·综述·

渐进性抗阻训练在痉挛型脑瘫康复中的临床研究进展

王惠[1]　李晓捷[2]　李庆红[1]　杨丹彤[1]
[1]佳木斯大学康复医学院，佳木斯　154002；[2]黑龙江省小儿脑瘫防治疗育中心，佳木斯大学小儿神经疾病研究所，佳木斯　154002
通信作者：李晓捷，E-mail：xiaojljms@vip163.com

【摘要】 渐进性抗阻训练（PRT）在是否有助于提高痉挛型脑性瘫痪（简称脑瘫）患儿的功能，特别是在国际功能、残疾和健康分类（儿童青少年版）（ICF-CY）框架下的活动和参与层面存在争议，目前尚缺少有力的循证依据。本文通过对 PRT 的历史发展、训练方法以及临床研究进展和争议问题进行综述，以期启发儿童康复工作者的关注和开展循证研究，探究如何更好地发掘渐进性抗组训练这一康复治疗技术在痉挛型脑瘫康复治疗中的作用，具有一定的参考意义。

【关键词】 渐进性抗阻训练；　痉挛；　脑性瘫痪
DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.02.021

脑性瘫痪（简称脑瘫），是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群，这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致[1]。脑瘫的分型中，痉挛型脑瘫占 60%~70%，该型脑瘫患儿存在不同程度的关节活动度的减少、关节挛缩、畸形、肌无力等问题，导致运动功能障碍[2]。目前治疗痉挛型脑瘫的康复措施有物理因子治疗、运动治疗、作业治疗、药物、手术治疗以及其他疗法，其中运动治疗的各类方法中渐进性抗阻训练（progressive resistance training，PRT）是临床常用方法之一[3]。PRT 是指借助器械、负重衣、沙袋、弹力带等进行阻力负荷训练，在训练过程中不断增加阻力负荷，从而刺激肌肉产生连续适应进而提高肌肉力量、改善功能的过程[4,5]。20 世纪 90 年代人们将 PRT 应用于痉挛型脑瘫患儿的治疗，但近些年对 PRT 治疗小儿脑瘫的争议呼声日益强烈，其焦点集中在 PRT 对痉挛型脑瘫患儿是否具有改善功能的作用[4]。基于此，本文通过对 PRT 的历史发展、训练方法以及临床研究进展和争议问题进行归纳综述如下。

PRT 的作用机制

PRT 的作用机制可能与超量恢复原理相关，该原理是 20 世纪中期前苏联学者雅姆波斯卡娅首次提出来的，是指肌肉或者肌群经过适当的训练后产生适度疲劳后，进入疲劳恢复阶段和超量恢复阶段[5]。在疲劳恢复阶段，训练消耗的各种能量物质恢复到运动前水平；在超量恢复阶段，这些能量物质先持续升高超过运动前水平，再降低到运动前水平，该阶段的能量物质水平是下次训练的起点，起到叠加超量恢复作用，进而改变肌肉形态、改善整体功能[6]。

PRT 的具体训练方法

一、热身准备

美国国家体能协会指南（National Strength and Conditioning Association，NSCA）中提出，正式 PRT 之前，需要 5~10 min 的热身训练[7]，包含肌肉拉伸、健美操、瑜伽等[8]。

二、训练方法

1.半跪位上举训练：参与者一条腿屈髋屈膝 90°，另一条腿屈膝 90°，双手举沙袋或者哑铃。根据参与者的情况，逐渐增加沙袋和哑铃的重量[9]。

2.腿部推举训练：参与者坐位状态下，屈髋屈膝超过 90°，双脚放在腿部推举机上，两脚与肩同宽，逐渐使膝关节完全伸展，直到躯干和双腿成 90°，在此体位下维持 10 s，再逐渐回到起始位置。通过增加腿部推举机的负荷增加阻力[10]。

3.坐立转换训练：参与者坐在高度可以调节、没有靠背、没有扶手的儿童椅上，记录 30 s 内从椅子上站起来再坐到椅子上所重复的次数。标准的起始姿势是参与者屈髋 90°，屈膝 105°，双脚平放在地面上，躯干直立，双手交叉放在胸前[11]。通过增加重复次数、背包的重量和改变凳子的高度来增加阻力[12]。

4.侧方台阶训练：侧方台阶训练要求参与者下肢的所有肌肉都要参与这个运动，参与者的测试腿在 30 s 内上、下一定高度的侧方台阶所完成的次数，要求每次训练时充分伸髋伸膝[13]。在训练过程中逐步增加台阶的高度[14]。

5.6 min 步行测验（6 minute walk test，6MWT）：记录参与者每次步行 6 min 所走的距离[15]，该训练对于安全过十字路口、社区步行很重要[16]。

6.爬楼梯训练：美国运动医学会（American College of Sports Medicine，ACSM）运动测试与运动处方指南中也提倡爬楼梯训练[17]，根据参与者粗大运动功能分级（Gross Motor Function Classification System，GMFCS），GMFCS Ⅰ~Ⅱ级的参与者选择有扶手的 12 级楼梯，GMFCS Ⅲ级参与者选择有扶手的 5 级楼梯，分别记录他们每次上楼梯所花费的时间；参与者由借助扶手逐渐过渡到独立完成[18]。

三、训练强度

PRT 的训练强度遵循美国国家体能协会指南的指导原则，参与者能够在肌肉疲劳之前以良好的状态完成 6~15 次的最大重复（repetition maximum，RM）[7]。一般每次训练时，每项运动训练 3 组，每组重复 10~12 次，相当于强度为 60%~80% 的 RM，休息 3 min，开始下一组动作[17]。当参与者完成 3 组，每组

重复 12 次之后,无肌肉疲劳,下一阶段的阻力负荷将增加 5%~10%[19]。PRT 是周期化的,要根据重复次数每 2 周进行 1 次训练计划的大调整,阻力负荷可以随时调整[18]。为了神经肌肉的适应性、运动神经元的激活,在 PRT 的早期,需要强度最大化,如果是持续 12 周的训练,1~4 周是中等负荷、高强度的训练,中后期需要负荷最大化,即 5~12 周是高负荷、低强度的训练[14]。

四、运动频率和运动时间

一般应为每周 2 次,每次 40~75 min,持续 12 周[20]。有报道,每周 3 次(中间间隔至少 1 d),每次 15~60 min,持续 10 周[21]。Fosdahl 等[22]报道,每周 6 次,每次 45 min,持续 6 周。

五、应用方法

目前,国内外关于应用 PRT 治疗痉挛型脑瘫患儿的的方法有些不同。国外治疗师借助电子设备远程指导痉挛型脑瘫患儿在社区或者家中进行 PRT,进行小组式训练或者家庭训练[20]。每次训练结束由患儿家长填写训练日记,并定期反馈训练过程中存在的问题[18]。国内治疗师在训练室对痉挛型脑瘫患儿进行一对一训练或者小组式训练并填写训练记录,定期反馈训练效果[4]。

PRT 对痉挛型脑瘫患儿康复治疗的临床应用

一、PRT 提高痉挛型脑瘫患儿下肢肌力的研究

尽管躯干肌和上肢肌在步行中也起作用,但下肢肌肉力量的大小是步行活动必不可少的部分,起支撑和推动的作用[20]。英国国家卫生与临床优化研究所(National Institute for Health and Clinical Excellence,NICE)指南中指出,跟痉挛相比,肌无力与脑瘫患儿的活动受限、姿势异常有很大的相关性[2]。2012 年 Ferland 等[18]研究不同肌群的肌力与功能之间的关联程度,结果表明,痉挛型脑瘫的儿童、青少年和青年人群中,肌力与行走能力和粗大运动功能之间存在中度至高度的相关性。2014 年哈佛大学的学者 Damiano 等[23]将 51 例 14~22 岁、GMFCS Ⅱ~Ⅲ级、痉挛型双瘫的脑瘫患儿随机分为对照组和 PRT 组,对照组进行常规训练,PRT 组进行每周 2 次,持续 12 周的 PRT;与对照组相比,训练 12 周后 PRT 组的腿部推举机负荷平均增加 14.8 kg,说明 PRT 能增加痉挛型脑瘫患儿的肌力。2016 年 Bania等[24]将 36 例 GMFCS Ⅱ~Ⅲ级、痉挛型双瘫脑瘫的青少年和青年人随机分为干预组和对照组,对照组进行常规训练,干预组进行为期 12 周的下肢 PRT,通过 1 组 RM 腿压和反向腿压负荷测试,与对照组相比,干预组增加了 11.8 kg,从而说明 PRT 能增加下肢肌力。

二、PRT 对痉挛型脑瘫患儿功能的研究

1.肯定 PRT 改善痉挛型脑瘫患儿功能的研究:研究表明,很多痉挛型脑瘫患儿因呼吸无力导致呼吸功能障碍[25]。2018 年韩国 Kwon 等[8]进行一项随机对照双盲试验,将 17 例 5~12 岁、GMFCS Ⅱ~Ⅲ级、痉挛型脑瘫患儿随机分为 PRT 组和对照组,PRT 组行 12 周的坐立转换训练并结合目标导向性训练;训练 12 周后测量各组痉挛型脑瘫患儿用力肺活量(forced vital capacity,FVC)、第一秒用力肺活量(forced the first second of expiratory volume,FEV1)、最大呼气流速(peak expiratory flow,PEF),并用超声影像检测腹直肌、腹横肌、腹内斜肌、腹外斜肌的厚度,结果显示,2 组患儿的 FVC、FEV1、PEF 均增加,且 PRT 组增加的更明显;腹直肌、腹横肌、腹内斜肌、腹外斜肌的厚度也有所增加,说明 PRT 结合目标导向性训练更能够改善痉挛型脑瘫患儿的呼吸功能。

2019 年以色列的 Simona 等[7]对 54 例 12~20 岁、GMFCS Ⅱ~Ⅲ级、痉挛型双瘫的脑瘫患者进行随机对照研究,随机分为 PRT 组和跑步机组,其中 PRT 组进行 16 周的 PRT,所有参与者需要佩戴活动监测器(ActivPAL™)监测参与者的久坐时间和站立时间;16 周后通过对比分析发现,PRT 组的久坐时间减少了 32 min,站立时间增加,日常生活活动能力有改善的趋势。Bandholm 等[19]2012 年对 15 例 GMFCS Ⅰ级的痉挛型脑瘫患儿进行为期 12 周的 PRT 后,足背屈的功能得到了改善。2016 年的一项开放性对照研究[26]对痉挛型脑瘫的成年人实施了 PRT 后,通过步态分析系统发现踝关节背屈肌的力量发展速度加快,行走过程中,踝关节背屈角度也会增加,这可能是经过 PRT 后,踝关节的运动得到了改善。2018 年英国 McManus 等[27]对 1 例 35 岁、GMFCS Ⅲ级、痉挛型双瘫的脑瘫成年人进行为期 4 周的 PRT,并利用 RS 扫描压力阵矩平台记录下肢总位移,利用生物等速测量仪记录最大转矩输出,通过表面肌电图测表面肌电活动;结果显示,与训练前相比,训练后的下肢总位移减少、最大扭矩输出和表面肌电活动均增加,从而说明经过 PRT 后,该例成年痉挛型脑瘫患者的稳定性和下肢肌力均增加,进而可以降低跌倒的风险。

2.否定 PRT 对改善痉挛型脑瘫患儿功能的研究:目前有关 PRT 是否改善痉挛型脑瘫患儿的功能仍存在着一些争议[17]。2015 年澳大利亚的 Bania 等[28]对 14~22 岁、GMFCS Ⅱ~Ⅲ、痉挛型双瘫的 49 例脑瘫患儿进行随机单盲对照试验,随机分为干预组和对照组;干预组进行了 12 周的 PRT,对照组进行常规训练,通过参与者佩戴 ActivPALTM 记录行走步数和一天中站和躺的时间分布来说明脑瘫患儿的日常生活状态,训练 12 周后结果显示,对照组和干预组的组间差异并无统计学意义($P \geqslant 0.23$),从而说明 PRT 不能改善痉挛型脑瘫患儿的日常生活能力。

荷兰学者 Scholtes 等[13]2012 年报道,采用随机单盲对照试验,将 51 例、6~13 岁、GMFCS Ⅰ~Ⅲ级、痉挛型偏瘫或双瘫的脑瘫患儿随机分为干预组(26 例)和对照组(25 例),干预组进行每周 3 次,每次 60 min,持续 12 周的坐立转换训练、侧方台阶训练和半跪位上举和腿部推举训练,对照组进行常规训练;训练 12 周后发现,各组粗大运动功能测试(Gross Motor Function Measure-66, GMFM-66)无明显差别,而通过手握测力器测肌力发现,干预组的肌力增加很多,进一步说明 PRT 虽然能增加肌力,但不能改善痉挛型脑瘫患儿的功能。

2013 年澳大利亚的 Taylor 等[29]对 48 例 14~22 岁、GMFCS Ⅱ~Ⅲ级、痉挛型双瘫的脑瘫患者进行随机单盲对照试验,随机分为 PRT 组和常规治疗组,在治疗师指导下在社区体育馆进行每周 2 次,持续 12 周的爬楼梯训练、6MWT、半跪位上举训练以及腿部推举训练,通过 GMFM-66 中的 D 和 E 能区以及步态分数对各组痉挛型脑瘫患儿进行评估,训练 12 周后发现,常规对照组和 PRT 组结果差异不明显,从而说明 PRT 并不能提高痉挛型脑瘫患儿的功能。

小结

目前国外学者对 PRT 对痉挛型脑瘫患儿的研究较多,对于

提高脑瘫患儿的肌力得到公认,但对于痉挛型脑瘫患儿整体功能状态的促进仍存在争议。根据国际功能、残疾和健康分类(儿童青少年版)(International Classification of Functioning, Disability and Health-Children and Youth Version, ICF-CY)框架下的身体结构和功能、活动和参与的分类,以此框架指导儿童康复的着眼点,更为强调的是活动和参与以及环境因素。PRT 对痉挛型脑瘫患儿的治疗效果研究以往大多数是在身体结构和功能层面,着重点多集中在局部或整体肌力的增强,而对于局部或整体功能的提高,特别是 ICF-CY 框架下活动和参与层面的作用尚缺少有力的循证依据。国外很多学者结合个人和环境因素通常把 PRT 的训练场所选在社区或者家中进行。而国内有关 PRT 对痉挛型脑瘫患儿的研究起步较晚,且临床研究较少。面对目前国际上对 PRT 临床应用的不同研究结果和争议,今后应将 PRT 治疗痉挛型脑瘫患儿的临床研究方向与 ICF-CY 框架下的活动和参与层面以及环境因素相结合,探索 PRT 对痉挛型脑瘫患儿功能以及活动和参与的实际效果,以及该技术如何与其他技术有机融合和改进该项技术,开展大样本或多中心随机对照研究,以提供更多的循证医学依据,指导并提高 PRT 对痉挛型脑瘫患儿临床康复治疗的疗效。

参 考 文 献

[1] 李晓捷.脑瘫指南及定义、分型、诊断标准修订//中国康复医学会儿童康复专业委员会,中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复业委员会.第六届全国儿童康复、第十三届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议论文汇编[G].北京:中国康复医学会,2014:13.

[2] Shaunak M, Kelly VB. Cerebral palsy in under 25 s: assessment and management (NICE Guideline NG62)[J]. Arch Dis Child Educ Pract Ed, 2018, 103 (4): 189-193. DOI: 10. 1136/archdischild-2017-312970.

[3] Nooijen C, Slaman J, van der Slot W, et al. Health-related physical fitness of ambulatory adolescents and young adults with spastic cerebral palsy[J]. J Rehabil Med, 2014, 46 (7): 642-647. DOI: 10. 2340/16501977-1821.

[4] 刘蓓蓓,丁勤能.渐进性抗阻训练在临床康复中的应用[J].江苏医药,2016,42(8):940-942. DOI:10.19460/j.cnki.0253-3685.2016.08.025.

[5] 何雯雯,李岩,顾旭东,等.Thera-Band 抗阻肌力训练对脑卒中患者下肢运动功能及步态的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2018,40(2):106-109. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.02.006.

[6] 燕铁斌.物理治疗学[M].北京:人民卫生出版社,2013:224-230.

[7] Bar-Haim S, Aviram R, Rabani AS, et al. Effects of exercise interventions on habitual physical activity and sedentary behavior in adolescents with cerebral palsy[J]. Pediatr Exerc Sci, 2019, 31 (4): 416-424. DOI:10.1123/pes.2018-0254.

[8] Kwon HY, Kim BJ. Effects of task-specific movement patterns during resistance exercise on the respiratory functions and thickness of abdominal muscles of children with cerebral palsy: randomized placebo-controlled double-blinded clinical trial[J]. J Phys Ther Sci, 2018, 30 (8): 1073-1080. DOI:10.1589/jpts.30.1073.

[9] Keles MN, Elbasan B, Apaydin U, et al. Effects of inspiratory muscle training in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial [J]. Braz J Phys Ther, 2018, 22 (6): 493-501. DOI: 10.1016/j.bjpt.2018.03.010.

[10] Gillett JG, Lichtwark GA, Boyd RN, et al. The effect of combined functional anaerobic and strength training on treadmill gait kinematics and kinetics in ambulatory young adults with cerebral palsy[J]. Gait Posture, 2019, 70: 323-329. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.03.023.

[11] Ryan JM, Theis N, Kilbride C, et al. Strength training for adolescents with cerebral palsy (STAR): study protocol of a randomised controlled trial to determine the feasibility, acceptability and efficacy of resistance training for adolescents with cerebral palsy[J]. BMJ Open, 2016, 6(10): e012839. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012839.

[12] Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Houdijk H, et al. Isometric muscle strength and mobility capacity in children with cerebral palsy [J]. Disabil Rehabil, 2017, 39 (2): 135-142. DOI: 10. 3109/09638288.2015.1095950.

[13] Scholtes VA, Becher JG, Janssen-Potten YJ, et al. Effectiveness of functional progressive resistance exercise training on walking ability in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Res Dev Disabil, 2012, 33 (1): 181-188. DOI: 10. 1016/j. ridd. 2011. 08. 026.

[14] Adepoju F, Hamzat T, Akinyinka O. Comparative efficacy of progressive resistance exercise and biomechanical ankle platform system on functional indices of children with cerebral palsy[J]. Ethiop J Health Sci, 2017, 27(1): 11-16. DOI: 10.4314/ejhs.v27i1.3.

[15] 张园园,冯慧,开绍江,等.有氧结合抗阻训练对原发性高血压患者血压变异性及血液相关指标的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2019, 41 (5): 348-352. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0254-1424. 2019.05.008.

[16] Hassani S, Krzak JJ, Johnson B, et al. One-Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: performance and minimum clinically important differences[J]. Dev Med Child Neurol, 2014, 56(5): 482-489. DOI: 10.1111/dmcn.12325.

[17] Kruse A, Schranz C, Tilp M, et al. Effects of progressive resistance or high-intensity strength training on muscle function and achilles tendon mechanical properties in children with cerebral palsy[J]. Gait Posture, 2017, 57 (Suppl 1): 40-41. DOI: 10. 1016/j. gaitpost. 2017. 06. 275.

[18] Ferland C, Lepage C, Moffet H, et al. Relationships between lower limb muscle strength and locomotor capacity in children and adolescents with cerebral palsy who walk independently[J]. Phys Occup Ther Pediatr, 2012, 32 (3): 320-332. DOI: 10.3109/01942638.2011.631102.

[19] Bandholm T, Jensen BR, Nielsen LM, et al. Neurorehabilitation with versus without resistance training after botulinum toxin treatment in children with cerebral palsy: a randomized pilot study[J]. NeuroRehabilitation, 2012, 30(4): 277-286. DOI: 10.3233/NRE-2012-0756.

[20] Park EY, Kim WH. Meta-analysis of the effect of strengthening interventions in individuals with cerebral palsy[J]. Res Dev Disabil, 2014, 35(2): 239-249. DOI: 10.1016/j.ridd.2013.10.021.

[21] Mitchell LE, Ziviani J, Boyd RN. A randomized controlled trial of web-based training to increase activity in children with cerebral palsy [J]. Dev Med Child Neurol, 2016, 58(7): 767-773. DOI: 10.1111/dmcn.13065.

[22] Fosdahl MA, Jahnsen R, Kvalheim K, et al. Stretching and progressive resistance exercise in children with cerebral palsy: a randomized

controlled trial[J]. Pediatr Phys Ther, 2019, 31(3): 264-271. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000616.

[23] Damiano DL. Progressive resistance exercise increases strength but does not improve objective measures of mobility in young people with cerebral palsy[J]. J Physiother, 2014, 60(1): 58. DOI: 10.1016/j.jphys.2013.12.010.

[24] Bania TA, Dodd KJ, Baker RJ, et al. The effects of progressive resistance training on daily physical activity in young people with cerebral palsy: a randomised controlled trial[J]. Disabil Rehabil, 2016, 38(7): 620-626. DOI: 10.3109/09638288.2015.1055376.

[25] Lee HY, Cha YJ, Kim K. The effect of feedback respiratory training on pulmonary function of children with cerebral palsy: a randomized controlled preliminary report[J]. Clin Rehabil, 2014, 28(10): 965-971. DOI: 10.1177/0269215513494876.

[26] Kirk H, Geertsen SS, Lorentzen J, et al. Explosive resistance training increases rate of force development in ankle dorsiflexors and gait function in adults with cerebral palsy[J]. J Strength Cond Res, 2016, 30(10): 2749-2760. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001376.

[27] McManus A, Bembridge M, Scales J, et al. A 4-week resistance training intervention improves stability, strength and neuromuscular activity in the lower limb: a case study of a cerebral palsy adult[J]. International J Sports Sci Med, 2018, 2(2): O50-O55. DOI: 10.15761/PMRR.1000181.

[28] Bania TA, Dodd KJ, Baker RJ, et al. The effects of progressive resistance training on daily physical activity in young people with cerebral palsy: a randomised controlled trial[J]. Disabil Rehabil, 2016, 38(7): 620-626. DOI: 10.3109/09638288.2015.1055376.

[29] Taylor NF, Dodd KJ, Baker RJ, et al. Progressive resistance training and mobility-related function in young people with cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Dev Med Child Neurol, 2013, 55(9): 806-812. DOI: 10.1111/dmcn.12190.

(修回日期:2022-01-12)
(本文编辑:汪　玲)

· 外刊文献题录 ·

PRP 与肩袖损伤(三)

[20] Xiang XN, Deng J, Liu Y, et al. Conservative treatment of partial-thickness rotator cuff tears and tendinopathy with platelet-rich plasma: a systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil, 2021, 35(12): 1661-1673.

[21] Zhao D, Han YH, Pan JK, et al. The clinical efficacy of leukocyte-poor platelet-rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Shoulder Elbow Surg, 2021, 30(4): 918-928.

[22] Hurley ET, Colasanti CA, Anil U, et al. The effect of platelet-rich plasma leukocyte concentration on arthroscopic rotator cuff repair: a network meta-analysis of randomized controlled trials. Am J Sports Med, 2021, 49(9): 2528-2535.

[23] Lui M, Shih W, Yim N, et al. Systematic review and meta-analysis of nonoperative platelet-rich plasma shoulder injections for rotator cuff pathology. PM R, 2021, 13(10): 1157-1168.

[24] Rodeo SA, Delos D, Williams RJ, et al. The effect of platelet-rich fibrin matrix on rotator cuff tendon healing: a prospective, randomized clinical study. Am J Sports Med, 2012, 40(6): 1234-1241.

[25] Jo CH, Kim JE, Yoon KS, et al. Does platelet-rich plasma accelerate recovery after rotator cuff repair? a prospective cohort study. Am J Sports Med, 2011, 39(10): 2082-2090.

[26] Villarreal-Villarreal GA, Simental-Mendia M, Garza-Borjon AE, et al. Double-row rotator cuff repair enhanced with platelet-rich therapy reduces retear rate: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Arthroscopy, 2021, 37(6): 1937-1947.

[27] Flatow EL. Regarding "platelet-rich plasma in patients with partial-thickness rotator cuff tears or tendinopathy leads to significantly improved short-term pain relief and function compared with corticosteroid injection: a double-blind randomized controlled trial". Arthroscopy, 2021, 37(5): 1375-1376.

[28] Snow M, Hussain F, Pagkalos J, et al. The effect of delayed injection of leukocyte-rich platelet-rich plasma following rotator cuff repair on patient function: a randomized double-blind controlled trial. Arthroscopy, 2020, 36(3): 648-657.

[29] Dyson-Hudson TA, Hogaboom NS, Nakamura R, et al. Ultrasound-guided platelet-rich plasma injection for the treatment of recalcitrant rotator cuff disease in wheelchair users with spinal cord injury: a pilot study. J Spinal Cord Med, 2020: 1-7.

[30] Magalon J, Velier M, Vogtensperger M, et al. Allogenic pure platelet-rich plasma therapy for rotator cuff disease: a bench and bed study: Letter to the Editor. Am J Sports Med, 2019, 47(5): P36-P37.

[31] Cavendish PA, Everhart JS, DiBartola AC, et al. The effect of perioperative platelet-rich plasma injections on postoperative failure rates following rotator cuff repair: a systematic review with meta-analysis. J Shoulder Elbow Surg, 2020, 29(5): 1059-1070.

[32] Han L, Fang WL, Jin B, et al. Enhancement of tendon-bone healing after rotator cuff injuries using combined therapy with mesenchymal stem cells and platelet rich plasma. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2019, 23(20): 9075-9084.