

人体应力性骨折发生部位研究进展

李德权¹ 综述,于晓华² 审校

(1. 江苏大学临床医学院, 江苏镇江 212001; 2. 解放军第 101 医院, 江苏无锡 214044)

[摘 要] 应力性骨折又称疲劳性骨折,在体育运动和军事训练中有着较高的发病率。尽管应力性骨折多发生于下肢的胫腓骨,但全身多处骨骼均可发生,由于对其认识不足,容易发生漏、误诊,并影响制定科学的训练计划,为此,我们查阅了近年来有关应力性骨折的国内外文献,归纳出其在全身骨骼的发生情况,并对各部位应力性骨折的特点加以简述,旨在使运动训练组织者及医务工作者对应力性骨折有更加清晰的认识,从而降低运动训练及军事训练中该损伤的发生率。

[关键词] 应力性骨折;发生部位;损伤机制

中图分类号: R683 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-271X(2009)05-0425-04

应力性骨折又称疲劳性骨折,是由低于骨骼所能承受极限强度的应力长期反复作用于某一正常骨骼,使其骨小梁不断发生断裂、重塑,通过积累效应而出现的骨膜下骨折,属一种慢性骨损伤,具有积累性、长期性、反复性及细微性等特点。自 1855 年普鲁士军医 Breithaupt 首次报道士兵长途行军致跖骨应力性骨折以来,人们对应力性骨折已经有了较深入细致的研究,认识水平也不断提高。但由于应力性骨折大多无明显外伤史,其临床表现比较隐匿,尤其是一些非好发部位发生的应力性骨折,容易被误诊为软组织扭伤等,甚至长期误、漏诊而产生严重后果。加之应力性骨折早期 X 线检查难以发现,首次就诊检出率仅 15% 左右,故误、漏诊现象至今仍较为常见^[1-2]。为了增强对人体应力性骨折发生部位的全面了解,我们查阅了近年来的相关文献资料,就此方面的内容进行专题综述。

1 人体应力性骨折发生部位概述

应力性骨折的发生与两类危险因素有关,一类是自身因素,如个体的年龄、性别、体型、体质、心理素质、动作要领掌握状况及骨骼自身特点等;另一类是外界因素,如场地、着装、训练器材及训练计划是否科学等。在运动训练中,许多部位均可发生应力性骨折。据笔者查阅的文献资料,应力性骨折的发生部位有 20 余处。列举 9 位学者关于人体应力性骨折大宗病例数的文献报道(表 1),各自报道的病例数为 76~330 例不等,总数达 1 577 例,具有较好

的学术研究价值。我们按应力性骨折的不同发生部位将表中病例数进行统计排序,结果显示,不同部位应力性骨折病例数由高到低依次为:胫腓骨、跖骨、股骨、肋骨、跗骨、尺骨、脊柱、盆骨、籽骨、髌骨、趾骨、肱骨、掌骨。由于本组病例所从事的运动项目不尽相同,其应力性骨折的发生部位可有很大的专项运动特异性,故本组资料的统计排序尚难以表达不同部位应力性骨折发生率的真实情况,在实际工作中应当结合运动项目的特点进行具体分析。

2 不同部位的应力性骨折

2.1 上肢骨 上肢应力性骨折的发生率远较下肢低,这与上肢承受载荷量相对较小有关。但在一些特殊的训练项目中仍有发生。常见的发生部位包括肱骨干、尺骨鹰嘴、尺骨干及桡骨干等。

2.1.1 肱骨 多数学者认为肱骨应力性骨折是由于外展外旋肌群和内收内旋肌群收缩不同步所致。常发生于投掷运动中,棒球运动和士兵投弹训练容易发生该骨骼的应力性损伤。肱骨中下段为易损伤部位,曾有一组肱骨应力性骨折的文献报道 81.1% 的病例发生于该部位。台湾学者报道 118 例士兵投弹骨折,发生在肱骨远 1/3 段者 94 例,占 79.3%。

2.1.2 尺骨 尺骨鹰嘴应力性骨折多发生在投掷运动中,尺骨滑车切迹的中 1/3 为好发部位。Blake^[3]认为,尺骨滑车切迹中间内侧皮质的凹口是建筑学上的薄弱点,肘关节外翻和过伸动作时张应力在此处集中,反复多次最终可发生鹰嘴骨折。也

基金项目:南京军区医学科研重点课题(07Z003)

作者简介:李德权(1982-),男,山东临沂人,在读硕士,医师,从事创伤骨科研究。

表 1 9 位学者对人体应力性骨折发生部位的归纳

骨折部位	Ovara (1978) n = 142 (%)	Sugiura (1983) n = 162 (%)	Matheson (1987) n = 330 (%)	Tajima (1997) n = 111 (%)	Mutoh (1998) n = 251 (%)	Sakai (1999) n = 183 (%)	Iwamoto (2003) n = 196 (%)	陈东风 (2001) n = 76 (%)	黄少青 (2007) n = 106 (%)
上肢									
肱骨	0.7				1.2				
尺骨	0.7	1.2			5.2	1.6	9.2		3.8
掌骨	1.4				0.3				
下肢									
股骨	6.3	3.7	7.2	0.9	3.2	3.3	1	11.8	7.5
髌骨		1.2		1.8	0.3		0.5		
胫骨	*	54.3	*	*	32.3	42.6	44.4	71.05	76.47
腓骨	*	13	*	*	5.6	9.3	5.1	3.95	1.89
跗骨	0.7		25.3	2.7	3.6	5.4	1		
跖骨	18.3	15.4	8.8	20.7	28.7	25.1	9.7	6.58	5.66
趾骨	0.7						1.5		
籽骨	1.4		0.9		0.5		3.1		
躯干									
脊柱	0.7	2.4	0.6		1.9	4.9	1		
肋骨	8.6		3.6	1.8	4	2.7	15.8		2.83
盆骨	1.4		1	62.4		4.9	7.1		1.89

注1. 表中所列数据为不同部位应力性骨折数占该作者报道总例数的百分比,经核算,大多略有误差,为尊重原始数据,本文未作修正。

2. 表中用 * 表示者,系该文献作者未将胫腓骨应力性骨折分开统计,而是笼统称为小腿骨折,其病例数所占百分比:Ovara 为 67.6%; Matheson 为 55.7%;Tajima 为 68.5%。

有学者认为,垒球运动员的投掷手鹰嘴应力性骨折是由于肱三头肌反复收缩拉力所致,而在标枪运动员中,是由于鹰嘴尖撞击鹰嘴窝所致^[4]。尺骨干应力性骨折在网球运动员、举重运动员、垒球运动员中的投掷手、轮椅患者、滚球运动员、乒乓球运动员、高尔夫运动员及排球运动员等均有文献报道。Hsu 等^[5]报道了 25 例尺骨干应力性骨折,其中发生在上 1/3 段 1 例(4%),中上 1/3 段交界处 5 例(20%),中段 11 例(44%),中下 1/3 段交界处 3 例(12%),下 1/3 段 4 例(16%),右尺骨干中段和左尺骨干中下 1/3 段交界处同时发生 1 例(4%)。在滚球运动员,尺骨干应力性骨折多发生于上段,由于指深屈肌起点处反复牵拉应力所致,举重运动员在前臂弯曲状态下,肘关节反复多次的屈曲和伸直,导致垂直的扭曲样应力在尺骨中段集中,是其损伤的可能机制。尺骨下段应力性骨折是由于反复多次的腕关节的尺偏动作,导致压应力在尺骨下段增加而造成。

2.1.3 其他 桡骨应力性骨折最常发生于体操运动员,其中约 1/3 的病例为双侧骨折。掌骨、腕舟状骨及钩骨等应力性骨折亦有文献报道。

2.2 下肢骨 下肢骨为应力性骨折的好发部位,股骨、胫骨、腓骨、距骨、足舟状骨、跖骨及跟骨等,均有应力性骨折的文献报道。

2.2.1 股骨 股骨应力性骨折可发生在股骨颈、转子间、转子下、股骨干、股骨髁等部位,股骨颈的发生率最高。股骨颈应力性骨折于 1936 年首先由 Asal 报

道,其发生率为 0.36%~11%^[6-7]。在正常行走、跑步中,股骨头的负荷超过人体的 3~5 倍,当负重时载荷更大,臀中肌、外展肌群对抗重心产生髋关节内侧扭力载荷,而股骨头的全部载荷则来源于上述 2 种扭力几何叠加的总和,当这种载荷通过股骨传递到股骨颈时,由于压缩、弯曲在股骨颈产生应力和应变,长期反复作用致使股骨颈发生应力性骨折。Volpin 等^[8]对 194 名男性军队预备役人员进行前瞻性研究,发现应力性骨折 257 处,其中股骨颈应力性骨折占 4.7%。另有学者研究认为伞兵的发病率比其他兵种高^[9]。股骨颈应力性骨折可发生于压应力侧、张应力侧和基底部。压应力侧骨折发生在股骨颈的内侧皮质,张应力侧骨折发生在股骨颈的外侧皮质,前者预后较好,后者易发生移位并导致股骨头缺血坏死。Romero^[10]报道 1 例双侧股骨颈应力性骨折,一侧为压应力骨折,一侧为张应力骨折,极为罕见。股骨干应力性骨折多发生在长跑运动项目中。正常人体的股骨是偏心受载,站立负重时产生弯矩发生弯曲,弯曲的凸侧即股骨的前外侧受张应力和张应变,而凹侧即内后侧受压应力和压应变,剧烈活动尤其在跑跳时双下肢承受着巨大的应力和应变。一般文献报道其应力性骨折多发生于股骨中下 1/3 段后内侧或股骨髁关节面水平切线上 6~12 cm 处,我们收集了股骨应力性骨折有具体部位描述的文献 5 篇共 111 例,结果亦显示多发生于股骨中下 1/3 段(表 2)。

表 2 股骨干应力性骨折易累及部位

骨折部位	赵红军 (1994)	尹怡红 (2000)	苏巍 (2002)	高培刚 (2002)	徐洁 (2007)	合计	百分率(%)
上 1/3 段		8	5		3	16	14.41
中 1/3 段	2	6	6	7	5	26	24.42
下 1/3 段	5	22	21	12	9	69	62.16
合计	7	36	32	19	17	111	100

2.2.2 胫骨 胫骨是应力性骨折好发部位。文献报道占下肢应力性骨折的 51.2 % ~ 83.3 %^[11]。胫骨应力性骨折部位与受力方式关系密切,疾跑型运动员如长跑和橄榄球运动员多发生在上中 1/3 段和中下 1/3 段,跳跃型运动员如篮球、排球等运动员多发生在中下 1/3 段,长途行军训练的新兵群体好发于胫骨近段后内侧。胫骨的解剖结构使人单腿着地时

胫骨后内侧受应力最大,当其产生代偿失调时,就会出现应力点骨的细微结构失常并引起骨板层及骨小梁断裂,故胫骨应力性骨折易发生于内后侧。也有发生在胫骨内踝、胫骨髁部、胫骨平台及胫骨结节的报道。我们收集了具体描述胫骨应力性骨折发生部位的文献 9 篇,共 539 例,结果显示中 1/3 段为好发部位,其次为上、下 1/3 段(表 3)。

表 3 胫骨应力性骨折易累及部位

骨折部位	孟菲 (1999)	程立新 (2001)	王林森 (2002)	任建政 (2003)	李庭振 (2005)	刘勇 (2005)	许树林 (2005)	孙涛 (2005)	邓丽萍 (2007)	黄少青 (2007)	合计	百分率 (%)
上 1/3 段	11	28	5	31	6	25	20	5	10	24	165	30.61
中 1/3 段	11	134	1	77	22	5	14	2	3	40	309	57.33
下 1/3 段	4	8	2	17	8	5	2	1	1	17	65	12.05
合计	26	170	8	125	36	35	36	8	14	81	539	100

2.2.3 腓骨 腓骨应力性骨折相对少见。在一项新兵和运动员应力性骨折的临床资料回顾中发现,腓骨应力性骨折占 11.9 %,最易发生部位为腓骨下 1/3 段的外侧骨皮质,其次是上 1/3 段的内侧骨皮质^[12]。Devas 和 Sweetnam 等认为腓骨下段易发生应力性骨折是由于远端胫腓关节的动态活动。在女性,骨折部位多位于外踝尖上 3 ~ 4 cm 处,男性多位于外踝尖上 6 ~ 7 cm 处^[13]。

跖骨骨折的发生率最高,为 39 % ~ 41 %,而第 4、5 跖骨的发生率仅为 7 % ~ 11 %^[18]。第 2 跖骨承受最大弯曲应力和最大剪力,而骨骼抗弯抗剪的能力远比抗压能力小,因此第 2 跖骨罹患应力骨折的机会相对较大。足球运动员则好发在第 5 跖骨。当膝关节内旋、后足内翻,或者前足外旋都能增加前足外侧的应力,引起第 5 跖骨应力性骨折^[14]。

2.2.4 足舟骨 足舟骨应力性骨折是常见的运动损伤,多发生在田径、足球和篮球等运动项目中。Ostlie 等研究表明,内旋足是舟骨应力性骨折的诱发因素,当快速增大足内旋时,距舟关节部位的应力增大。其他诱发因素还包括第 1 跖骨短小、跖骨内收和弓形足,踝关节背伸受限也可能是舟骨应力性骨折的原因之一^[14]。骨折大多发生于足舟骨近端的背侧^[15]。女运动员应力性骨折中足舟骨占 20 %^[16]。

2.2.6 其他 髌骨有前皮质及髌尖应力性骨折的报道,距骨有发生在颈部和体部的报道,跟骨应力性骨折亦有报道,但未描述具体部位。

2.3 躯干骨

2.2.5 跖骨 过去认为跖骨是应力性骨折最好发部位,而目前的研究显示其发病率远低于胫骨。但跖骨仍高居足骨应力性骨折的首位。刘大雄^[17]报道,部队负重行军和长跑训练引起的应力骨折中,跖骨占 20 % ~ 40 %。在跖骨应力性骨折中,第 2、3

2.3.1 肋骨 文献报道运动员肋骨应力性骨折的发生率为 8.7 % ~ 15.8 %^[19-20],常发生于某些特定运动项目中,如桨手远距离划船训练时,由于前锯肌和肋间外肌反复强烈收缩,致使肋骨外侧段产生弯曲应力,易导致应力性骨折^[21],且多发生于第 4 ~ 9 肋骨^[19]。举重运动员应力性骨折则易发生第 1 肋骨。

2.3.2 椎弓峡部 椎弓峡部裂是指椎骨一侧或两侧椎弓上下关节突之间的峡部有骨质缺损,失去连续性,又称峡部不连,常发生在 L₅ ~ S₁,常见于体操和跳舞的青少年,在军人中也有一定的发生率。骨

折发生机制不是很确切,近年来有学者认为腰椎峡部裂的发生与过度承受应力有关。

2.3.3 盆骨 运动所致的盆骨骨折,女性较男性多见,通常好发于耻骨支的中间部位及耻骨下支和坐骨支联合处^[22]。女性的耻骨下支细而长,S 型弯曲明显,内外端的直径相差悬殊,存在力学薄弱点,加之附着于此处的大腿内收肌的反复牵拉,故易发生应力性骨折。Pope^[22]对 143 名参加新兵基础训练的女兵进行了专门研究,有 16 例发生骨盆应力性骨折,发生率为 11.2%。国内有学者调查了 178 名参训女兵,盆骨应力性骨折的发生率为 17.42 %。

2.3.4 其他 椎骨,锁骨,肩胛骨,胸骨应力性骨折亦有零星文献报道。

参考文献

- [1] Aoki Y, Yzsudak K. Magnetic resonance imaging in stress fracture and shin splints[J]. Clinical Orthopaedics and Related Research, 2004,421(1):260-267.
- [2] Glasoe WM, Allen MK, Kepros T, et al. Dorsal first ray mobility in women athletes with a history of stress fracture of the second or third metatarsal[J]. Journal Orthopedics Sports Physical Therapy, 2002,32(11):560-565.
- [3] Blake JJ, Block JJ, Hannah GA, et al. Unusual stress fracture in an adolescent baseball pitcher affecting the trochlear groove of the olecranon[J]. Pediatr Radiol,2008,38(7):788-790.
- [4] Fines BP, Stacy S. Stress fracture of the ulna in an adolescent baton twirler[J]. Skeletal Radiol,2002,31(2):116-118.
- [5] Hsu MC, Lue KH, Lin ZI. Stress fracture at the junction of the middle and distal third of the ulnar diaphysis in a spinner bowler: a case report and a review of the literature[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2005,13(6):499-504.
- [6] Lee CH, Huang GS, Chao KH, et al. Surgical treatment of displaced stress fractures of the femoral neck in military recruits: a report of 42 cases [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2003, 123(10):527- 533.
- [7] Clement DB, Ammann W, Taunton JE, et al. Exercise-induced stress injuries to the femur[J]. Int J Sports Med,1993,14(6):347-352.
- [8] Volpin G, Hoerer D, Groisman G, et al. Stress fracture of the femoral neck following strenuous activity[J]. J Orthop Trauma, 1990,4(4):394-398.
- [9] Talbot JC, Cox G, Townend M, et al. Femoral neck stress fractures in military personnel-a case series[J]. JR Army Med Corps, 2008,154(1):47-50.
- [10] Romero AN, Kohart SR. 19-year-old male adolescent with bilateral femoral neck stress fractures;a case report[J]. Mil Med,2008, 173(7):711-713.
- [11] 张贵春,曹学诚.疲劳骨折研究进展[J].中国矫形外科杂志, 2006,14(4):304-307.
- [12] Woods M, Kijowski R, Sanford M, et al. Magnetic resonance imaging findings in patients with fibular stress injuries[J]. Skeletal Radiol,2008,37(9):835-841.
- [13] Pereira M, Servadei MA, Jacono F, et al. Fibular stress fracture after jumping barefoot[J]. J Orthopaed Traumatol,2003,4(3): 139-141.
- [14] 吴玉鹏,周敬安,吴广森,等.运动员应力性骨折研究进展 [J].中国运动医学杂志,2007,26(2):244-246.
- [15] Khan KM, Brukner PD, Kearney C, et al. Tarsal navicular stress fracture in athletes[J]. Sports Med,1994,17(1):66-76.
- [16] Marx RG, Saint-Phard D, Callahan LR, et al. Stress fracture sites related to underlying bone health in athletic females[J]. Clin J Sport Med,2001,11(2):73-76.
- [17] 刘大雄.应力性骨折[J].人民军医,2004,47(11):665-667.
- [18] 陈执平,张安桢.距、趾骨应力的生物力学分析[J].中国运动医学杂志,2005,24(6):709-711.
- [19] Dragoni S, Giombini A, Di Cesare A, et al. Stress fractures of the ribs in elite competitive rowers: a report of nine cases[J]. Skeletal Radiol,2007,36(10):951-954.
- [20] Iwamoto J, Takeda T. Stress fracture in athletes: review of 196 cases[J]. Orthopaedic Science, 2003,8(3):273-278.
- [21] Karlson KA. Rib stress fractures in elite rowers;a case series and proposed mechanism[J]. Am J Sports Med,1998,26(4):516-519.
- [22] Pope RP. Prevention of pelvic stress fracture in female army recruits[J]. Mil Med, 1999,164(5):370-373.

(收稿日期:2009-02-03;修回日期:2009-04-01)

(本文编辑:黄攸生)