantao

Department of Orthopedics, Wuhan Children's Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430014, China

Corresponding author: Shen Xiantao, Email: xiantaoshen9815@aliyun.com

【Abstract】 Tarsal coalition (TC) is a developmental malformation occurring frequently in adolescents. There are few domestic reports on TC. However, the actual incidence rate is greatly underestimated. This review provided a comprehensive overview of the current literature pertaining to the etiology, epidemiology, pathology, clinical manifestations, radiological features, classifications and therapeutic advancements of TC. It was intended to enhance the understanding of pediatric orthopedists about this condition and serve as references for formulating standardized diagnostic and therapeutic approaches.

【Key words】 Tarsal Coalition; Surgical Procedures, Operative; Child

Fund program: Research Project of Wuhan Municipal Health & Family Planning Commission (WX19C13)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202203058-017

跗骨联合(tarsal coalition, TC)是2个以上跗骨间发生的异常连接。这种连接常累及中后足, 可分为骨性、非骨性, 也可分为完全性、不完全性。随着幼龄儿童(1~5岁)逐渐成长进入少年期(6~14岁), 身体结构逐渐发育, 足部某些区域原有的纤维、软骨成分会逐渐发生骨化。TC作为一种发育性畸形, 常表现为青春期的足部疼痛、扁平足, 是导致儿童足部疼痛的重要原因^[1]。TC可加速邻近关节的退行性变, 常易漏诊。目前国内在儿童足踝畸形的诊疗上存在区域性差异, 因此了解TC的研究现状, 有助于TC患儿获得及时、正确的诊断和治疗^[2]。本文对TC的病因及流行病学、病理学、临床特征、影像学特征及分型、治疗进展进行综述, 希望能够加深小儿骨科医师对于TC的认识, 为探索TC的规范诊治策略提供参考依据。

一、病因及流行病学

TC是指跗骨间的纤维性、软骨性或骨性连接, 多起源于胚胎期原始间充质的先天分化和分节异常, 在出生后的某个

生长发育期逐渐出现骨化^[3]。Mosca等^[4]认为TC是一种发育性畸形, 由于上述间充质细胞分化、节段化异常, 导致出生后出现发育性的足骨间融合。有研究表明, TC存在常染色体显性遗传^[5]。患儿的第一代亲属患病率相对较高, 但通常无症状。TC可以作为一种单独的疾病发生, 但常与某些先天结构畸形或综合征有关, 如高弓内翻足、马蹄足、腕骨联合、海豹肢、指关节粘连、Apert综合征、Nievergelt-Pearlman综合征等, 极少数TC可继发于感染、肿瘤、关节炎、创伤^[6-9]。Jackson等^[1]专门针对儿童人群开展了一项调查研究, 发现有症状的儿童TC发病率约为每年3.5/100 000, 发病年龄高峰集中在10~14岁。考虑到许多伴有TC的患儿无任何症状, 导致其从未就诊, 因此实际发病率可能更高。

二、病理学特点

TC可发生于距跟关节、跟舟关节、舟楔关节、楔跗关节等所有跗骨关节, 常见的发生区域是距跟关节的中关节面和跟舟关节, 占有TC的90%^[10-11]。双足同时存在TC者占

所有 TC 患者的 50% 以上^[12]。病理性质包括骨性、软骨性和纤维性。TC 通常首先在骨块间形成纤维连接,再化生过渡成软骨连接,最终逐渐形成骨性连接。该过程通常发生在大龄儿童或青春期(开始于 10 岁,可持续至 16~18 岁)。

距跟联合可位于关节内或关节外。位于关节内者,前距、中距、后距关节面均可受累,尤以中距关节面受累最为常见^[13];位于关节外者,距跟联合常位于后内侧。距跟联合可影响足弓。联合累及中距关节面者往往存在扁平足;累及后距关节面者可表现为高弓足。跟舟关节联合则多位于跟骨前部与舟骨外侧缘。

三、临床特征

年幼的 TC 患儿通常无症状。TC 常在青春前期出现相应的临床表现,如后足活动性疼痛、距下关节僵硬、僵硬性扁平足等^[14-15]。患儿往往先出现纵弓进行性扁平、后足外翻。较多的患儿因踝部扭伤或骨折就诊而发现 TC^[16]。所有 TC 患儿中,症状阳性率通常不超过 25%。典型症状是跗骨窦或后足中部出现隐酸痛,常发生于 8~16 岁的青少年。活动常有疼痛,休息时减轻。有严重外翻畸形者负重时常有距骨头痛,跗骨联合区域常有压痛。疼痛往往起始于 TC 由软骨成分逐渐骨化的阶段。距跟联合者疼痛常发生于 12~16 岁,跟舟联合者疼痛常发生于 8~12 岁^[15]。TC 的化生可能与距下关节活动受限、后足外翻、纵弓扁平的逐渐演化有关,疼痛原因尚不明确,可能与韧带扭伤、腓骨肌痉挛、跗骨窦或距下关节受激惹、局部炎症等因素有关。部分病例由于内侧关节面异常扩大,可在内踝下方触及异常突起(即双内踝征)^[16]。以扁平足为主要表现的距跟联合常存在距下关节活动受限,表现为关节僵硬。发病较久者,由于距舟、跟骰关节代偿性活动度过大,可掩盖距下关节受限的表现。此外,在踮脚站立时,足弓常不能抬起。跟舟联合者足的僵硬、扁平通常不明显。对于 TC 导致的僵硬型扁平足,仍需要与类似表现的疾病(如幼年型类风湿关节炎、距骨或跟骨病损、外伤后遗症)进行鉴别。

四、影像学特征及分型

足斜位片较易发现少年儿童的典型骨性跟舟联合。足负重侧位片可见狭长的跟骨前部,被称为“食蚁兽鼻征”,常提示跟舟联合^[17]。软骨联合在平片上表现为波形的局部关节面。侧位片还可发现距下关节狭窄,以及由于形成牵拉骨赘而表现为距骨头背侧成鸟嘴样改变。此外,侧位片可见跟骨载距突与内侧距骨穹隆组成“C”形征。有人认为“C”形征是提示距跟联合的影像学表现^[18]。然而研究发现,“C”形征诊断扁平足有一定的特异性,但诊断 TC 的敏感度、特异度均较低。跟骨轴位(Harris 位)片可较好地显示患儿距下关节中关节面有无狭窄、不规则等情况。

对于可能存在足部异常结构的患儿,CT 和 MRI 均为非常重要的诊断方法^[19]。CT 可立体清晰显示 TC 的准确位置、形状以及联合的性质^[20]。建议术前常规行 CT 三维重建,可排除多发 TC。Phyo 等^[21]认为,对于后中部关节外型的距跟联合,难以通过 CT 诊断。对于纤维性、软骨性 TC,普

通平片、CT 可能难以发现,需进行 MRI 检查。对于患有 TC 的儿童人群,MRI 有其独特的应用价值;因为足部未完全骨化,某些二次骨化的改变不能在 CT 上被发现,而 MRI 有助于发现非骨性联合^[19-22]。Bagley 等^[23]研究发现,MRI 在评估儿童扁平足的异常结构性改变方面很有价值。MRI 的诊断效率高,且没有放射暴露,因此可作为诊断 TC 的金标准^[24]。但 Li 等^[15]不建议将 MRI 用于 TC 诊断,他们认为畸形范围在 CT 影像上呈现得更清晰。基于 CT 三维重建影像,可将距跟联合分为 5 型:线型(I 型)、线型带后勾型(II 型)、木瓦型(III 型)、完全骨性融合型(IV 型)、后侧型(V 型)^[20]。

五、治疗

TC 的治疗应基于症状和体征,主要针对有疼痛症状者。保守治疗的主要目的是缓解症状,包括改变活动方式(即暂停引起疼痛的活动)、应用非甾体抗炎药(nonsteroidal anti-inflammatory drugs, NSAIDs)、穿足弓支撑鞋垫(矫形鞋垫)以及可行走的短腿石膏固定^[25]。穿足弓支撑鞋垫可能有助于缓解疼痛。通常来说,石膏固定 2~4 周可缓解症状。拆除石膏后 6 周,约 30% 的患者不会感到足部疼痛^[24]。对于有症状的 TC,非手术治疗可持续 6 个月以上^[13]。Shirley 等^[26]研究发现,经过保守治疗,53% 的 TC 患儿可以减轻症状;他同时认为,保守治疗能推迟手术时机,甚至能避免手术。Pino 等^[27]也指出,约 50% 的患儿经保守治疗可获得良好效果,剩余 50% 的病例因症状持续未缓解,经手术治疗后症状均明显减轻。然而,Di Gennaro 等^[28]对 55 例存在明显症状的 TC 患儿进行手术治疗和非手术治疗的疗效对比,经长达 6.6 年的随访发现,手术治疗比非手术治疗效果更好。手术治疗主要适用于疼痛反复发作、有功能残疾症状者。如果保守治疗无法充分减轻症状,则建议手术^[29]。目前对于手术年龄和 TC 类型没有明确限制;对于跟舟联合,早期切除效果较好^[24]。有学者认为手术的主要目标是减轻疼痛,而不是消除 TC 或者重建足纵弓;但 Ghaznavi 等^[30]认为,矫正外翻畸形亦很重要。手术方式包括跗骨联合切除、组织移植、截骨、关节融合、肌腱延长等。移植填充物目前可采用脂肪、同种异体透明软骨、胫后肌腱鞘、趾短伸肌肌瓣或足拇长屈肌腱的一部分等^[31]。TC 的切除目前可采用传统开放式内侧入路或在关节镜下进行,相比于开放式手术,关节镜切除跟舟联合的返修率较高^[32]。关节镜技术更适用于涉及后关节面的跟舟或距跟联合者。对于相对复杂的 III 型或 IV 型 TC,术前的 CT 扫描虽然不能精确显示关节受累程度,但有助于提高手术成功率。术前 3D 打印有助于术中定位联合病灶所处的切面,尽量避免术中盲目截除骨质情况^[33]。已有研究证实切除有症状的距跟联合可明显改善症状^[3,34]。多数有症状者经手术切除 TC 后获得可接受的结果(即疼痛症状减轻、运动功能改善)^[35]。采用手术切除跟舟或距跟联合的方法能有效改善患儿的足部运动功能^[36]。此外,Masquijo 等^[37]报道将游离脂肪、骨蜡填充于所切除的间隙内,可降低局部再骨化率。研究发现,相对于单纯切除联合,额外的软组织填充不

仅可降低复发率,且有助于缓解症状^[38]。Jackson 等^[39]近期完成的一项研究发现,通过平均 14.4 年的随访,对比各种儿童 TC 的手术和非手术治疗结局,发现经手术干预的患儿出现长期症状的概率相对更低;该研究同时发现,经中长期随访,超过 2/3 的接受手术患儿未见残余症状。对于 <16 岁、患有软骨性联合、无退行性关节病的患者,经保守治疗无效,可采用切除联合,外加脂肪、胫后肌腱鞘等填塞^[35]。但术前必须排除距舟、跟骰关节退行性病变,明显的退行性关节炎是手术禁忌证。然而亦有研究认为,手术切除距跟联合的效果尚不明确。这种切除效果差的联合常位于后足外翻畸形的张力侧,在切除联合之后,可能出现进行性的足弓扁平。手术效果不佳也常和手术切除不彻底有关,Upasani 等^[40]研究发现跟舟联合常深达 25 mm,且包裹距骨头的下方部分。手术效果差的病例也可能与未把握好手术指征有关。有研究指出,如果距跟联合占据了 50% 以上宽度的距下关节面,则不宜行手术切除^[41]。这些患者术后往往出现继发性距下关节僵硬、距骨头外侧与跟骨发生撞击。大多数有症状的距跟联合患儿存在后足外翻畸形。单纯切除相应的异常联合结构并不能完全恢复距下关节的运动,也无法纠正后足外翻畸形。若距下关节面受累 <50% 伴后足外翻 >16°,切除此异常结构时仍需同期行跟骨截骨纠正外翻;若距下关节面受累 >50%,无论后足外翻程度如何,可单独行跟骨外翻截骨^[38]。对于严重的外翻畸形,疼痛往往与畸形本身有关,是否需要处理 TC 存在争议^[42]。跟骨延长截骨术已经被部分学者用来纠正所有的外翻畸形,甚至是巨大的、不能切除的位于距跟关节中关节面的骨性融合^[43]。尚林等^[44]采用跟骨外侧延长截骨术治疗 10 例联合面积大于 50% 的距跟后关节面患儿,发现可以有效矫正畸形、缓解疼痛。此外,这种手术方式也可用于严重后足外翻畸形的多发 TC 切除。对于患有 TC 的儿童,很难明确何时需要进行关节融合;距下关节融合或三关节融合可能仅适用于非常僵硬的畸形^[15]。考虑到术后远期效果差,关节融合手术不宜轻易应用于儿童或青少年,应作为最后补救手段。

综上所述,TC 是一种发育性畸形,常在青春前期出现临床表现,如后足活动性疼痛、距下关节僵硬、僵硬性扁平足等。由于其病理性质的多样化,采用常规拍片检查易漏诊,必要时需结合 CT、MRI 明确诊断。对于有症状的 TC,保守治疗可持续 6 个月以上。切除 TC + 组织填塞移植可改善症状,必要时需加行跟骨截骨矫正后足外翻畸形。这种联合的手术方式是目前治疗 TC 疼痛反复发作的主要方法。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- Jackson TJ, Larson AN, Mathew SE, et al. Incidence of symptomatic pediatric tarsal coalition in Olmsted county: a population-based study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2021, 103(2): 155-161. DOI: 10. 2106/ JBJS. 20. 00707.
- 刘万林. 儿童足踝畸形诊疗现状[J]. 临床小儿外科杂志, 2022, 21(8): 701-706. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202206037-001.
- Liu WL. Current status of diagnosing and treating foot and ankle deformities in children[J]. J Clin Ped Sur, 2022, 21(8): 701-706. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785-202206037-001.
- Kothari A, Masquijo J. Surgical treatment of tarsal coalitions in children and adolescents[J]. EFORT Open Rev, 2020, 5(2): 80-89. DOI: 10. 1302/2058-5241. 5. 180106.
- Mosca VS. Principles and management of pediatric foot and ankle deformities and malformations[M]. Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2014: 100.
- Saxena A, Allen R, Wright A, et al. Tarsal coalition resections: a long-term retrospective analysis of 97 resections in 78 patients[J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 458. DOI: 10. 1186/s13018-022-03350-8.
- Rocchi V, Mubarak S. Ankle ganglion associated with tarsal coalition: a case report with a 5-year follow-up[J]. JBJS Case Connect, 2020, 10(3): e2000090. DOI: 10. 2106/ JBJS. CC. 20. 00090.
- Albee ME. Diagnosing tarsal coalition in medieval Exeter[J]. Int J Paleopathol, 2020, 28: 32-41. DOI: 10. 1016/j. ijpp. 2019. 11. 005.
- Berg AR, Pletcher BA, Edobor-Osula OF. Natural progression and symptomatic management of tarsal-carpal coalition syndrome: a case report[J]. JBJS Case Connect, 2021, 11(4): e20. 00964. DOI: 10. 2106/ JBJS. CC. 20. 00964.
- Johnson AJ, Gokcen E. Tarsal coalition of the cuneiforms in a young athlete: a case report[J]. JBJS Case Connect, 2021, 11(1): e19. 00404. DOI: 10. 2106/ JBJS. CC. 19. 00404.
- Addar A, Marwan Y, Algarni N, et al. Tarsal coalition: systematic review of arthroscopic management[J]. Foot (Edinb), 2021, 49: 101864. DOI: 10. 1016/j. foot. 2021. 101864.
- Golshteyn G, Schneider HP. Tarsal coalitions[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2022, 39(1): 129-142. DOI: 10. 1016/j. cpm. 2021. 08. 004.
- Richer EJ, Pawley BK. Multiple unilateral tarsal coalitions in a nonsyndromic patient[J]. Clin Imaging, 2016, 40(2): 247-250. DOI: 10. 1016/j. clinimag. 2015. 10. 004.
- Ellsworth BK, Kehoe C, DeFrancesco CJ, et al. Talocalcaneal tarsal coalition size: evaluation and reproducibility of MRI measurements[J]. J Pediatr Orthop, 2022, 42(6): e612-e615. DOI: 10. 1097/BPO. 0000000000002129.
- Jain VK, Iyengar KP, Botchu R. Bone stress injuries in the presence of tarsal coalition as a cause of hindfoot pain in adolescents: case series of 6 patients with literature review[J]. Skeletal Radiol, 2022, 51(5): 991-996. DOI: 10. 1007/s00256-021-03914-5.
- Li SY, Myerson MS. Management of complex tarsal coalition in children[J]. Foot Ankle Clin, 2021, 26(4): 941-954. DOI: 10. 1016/j. fcl. 2021. 07. 012.
- Murphy JS, Mubarak SJ. Talocalcaneal coalitions[J]. Foot Ankle Clin, 2015, 20(4): 681-691. DOI: 10. 1016/j. fcl. 2015. 07. 009.
- Cvrček J, Kuželka V, Jor T, et al. Familial occurrence of skeletal developmental anomalies as a reflection of biological relationships in a genealogically documented Central European sample (19th to 20th centuries)[J]. J Anat, 2021, 239(5): 1226-1238. DOI: 10. 1111/joa. 13499.
- Lee SH, Park HJ, Yeo ED, et al. Talocalcaneal coalition: a focus on radiographic findings and sites of bridging[J]. Indian J Orthop, 2016, 50(6): 661-668. DOI: 10. 4103/0019-5413. 193473.
- Berkeley R, Tennant S, Saifuddin A. Multimodality imaging of the

- paediatric flatfoot [J]. *Skeletal Radiol*, 2021, 50 (11): 2133 - 2149. DOI:10.1007/s00256-021-03806-8.
- [20] Rozansky A, Varley E, Moor M, et al. A radiologic classification of talocalcaneal coalitions based on 3D reconstruction [J]. *J Child Orthop*, 2010, 4 (2): 129-135. DOI:10.1007/s11832-009-0224-3.
- [21] Phyo N, Pressney I, Khoo M, et al. The radiological diagnosis of extra-articular posteromedial talocalcaneal coalition [J]. *Skeletal Radiol*, 2020, 49 (9): 1413-1422. DOI:10.1007/s00256-020-03440-w.
- [22] Bhat AK, Madi S, Mane PP, et al. Bilateral tarsal tunnel syndrome attributed to bilateral fibrous tarsal coalition and symmetrical hypertrophy of the sustentaculum tali [J]. *BMJ Case Rep*, 2017, 2017: bcr-2017-220087. DOI:10.1136/bcr-2017-220087.
- [23] Bagley C, McIlhorne S, Singla N, et al. MRI for paediatric flatfoot: is it necessary? [J]. *Br J Radiol*, 2022, 95 (1132): 20210784. DOI:10.1259/bjr.20210784.
- [24] Klammer G, Espinosa N, Iselin LD. Coalitions of the tarsal bones [J]. *Foot Ankle Clin*, 2018, 23 (3): 435-449. DOI:10.1016/j.fcl.2018.04.011.
- [25] Scott AT, Tuten HR. Calcaneonavicular coalition resection with extensor digitorum brevis interposition in adults [J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28 (8): 890-895. DOI:10.3113/FAI.2007.0890.
- [26] Shirley E, Gheorghe R, Neal KM. Results of nonoperative treatment for symptomatic tarsal coalitions [J]. *Cureus*, 2018, 10 (7): e2944. DOI:10.7759/cureus.2944.
- [27] Pino Almero L, Blasco Molla MC, Navarro Muñoz J, et al. Tarsal coalitions as a cause of pain in the foot of children; therapeutic options [J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2022, 66 (5): 364-370. DOI:10.1016/j.recot.2021.03.007.
- [28] Di Gennaro GL, Stallone S, Olivetto E, et al. Operative versus non-operative treatment in children with painful rigid flatfoot and talocalcaneal coalition [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 185. DOI:10.1186/s12891-020-03213-5.
- [29] Zide JR, Shivers C, Adair C, et al. The efficacy of intra-articular subtaral steroid injection for symptomatic talocalcaneal coalitions: a 30-year single institution experience [J]. *J Pediatr Orthop*, 2022, 42 (5): e453 - e458. DOI: 10.1097/BPO.00000000000002132.
- [30] Ghaznavi A, Hemmatyar A, Mahdavi SM, et al. Treatment of symptomatic flexible flat foot in pediatrics with a modified Mosca's lateral column lengthening [J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2022, 36: 93. DOI:10.47176/mjiri.36.93.
- [31] 贾二龙, 孙超, 王智, 等. 跟舟联合切除及趾短伸肌肌瓣置入手术治疗症状性跟舟联合的疗效分析 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2020, 25 (4): 371-375. DOI:10.3760/cma.j.cn101202-20190912-00286.
- Jia EL, Sun C, Wang Z, et al. Analysis of the surgical efficacy of calcaneonavicular coalition resection with extensor digitorum brevis interposition in the symptomatic calcaneonavicular coalition [J]. *Chin J Anat Clin*, 2020, 25 (4): 371-375. DOI:10.3760/cma.j.cn101202-20190912-00286.
- [32] Corin B, Laumonerie P, Zrounba V, et al. Resection of calcaneonavicular coalition: arthroscopic or open approach? [J]. *J Child Orthop*, 2022, 16 (2): 136-140. DOI:10.1177/18632521221087170.
- [33] Sobrón FB, Benjumea A, Alonso MB, et al. 3D printing surgical guide for talocalcaneal coalition resection; technique tip [J]. *Foot Ankle Int*, 2019, 40 (6): 727-732. DOI:10.1177/1071100719833665.
- [34] Aibinder WR, Young EY, Milbrandt TA. Intraoperative three-dimensional navigation for talocalcaneal coalition resection [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2017, 56 (5): 1091-1094. DOI:10.1053/j.jfas.2017.05.046.
- [35] Hubert J, Hawellek T, Beil FT, et al. Resection of medial talocalcaneal coalition with interposition of a pediculated flap of tibialis posterior tendon sheath [J]. *Foot Ankle Int*, 2018, 39 (8): 935-941. DOI:10.1177/1071100718768257.
- [36] Andrews NA, Torrez T, Halstrom JR, et al. Long term patient reported outcomes of tarsal coalition resection in pediatric patients [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7 (1): 2473011421S00083. DOI:10.1177/2473011421S00083.
- [37] Masquijo J, Allende V, Torres-Gomez A, et al. Fat graft and bone wax interposition provides better functional outcomes and lower reossification rates than extensor digitorum brevis after calcaneonavicular coalition resection [J]. *J Pediatr Orthop*, 2017, 37 (7): e427-e431. DOI:10.1097/BPO.0000000000001061.
- [38] Soni JF, Valenza W, Matsunaga C. Tarsal coalition [J]. *Curr Opin Pediatr*, 2020, 32 (1): 93-99. DOI:10.1097/MOP.00000000000000858.
- [39] Jackson TJ, Mathew SE, Larson AN, et al. Characteristics and reoperation rates of paediatric tarsal coalitions: a population-based study [J]. *J Child Orthop*, 2020, 14 (6): 537-543. DOI:10.1302/1863-2548.14.200177.
- [40] Upasani VV, Chambers RC, Mubarak SJ. Analysis of calcaneonavicular coalitions using multi-planar three-dimensional computed tomography [J]. *J Child Orthop*, 2008, 2 (4): 301-307. DOI:10.1007/s11832-008-0111-3.
- [41] Kothari A, Masquijo J. Surgical treatment of tarsal coalitions in children and adolescents [J]. *EFORT Open Rev*, 2020, 5 (2): 80-89. DOI:10.1302/2058-5241.5.180106.
- [42] Mahan ST, Miller PE, Kasser JR, et al. Prospective evaluation of tarsal coalition excision show significant improvements in pain and function [J]. *J Pediatr Orthop*, 2021, 41 (9): e828 - e832. DOI:10.1097/BPO.0000000000001951.
- [43] Conklin MJ, Strom SF, Seidenstein AH, et al. Risk factors for non-union in pediatric lateral column lengthening (Mosca) procedures [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7 (1): 2473011421S0015. DOI:10.1177/2473011421S00153.
- [44] 尚林, 王翔宇, 王爱国, 等. Evans 跟骨外侧延长术治疗距跟联合合并后足外翻畸形 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34 (2): 173-178. DOI:10.7507/1002-1892.201907065.
- Shang L, Wang XY, Wang AG, et al. Evans lateral lengthening calcaneal osteotomy in treatment of talocalcaneal coalition with hindfoot valgus deformity [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2020, 34 (2): 173-178. DOI:10.7507/1002-1892.201907065.

(收稿日期:2022-03-17)

本文引用格式: 吴及, 李雄涛, 夏敬冬, 等. 儿童跗骨联合的研究进展 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2023, 22 (7): 694-697. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202203058-017.

Citing this article as: Wu J, Li XT, Xia JD, et al. Research advances of tarsal coalition in adolescents [J]. *J Clin Ped Sur*, 2023, 22 (7): 694-697. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202203058-017.