

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2021.07.020

· 辅助技术 ·

## 全骨盆切除后胸廓承重接受腔和交互步态行走假肢适配1例报道

杨平<sup>1,2</sup>, 蔡丽飞<sup>1,2</sup>, 曹学军<sup>1,2</sup>

1. 首都医科大学康复医学院, 北京市 100068; 2. 中国康复科学所康复工程研究所, 北京市 100068

通讯作者: 曹学军, E-mail: zkba@sina.com

### 摘要

**目的** 探讨全骨盆切除术后胸廓承重接受腔和交互步态行走假肢的设计、装配和使用方法。

**方法** 报道1例全骨盆切除术后患者。接受腔主要承重部位在下胸廓, 悬吊依靠接受腔前后方向作用力, 行走假肢由接受腔、交互步态行走矫形器的髋关节、假肢膝关节和SACH假脚组成, 调节对线, 进行步行训练。

**结果** 患者借助接受腔直立每次可达4 h, 借助腋拐可使用假肢以交互步态连续行走200 m, 耗时30 min。改良Barthel指数评分由入院时的41.5分提高到出院时的93分(使用接受腔)和83分(使用假肢)。

**结论** 合理选择接受腔的受力位置、悬吊方式可以实现全骨盆切除者直立, 合理选择假肢部件、正确力线和步行训练可以实现借助腋拐交互步态行走, 从而提高日常生活活动能力。

**关键词** 经腰椎离断; 全骨盆切除; 假肢; 交互步态; 接受腔

### Thoracic-weight-bearing Socket and Reciprocating Gait Prosthesis for Pelvis Disarticulation Amputee: A Case Report

YANG Ping<sup>1,2</sup>, CAI Li-fei<sup>1,2</sup>, CAO Xue-jun<sup>1,2</sup>

1. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China; 2. Department of Rehabilitation Engineering, China Rehabilitation Science Institute, Beijing 100068, China

Correspondence to CAO Xue-jun, E-mail: zkba@sina.com

### Abstract

**Objective** To design, fit and use a thoracic-weight-bearing socket and reciprocating gait prosthesis for amputee pelvis disarticulation.

**Methods** A case after pelvis disarticulation amputation was reported. The main weight of the socket bore on lower thorax, and the socket suspended with the pressure from anterior-posterior sides. Walking prosthesis was consisted of the socket, reciprocating hip joint, prosthetic knee joint and SACH foot. The prosthesis was adjusted alignment, and the patient was trained to walk with the prosthesis.

**Results** The patient could stand for four hours a time with the socket, and walk 200 meters in 30 minutes assisted with axillary crutches. The score of modified Barthel Index improved from 41.5 admitted to hospital to 93 (with socket) or 83 (with prosthesis) as discharged.

**Conclusion** Pelvis disarticulation amputees could stand up with socket with reasonable weight bearing and suspension and walk in reciprocating gait with reasonable components and joints, right alignment and gait training, to improve activities of daily living.

**Key words:** translumbar amputation; pelvis disarticulation; prosthesis; reciprocating gait; socket

[中图分类号] R496 [文献标识码] B [文章编号] 1006-9771(2021)07-0859-05

[本文著录格式] 杨平, 蔡丽飞, 曹学军. 全骨盆切除后胸廓承重接受腔和交互步态行走假肢适配1例报道[J]. 中国康复理论与实践, 2021, 27(7): 859-863.

**CITED AS:** YANG Ping, CAI Li-fei, CAO Xue-jun. Thoracic-weight-bearing Socket and Reciprocating Gait Prosthesis for Pelvis Disarticulation Amputee: A Case Report [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2021, 27(7): 859-863.

作者简介: 杨平(1983-), 女, 汉族, 山东临沂市人, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向: 康复工程; 蔡丽飞(1987-), 女, 汉族, 河南安阳市人, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向: 康复工程。

经腰椎离断又名半体切除,是指经某一腰椎将骨盆、盆腔脏器、双下肢及外生殖器全部切除。骨盆周围组织的晚期恶性肿瘤,截瘫引起难以治愈的骶骨压疮、骨盆骨髓炎等并发症<sup>[1]</sup>和严重的骨盆、下肢创伤<sup>[2]</sup>是常见的手术适应症。这类患者数量极少,国际上只报道70余例<sup>[3]</sup>。全骨盆切除是经腰椎离断的一种特殊情况,指从骶骨处将骨盆及以下的部分全部切除。术后患者长期卧床,不能直立。本文探讨1例外伤导致全骨盆切除患者的接受腔和假肢设计原理、装配及使用的方法。

本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会批准(No. 2016-063-1),患者签署知情同意书。

### 1 病历摘要

患者男性,60岁,2004年3月因外伤导致全骨盆切除。术后一直卧床,2007年3月至9月在中国康复研究中心进行全面康复治疗,出院后定期回中心对接受腔和假肢进行保养。目前已存活17年。

查体:患者骨盆及以下部位缺如,身高78 cm,体重36 kg,双手张开指间距离164 cm;躯干残端皮肤瘢痕范围32×29 cm,后方可见骶骨残端骨突起,皮下组织粘连,瘢痕区皮肤感觉减退,腹部末端仅为一层皮肤包裹腹腔脏器;左上腹有降结肠造瘘口,骶骨两侧有输尿管造瘘口;双上肢平行杠中的支撑时间<1 min,躯干前倾,不能保持与地面垂直;直立后腹部末端软组织下垂,比仰卧时长10 cm左右。X光片可见脊柱侧弯,骶骨仅残留1/2,骨质疏松明显。

## 2 接受腔设计及制作

### 2.1 取型

分别于直立位和仰卧位取型。由于仰卧时患者腹部呈扁平状态,直立位腹部比较饱满,残端状态符合直立位时的生物力学特性。综合考虑后采用直立位取型。

取型时需要患者保持直立位一段时间。患者经上肢力量训练半个月,仍无法达到取型时间要求,嘱患者屈肘90°支撑于平行杠内,借助液压转移架减重延长支撑时间。

取型时将患者体位摆正,保持与水平面垂直。患者穿取型袜套,用记号笔从剑突上10 cm处开始标记,每隔5 cm标记一次,直到躯干末端。卷尺测量每个标记处围长,游标卡尺测量剑突及其上5 cm、下5 cm处前后径和左右径。标记免压区域:骶骨突起、输尿管造瘘口、结肠造瘘口。将取型绳从袜套上缘放入,

沿前侧正中中线到末端,伸出袜套;将浸湿的石膏绷带缠绕患者,在绷带干燥前调节转移架,使患者躯干末端接触身体下方水平面,至患者感觉合适。取型过程通过激光对线仪保证躯干正常对线。石膏固化后,将患者转移到海绵垫上,仰卧,沿取型绳将接受腔切开,取下。切开处沿切线重新对合,石膏绷带重新缠绕固定。

### 2.2 阳型修型

得到石膏阳型后,对受力部位和免荷部位进行修型。设计原则如下:主要受力部位在下胸廓,即第10~12肋弓;在T<sub>10</sub>棘突附近施加向前的作用力,防止躯干下滑;骶骨突起、造瘘口周围免压;为了防止产生恶心等症状,腹部不施加压力,仅与接受腔接触;腹部两侧软组织不对称,为了接受腔美观,修型时尽量使两侧对称。

### 2.3 临时接受腔

在修改好的阳型上制作石膏检验腔。为方便穿脱,容积可调节以适应躯干体积变化。检验腔采用前后两片,右侧用两个金属合页固定,左侧采用搭扣连接(图1)。通过调整搭扣改变胸廓部位压力。后侧上缘高度比前侧低5 cm左右,前侧上缘至剑突上5 cm。

第一次试穿后,患者能耐受接受腔对胸廓的压力,未感觉呼吸异常。使用轮椅活动后,后侧骶骨突起处磨破,其他部位皮肤完好;皮肤发红的部位在主要受力区,即接受腔后上缘对应的背部,右侧下胸廓,5 min内自行褪色。患者感觉接受腔前缘稍高,影响躯干前倾。

重新制作石膏检验腔,石膏阳型做以下修改:在骶骨位置添补石膏,为该处突起预留更多空间;将检验腔前缘降低1 cm。患者骶骨不会接触接受腔,不影响使用轮椅。

最后制作由内层软腔和外层硬腔组成的临时树脂接受腔,用于患者日常训练。树脂接受腔的开口方式同检验腔。

### 2.4 正式接受腔

患者使用临时接受腔3个月后,残肢基本定型,制作正式接受腔(图1)。

先对石膏阳型进一步修改:增加对胸廓压缩量以增加胸廓受力,尤其是下胸廓;因患者长期侧卧导致躯干侧弯,影响接受腔外观,为提高美观性,适当压缩左腹外侧软组织,为右腹留出更多空间,使两侧尽可能对称。

先制作石膏检验腔以观察患者能否耐受新接受腔的压力,采用肩吊带悬吊。但患者认为肩吊带限制手支撑行走,正式腔仍采用前后方向压力悬吊。

### 3 假肢设计及制作

#### 3.1 交互步行原理

交互步行矫形器(reciprocating gait orthosis, RGO)的思想最早由 Motloch<sup>[4]</sup>提出,主要用于辅助脊髓膨出儿童行走<sup>[5]</sup>。

改进后的RGO工作原理<sup>[6]</sup>:患者借助拐杖将身体倾斜,使重心转移到左侧下肢,右侧下肢离地,躯干后伸,通过腰部塑料背心施力于骨盆带,使右侧进入摆动期;由伸髋变为屈髋,屈髋力矩通过连接两侧髋关节的环索/水平索/摇杆传递到对侧,产生等大伸髋力矩,重心逐渐转移到右侧,躯干后伸使左侧下肢进入摆动期。在环索/水平索/摇杆作用下,一侧下肢屈髋时另一侧伸髋,双侧不会同时伸髋或屈髋,伸髋力矩和屈髋力矩相同,因而双侧步幅基本一致。

#### 3.2 假肢的组成

假肢由以下部件组成:接受腔,环索RGO髋关节系统(包括髋关节、骨盆带、环索),假肢单轴带锁膝关节及相关连接部件,SACH假脚。

选择这些部件的原因如下。截瘫患者的骨盆带需要固定到塑料背心上,躯干后伸的力量通过塑料背心传递到骨盆带。而截肢患者的接受腔即可起到塑料背心的作用,因而可以取消塑料背心。截瘫患者的体重由下肢骨骼支撑,而全骨盆切除患者的全部体重要由下肢假肢部件承担。RGO矫形器的膝关节刚性、强度比假肢膝关节低,为提高站立行走的稳定,采用单轴

带锁的假肢膝关节。RGO髋关节及与之相连的上下关节体经反复确认,单侧可承重85 kg,满足使用要求。相比动踝脚,SACH脚重量轻,但是足背屈、跖屈活动范围小,需要配合软质后跟的坡跟鞋使用,以提高迈步时的稳定性。

#### 3.3 装配过程

根据接受腔后侧形状弯曲骨盆带,用铆钉固定到接受腔上,注意与接受腔服贴,特别是固定髋关节上关节体的位置要尽量与接受腔形状相符。确定髋关节轴线,双侧同轴;髋关节相连的两侧下关节体末端的距离,在屈髋、后伸位、中立位近似相等,上关节体与地面垂直。将双侧髋关节的上关节体固定到骨盆带上。将环索连接到髋关节,长索连接髋关节前侧,短索连接髋关节后侧。通过调节固定位置的距离调节接受腔前倾角,设为5°~8°,使患者的重心始终控制在双腋拐和身体之间,可保证平衡、稳定。将下关节体通过连接件与假脚相连,组装成不带膝关节的短柱假肢(图2)。调节工作台对线、静态对线、动态对线。

假肢高度逐渐升高,避免因重心突然升高,平衡不易掌握等问题。未安装膝关节时,患者穿假肢的身高为119 cm。经平衡和步行训练1周左右,安装膝关节和小腿管,穿假肢的身高升到149 cm。

患者由于骨盆缺如,躯干比正常时约短20 cm,如果按患者受伤前的身高164 cm确定患者穿假肢后的身高,则下半身显得特别长,既影响美观,也对患者平衡、稳定造成影响。经研究,采用人体黄金分割比计算患者穿假肢后最终身高:肚脐到脚底的距离/头顶到脚底距离=0.618。最终穿假肢后的身高定为155



图1 接受腔外形

<http://www.cjrtponline.com>

cm。患者穿上该假肢后，上、下体比例协调。

升高后假肢的工作台对线：矢状面上，由接受腔二等分点引出的负荷线，通过髋关节中心、膝关节轴10~15 mm前方，落到跖趾关节至脚跟后缘的中点(图2)。



图2 假肢外形

### 3.4 假肢的使用训练

#### 3.4.1 假肢穿脱方法训练

穿假肢：先将髋关节和膝关节锁住(一般由家人协助完成，髋关节为预锁)，患者仰卧，躯干进入接受腔，站起后身体后仰，将髋关节锁住；从床上站起来的过程需借助助行器或他人帮助。

脱假肢：将髋关节解锁，坐下，再仰卧到床上，将接受腔打开，将假肢脱下。

#### 3.4.2 使用假肢站起/坐下训练

患者由坐到站转换时，先锁住膝关节，再预锁髋关节，借助助行器站起来。由立到坐转换时，先解锁髋关节，再借助助行器坐下，最后将膝关节解锁。

#### 3.4.3 步行训练

患者借助助行器，将身体重心置于左侧下肢，右侧下肢上提离地，摆动，躯干后伸，通过接受腔施力于骨盆箍，使左侧由伸髋逐渐变为屈髋，右侧脚跟着地，重心逐渐转移到该侧；重心转移完成后另侧重复上述动作，使对侧下肢摆动前进。

在不同身高阶段，选择不同的步行辅助具。身高119 cm时选择儿童助行器，149 cm时使用成人助行器，最后借助腋拐行走。行走路面包括室内平地、室外平地、草地、碎石子路、上下台阶(台阶高约15 cm)、上下坡(坡路倾斜角约10°)等，上下台阶需借助

两侧扶手，不能使用腋拐上下台阶。使用短桩假肢时，可以借助助行器上下坡，身高升高之后上下坡困难。使用助行器除可实现交互步行走，还可以摆至步行走。

### 4 结果

经过系统康复训练，患者使用胸廓承重接受腔实现了直立，每次直立时间达4 h。可以借助手柄使用接受腔实现手支撑行走、上下楼梯、跨越台阶、上下轮椅等活动，借助腋拐使用假肢可在平地上连续行走200 m，耗时30 min<sup>[7]</sup>。可以自己穿脱接受腔，但不能独立穿脱假肢。改良Barthel指数评分由入院时41.5分，提高到出院时93分(使用接受腔)和83分(使用假肢)<sup>[7]</sup>。使用假肢行走的能量消耗高于接受腔<sup>[8]</sup>。

### 5 讨论

全骨盆切除是经腰椎离断的一种特殊情况，也是国际上截肢平面最高术式<sup>[7-9]</sup>。术后残肢条件决定了患者是否需要借助接受腔直立。国外经腰椎离断患者大部分由于骨髓炎或肿瘤截肢，手术方法考虑到术后残肢负重，残端有良好的皮瓣覆盖，可以承担身体重量，不借助接受腔也能实现直立和日常生活自理<sup>[10]</sup>。本例患者由于严重创伤导致全骨盆切除，手术过程没有考虑术后残肢负重问题<sup>[7]</sup>，残肢末端仅有一层皮肤覆盖，骨突起明显，无法负重，只能借助接受腔直立。

接受腔的生物力学设计和悬吊是否合理，决定了患者的穿戴舒适度和是否能坚持使用。如果接受腔受力不合理，可能引起皮肤破损，导致患者弃用<sup>[7]</sup>。本例患者残肢末端软组织不能负重，可负重区域只有下胸廓，悬吊依靠身体与接受腔的摩擦力和前后方向的挤压力；取消肩吊带，方便患者进行手支撑行走和日常活动。与国外此类患者依靠胸廓和残端肌肉软组织负重，依靠肩吊带悬吊<sup>[11-14]</sup>相比，本例患者可用受力面积减小。患者在使用过程中没有皮肤破损、发红等局部压力集中现象，没有引发呼吸障碍，表明单位面积受力合理，患者坚持使用13年。

接受腔的设计还要考虑患者能否自行穿脱，能否调节容积，以及散热性<sup>[9]</sup>。本研究设计的接受腔由两层腔组成，内层软腔采用聚氨酯泡沫，外层硬腔为丙烯酸树脂真空制作而成。为方便患者穿脱，将接受腔做成前后两片，一侧用搭扣连接，另一侧用合页连接；穿脱时仅需将搭扣侧打开。这种设计不能调节硬腔容积，只能在软腔或残肢上增加袜套数量进行微

调。聚氨酯泡沫的缺点是散热差,为了增加透气性,可以选择棉质弹性纤维材料作为内层软腔,热塑板材做外腔<sup>[11]</sup>。Wilson<sup>[13]</sup>使用定制的ROHO座垫作为接受腔内层软腔,用热塑板材做外腔,增加透气性。根据残肢条件,接受腔也可以做成一个整体<sup>[12]</sup>。

借助接受腔直立后,患者希望进一步重建完整身体外观和行走功能。为弥补身体外观,可以安装装饰性假肢。行走假肢由于装配难度高、穿脱复杂、行走能量消耗高等原因,少有患者使用。国外有患者安装了行走假肢,借助拐杖实现摆过步行走<sup>[14]</sup>。Simons等<sup>[15]</sup>选择自由摆动的髋关节、带锁的膝关节和SACH脚使两例患者实现行走。本研究将交互步态行走矫形器与假肢联合使用,利用重心转移实现交互步行走。在假肢高度计算上,采用逐渐增高的方式,通过黄金分割比计算出最终下肢高度,重建身体外观。

综上所述,接受腔是全骨盆切除截肢者康复的关键,能提高移动能力和生活自理能力,合理的受力、悬吊方式和力线是接受腔成功的核心因素。矫形器-假肢的联合使用不仅可恢复身体外观,而且重建交互步行走功能。接受腔对残肢在静态和运动状态下的力学影响有待进一步研究。

致谢:感谢中国康复研究中心假肢矫形部崔继龙高级假肢师装配、制作假肢和接受腔。

利益冲突声明:所有作者声明不存在利益冲突。

#### [参考文献]

[1] CRUM R W, LEE E S, PATTERSON F R, et al. Back-to-front hemiporectomy with double-barreled wet colostomy for treatment of squamous cell carcinoma of a pressure ulcer [J]. *Am Surg*, 2015, 81(12): E400- E402.

[2] WARR S P, JARAMILLO P M, FRANCO S T, et al. Hemiporectomy as a life-saving strategy for severe pelvic ring crush injury: a case report [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28(4): 735-739.

[3] THAKUR A, ELLIOTT B, NAIK R, et al. Recurrent hospitalizations in a rare case of hemiporectomy: a challenging case for medical management [J]. *BMJ Case Rep*, 2018, 2018: bcr2017222375.

[4] MOTLOCH W. Principles of orthotic management for child and adult paraplegia and clinical experience with the isocentric RGO [C]. Copenhagen: Proceedings of the 7th World Congress of the International Society for Prosthetics and Orthotics, 1992.

[5] ARAZPOUR M, SOLEIMANI F, SAJEDI F, et al. Effect of or-

thotic gait training with isocentric reciprocating gait orthosis on walking in children with myelomeningocele [J]. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*, 2017, 23(2): 147-154.

[6] DOUGLAS R, LARSON P F, D'AMBROSIA R, et al. The LSU reciprocating gait orthosis [J]. *Orthopedics*, 1983, 6(7): 834-839.

[7] 杨平,曹学军,田罡,等. 外伤致全骨盆切除者的综合康复1例 [J]. *中国康复理论与实践*, 2008, 14(5): 480-483.

YANG P, CAO X J, TIAN G, et al. Rehabilitation of hemiporectomy amputee: a case report [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2008, 14(5): 480-483.

[8] 杨平,蔡丽飞,马鑫鑫,等. 全骨盆切除者使用不同代步工具的能量消耗[J]. *中国康复理论与实践*, 2014, 20(12): 1192-1193.

YANG P, CAI L F, MA X X, et al. Comparison of energy expenditure of a hemiporectomy amputee with different mobility devices [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2014, 20(12): 1192-1193.

[9] 杨平,曹学军. 经腰椎离断术后的康复[J]. *中国康复理论与实践*, 2011, 17(1): 45-47.

YANG P, CAO X J. Rehabilitation for translumbar amputation (review) [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2011, 17(1): 45-47.

[10] CAVALHEIRO D P, MARTEN TEIXEIRA J E, BRAGA D M, et al. Rehabilitation management of hemiporectomy [J]. *PM R*, 2015, 7(7): 777-780.

[11] SMITH J, TUEL S M, MEYTHALER J M, et al. Prosthetic management of hemiporectomy patients: new approaches [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1992, 73(5): 493-497.

[12] CARLSON M J, WOOD S L. A flexible, air-permeable socket prosthesis for bilateral hip disarticulation and hemiporectomy amputees [J]. *J Prosthet Orthot*, 1998, 10(4): 110-115.

[13] WILSON J D. A new concept in prosthetic interface design for hemiporectomy amputees utilizing ROHO compression therapy: a case study from a CPO's perspective [J]. *J Prosthet Orthot*, 2004, 16(4): 104-112.

[14] GRUMAN G, MICHAEL J W. Translumbar amputation: prosthetic management [M]// SMITH D G, MICHAEL J W, BOWKER J H. *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*. 3rd ed. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004: 583-588.

[15] SIMONS B C, LEHMAN J F, TAYLOR N, et al. Prosthetic management of hemiporectomy [J]. *Orthot Prosthet*, 1968, 22(6): 63-68.

(收稿日期:2021-01-21 修回日期:2021-05-31)