

大腿运动假肢的制作及功能特点 ——附1例膝上截肢短跑运动员的个案报道

解 益¹ 董安琴¹ 邓小倩¹ 唐 丹¹ 邓建林¹

1 病例资料

患者郭先生,36岁,广东省揭阳人,国家级残疾运动员,患者于12岁时因台风,被吹倒的墙壁砸伤右下肢,由于未能及时送往医院救治,加之当地医疗技术有限,最终致使患者在当地医院行右侧大腿截肢手术。患者于17岁时被选入广东省省级残疾运动员,主要参赛运动为跳高和跳远。期间参加过奥运会、亚运会、世锦赛以及全运会,荣获金牌25枚,共获得奖牌约30余枚。

由于患者自身具备较好运动条件,为了参加2004年国内新项目短跑100m的训练,中国残疾人联合会出资为患者装配了第一条运动假肢。在2004—2010年,患者因所装配运动假肢的接受腔不适合其自身伤病情况,导致不能正常进行训练。期间,患者也曾在国内多家装配机构更换过运动假肢,但效果均不理想,主要存在的问题有:①接受腔太紧而无法长时间穿戴,在训练过程中肌肉的功能亦得不到充分的发挥;②接受腔松,在训练过程中出汗多,故接受腔容易脱落;③在穿戴运动假肢时,跑步的姿势总是类似于跳跃,故无法在短跑比赛中提速。

2010年3月,患者来到广东省工伤康复中心,义肢矫形师的专科检查结果如下:右大腿残肢长度18cm,左、右两侧股骨大转子下5cm的肢体围度分别是57cm和43cm,左侧膝上10cm的围度是45cm,右侧残肢末端围度是37cm。右侧残肢的关节活动范围正常。残肢感觉与健侧对比亦基本正常,无痛觉过敏和幻肢痛。残肢皮肤状况良好,未见红肿或皮肤破损。患者日常生活完全自理。职业能力亦无障碍,截肢后一直从事运动员的工作。

2 运动假肢的制作

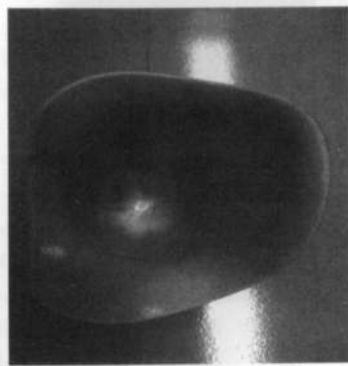
2.1 接受腔的设计

2.1.1 尺寸测量:于患侧会阴根部水平面上测量,然后往下每隔2cm记录一次。健侧只需测量坐骨结节到地面的高度即可。

2.1.2 接受腔的取型:用一条长约40—50cm的弹力绷带,沿

着会阴根部由内向外以“8”字形交叉缠绕直至腰间,此种方法取出的模型既容易包容会阴根部游离的软组织,又利于塑造出残肢外股骨大转子及周围的形状,紧接着用石膏条及石膏绷带取型即可。患者在我院先后装配过坐骨包容式接受腔、四边形接受腔和椭圆形接受腔(即非常接近残肢水平截面的形状),在接受腔的试穿、修改及调整松紧过程中,每一种接受腔至少制作了5个但都存在缺陷,最后根据患者的身体条件和运动项目的需求,最终设计椭圆形接受腔作为运动假肢的接受腔(见图1)。

图1 椭圆形的假肢接受腔



2.1.3 接受腔石膏阳模的制作:前侧:翻边在运动员跑动过程中不影响屈曲的情况下要尽量大,尽量紧贴残肢根部增加受力面积。外侧:准确地制作出大转子位置与形状,股骨的夹钳装置,以及臀肌凹陷处的加压。后侧:坐骨平台的制作不仅需要对坐骨结节进行支持,而且要包容到坐骨结节背面约5—10cm的高度,此种设计为运动员在跑步时的后蹬动作提供了一个强而有力的支撑点^[2]。内侧:在减少跑步时接受腔对侧肢体皮肤摩擦的情况下,内侧边缘应尽量加宽,并且要有一定向上的倾斜度,以利于加大受力面积。

2.1.4 接受腔制作:接受腔主要由碳纤材料分两次抽真空制成。第一次抽完后先固定钛合金三爪,再抽第二次即可。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.01.017

1 广东省工伤康复中心,广州,510600

作者简介:解益,男,康复治疗师;收稿日期:2011-09-26

2.2 零部件的选择

膝关节选用 Mauch 关节,踝关节及脚板选用一体式的“C”形碳纤维板^[3]。

2.3 工作台的对线

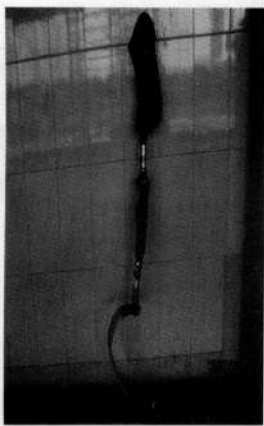
2.3.1 矢状面对线:接受腔在髌关节自然屈曲 30°位对线,并向前移 5cm,使重力线完全落在膝关节的前方。

2.3.2 额状面对线:接受腔在髌关节自然外展 10°位对线,中心线落在膝关节及“C”形脚板的内侧。

2.3.3 水平面对线:接受腔在髌关节自然外旋 10°位对线,此外,连接膝关节与接受腔时,其中间的距离应尽可能地缩短,从而使运动员在奔跑过程中摆动的阻力最小化。

2.3.4 运动场对线:观察运动员在跑动过程中接受腔、膝关节及“C”形脚板的位置关系,并对其进行适当地调节,并且调出 Mauch 关节的跑步功能。见图 2。

图 2 制作完成的运动假肢



3 结果

患者在我中心完成运动假肢的装配,并接受了为期 4 个月的集中适应性训练,其运动水平取得了突破性的提高。在未装配运动假肢前,单腿跳完成 100m 短跑与沙坑跳远的成绩分别是 20s 和 4.6m。在装配运动假肢的初期,单腿跳完成 100m 短跑与沙坑跳远的成绩分别是 18s 和 4.8m。在装配运动假肢 4 个月后,100m 短跑和沙坑跳远的成绩分别提高至 15s 和 5m。据报道,目前这两项运动项目在国内的最高纪录分别是 17s 和 4.71m,世界的最高纪录分别是 13s 和 6.3m。

4 讨论

用于参加体育竞赛活动的运动假肢,其设计侧重于残疾运动员的运动表现及其比赛的成绩。对于截肢的运动员来说,普通假肢已不能满足其参赛的需求,因此,康复工程师需要设计使假肢由一个普通的功能代偿性的工具,转变成一种

能够使残疾运动员的运动成绩发挥至与普通运动员相近的高科技产品^[1]。然而,运动假肢在技术上的突破和创新,对于目前医技人员和康复工程师仍是挑战。

运动假肢接受腔的舒适度和接受腔的装配对线是成功制作运动假肢的关键。运动假肢主要的功能是奔跑和站立,所以无需考虑运动员穿戴运动假肢时的生活方便与否。因此,在设计接受腔时既要考虑到假肢的奔跑功能,同时,也应考虑到运动员在跑步过程中残肢的甩力和大量出汗是否会导致假肢容易脱落。故此,在为残疾运动员设计接受腔时,接受腔的舒适度与松紧度是相当关键的,与生活假肢的接受腔相比,运动假肢接受腔在此方面的设计必须更加精确。膝关节和脚板的选择范围也较为狭窄,根据不同的运动员或体育项目的需求,有时候康复工程师甚至还需要对已有的构件进行改装和调试。

尽管假肢不能替代已经失去的肢体的功能,但是,有效的康复训练和适合的假肢配置能够辅助截肢者重返赛场。据 Legro 等^[4]调查发现,20—39 岁的截肢患者均有兴趣参加不同强度的体育运动,此外,截肢者在穿戴适合的假肢后,其运动的成绩可到达较高水平,部分残疾人的运动表现甚至可以接近正常运动员的标准。

在配置运动假肢前,康复工程师必须首先熟悉体育运动项目的生物力学机制,以及截肢运动员的残肢的功能情况。目前,由于假肢装配构件的选择仍缺乏科学的指导,所以康复工程师必须依据自身的临床经验,选择适合的假肢配件和科学的制作方法,最大限度地发挥运动假肢的功用,使其能够与运动项目的生物机制和运动员的残肢的条件相匹配^[5]。以往人们认为,大腿运动假肢就是装配一个比生活假肢更紧、更舒适的接受腔,选择一个适合奔跑的膝关节或改装后用于比赛的膝关节,以及一个运动“C”形碳纤运动脚板即可。其实不然,目前用于生活假肢的接受腔就有四种类型的口形可以选择。膝关节的选择范围就更为广泛,例如机械式、气压式、液压式及智能式膝关节等。

设计何种类型的假肢接受腔,对于一个大腿截肢的运动员来说至关重要^[2]。运动假肢是否适合快速奔跑,以及能否提高比赛的成绩,都与接受腔有着直接的联系。接受腔应具备非常适宜的松紧度及包容性。在实践中发现,如果接受腔有松动,或包容性稍有不妥,假肢就容易在运动员跑步过程中脱落。若接受腔过紧,则在运动员跑步过程中妨碍大腿肌肉的收缩,使残肢的功能不能得到充分地发挥。此外,接受腔过紧也会引起残肢软组织受到挤压,运动员因接受腔不适而无法长时间穿戴假肢。

除了接受腔的松紧度需要非常精确地控制外,接受腔口型边缘的预留也不可忽视,运动假肢接受腔口型边缘的预留与生活假肢最大的区别在于,运动假肢主要用于站立和跑

步,所以,口型边缘预留方面几乎不用考虑运动员的坐下和如厕,在不影响运动员跑步的情况下应该尽量保留,以增加受力面积,分散残端的压力。此外,接受腔后侧的坐骨平台应包容到坐骨结节背面5—10cm的高度,这样可为运动员在高速奔跑时在后侧提供一个强而有力的支持点。与运动假肢相比,生活假肢必须要考虑到生活的方便程度,所以接受腔边缘需裁剪较多一些。总之,在制作运动假肢接受腔时,无论选择何种类型的接受腔均有其不足之处。在制作接受腔时,需要综合考虑不同口型的接受腔的特点,并结合运动项目在生物力学方面的需求,以及运动员的残肢条件和残肢横切面形状,选择适合运动员和运动项目的接受腔。

除了假肢接受腔的制作至关重要外,运动膝关节及运动脚板的选择对于残疾运动员来说同样重要^[6]。关于运动膝关节的选择,目前国内用于跑步的膝关节有两种。一种是Mauch关节,此关节具有强大的液压缸,可以为运动员在高速奔跑时提供快速强劲的助动力,增加髋关节后伸的力量。另一种膝关节是运用OttoBock膝离断四连杆关节(3R46)加弹簧改装而成的,最常用的运动“C”形脚板,是选用Össur公司的碳纤脚板^[3]。

运动假肢的对线与假肢接受腔的制作是决定残疾运动员比赛成绩的关键。在实践中发现,如果运动假肢的对线与生活假肢的对线原理相同,运动员则无法跑步。在为运动假肢对线时,应充分考虑到残肢的自然屈曲、外展和外旋的角度,以及接受腔与膝关节连接的距离。在自然屈曲位对线,能够保证运动员在跑步时的最大步幅,以利于短跑成绩的提升^[7]。与此同时,髋关节在外展、外旋位对线,运动员在跑步时,其患肢完成的是画圈步态的摆动,且摆动的幅度较大,利于提高患侧的稳定性和摆动的顺畅程度。假肢接受腔和膝关节间的距离必须缩到最短,以最小化摆动的阻力臂,提高残疾运动员跑步的速度。

随着我国国民经济的不断发展,社会各界对残疾人的关注度也越来越高。我国的残疾运动员在国内和国际的大赛上取得了多个辉煌的成绩。然而,人们对需要装配运动假肢参赛的残疾运动员的关注度仍不够,尽管部分运动员装配了运动假肢,但是他们却不能穿戴假肢参赛,甚至穿戴假肢后仍无法进行正常的跑步。据了解,目前国内没有一支专业的康复工程师团队,参与到残疾运动员装配运动假肢前后的训练当中。倘若我国能够培养这样一支专业队伍,或建立一个专业化残疾运动员的训练基地,那么,国内那些需要装配运动假肢的残疾运动员的比赛成绩,将会有望提高,从而进一步缩小国内残疾运动员的水平与世界纪录之间的差距。

参考文献

- [1] Dyer BTJ, Noroozi S, Redwood S, et al. The design of lower limb sports prostheses: fair inclusion in disability sport[J]. Disability & Society, 2010, 25:593—602.
- [2] Rabuffetti M, Recalcati M, Ferrarin M. Trans-femoral amputee gait: socket-pelvis constraints and compensation strategies [J]. Prosthet Orthot Int, 2005, 29:183—192.
- [3] Nolan L. Carbon fiber prostheses and running in amputees: A review[J]. Foot and Ankle Surgery, 2008, 14: 125—129.
- [4] Legro MW, Reiber GE, Czerniecki JM, et al. Recreational activities of lower-limb amputees with prosthesis[J]. J Rehabil Res Dev, 2001, 38:319—325.
- [5] Mezhani-Masmoudi M, Guermazi M, Feki H, et al. The functional and professional future of lower limb amputees with prosthesis[J]. Ann Readapt Med Phys, 2004, 47:114—118.
- [6] Mokha M, Conrey R. Prosthetic devices and performance enhancement[J]. Athletic Therapy Today, 2007, 12: 44—45.
- [7] Burkett B, Sneathers J, Barker T. Optimizing the trans-femoral prosthetic alignment for running by lowering the knee joint [J]. Prosthet Orthot Int, 2001, 25:210—219.