

优秀运动员韧带撕裂及重建后体能康复训练的应用研究

李存腾¹ 牛雪松²

1 南京医科大学体育部, 江苏 南京 211166

2 沈阳体育学院运动训练学院, 辽宁 沈阳 110102

[摘要]目的: 分析3例膝关节内侧副韧带2级撕裂、1例股骨圆韧带2级撕裂、1例肘关节内侧副韧带重建术后成功的体能康复训练案例, 探讨体能康复训练对优秀运动员韧带撕裂及重建后的康复效果。方法: 采用文献资料法、体能康复训练干预法, 对中国自由式滑雪空中技巧运动员韧带撕裂及重建术后体能康复训练进行了研究。结果: 膝关节内侧副韧带2级撕裂经过3周体能康复训练, 损伤部位疼痛指数与肿胀指数降为0, 肌力达到健侧的90%以上; 股骨圆韧带2级撕裂经过3周的康复性体能训练, 损伤部位疼痛指数与肿胀指数降为0, 伤后第5周肌力达到健侧的93.8%; 肘关节内侧副韧带重建术后经过6周的体能康复训练, 损伤部位疼痛指数与肿胀指数完全消失, 术后第8周患侧关节功能接近健侧水平。结论: 通过4周、5周、7周的体能康复训练使5例受伤运动员得到了完全康复, 专项运动能力恢复到了伤前水平, 并且重返了专项竞技训练; 有针对性的体能康复训练不仅加快损伤部位的恢复还能有效发展专项所需的运动能力; 体能康复训练是将体能训练与康复训练两者之间无缝衔接, 并采用主观与客观相结合的评估方式实时掌握损伤部位康复进展, 科学安排康复训练负荷。

[关键词] 韧带撕裂; 韧带重建术后; 体能康复训练; 优秀运动员; 康复效果

DOI: 10.33142/fme.v3i1.5462

中图分类号: R686

文献标识码: A

Research on the Application of Physical Rehabilitation Training after Ligament Tear and Reconstruction in Elite Athletes

LI Cunteng¹, NIU Xuesong²

1 Department of Sports, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu, 211166, China

2 Sports Training College of Shenyang Sport University, Shenyang, Liaoning 110102, China

Abstract: Objective: to analyze the successful physical rehabilitation training cases of 3 cases of grade 2 tear of knee medial collateral ligament, 1 case of grade 2 tear of femoral round ligament and 1 case of elbow medial collateral ligament reconstruction, and to explore the rehabilitation effect of physical rehabilitation training on ligament tear and reconstruction of elite athletes. Methods: by using the methods of literature and physical rehabilitation training intervention, the physical rehabilitation training after ligament tear and reconstruction of Chinese freestyle skiing aerial skiers was studied. Results: after 3 weeks of physical rehabilitation training, the pain index and swelling index of the injured site decreased to 0, and the muscle strength reached more than 90% of the healthy side; After 3 weeks of rehabilitation physical training, the pain index and swelling index of the injured site decreased to 0, and the muscle strength reached 93.8% of the healthy side at the fifth week after injury; After 6 weeks of physical rehabilitation training after reconstruction of medial collateral ligament of elbow joint, the pain index and swelling index of the injured part disappeared completely, and the joint function of the affected side was close to the healthy side at the 8th week after operation. Conclusion: through 4 weeks, 5 weeks and 7 weeks of physical rehabilitation training, 5 injured athletes recovered completely, their special sports ability recovered to the pre-injury level, and returned to the special competitive training; Targeted physical rehabilitation training can not only accelerate the recovery of injured parts, but also effectively develop the sports ability required by special projects; Physical rehabilitation training is a seamless connection between physical training and rehabilitation training, and adopts a combination of subjective and objective evaluation method to grasp the rehabilitation progress of the injured part in real time and scientifically arrange the rehabilitation training load.

Keywords: ligament tear; after ligament reconstruction; physical rehabilitation training; excellent athletes; rehabilitation effect

冬季运动赛事致伤率较高, 膝部、头部、腰部是最常见的损伤部位, 挫伤、血肿、擦伤、扭伤(包括韧带撕裂或断裂)和拉伤(包括肌肉断裂、撕裂或肌腱断裂)是常见的损伤类型^[1]。北京冬奥会上我国要实现全项目参赛的目标, 为实现这个目标我国采取了跨界跨项的方式进行选

材, 来提升我国冰雪项目的整体竞技水平, 但我国大多数冰雪项目处于摸索阶段, 由于专项技术动作尚未成熟, 造成意外损伤率较高。我国冬季项目也面临着运动员在损伤后如何在更短的时间内, 以满足专项所需要的运动能力, 安全地重返竞技赛场并且避免二次损伤的艰巨任务。因此,

本文以分析备战 2022 年北京冬奥会自由式滑雪空中技巧国家队优秀运动员肘关节内侧副韧带术后重建、内侧副韧带撕裂、股骨原韧带撕裂成功的康复训练案例，以期冰雪项目运动员因创伤性引起的韧带撕裂或韧带断裂重建术后康复训练提供借鉴和参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以优秀运动员韧带撕裂及重建后体能康复训练为研究对象。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

以“体能训练”、“康复训练”、“韧带损伤”、“韧带重建术后”、“体能康复训练”等为关键词在相关学术资料数据库进行检索，深入了解目前国内外相关运动损伤最为先进的康复训练理念，为本研究训练方案的制定、训练方法的选择、训练过程的监控等提供理论支撑。

1.2.2 体能康复训练干预法

1.2.2.1 干预对象

以备战 2022 年北京冬奥会 5 名自由式滑雪空中技巧国家集训队受伤运动员为干预对象。2019 年 12 月 13 日 SPF 运动员在专项技术训练时意外受伤导致左侧肘关节桡侧副韧带损伤和尺侧副韧带断裂、左侧肘关节桡骨头和肱骨小头骨髓水肿、左肘屈肌肌腱断裂；2020 年 1 月 8 日 SJX 运动员在专项技术训练时意外受伤导致右腿股骨原韧带 2 度撕裂、外侧髌骨挫伤；2020 年 2 月 23 日 QGP 与 WSD 运动员在世界杯比赛时落地阶段摔倒导致右膝关节内侧副韧带 2 度撕裂；2020 年 7 月 11 日 WXD 运动员在训练时意外受伤导致左膝内侧副韧带 2 度撕裂。

1.2.2.2 干预方案

体能康复训练是结合康复医学、运动医学及运动训练学理论基础^[2]，将体能训练与康复训练无缝衔接^[3]，在康复训练结束后能够直接地进行专项技术训练^[4]。干预方案是从损伤早期、运动功能恢复、强化肌力、专项运动能力 4 个板块进行了体能康复训练干预。每次 150min，每天 2 次，每周 5d。

(1) 损伤早期康复训练

韧带损伤或韧带重建术后急性期将引起关节不同程度的肿胀与疼痛，患侧应制动 2-3 天，避免因运动引发关节肿胀与疼痛的加剧，3 天后根据实际恢复情况开始进行康复训练。改善由损伤引起的血液循环障碍，降低疼痛和肿胀；损伤部位周围肌群进行阻力较小的等长力量训练，努力保持神经支配肌肉收缩能力；优先改善损伤部位相邻关节的活动度训练，主动促进损伤部位的关节角度。

训练方案：损伤部位相邻关节不同方向的单关节耐受

性力量训练及远端关节的负重训练，每次课共 8 个动作，5 组各 15 次，健侧 5 组各 12 次，每周 2 次；心肺功能训练，每次课持续不间断训练 40 min，心率维持在 160 次/分以上训练结束后进行神经肌肉控制训练，3 个动作，3 组 1 分钟；未损伤的部位进行基础力量训练，每次课共 8 个动作，4 组各 10 次，每周 4 次；每周 2 次核心区腹部耐力训练，静力性与动力性训练动作相结合，每组 7 个动作，3 组各 20-40 次。训练结束后进行颈部与脚踝的养护性力量，每周 2 次。训练结束后进行牵拉训练 30min 及冰敷 15-20min，每天 2 次。

评估标准：训练前后运动员填写损伤部位的主观疼痛指数和肿胀指数，依据疼痛指数和肿胀指数的变化，了解运动员损伤恢复程度情况，为把握康复训练时机与训练效果提供依据。在控制疼痛与肿胀指数为“1-2”的前提下，损伤部位能完成适宜幅度的训练动作时，可以进行下一阶段康复训练。

(2) 恢复运动功能康复训练

损伤造成内部神经控制肌肉的过程异常，外界给予刺激的本体感受敏感度下降，造成了损伤部位运动功能障碍。在伤后第 1-3 周，当疼痛和肿胀减轻、关节角度适当恢复并能承受生物力学负荷时，以较轻负重闭链运动方式和自重训练相结合的形式，渐进提高损伤部位周围肌肉承受负荷的能力。

训练方案：损伤部位进行等长、向心等耐受性单关节力量训练及患肢的整合力量训练，每次课 8 个训练动作，5 组 15 次，每周 2 次；心肺功能训练，每次课训练 40min，包括持续训练 20min 和高强度间歇 20min，结束后进行核心区强化耐力训练，每组 8 个动作，5 组各 30-60 次，每周 2 次；未损伤的部位进行基础力量训练，每次课共 8 个动作，4 组各 10 次，每周 4 次；静态站立、仰卧本体感觉训练，每次 4 个动作，3 组 2min，结束后进行核心区的后侧链等长、向心力量训练，每次 3 个动作，5 组各 15 次。利用手法对损伤部位周围进行松解以及神经肌肉促进法主动恢复关节的角度，每次 20min，每周 3-4 次。

评估标准：关节角度达到健侧的 80%以上；手法肌力测试达到健侧的 50%以上。

(3) 强化患侧肌力康复训练

经过早期训练促进消除损伤部位应急期和恢复损伤部位关节运动功能的两个阶段训练，重新塑造了神经精准支配肌肉的感受度能力，但患侧与健侧部位的肌力仍然处在失衡状态。伤后第 4-5 周，采用多种训练手段努力提高损伤部位周围的肌肉维度与肌力水平，促进各子神经系统之间的协同配合能力，强化损伤韧带的弹性与韧性，进而提高专项所需的运动能力。

训练方案：患肢在多角度、多平面上进行单关节力量训练与多关节力量训练的复合式训练，每完成一组患肢进行牵拉 10-15s，每次课 10 个动作，3-5 组各 8-12 次，每周 2 次；心肺功能训练，高强度间歇训练 40min，采用运动 30s 间歇、30s 的方式进行，结束后进行核心区腹部力量训练，每次课 4 个动作，4 组 12 次，每周 2 次；未损伤的部位发展最大力量训练，每次课 8 个动作，5 组各 5-3-3-2-1 次，每周 4 次；动态平衡训练及手脚眼并用专注力训练，每次课 3 动作，3 组各 3min，结束后进行灵敏跑训练，每次课 30min，每周 2 次。

评估标准：损伤侧与健侧的肌肉维度对称性达到 90% 以上；损伤侧达到健侧完成相同次数最大重量的 90% 以上；损伤部位关节的活动度、稳定性达到健侧水平。

(4) 恢复专项运动康复训练

经过前三个阶段康复训练的无缝衔接，促使损伤部位关节的运动功能得到较好恢复，双侧肌力水平较为均衡，并且身体机能具备了承受较高训练负荷的能力。伤后第 5-8 周，继续发展患肢的肌力水平，将基础力量转化为专项需要力量，运动能力水平恢复到伤前或超过伤前水平。

训练方案：患肢与健肢协同配合下完成推、拉、举、跑、跳、旋转等大强度负荷训练，每次课 8 个动作，5 组 5-8 次，每周 2 次；心肺功能训练，高强度间歇循环力量训练 5 组，包括 10 个动作，其中每一个动作 40s 运动、20s 间歇，组间歇 2min，每周 2 次；专项所需的离心力量训练、身体姿态控制能力训练、协调配合快速用力训练等，每次课 8 个动作，3 组 10-15 次，每周 2 次；神经肌肉控制训练及手脚眼并用专注力训练，每次课 3 动作，3 组各 3min，结束后进行核心区前侧链与旋转链的等长用力、快速用力训练，每次课 4 个动作，4 组 15s+12 次+15 秒，每周 2 次；灵敏跑、跳跃及落地训练，每次课 40min，结束后进行核心区后侧链的力量训练以及踝、膝、髌、肩和颈关节的保护性力量，5 组各 15 次，每周 2 次。

评估标准：用力按压损伤部位没有疼痛；完成连续跳跃时没有疼痛出现；大强度训练过程中和训练后没有任何不良反应；依据损伤部位的关节生理结构在不同方向上的手法肌力测试与伸展性测试，损伤部位没有出现任何不适感。

1.2.2.1 干预评定方法

因损伤部位疼痛、肿胀、功能障碍等因素，很难使用仪器完成准确客观的测试和评估韧带愈合状况与功能恢复情况，在借鉴国内外康复学、物理治疗、运动康复等学科理论上，与外籍教练员和国外康复师进行探讨交流并结合体能训练的特点，创新性地设计了主客观相结合的

评估方式，实时监测训练效果、把握康复进度，取得了非常显著的康复训练效果。

(1) 主观感觉量表评估

主观感觉量表指标包括：训练前后患处疼痛指数、肿胀指数；训练前后损伤部位周围主要肌群的酸痛指数；训练后训练强度指数、训练量指数。

(2) 患侧肌力评估

肌力评估采用手法肌力测试和完成相同次数的负荷重量比值两种评估方式，评估指标包括：患侧与健侧完成相同次数的负荷重量比值、患侧与健侧手法肌力指数的比值、患侧部位相邻关节主要肌群完成的负荷重量比值、患侧与健侧完成负荷总量的比值。

(3) 患侧关节活动度与稳定性评估

借鉴功能性动作筛查原理的基础上，结合关节的生理结构功能，改良了评估关节功能性筛查动作。活动度评估指标包括：患侧与健侧关节角度的比值、患侧相邻关节与健侧相邻关节角度的比值；稳定性评估指标包括：依据韧带的生理功能，利用手法在不同方向上对损伤部位韧带的松弛指数、疼痛指数及不适感指数进行评估，与健侧进行对比；损伤部位关节和相邻关节周围肌群的肌力水平指数，与健侧进行对比。

(4) 专项运动能力评估

专项运动能力包括：单腿三级跳、灵敏跑、跳深。

2 结果

膝关节内侧副韧带撕裂经过了 4 周体能康复训练，股骨圆韧带撕裂经过了 5 周体能康复训练，肘关节内侧副韧带重建经过了 7 周体能康复训练，都重返了专项竞技训练。膝关节内侧副韧带撕裂和股骨圆韧带撕裂在伤后第 3 周疼痛指数与肿胀指数降为 1，伤后第 4 周疼痛指数与肿胀指数为 0；肘关节内侧副韧带重建术后第 4 周疼痛指数与肿胀指数降为 1，术后第 8 周疼痛指数与肿胀指数为 0。伤侧膝关节内侧副韧带撕裂和股骨圆韧带撕裂伤后第 6 周手法和负重肌力评估达到健侧水平；肘关节内侧副韧带重建术后第 8 周手法肌力评估达到健侧的 90%，负重评估达到健侧的 40%。膝关节内侧副韧带撕裂和股骨圆韧带撕裂伤后第 6 周患肢关节的韧带松弛指数、疼痛指数、不适指数及稳定指数降为 0；肘关节内侧副韧带术后重建术后第 8 周患肢肘关节的韧带松弛指数、疼痛指数、不适指数及稳定指数降为 0。膝关节内侧副韧带撕裂和股骨圆韧带撕裂伤后第 5 周完成了单腿三级跳、灵敏跑及跳深评估；肘关节内侧副韧带术后第 8 周完成了单腿三级跳、灵敏跑及跳深评估。见表 1~表 4。

表1 不同韧带损伤运动员主观感觉量表统计表

	膝关节内侧副韧带撕裂		股骨圆韧带撕裂		肘关节内侧副韧带重建	
	疼痛指数	肿胀指数	疼痛指数	肿胀指数	疼痛指数	肿胀指数
伤后1周	4	3	5	6	5	4
伤后2周	2	3	*	*	4	4
伤后3周	1	1	1	1	3	4
伤后4周	0	0	0	0	1	1
伤后5周	0 (#)	0 (#)	0	0	1	1
伤后6周	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	1	1
伤后8周	0	0	0	0	0 (#)	0 (#)

注：“*”表示运动员不能完成测试；“#”表示运动员重返专项技术训练。

表2 不同韧带损伤运动员患侧与健侧主要肌群肌力比值统计表

	膝关节内侧副韧带撕裂		股骨圆韧带撕裂		肘关节内侧副韧带重建	
	手法评估	负重量	手法评估	负重量	手法评估	负重量
伤后2周	25%	57.1%	*	*	*	*
伤后3周	80%	68.8%	40%	*	20%	*
伤后4周	90%	87.5%	60%	40%	40%	*
伤后5周	90% (#)	95.2% (#)	100%	93.8%	60%	20%
伤后6周	100% (#)	100% (#)	100% (#)	100% (#)	60%	40%
伤后8周	100% (#)	100% (#)	100% (#)	100% (#)	90% (#)	80% (#)

注：“*”表示运动员不能完成测试；“#”表示运动员重返专项技术训练。

表3 不同运动损伤运动员改良功能性动作筛查统计表

	膝关节内侧副韧带撕裂				股骨圆韧带撕裂				肘关节内侧副韧带重建			
	松弛指数	疼痛指数	不适指数	稳定指数	松弛指数	疼痛指数	不适指数	稳定指数	松弛指数	疼痛指数	不适指数	稳定指数
伤后2周	*	2	3	2	*	1	3	*	*	*	*	*
伤后3周	1	0	1	2	1	1	2	1	*	6	4	*
伤后4周	0	0	1	0	0	0	1	0	*	3	3	*
伤后5周	0 (#)	0 (#)	1 (#)	0 (#)	0	0	1	0	1	1	2	3
伤后6周	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0	1	1	1
伤后8周	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)	0 (#)

注：“*”表示运动员不能完成测试；“#”表示运动员重返专项技术训练。

表4 不同运动损伤运动员专项运动能力测试统计表

	膝关节内侧副韧带撕裂			股骨圆韧带撕裂			肘关节内侧副韧带重建		
	单腿三级跳	灵敏跑	跳深	单腿三级跳	灵敏跑	跳深	单腿三级跳	灵敏跑	跳深
伤后4周	*	17.32s	15cm	*	16.04s	*	*	*	*
伤后5周	7.22m (#)	15.12s (#)	70cm (#)	7.15m	15.46s	30cm	*	20.35s	15cm
伤后6周	7.29 (#)	14.89s (#)	90cm (#)	7.20m (#)	15.26s (#)	70cm	*	17.46s	30cm
伤后8周	7.28 (#)	14.80s (#)	90cm (#)	7.25m (#)	15.22s (#)	90cm	7.10m (#)	16.36s (#)	70cm (#)

注：“*”表示运动员不能完成测试；“#”表示运动员重返专项技术训练。

3 讨论

运动员韧带撕裂或韧带重建术后如何在短时间内安

全地重返专项竞技训练，其中，体能训练与康复训练的紧密衔接是至关重要的环节。体能康复训练着重强调恢复损伤部位基础上，还突出强化患肢相邻关节肌群力量，加强

健肢大负荷有氧和无氧训练发展心肺功能、提高代谢和承受负荷能力,加强未损伤部位专项所需要的运动能力。利用运动员主观反馈、教练员主观评估和客观测试三种评估方式,综合地对损伤韧带的愈合程度做出精准判断,防止过渡的训练负荷和冒进的训练手段,避免训练安排不当造成的再次损伤。

膝关节内侧副韧带撕裂、股骨圆韧带撕裂和肘关节内侧副韧带重建伤后第 1 周都出现了不同程度的肿胀和疼痛,通过对患肢关节保护制动与冰敷,同时采用弹力带、小哑铃、沙袋及人力抗阻的手段对患侧相邻关节耐受性力量训练和改善身体其它薄弱环节力量训练,并采用战绳、功率自行车进行能量代谢训练,进而促进血液循环,带动损伤韧带部位的血液循环与新陈代谢,从而加快患肢关节肿胀消除、降低疼痛。伤后第 2-3 周损伤部位的运动员的主观疼痛度指数和肿胀指数出现了明显下降,膝关节内侧副韧带撕裂和股骨圆韧带撕裂后第 4 周肿胀和疼痛指数完全消失,肘关节内侧副韧带重建术后第 8 周完全消失。

膝关节内侧副韧带撕裂、股骨圆韧带撕裂和肘关节内侧副韧带重建术后,运动员主观疼痛指数与疼痛指数降为 1 时,要依据手法对损伤部位的功能性评估结果,开始采用主动活动方式恢复损伤部位的运动功能。根据损伤韧带的生理结构与功能,体能康复师可以使用手拍打运动员损伤部位的方式,让运动员感知患处的疼痛指数或通过按压患处两端韧带,让运动员感知患处的疼痛指数,判断损伤韧带愈合生长的状况。当损伤韧带能够完成所有改良功能性动作筛查测试指标,同时各项指标指数小于 1 时,开始强化患肢关节周围肌群的力量、加强神经肌肉控制能力训练,采用主动方式改善损伤关节活动度。

损伤部位周围的肌群力量、稳定性、灵活性提高到专项竞技训练要求的水平是康复训练的关键^[6]。韧带损伤后需要重新建立本体感觉、承受外力冲击的韧性,逐渐降低运动员完成动作时的恐惧感,消除动作之间协同配合用力的不适感。通过灵敏跑、跳跃等运动方式增强运动员的协调配合、神经肌肉精准控制能力,同时渐进的急停、变向、加速的跑动方式提高了韧带承受较大冲击力的能力。手法

肌力评估优先于负重肌力评估,当手法肌力评估患侧肌力水平达到健侧的 90%以上,负重评估患侧肌力达到健侧 80%以上时,并且跳跃接落地高度达到 70cm 以上时,运动员具备了重返专项技术训练的运动能力。

4 结束语

3 例膝关节内侧副韧带 2 级撕裂、1 例髌关节股骨圆韧带 2 级撕裂及 1 例肘关节内侧副韧带重建术,分别通过 4 周、5 周、7 周的体能康复训练使 7 例受伤运动员得到了完全康复,专项运动能力恢复到了伤前水平,并且重返了专项竞技训练;有针对性的体能康复训练不仅加快损伤部位的恢复还能有效发展专项所需的运动能力;体能康复训练是将体能训练与康复训练两者之间无缝衔接,并采用主观与客观相结合的评估方式实时掌握损伤部位康复进展,科学安排康复训练负荷。

[参考文献]

- [1]刘宏伟,李建军,杨明亮,等.冬奥会/冬青奥会运动损伤资料分析[J].中国康复理论与实践,2020,26(10):1209-1216.
 - [2]张冉,赵鹏.肩关节损伤的体能康复训练[J].中国体育科技,2018,54(1):90-98.
 - [3]P. Z P. Prehabilitation: Preparing young athletes for sports[J].Current Sports Medicine Reports,2006,5(3):98-105.
 - [4]周喆啸,闫琪,徐建武,等.优秀男子柔道运动员王 XX 喙锁韧带重建术后康复性体能训练的实证研究[J].中国体育科技,2017,53(2):18-26.
 - [5]罗晨,张梦雪,薛晨,等.优秀沙排运动员薛晨肩关节脱臼的运动功能康复训练效果分析[J].北京体育大学学报,2017,40(6):60-65.
 - [6]牛雪松,白焱.优秀运动员前交叉韧带重建术后强化功能性训练个案研究[J].中国运动医学杂志,2019,38(12):1062-1065.
- 作者简介:李存腾(1995-)男,助教,南京医科大学体育部,体能训练理论与实践;牛雪松(1971-)男,博士,教授,沈阳体育学院运动训练学院,体能训练理论与实践、康复训练理论与实践。