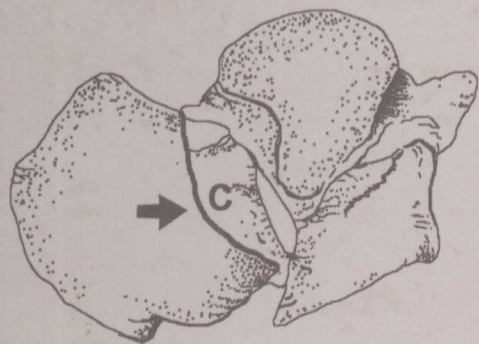


主编 俞光荣 Zwipp Hans



跟骨骨折

的基础与临床

本书由我国及德国跟骨骨折研究与治疗领域的专家共同编写，系统地介绍了跟骨的组织胚胎学、解剖学、生物力学和病理解剖学等基础理论，并从骨折的分型、诊断、治疗、疗效评估、典型病例等方面，对跟骨骨折的临床治疗进行了全面深入的阐述。内容丰富，实用性强。

Basic Science and Clinical Practice of
Calcaneal Fracture

上海科学技术出版社

SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

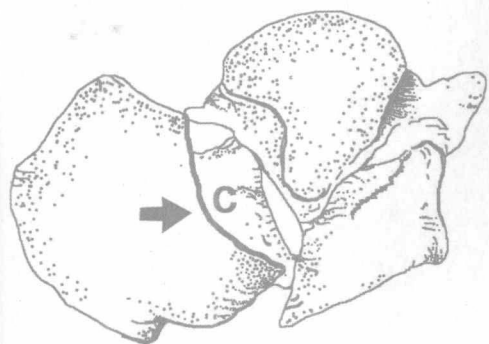
Abstract

跟骨骨折

Abstract

1. **Introduction**
 2. **Background**
 3. **Methodology**
 4. **Results**
 5. **Conclusion**
 6. **References**
 7. **Appendix**
 8. **Index**
 9. **Table of Contents**
 10. **Summary**
 11. **Abstract**
 12. **Keywords**
 13. **Subject Headings**
 14. **Notes**
 15. **Footnotes**
 16. **References**
 17. **Appendix**
 18. **Index**
 19. **Table of Contents**
 20. **Summary**
 21. **Abstract**
 22. **Keywords**
 23. **Subject Headings**
 24. **Notes**
 25. **Footnotes**
 26. **References**
 27. **Appendix**
 28. **Index**
 29. **Table of Contents**
 30. **Summary**
 31. **Abstract**
 32. **Keywords**
 33. **Subject Headings**
 34. **Notes**
 35. **Footnotes**
 36. **References**
 37. **Appendix**
 38. **Index**
 39. **Table of Contents**
 40. **Summary**
 41. **Abstract**
 42. **Keywords**
 43. **Subject Headings**
 44. **Notes**
 45. **Footnotes**
 46. **References**
 47. **Appendix**
 48. **Index**
 49. **Table of Contents**
 50. **Summary**
 51. **Abstract**
 52. **Keywords**
 53. **Subject Headings**
 54. **Notes**
 55. **Footnotes**
 56. **References**
 57. **Appendix**
 58. **Index**
 59. **Table of Contents**
 60. **Summary**
 61. **Abstract**
 62. **Keywords**
 63. **Subject Headings**
 64. **Notes**
 65. **Footnotes**
 66. **References**
 67. **Appendix**
 68. **Index**
 69. **Table of Contents**
 70. **Summary**
 71. **Abstract**
 72. **Keywords**
 73. **Subject Headings**
 74. **Notes**
 75. **Footnotes**
 76. **References**
 77. **Appendix**
 78. **Index**
 79. **Table of Contents**
 80. **Summary**
 81. **Abstract**
 82. **Keywords**
 83. **Subject Headings**
 84. **Notes**
 85. **Footnotes**
 86. **References**
 87. **Appendix**
 88. **Index**
 89. **Table of Contents**
 90. **Summary**
 91. **Abstract**
 92. **Keywords**
 93. **Subject Headings**
 94. **Notes**
 95. **Footnotes**
 96. **References**
 97. **Appendix**
 98. **Index**
 99. **Table of Contents**
 100. **Summary**
 101. **Abstract**
 102. **Keywords**
 103. **Subject Headings**
 104. **Notes**
 105. **Footnotes**
 106. **References**
 107. **Appendix**
 108. **Index**
 109. **Table of Contents**
 110. **Summary**
 111. **Abstract**
 112. **Keywords**
 113. **Subject Headings**
 114. **Notes**
 115. **Footnotes**
 116. **References**
 117. **Appendix**
 118. **Index**
 119. **Table of Contents**
 120. **Summary**
 121. **Abstract**
 122. **Keywords**
 123. **Subject Headings**
 124. **Notes**
 125. **Footnotes**
 126. **References**
 127. **Appendix**
 128. **Index**
 129. **Table of Contents**
 130. **Summary**
 131. **Abstract**
 132. **Keywords**
 133. **Subject Headings**
 134. **Notes**
 135. **Footnotes**
 136. **References**
 137. **Appendix**
 138. **Index**
 139. **Table of Contents**
 140. **Summary**
 141. **Abstract**
 142. **Keywords**
 143. **Subject Headings**
 144. **Notes**
 145. **Footnotes**
 146. **References**
 147. **Appendix**
 148. **Index**
 149. **Table of Contents**
 150. **Summary**
 151. **Abstract**
 152. **Keywords**
 153. **Subject Headings**
 154. **Notes**
 155. **Footnotes**
 156. **References**
 157. **Appendix**
 158. **Index**
 159. **Table of Contents**
 160. **Summary**
 161. **Abstract**
 162. **Keywords**
 163. **Subject Headings**
 164. **Notes**
 165. **Footnotes**
 166. **References**
 167. **Appendix**
 168. **Index**
 169. **Table of Contents**
 170. **Summary**
 171. **Abstract**
 172. **Keywords**
 173. **Subject Headings**
 174. **Notes**
 175. **Footnotes**
 176. **References**
 177. **Appendix**
 178. **Index**
 179. **Table of Contents**
 180. **Summary**
 181. **Abstract**
 182. **Keywords**
 183. **Subject Headings**
 184. **Notes**
 185. **Footnotes**
 186. **References**
 187. **Appendix**
 188. **Index**
 189. **Table of Contents**
 190. **Summary**
 191. **Abstract**
 192. **Keywords**
 193. **Subject Headings**
 194. **Notes**
 195. **Footnotes**
 196. **References**
 197. **Appendix**
 198. **Index**
 199. **Table of Contents**
 200. **Summary**
 201. **Abstract**
 202. **Keywords**
 203. **Subject Headings**
 204. **Notes**
 205. **Footnotes**
 206. **References**
 207. **Appendix**
 208. **Index**
 209. **Table of Contents**
 210. **Summary**
 211. **Abstract**
 212. **Keywords**
 213. **Subject Headings**
 214. **Notes**
 215. **Footnotes**
 216. **References**
 217. **Appendix**
 218. **Index**
 219. **Table of Contents**
 220. **Summary**
 221. **Abstract**
 222. **Keywords**
 223. **Subject Headings**
 224. **Notes**
 225. **Footnotes**
 226. **References**
 227. **Appendix**
 228. **Index**
 229. **Table of Contents**
 230. **Summary**
 231. **Abstract**
 232. **Keywords**
 233. **Subject Headings**
 234. **Notes**
 235. **Footnotes**
 236. **References**
 237. **Appendix**
 238. **Index**
 239. **Table of Contents**
 240. **Summary**
 241. **Abstract**
 242. **Keywords**
 243. **Subject Headings**
 244. **Notes**
 245. **Footnotes**
 246. **References**
 247. **Appendix**
 248. **Index**
 249. **Table of Contents**
 250. **Summary**
 251. **Abstract**
 252. **Keywords**
 253. **Subject Headings**
 2





主编 俞光荣 Zwipp Hans

跟骨骨折

的基础与临床

Basic Science and Clinical Practice of
Calcaneal Fracture

上海科学技术出版社

SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

图书在版编目(CIP)数据

跟骨骨折的基础与临床/俞光荣等主编. —上海:上海
科学技术出版社, 2008. 8

ISBN 978—7—5323—9334—3

I. 跟... II. 俞... III. 跟骨—骨折—诊疗
IV. R683. 42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 028462 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 30 插页 4

字数: 673 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价: 88.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

跟 骨 骨 折 的 基 础 与 临 床

内 容 提 要

本书共 15 章,系统地介绍了跟骨的组织胚胎学、解剖学、生物力学和病理解剖学等基础理论,并从骨折的分型、诊断、治疗、疗效评估、典型病例、疑难病例、治疗失误分析等方面,对跟骨骨折的临床治疗进行了全面深入的阐述。

本书由我国及德国跟骨骨折研究与治疗领域的专家共同编写,比较全面地介绍了目前国内外跟骨骨折基础与临床研究的新进展,并收集了大量的临床病例,内容丰富,实用性强。对于广大从事跟骨骨折相关领域的临床医师及科研工作者有较大的参考价值。

俞光荣

俞光荣,男,1953年6月出生于上海。现任同济大学附属同济医院大外科主任、外科教研室主任、骨科主任,教授、主任医师,博士生、硕士生导师。

部级有突出贡献中青年专家。任中华显微外科学会委员,中华骨科学会骨肿瘤学组、微创学组和足踝外科学组委员,上海市显微外科学会副主任委员,上海市医学会骨科学会委员,上海市足踝外科学组组长,上海康复医学会修复重建外科学会委员,AO中国创伤骨科讲师团成员,美国骨科医师学会国际会员。担任国际《Microsurgery》《中华创伤骨科杂志》《中国矫形外科杂志》《中国临床解剖学杂志》《国际骨科杂志》《同济大学学报(医学版)》等10余本国内外杂志编委。发表具有较高学术水平的专业论文190余篇,参编医学专业著作8部。承担和参与多项国家级和省部级课题。获国家专利2项。获部级科技进步二等奖1项,上海市科技进步三等奖1项,上海市临床医学成果三等奖1项。先后去美国、德国和澳大利亚等国的大学附属医院进行学术访问和交流。



Zwipp Hans

Zwipp Hans,男,生于1949年3月1日。博士、教授。现任德累斯顿大学医院创伤和重建外科主席。

分别于(奥地利)维也纳大学、(德国)柏林大学、波鸿大学、埃森大学就读医学专业,于德国埃森大学完成博士论文。于德国汉诺威医科大学接受创伤科住院医师训练,获德国汉诺威医科大学创伤康复学博士学位。先后担任萨克森外科医生协会会长、AO国际足踝专家小组主席、国际骨折内固定协会名誉会员(AOAA)。目前担任德国创伤协会第三任副会长,并当选2009年度该会会长。是目前世界上最具权威的足踝专家之一。



作者名单

主 编 俞光荣 Zwipp Hans

副主编 燕晓宇 张世民 Rammelt S

编写者(按姓氏笔画排名)

丁祖泉 王 欣 王以进 王明鑫 王树青 尤春芳
朱 辉 杨云峰 张 凯 张世民 张明珠 陈雁西
周家钤 胡孙君 俞光荣 梅 炯 黄四平 黄轶刚
袁 锋 程黎明 蔡锦芳 燕晓宇 Zwipp H Rammelt S
Wolfgang Schwab Richard Funk

前 言

跟骨骨折多发于年轻和中年的人群,治疗困难,容易遗留残疾,给个人、家庭和社会带来诸多问题。

一百多年来,跟骨骨折的治疗经历了一个曲折而缓慢的发展历程,近二十年来,其治疗方法和手段取得迅速进展,特别是手术治疗已成为常规的治疗方法,取得了显著疗效。在国内,我们根据我国国情,从基础与临床两个方面对跟骨骨折,特别是对手术治疗较早进行了开创性的基础和临床研究,在临床上获得了较好的疗效,在理论上获得了一定的突破,提出了跟骨骨折治疗的关键点,发明了系列跟骨钢板,获得了上海市科学技术进步三等奖,申请了国家专利 2 项,为跟骨骨折的治疗提供了宝贵而丰富的经验。连续 7 年承担国家医学继续教育项目“跟骨骨折的诊断治疗进展”,对国内热情从事跟骨骨折治疗的同行进行了系统的经验传授。至今,国内外尚未见到系统介绍跟骨骨折治疗的基础与临床研究的相关专著。根据长期以来的临床和教学工作,我们撰写了《跟骨骨折的基础与临床》,希望能对跟骨骨折治疗技术作进一步的推广和普及。

2005 年 12 月,我去德国德累斯顿大学医院访问期间,向世界著名足踝创伤专家 Zwipp H 透露想撰写一本跟骨骨折的专著,立即得到他的响应、鼓励和支持。《跟骨骨折的基础与临床》系统介绍了同济大学附属同济医院骨科和德国德累斯顿大学医院(University Hospital of Dresden)创伤修复外科关于跟骨骨折基础和临床研究的成果,以及美国、澳大利亚等知名学者的临床经验。

全书 70 万字,插图 600 余幅。共分 15 个章节,采用基础结合临床和理论联系实际的基本原则进行编写。基础方面分别从组织胚胎学、解剖学、生物力学和病理解剖学等方面,详细阐述了与跟骨骨折相关的基础理论;临床方面从骨折的分型、诊断、治疗、疗效评

估、典型病例、疑难病例、治疗失误分析等方面,对跟骨骨折的诊治进行了由浅入深的详细阐述,介绍了各种治疗方法的操作技术和技巧,并对多种特殊类型跟骨骨折的治疗进行了分类介绍。其中,第六章、第八章等详细阐述了德国德累斯顿大学医院 Zwipp H 教授等,在距下关节镜辅助治疗跟骨骨折、跟骨骨折畸形愈合和儿童跟骨骨折等研究方面取得的重要成果。全书比较全面地介绍了目前国内外跟骨骨折基础与临床研究的新进展,并收集了大量的临床病例,图文并茂,力求简单易懂,内容丰富,实用性强。

上海科学技术出版社对本书的编写与出版给予了热情的支持,在此致以衷心的感谢!本书旨在为从事临床工作的骨科医师提供一本较好的参考书,但由于学识水平有限,在编写过程中,难免存在片面、疏漏和不足之处。为此,殷切期望有关专家和广大读者不吝赐教。

俞光荣

2007 年 12 月

目 录

第一章 跟骨解剖学概述	1
第一节 跟骨的发生发育	1
第二节 跟骨的解剖	6
第三节 跟骨的关节	12
第四节 跟骨的周围结构	14
第五节 足弓	18
附 1-1 Development of the calcaneus	25
附 1-2 Anatomy of the calcaneus	29
附 1-3 Pericalcaneal structures	32
附 1-4 The longitudinal arch of the foot	40
第二章 跟骨骨折的临床基础	44
第一节 跟骨骨折的实验研究	44
第二节 距下关节的生物力学	54
第三节 跟骰关节的生物力学	59
第四节 跟骨与足部生物力学的关系	61
第五节 计算机图像处理及有限单元技术的应用	64
第六节 跟骨钢板的研制	72
第三章 跟骨骨折的分型、损伤机制与病理变化	85
第一节 跟骨骨折的分型	85
第二节 跟骨骨折的损伤机制	97
第三节 跟骨骨折的临床病理变化	104

第四章	跟骨骨折的诊断	110
第一节	临床表现	110
第二节	影像学检查	112
第五章	跟骨骨折治疗概论	129
第一节	跟骨骨折的治疗历史与演变	129
第二节	跟骨骨折的治疗原则	134
第三节	跟骨骨折的保守治疗	136
第四节	跟骨骨折的手术治疗	138
第五节	保守治疗与手术治疗的比较	140
第六章	关节内跟骨骨折的手术治疗	144
第一节	切开复位内固定治疗	144
第二节	钢针撬拨复位石膏外固定	173
第三节	骨折复位螺钉或钢针内固定	176
第四节	有限切开治疗跟骨骨折	179
第五节	早期关节融合术	181
第六节	跟骨骨折的外固定架治疗	184
第七节	距下关节镜辅助治疗跟骨骨折	193
附 6-1	Open reduction and internal fixation	213
附 6-2	Subtalar arthroscopy in the treatment of intra-articular calcaneus fractures	224
第七章	不累及后距下关节面跟骨骨折的治疗	245
第一节	跟骨前结节骨折	245
第二节	跟骨后结节骨折	248
第三节	跟骨体部关节外骨折	250
第四节	跟骨载距突骨折	252
第八章	特殊类型的跟骨骨折及其治疗	254
第一节	儿童跟骨骨折	254
第二节	老年跟骨骨折	258
第三节	糖尿病与跟骨骨折	261
第四节	开放性跟骨骨折	265

第五节 双侧跟骨骨折	270
第六节 病理性跟骨骨折	271
第七节 伴有同侧下肢其他部位骨折的跟骨骨折	283
附 8-1 Calcaneal fractures in children	294
附 8-2 Calcaneal fractures in elderly patients	309
 第九章 跟骨骨折畸形愈合	318
第一节 跟骨骨折畸形愈合的病理变化与生物力学改变	319
第二节 畸形愈合的分类	320
第三节 畸形愈合的手术治疗原则	321
第四节 常用手术方法的适应证与方法	323
第五节 跟骨丘部重建距下关节融合手术	329
第六节 保留距下关节的跟骨截骨矫形术	332
附 9-1 Malunion after calcaneus fractures	336
 第十章 跟骨骨折的护理与功能康复	353
第一节 跟骨骨折的临床护理	353
第二节 骨折水疱	356
第三节 跟骨骨折的功能康复	359
第四节 鞋具和矫形器的应用	363
 第十一章 跟骨骨折的并发症及其处理	372
第一节 早期并发症及其处理	372
第二节 晚期并发症及其处理	378
第三节 手术并发症及其处理	383
 第十二章 足跟缺损的修复重建	388
第一节 足跟皮肤软组织缺损的修复重建	388
第二节 跟骨缺损的重建	410
第三节 再造足跟的功能评价	422
 第十三章 步态分析在跟骨骨折中的应用	426
第一节 步态分析的方法	426

第二节 跟骨骨折的足底压力分析	428
第十四章 疗效评定及标准	431
第十五章 典型病例介绍	446
第一节 骨折复位固定病例	446
第二节 足跟缺损的修复重建病例	455
第三节 跟骨骨折的诊治失误病例与分析	461
第四节 疑难病例	466

第一章 跟骨解剖学概述

第一节 跟骨的发生发育

跟骨发生于胚胎的下肢芽。胚胎发育第 4 周末,在其外侧壁上出现小的突起称为肢芽,上下两对分别称为上肢芽、下肢芽。到第 5 周,下肢芽分为 2 个结节,接着分成 3 个,即为大腿、小腿、足的原胚组织。相当于足的部分,分为中枢部和末梢部。跟骨的雏形即在中枢部的部分间充质细胞团的基础上产生而来。四肢骨(包括肢带骨)在胚胎第 6 周,由肢芽中的间充质细胞开始,先形成软骨雏形。下肢骨的软骨雏形比上肢软骨雏形的出现要晚些,远侧部分较近侧部分出现晚。小腿和足的外形在胚胎第 8 周已很明显,其骨化过程不迟于胚胎第 10~12 周(胚胎期末)。

一、胚胎期及胎儿期跟骨的形态发育

(一) 跟骨的发生过程

在胚胎期,跟骨的发生开始于第 10 周左右(150 mmCR, CR 为顶臀长),此时,跟骨软骨雏形及软骨性关节形成,软骨细胞静止。第 18~20 周(180~210 mmCR),跟骨沟下方正中深部软骨细胞增殖肥大,有丝分裂明显。跟骨骨化发生于第 16~25 周,原发骨化中心位于跟骨前、中 1/3 交界处,跟骨沟的下方,这与管状骨原发骨化中心位于骨干正中不同。到第 23 周(220~235 mmCR),跟骨沟下方深部软骨细胞肥大,肥大软骨细胞区由丰富的嗜碱性基质包绕,软骨管靠近肥大软骨细胞区处,软骨基质首先发生钙化,钙化基质内有血管侵入和髓间隙形成。骨化中心出现后逐渐增大变形。第 32 周,跟骨内部出现排列紊乱的骨小梁。第 36 周,骨化中部跖、背面出现轻微的凹陷,呈哑铃状外观。足月胎儿,跟骨沟凹陷明显,跖面中部骨皮质增厚;跟骨体部骨小梁增粗、增多,已具有成人跟骨的大致形状。出生时跟骨的形态是否正常是判断胎儿成熟程度和有无先天性、遗传性疾病的重要标志。

(二) 跟骨骨化的发生过程

跟骨软骨内骨化发生在跟骨前、中 1/3 交界处深部。软骨雏形内有软骨管分布,软骨管使软骨雏形增大,并为骨化的发生和生长提供营养。软骨管的结缔组织是软骨膜的延伸,这些结缔组织中含有大量间充质细胞,它具有软骨及骨发生潜能并能提供营养,软骨内骨化发生在软骨管丰富区域。早在软骨内骨化发生前,软骨管的出现就为软骨的间充质生长提供干细胞;骨化发生后,提供骨生成细胞、血管组织和必需的营养。软骨管管径增粗或末端球状膨大增加了接触部位的面积,使毛细血管的交换能力达到最大,从而满足骨、软骨细胞生长、分化的营养需求。软骨管的上述形态变化也反映出此区域的代谢增加。软骨雏形形成后,软骨管就从跖面及跟骨沟进入,短小且分支少。随着骨化中心的扩大,从周围进入的软骨管数量增加,分支增多,直径增大,但软骨管之间从不发生吻合。有些软骨管直接与骨化中心交通,其余大多分布在软骨细胞增殖区与静止区之间。在靠近软骨管处,软骨细胞肥大或基质钙化早于附近无软骨管部位,同样,血管侵入及髓间隙形成也加快。软骨管是参与跟骨生长及骨化中心发生的重要结构,在骨化中心周围的区域内可见其规则排列。在跟骨发育异常的个体中可见到软骨管稀少、结构异常等组织学改变。

跟骨骨化出现后,先向周围扩展,开始类似骺化骨,当骨化中心周围的软骨基质钙化接近软骨膜时,膜性化骨开始,骨领形成,它又类似管状骨的原发骨化,软骨膜转变成骨膜骨。骨膜骨外侧含有大量的间充质细胞,最外层为软骨膜和成纤维细胞,自内向外的 3 层结构类似管状骨干骺部的软骨膜环。骨化中心沿骨膜骨指引的方向生长,骨化中心未接触部位仍按原来方向向周围扩展生长。跟骨的光滑面和粗糙面(韧带附着和突起部位)骨膜骨的形态大小不同,前者呈狭长的三角形或带状,后者呈宽短锥形或不规则形。骨膜骨始终与内侧肥大软骨细胞区长度一致。

骨化中心生长到关节软骨下方,从软骨膜进入关节下方类似原纤维样结构,使肥大软骨细胞柱变形,排列紊乱。软骨细胞肥大区外侧细胞增殖减慢,有丝分裂不明显。远离关节部位,软骨细胞柱排列规则,分期明显。跟骨结节部位软骨部分较多,直到出生后 5 岁,还留有很多未骨化软骨。

(三) 跟骨骨化的发生方式

跟骨原发骨化中心发生在跟骨前、中 1/3 交界处,跟骨沟的下方。骨化中心内软骨细胞肥大的同时,多数并不伴有骨领形成。个别标本,跟骨外侧突前方沟的前壁可出现一薄层骨膜骨,Agrawal 等(1986 年)把这种骨膜骨和软骨内骨化中心一起称为跟骨的两个原发骨化中心。陈琦等(2004 年)经观察,没有发现骨膜骨上方的软骨发生骨化,只有增殖软骨细胞。实际上,骨膜骨是伴随软骨内骨化中心出现的不完整骨领,而它又出现于软骨内骨化中心软骨细胞肥大之前。因此,它与原发骨化中心内部软骨细胞发生肥大、退行性变的同时所形成的周围骨领不同。

(四) 胎儿期跟骨的血液供应

血液供应对跟骨发生、发育的作用非常重要,不论是跟骨软骨雏形的增大,还是软骨管周围的骨化,以及骨化中心的扩大,均有赖于丰富的血液供应。跟骨的血液供应主要来自胫后动脉、足背动脉、腓动脉终末支和跗骨窦动脉网。胫后动脉供应跟骨后部内、外侧面,背面和跟结节。足底内侧动脉发自胫后动脉,其深支在向前行走过程中,沿途发出较

多大分支,直接进入跟骨体内侧面中、后部。此外尚发出横行支进入跟骨跖面中部,沿途发出分支向前、向后进入跟骨跖面后部及侧缘。跟骨外侧面前、中部由腓动脉和跖外侧动脉的吻合支供应。跟骨内侧面前部由足背动脉发出一较大分支经距骨头内侧下行进入,跖骨窦动脉网供应跟骨沟下方及外侧缘。载距突的血液供应主要来自跟骨下内侧的血管分支,跖骨窦动脉网和跖骨管动脉也发出细小分支向前、向内进入载距突的上部。跟骨表面的血管之间广泛吻合形成血管网,还与相邻跖骨的血管相吻合。以跟骨结节和跟骨跖面的血管网最为丰富和致密。从血管进入的部位看,跟骨体、跟骨结节和内侧面进入的血管粗大,分支较多,供应范围也大;自跟骨外侧面进入的血管细小,分支较少。

二、出生后跟骨的生长发育

出生后,跟骨的外形和骨化中心的范围继续扩大。在跟骨侧位 X 线片上,关节面的发育以跟骨后骨性关节面观察最容易、最可靠。骨化中心从开始形成到发育完成为 4~8 岁,而载距突则延后为 5~10 岁。跟骨结节继发骨骺出现于 4~10 岁,骺线闭合为 11~18 岁,其出现和发育完成时间也可作为骨龄判断的一个指标。跟骨骨骺骨化出现及骺线闭合,跟骨前结节、载距突及各骨性关节面从开始出现到发育完成,男女均在一定时间范围内出现。

骨骺出现前,跟骨后缘呈波浪状或锯齿状,直到骺线完全闭合才逐渐消失。继发骨化开始位于跟骨后缘中 1/3 偏上或偏下。其形态可呈结节状、半月形或不规则形,并沿跟骨后缘向上、下延伸,最后呈半弧形覆盖在整个跟骨的后面。骺核密度多数(85.92%)较高,表现为硬化,少数(14.08%)则呈骨松质结构。硬化的骺核随骺线闭合密度逐渐减低。跟骨骺线闭合首先发生在跟骨后缘中部,跟骨后缘上部最后闭合。

跟骨在胚胎第 5~7 周有软骨形成,胚胎第 3 个月在软骨块中心出现骨化中心,以后在跟骨远侧部分出现次级骨化中心。国内报道,跟骨结节骨骺出现年龄,男性为 6~12 岁,女性为 5~11 岁;愈合年龄,男性为 14~19 岁,女性为 13~18 岁。从骨骺出现到愈合相距 7~8 岁。

跟骨结节骨骺在不同时期,其形状及密度有所变化。

5~8 岁:跟骨结节骨骺开始出现 2~3 个粟粒大小形状不规则、边缘整齐的致密骨化点,互相聚集或分离,骨松质与周围致密边缘界限不清。

8~13 岁:骨骺逐渐增大,呈片状或半月形,能分清骨松质及周围致密边缘。骨骺的外缘光滑,内缘呈锯齿状,可分成 2~3 节,密度较高。跟骨后缘不整。跟骨结节骨骺多为不规则分节状,以后则较其他部分致密,属发育中的正常现象。

13~15 岁:骨骺仍呈半月形,渐向两端伸展,围绕跟骨结节的大部。跟骨体与跟骨结节骨骺之间有一弧形线相隔,边缘为锯齿状或波浪形,骨骺内缘密度与跟骨相同。此时期骨骺接近愈合,分节现象消失,密度亦接近跟骨密度。

三、跟骨形态和结构的改建

(一) 跟骨的外形改建

在跟骨的生长过程中,由于骺软骨板出现晚,闭合早,它对跟骨长度的增加作用不如长骨骺板重要,其长度增加主要依靠软骨内骨化的扩展。在骨化未到达表面时,跟骨横径

的增加也是软骨内骨化的扩展;但接近骨化表面时,其横径的增加,是通过膜内化骨进行附加性生长的。由于跟骨的形态不规则,这种附加性生长仅限于骨化中心接触的骨膜下。

跟骨软骨膜覆盖部位均有软骨膜环结构,其3层结构与长骨相同。软骨膜环内层骨板不但限制骨化中心的生长,而且使原来骨化生长方向发生改变(即由向周围扩展改为沿骨板指引的方向生长)。所以,它对跟骨的形成和发育起着决定作用。跟骨软骨膜环在不同部位形态大小各异,是跟骨软骨膜环的独特之处,可能起着调节骨化生长速度的作用。骨膜环宽、短者均出现在突起或韧带连结部位,其外侧间充质细胞分化为成骨细胞的能力增强,骨膜骨增厚,并由此表现出比邻近部位突出的形态特征。在整个软骨内骨化过程中,软骨膜环长度始终与内侧肥大软骨细胞一致,邻近骨板没有幼稚软骨细胞,所以,它能够限制跟骨的横向生长。

(二) 跟骨内部骨小梁排布及年龄变化特征

成人跟骨内部骨小梁按其沿力线分布的特征可分为前、中、后3组压力骨小梁,以及

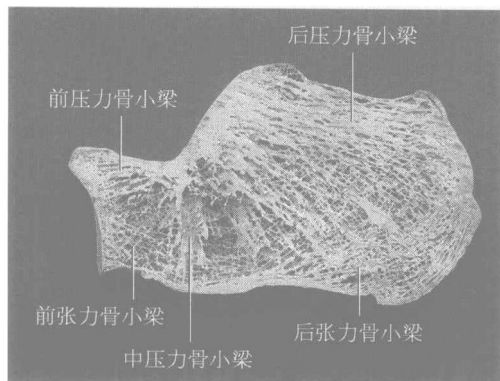


图 1-1-1 跟骨内部的骨小梁排布

前后2组张力骨小梁(图1-1-1)。正常跟骨小梁按发育过程中出现的先后次序不同分为6种类型。Ⅰ型:后压力线出现但排列不规则,其他力线缺如;Ⅱ型:前、后压力线出现,并按力线方向排列,中间压力线和张力线缺如;Ⅲ型:前、中和后压力线全部出现,张力线缺如,压力线按力线方向排列规则;Ⅳ型:前、中和后压力线及后张力线出现,前张力线缺如;Ⅴ型:前、后压力线和前、后张力线出现,中间压力线缺如;Ⅵ型:压力线和张力线全部出现。

跟骨正常力线分布类型随着年龄的增长而发生改变。Ⅰ~Ⅳ型随着年龄的增长,比例逐渐降低;Ⅴ~Ⅵ型随年龄增加,比例也逐渐增加。1岁,Ⅴ、Ⅵ型缺如,以Ⅰ、Ⅱ型为主;2~3岁,虽然Ⅰ~Ⅵ型均出现,但以Ⅱ~Ⅵ型比例较高;4~5岁,Ⅰ型缺如,除Ⅱ型比例较低外,其他各型比例差别不大;6~11岁,以Ⅴ、Ⅵ型的比例最高;从12岁以后,只有Ⅴ、Ⅵ两种跟骨力线类型,前者所占比例随年龄增长逐渐降低,后者则比例逐渐增高。就整个跟骨力线类型分布来看,Ⅴ型所占比例超过1/3,而Ⅵ型几乎占整个跟骨力线类型的一半。到成人,骨力线分布以Ⅵ型为主。跟骨力线分布的年龄变化,反映了不同年龄阶段跟骨生长发育的特征。在儿童生长发育过程中,跟骨力线随着站立、行走及负重的增加逐渐形成,并逐步规则排列。跟骨内部不管何种力线的出现,都是由不典型到典型,其力线类型从不固定到逐渐固定在某几型。从力线形成的顺序可看出,力线出现与负重大小有关。出生后,压力线先形成,其中又以后压力线出现最早,但由于不负重,排列不规则,中间压力线随着儿童足弓的形成变得明显。到青春发育期,跟骨的负重加大,力线分布变得明显、粗大,而且力线类型固定在Ⅴ、Ⅵ型,直至成年不变。

四、跟骨常见发育变异

在整个生长期,跟骨可出现多种发育变异,有些只在某个年龄段出现(如暂时性发育