

前交叉韧带损伤与重建术后核心稳定特征研究进展*

李靖龙¹ 王予彬^{1,2}

膝关节前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤是运动损伤中较常见的疾病,近来前交叉韧带损伤后膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)高发引起了很多学者关注,并且很多报道也提出参加重建手术患者KOA发生与保守治疗差异无显著性^[1-2]。引起KOA原因的研究中,很多集中于ACL损伤及重建后膝关节步态的特征性改变,但很少有人报道核心稳定系统特征的改变。本文就ACL损伤与重建术后核心稳定系统特征改变及核心稳定训练在ACL损伤与重建术后的治疗意义做一综述。

1 核心与核心稳定性

人体核心区是由脊柱和骨盆等在内的骨骼及其周围肌群构成。其中骨骼的核心包括脊柱、髋、下肢近端和骨盆,周围肌肉即为维持核心区稳定的肌群^[3-4],可分为深层肌群和浅层肌群,深层肌群包括:多裂肌、腹横肌和盆底肌,主要参与维持腰椎处于正中区域;浅层肌群包括:腹直肌、腹内斜肌、腹外斜肌、竖脊肌、腰方肌及臀部肌群,主要参与控制脊柱运动方向,抵抗施加在躯干上的外来负荷,维持整个脊柱姿势。

1985年, Panjabi^[5]首次提出了“脊柱稳定性”的概念,并在此基础上提出了“核心稳定性”的概念。他认为,人体的核心稳定是一种“保持脊柱中立区域(neutral zone)在一定生理范围内以避免临床不稳定”的能力^[6]。

Kibler WB等^[7]认为核心稳定性是指核心肌群通过收缩和增加腹内压而保持脊柱稳定的能力。稳定的核心对骨骼肌肉系统有着许多重要的作用,尤其是保持下背部健康和预防膝关节损伤方面,更有其特殊的意义^[8]。Bouisset^[9]首先提出,四肢的所有活动需要骨盆和躯干的稳定。Hodges PW和Richardson CA^[10]随后认为,在下肢活动之前,躯干的肌肉先活动,躯干肌肉通过加强脊柱,来提供运动基础以完成功能性的运动。

2 核心稳定性与下肢运动损伤关系

核心稳定性直接关系到整合近端和远端的动力和力量

的控制,对运动功能最佳化具有重要意义^[11]。核心稳定性与运动损伤关系密切。

在一项前瞻性研究中发现,与男性运动员相比,女性运动员运动中躯干侧方位移增加,髋关节和躯干屈曲角度有变化,躯干活动范围更大,运动中髋关节内收、内旋角度增加,这提示核心部位运动学、动力学差异可能会增加女性运动员ACL损伤几率,通过髋、躯干的神经肌肉控制可以降低ACL损伤几率^[12]。Leetun DT等^[13]对80例女性、60例男性篮球和田径运动员赛季前进行了研究,发现男性运动员在髋关节外展、外旋力量、腰方肌力量上较女性运动员强,其中在未受伤运动员中其髋关节外展、外旋力量上与受伤运动相比具有显著性差异,但Logistic回归分析认为仅髋关节外旋力量可作为预测下肢运动损伤的指标。

Bohdanna^[14]以277例大学生运动员(女性140例,男性137例)为研究对象,前瞻性研究主动和被动运动情况下,核心区本体感觉的定位。分析躯干负荷情况下,突然解除负荷时躯干位移(屈、伸、侧方位移)与膝关节、韧带、ACL损伤之间的相关性(膝关节损伤指韧带、半月板、髌股关节损伤,不包括骨折与挫伤;膝关节损伤包括韧带损伤,韧带损伤包括ACL损伤),发现躯干侧方位移(躯干侧屈的角度)是韧带损伤最强的预测指标。Logistic回归模型预测韧带损伤具有91%的敏感性和68%的特异性。该模型对女性运动员膝关节、韧带、ACL损伤预测准确度分别为84%、89%和91%,男性运动员仅凭腰背部疼痛病史即可有效预测膝关节韧带损伤。在足球运动中,核心力量和本体感觉的下降将会使运动员处于ACL损伤的高风险中^[15]。

由此可见,不稳定的核心是下肢运动损伤的一个重要原因,对于ACL损伤,核心的不稳也是不能忽略的因素。

3 前交叉韧带损伤后核心稳定系统特征改变

ACL损伤后,下肢运动学、动力学发生变化, Berchuck M等^[16]于1990年就提出ACL损伤后患者存在“股四头肌回避步态”,作者认为由重力产生的膝关节外力矩和关节周围肌肉收缩产生的关节内力矩应处于平衡状态, ACL损伤后,步行

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.01.024

*基金项目:国家自然科学基金青年基金项目(81101354)

1 上海市同济大学附属东方医院,上海,200120; 2 通讯作者

作者简介:李靖龙,男,博士研究生; 收稿日期:2012-06-01

时会尽量避免股四头肌收缩,这时会使屈膝外力矩(重力产生)减小,这样使之平衡的伸膝内力矩(股四头肌收缩产生)也同时减小,这种由 ACL 损伤引起的特异性步态被称为“股四头肌逃避步态”。

ACL 损伤后下肢步态特征研究主要集中于膝关节及其周围肌肉,对于核心区运动学、动力学及核心肌群肌电活动研究甚少。Ferber R^[17]等通过对 10 例慢性 ACL 缺失患者术前与重建术后 3 月,以及 10 例正常人的对照研究发现,ACL 缺失患者术前并未发现“股四头肌逃避步态”。在后续研究中^[18]发现正常人双侧髌关节力矩与功率方向图是不对称的,而膝关节是对称的,并且在 ACL 损伤后与重建术后 3 个月,上述指标发生相反的变化,即膝关节力矩与功率方向图变得不对称,而髌关节则对称,此原因可能是髌为了适应 ACL 损伤及重建后膝关节动力学改变,以保证髌膝关节通过协调前群肌(髌膝关节伸肌群)与后群肌(髌膝关节屈肌群)的相互作用来获得关节的动力性平衡,进而控制头-手-躯干节段的相互作用。

Oberlaender 等^[19]研究发现在 ACL 缺失患者在单腿跳跃实验时,患侧屈髌力矩增加,且在落地时躯干前屈角度增加。Blackburn JT 等^[20]在一项正常人落地实验中指出,在落地时躯干处于屈曲姿势可增加膝、髌关节屈曲角度,从而降低 ACL 损伤。Kulas AS 等^[21]也在正常人单腿下蹲实验中发现,躯干在前屈时下蹲可降低 ACL 受力及应变程度,当躯干前屈 40°下蹲时,ACL 所受应力最小,这是因为躯干的姿势改变可以调节髌关节屈曲角度及双侧关节周围大腿肌的肌力大小。

在 ACL 损伤患者中其核心部位运动学、动力学发生改变,并且核心部位运动学、动力学的特征性改变也可以作为 ACL 损伤的预测因素。

4 前交叉韧带重建术后核心稳定系统特征改变

近年来,对于 ACL 损伤与重建术后下肢步态特征研究很多,主要集中于膝关节的步态特征。1 篇关于前交叉韧带重建术后平路行走时膝关节生物力学特征的 Meta 分析报道^[22]: ACL 重建术后,患者行走时步长,行走速度,负荷反应期的最大屈膝角度,膝关节位置觉,被动运动感觉阈值恢复正常,但是最大屈膝角度、最大屈膝力矩、最大胫骨外旋角度并无显著改善。Ferber R^[17]的研究中发现,慢性 ACL 缺失患者,重建术后,与对照组相比,患者的伸膝力矩明显增加,并且 ACL 缺失患者,术前、术后伸髌力矩增加,可能原因是为了降低 ACL 损伤后胫骨前移的程度。

Orishimo KF 等^[23]在单腿跳跃实验中发现,ACL 重建 (ACL reconstruction, ACL-R) 术后患者,在起跳时,膝关节峰力矩与力量下降,而髌关节、踝关节力矩与反作用力增加,但

对于双侧下肢总伸肌峰力矩相同。在落地时髌膝关节力量下降,而踝关节力量增加,因为在起跳时,患膝降低的峰力矩与力量首先由髌关节力矩与力量来补偿,这种补偿机制是一种为降低 ACL-R 膝关节负荷的保护性适应机制。

Hall M 等^[24]通过对 10 例 ACL-R 术后 1 年以上患者及 17 例健康对照进行步态分析发现,ACL-R 患者患肢在上第二阶段台阶时伸膝峰力矩下降,髌关节伸肌力矩增加 26%,在平地行走时伸髌力矩增加 34%,可能原因是患膝为避免应力加载于重建的 ACL 上,机体会增加伸髌力矩而降低伸膝力矩。Roewer BD 等^[25]研究指出,ACL-R 患者伸髌力矩在受伤到重建术后 6 个月并未改变,但在术后 6 个月—2 年发生改变,患侧髌关节力矩随着膝关节力矩改变而改变,且随着时间推移,双髌关节力量模式变得对称,主要因为未受伤侧髌关节改变较受伤侧更多。因此对于 ACL-R 患者,髌关节稳定特征不仅患侧发生改变,健侧也随时间推移发生变化,可能提示其他核心区结构稳定特征在 ACL-R 后也会发生改变,但目前尚无 ACL-R 后脊柱、骨盆等结构运动学、动力学特征改变的报道,这也是将来研究的方向。

5 核心稳定训练在前交叉韧带损伤与重建术后的治疗意义

核心稳定性训练(core stability training)是指针对身体核心肌群进行的稳定、力量、平衡等能力的训练,通过核心稳定性训练可以建立一个强大的核心肌群,对身体的动态链功能有着巨大的影响^[26]。研究表明^[27],核心稳定性以及躯干、髌等神经肌肉稳定性下降将会降低肌肉的活动使得核心区对四肢的控制能力降低,进而导致运动损伤的发生。采用神经肌肉训练(neuromuscular training)的目的主要通过核心稳定训练以预防下肢运动损伤,特别是对于核心本体感觉、神经肌肉控制能力缺失的女性运动员^[14]。

Filipa A 等^[28]将 20 例女性足球运动员分为两组,其中一组(13 例)在常规训练中增加神经肌肉训练,8 周后通过星形位移平衡试验(star excursion balance test, SEBT)测试发现,其双下肢综合评分均较训练前有明显提高,对照组则前后无差异,该变化主要是因为神经肌肉训练增加了核心稳定性及下肢力量。

对于 ACL 损伤患者,核心稳定训练可以增加膝关节动力学稳定性。扰动性训练(perturbation training, PERT)是神经肌肉训练模式中的一种,其训练目标是通过训练关节周围肌肉组织合适、协调的活动来增加膝关节动力学稳定^[29]。Chmielewski TL 等^[30]研究了 9 例 ACL 损伤患者通过包含有 PERT 的康复训练后发现,在行走中,股外侧肌活动性增加,且变化决定于外侧腘绳肌和/或比目鱼肌的活动,但训练前并未发现这种关系,功能较训练前增加,所有患者的肌肉活动性均恢复到损伤前状态。这种肌肉间活动关系的形成更

加证明PERT能通过良好的协调影响胫骨移动肌肉的活动,从而增加了膝关节动力学稳定性。

Di Stasi SL等^[31]对ACL损伤后膝关节不稳(non-copers)的12例男性、9例女性患者在扰动性训练前后进行步态分析发现,在训练前,与男性患者相比,女性患者双侧髌关节偏移程度于行走中不对称,且患侧髌、膝屈曲角度、力矩均降低,膝关节偏移程度降低,而髌关节偏移程度增加,但在训练后这些指标均发生变化,仅有伸膝力矩仍存在差别。

Hartigan E^[32]将19例急性ACL损伤主诉膝关节不稳(non-copers)的患者随机分成两组,其中一组接受扰动性训练(PERT)和渐进性股四头肌肌力训练(strengthening group, STR),另一组仅接受渐进性股四头肌肌力训练(STR),通过比较术前和术后6个月股四头肌肌力指数和膝关节偏移程度发现,与干预前相比,术后6个月股四头肌肌力指数两组患者均增加,但PERT组术后6个月其膝关节偏移在步态的站立中期未见明显改变,而STR组仍有小的改变。说明PERT组其术后肌力及关节偏移改变较STR组较对称。

6 小结

ACL损伤不仅导致下肢运动学、动力学特征改变,其核心区稳定特征也将随之改变,重建手术一定程度上恢复了膝关节稳定性,但下肢步态特征,核心稳定特征仍未能完全恢复正常,术后患者KOA仍高发。核心稳定训练作为一种新兴康复训练模式,运用于ACL损伤与重建术后患者将更加有利于患者康复。对于ACL损伤与重建术后核心稳定特征,核心稳定训练计划仍需进一步研究。

参考文献

- [1] Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, et al. Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults[J]. Cochrane Database of Systematic Reviews 2005, Issue 2. Art. No.: CD001356. DOI: 10.1002/14651858.CD001356.pub3.
- [2] Streich NA, Zimmermann D, Bode G, et al. Reconstructive versus non-reconstructive treatment of anterior cruciate ligament insufficiency. A retrospective matched-pair long-term follow-up[J]. International Orthopaedics, 2011, 35: 607—613.
- [3] Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization core concepts and current literature. Part 1[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2005, 84(6): 473—480.
- [4] Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: a review of core concepts and current literature. Part 2[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2007, 86(1): 72—80.
- [5] Pope MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability[J]. Spine, 1985, 10(3): 255—256.
- [6] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis[J]. J Spinal Disord, 1992, 5(4): 390—396.
- [7] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function[J]. Sports Med, 2006, 36(3): 189—198.
- [8] Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, et al. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2005, 13(5): 316—325.
- [9] Bouisset S. Relationship between postural support and intentional movement: biomechanical approach[J]. Arch. Int. Physiol. Biochim. Biophys, 1991, 99: 77—92.
- [10] Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb[J]. Phys Ther, 1997, 77(2): 132—144.
- [11] Anderson K, Behm DG. The impact of instability resistance training on balance and stability[J]. Sports Med, 2005, 35(1): 43—53.
- [12] Mendiguchia J, Ford KR, Quatman CE, et al. Sex differences in proximal control of the knee joint[J]. Sports Med, 2011, 41(7): 541—557.
- [13] Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, et al. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes[J]. Med Sci Sports Exerc, 2004, 36(6): 926—934.
- [14] Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(3): 1123—1130.
- [15] Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2009, 17(7): 705—729.
- [16] Berchuck M, Andriacchi TP, Bach BR, et al. Gait adaptations by patients who have a deficient anterior cruciate ligament[J]. The Journal of Bone & Joint Surgery, 1990, 72: 871—877.
- [17] Ferber R, Osternig LR, Woollacott MH, et al. Gait mechanics in chronic ACL deficiency and subsequent repair[J]. Clinical Biomechanics, 2002, 17: 274—285.
- [18] Ferber R, Osternig LR, Woollacott MH, et al. Bilateral accommodations to anterior cruciate ligament deficiency and surgery[J]. Clinical Biomechanics, 2004, 19: 136—144.
- [19] Oberländer KD, Karamanidis K, Höher J, et al. Evidence of Feedforward Postural Adjustments to Reduce Knee Joint Loading in ACL Deficient Patients at Cost of Dynamic Stability Control[J]. Biomedical Engineering & Medical Physics, 2011, 34: 264—267.
- [20] Blackburn JT, Padua DA. Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing[J]. Clinical Biomechanics, 2008, 23: 313—319.
- [21] Kulas AS, Hortobágyi T, DeVita P. Trunk position modulates anterior cruciate ligament forces and strains during a single-leg squat[J]. Clinical Biomechanics, 2012, 27: 16—21.
- [22] Shi DL, Wang YB, Ai ZS, et al. Effect of anterior cruciate ligament reconstruction on biomechanical features of knee in

- level walking: a meta-analysis[J]. Chinese Medical Journal, 2010,123(21):3137—3142.
- [23] Orishimo KF, Kremenich IJ, Mullaney MJ,et al. Adaptations in single-leg hop biomechanics following anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2010,18:1587—1593.
- [24] Hall M, Stevermer CA, Gillette JC. Gait analysis post anterior cruciate ligament reconstruction: Knee osteoarthritis perspective[J]. Gait & Posture,2012,36(1):56—60..
- [25] Roewer BD,Di Stasi SL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and weight acceptance strategies continue to improve two years after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Journal of Biomechanics,2011,44:1948—1953.
- [26] 陈勇,陈晶. 核心稳定性训练的研究综述[J]. 宜春学院学报, 2008,30(4):109—124.
- [27] Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions[J]. J Knee Surg,2005,18:82—88.
- [28] Filipa A, Byrnes R, Paterno MV,et al. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes[J].Journal of orthopaedic & sports physical therapy 2010,40(9):551—558.
- [29] Fitzgerald GK,Axe MJ, Snyder-Mackler L.The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physical active individuals[J]. Physical Therapy,2000,80(2): 128—140.
- [30] Chmielewski TL, Rudolph KS,Snyder-Mackler L. Development of dynamic knee stability after acute ACL injury[J]. Journal of Electromyography and Kinesiology,2002,12(4): 267—274.
- [31] Di Stasi SL, Snyder-Mackler L. The effects of neuromuscular training on the gait patterns of ACL-deficient men and women[J]. Clinical Biomechanics,2012,27(4): 360—365.
- [32] Hartigan E, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Perturbation training prior to ACL reconstruction improves gait asymmetries in non-copers[J]. Orthop Res, 2009,27(6):724—729.

·综述·

脑源性神经营养因子与缺血性脑卒中康复*

丁兆生¹ 周 芳¹

缺血性脑卒中是在全球成人中患病率、死亡率、致残率都很高的疾病,因而其康复治疗十分重要,中国传统医学与现代康复治疗手段的结合已成为缺血性脑卒中康复治疗的重要发展方向^[1]。脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)是继神经生长因子(nerve growth factor, NGF)后第二个被发现的神经营养因子(neurotrophic factors, NTFs)家族成员,能支持多种神经元生存、发育、分化及修复。研究表明,BDNF在体内能营养某些对NGF无反应的感觉神经元,对胆碱能神经元、多巴胺能神经元、运动神经元等多种神经亚群具有重要的生物学功能,对脑卒中、脊髓损伤、神经系统退行性疾病及其他神经系统疾患所致的神经损伤具有潜在治疗作用^[2]。本文就BDNF与缺血性脑卒中康

复相互关系的研究作一综述。

1 缺血性脑卒中后BDNF及其受体的表达与作用

1.1 缺血性脑卒中后BDNF及其受体的表达

BDNF是Barde等于1982年从猪脑分离出来的一种碱性蛋白质,主要由脑组织合成,主要分布在中枢神经系统内,岛叶、颞叶、海马等部位含量丰富,是脑内不同部位最广泛分布的神经营养因子。BDNF也存在于周围组织,损伤后神经断端远侧部有较多BDNF,提示雪旺氏细胞等支持细胞是应激时周围神经组织BDNF增多的主要来源。BDNF的主要功能受体是原癌基因Trk编码的酪氨酸蛋白激酶受体TrkB,动物实验已证实BDNF及其受体TrkB mRNA在脑缺血缺氧后表

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.01.025

*基金项目:无锡市科技发展计划项目(CSZ00N1123)

1 江苏省荣军医院,无锡市惠河路196号,214035

作者简介:丁兆生,男,主任医师;收稿日期:2012-02-20