Archives of
Rehabilitation

July 2021. Vol 22. Num 2

Research Paper:

Responsiveness of Impairment-based Outcome Measures in Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Following Physiotherapy

Neda Mostafaee[1], Hossein Negahban[1,2], Mohammad Jafar Shaterzadeh Yazdi[3], Shahin Goharpey[3], Mohammad Mehravar[3], Nahid Pirayeh[3*]

1. Department of Physical Therapy, School of Paramedical Sciences, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.
2. Orthopedic Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran.
3. Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mostafaee N, Negahban H, Shaterzadeh Yazdi MJ, Goharpey Sh, Mehravar M, Pirayeh N. [Responsiveness of Impairment-based Outcome Measures in Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Following Physiotherapy (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2021; 22(2):228-245. https://doi.org/10.32598/RJ.22.2.3280.1

https://doi.org/10.32598/RJ.22.2.3280.1

CC BY NC

Received: 08 Dec 2020
Accepted: 27 Jan 2021
Available Online: 01 Jul 2021

Keywords:
Responsiveness, Anterior cruciate Ligament reconstruction, Range of motion, Muscle strength, Balance

ABSTRACT

Objective The primary purpose of physiotherapy in patients with Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstruction is to reduce pain, improve Range of Motion (ROM), muscle strength, and balance after surgery. Thus, therapists need outcome measurement tools with acceptable validity, reproducibility, and responsiveness to assess these changes after the intervention. This study investigates the responsiveness of the tools used to measure pain, ROM, knee muscle strength, and dynamic balance. We also want to determine minimal clinically significant change for these outcomes in patients with ACL reconstruction after physiotherapy.

Materials & Methods The study participants were 54 young patients with ACL reconstruction evaluated using impairment-based outcome measures of visual analog scale, goniometer, hand-held dynamometer, and Star Excursion Balance Test (SEBT) at baseline (2 weeks after ACL reconstruction) and 4 weeks after physiotherapy. At the second phase of evaluation, the participants also completed the 7-point global change rating scale. For assessing the responsiveness of the tools, we used the Receiver Operating Characteristics (ROC) curve and correlation analysis

Results Analyzing the ROC curve showed that the knee extension ROM, quadriceps and hamstring strength, and medial and posteromedial directions under SEBT had acceptable responsiveness (>0.70). The Spearman correlation coefficient between the scores obtained for these outcomes and the score of 7-point global change rating scale were significant in the range of 0.36-0.51. For all the study outcome measurement tools, minimal significant clinical changes were reported.

Conclusion The results of this study support the responsiveness of goniometer for knee extension ROM, hand-held dynamometer for quadriceps and hamstring strength, and SEBT for dynamic balance at medial and posteromedial directions in the assessment of clinical changes in patients with ACL reconstruction. The reported minimal significant clinical changes for each tool can help the clinicians and researchers to decide on determining the actual significant change in the ACL patient's clinical conditions after physiotherapy.

* ***Corresponding Author:***
Nahid Pirayeh, PhD.
Address: Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
Tel: +98 (916) 3054015
E-Mail: nahid_pt8287@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Anterior Cruciate Ligament (ACL) rupture is one of the most common knee joint injuries, especially in active and young people. It accounts for about 50% of knee injuries. This ligament is usually damaged during recreational or competitive sports activities [1]. ACL reconstruction surgery is usually recommended following an ACL rupture to restore the knee mechanical stability and achieve normal knee function [1, 2]. Studies have shown that many people still do not resume normal knee function after ACL reconstruction and report disorders such as knee instability, pain, decreased Range of Motion (ROM), defects in quadriceps and hamstrings, and neuromuscular dysfunction, which can lead to very different consequences among these people [3, 4]. Therefore, rehabilitation interventions are essential for patients with ACL reconstruction to reduce pain, improve ROM, muscle strength, dynamic and functional stability of the reconstructed knee, balance, and finally help return the patient to functional activities [5]. According to systematic review studies, the most common disorder-based outcome measures used to evaluate the effect of treatment and determine the success of treatment in randomized clinical trials on patients with ACL reconstruction are knee pain, ROM, hamstring, and quadriceps muscle strength, and dynamic balance using Star Excursion Balance Test (SEBT) [6-8].

In this regard, therapists need repetitive, valid, and responsive tests (sensitive to change) to detect significant changes during the treatment process [9, 10]. Responsiveness is an essential feature of a measurement tool and can detect the least clinically significant change in a patient's health status over time. Responsiveness includes internal and external types [11, 12]. Internal responsiveness refers to the ability of a tool to detect changes over time, regardless of whether these changes are clinically significant or not [13, 14]. External responsiveness indicates how much of a change in the instrument has occurred in a given period in accordance with the change in the reference instrument. The reference measurement is based on the retrospective 7-point Likert scale [15]. Although clinical trial studies have repeatedly used pain, ROM, quadriceps, and hamstring muscle strength, and dynamic balance control to assess patients' recovery from ACL reconstruction and the effect of treatment, no study has yet examined the responsiveness of these measures. Therefore, this study aims to investigate the responsiveness of tools measuring pain, ROM, quadriceps and hamstring muscle strength, and dynamic balance control in patients with ACL reconstruction following a rehabilitation treatment.

Materials and Methods

This research is a prospective cohort study. The study participants were 54 patients with an ACL injury who had undergone reconstructive surgery. The inclusion criteria were being 18-45 years old and passing 2 weeks from the ACL reconstruction surgery. The exclusion criteria were having a history of diabetes, neurological disorder, inflammatory arthritis, malignancy, musculoskeletal pain, musculoskeletal injury other than ACL rupture, and bilateral ACL rupture.

Study measures

The Visual Analog Scale (VAS) was used to assess pain outcomes. It consists of a 10-cm horizontal line, with the left-hand side labeled "no pain" and the right-hand side labeled "most intense pain imaginable". The VAS score was determined by measuring in centimeters from the left-hand side to the point that the patient marks [16].

A goniometer was used to measure the passive ROM of the knee in the supine position during flexion and extension. Thus, the amplitude of knee flexion and extension was recorded [16].

To evaluate the isometric strength of quadriceps and hamstrings, a manual tension/compression dynamometer (Danesh Salar Iranian Company, Iran) was used. The dynamometer was placed just above the malleolus in the anterior and posterior parts of the leg, and the person was asked to press the involved leg against the strap as much as possible. The primary test was performed by taking maximum contraction of quadriceps and hamstring muscles with 3 repetitions during maximum effort from each person. There was a 30-second rest interval. The strength values obtained from the three maximum contractions of each muscle group were averaged [17].

To evaluate the dynamic balance using the SEBT, a circle was assumed on the ground, and 8 lines were drawn at a 45-degree angle (like a star). The patient was asked to stand on the affected leg in the center of the circle and move the other leg as far as possible on the lines (in the selected direction), touch the ground with the toe at maximum reach without maintaining weight, and then return to the starting position (standing on two legs). The distance between the center of the star and the point of contact of the contralateral leg was considered the reach distance, an indicator of dynamic balance. This test was repeated three times, and their average was calculated and determined as the final score. The errors that cause exclusion from the test were displacement of the leg placed in the star center, loss of balance during the test, and putting weight on the reaching leg when the toe was in contact with the ground [18]. In previous studies,

the reproducibility and high validity of these scales have been reported to evaluate the outcomes in patients with ACL reconstruction [19-23].

All participants were evaluated in the first stage of evaluation (2 weeks after ACL reconstruction surgery) and again in the second stage of evaluation (after 4 weeks of physiotherapy) using the mentioned instruments. In the last treatment session, the patients were asked to report changes in their health status from the beginning to the last session of treatment on a 7-point retrospective Likert scale [15, 24]. This scale was divided into two general subscales of improved (score 5-7) and not-improved (score 1-4) to create a two-part outcome variable [15]. Since the purpose of responsiveness studies is to evaluate the instrument's specificity rather than to evaluate the effectiveness of the intervention, the control of physiotherapy intervention was not necessary for the present study [24]. However, all patients received similar rehabilitation interventions after the surgery.

Data analysis

The obtained data were analyzed in SPSS v. 21 software. First, we used the Kolmogorov-Smirnov test to investigate the normal distribution of variables. The paired t-test was used to examine the relationship between pre- and post-treatment scores. The Receiver Operating Characteristics (ROC) curve (with 95% confidence interval) was used to evaluate the responsiveness [25]. To do this, after two stages of evaluation, a change score (difference between the scores of two evaluation stages) was first obtained using the instruments for each patient. One by one, the change scores were determined as the cut-off point and compared with the score obtained from the 7-point Likert scale as a standard external criterion. Thus, sensitivity and specificity were calculated at each stage [10, 26, 27]. Then, the ROC curve was plotted, with the vertical axis corresponding to the sensitivity and the horizontal axis corresponding to the specificity [26]. In the ROC curve analysis, a point with the highest sensitivity and specificity was selected on the left and top of the curve, representing the minimum clinical change score of the outcome [14]. Besides, the correlation between the change score obtained from each instrument (as a quantitative variable) and the score obtained from the 7-point Likert scale (as a qualitative variable) were examined. The Spearman correlation coefficient in the range of 0.250-0.50 indicates a weak correlation, 0.50-0.70 moderate correlation, and >0.70 indicates a strong correlation [10]. Similarly, the area below the ROC curve in the range of 0.25-0.50 indicates poor responsiveness, 0.50-0.70 shows moderate responsiveness, and >0.70 indicates good responsiveness [26].

Results

The demographic and clinical characteristics of participates are presented in Table 1, and the results of the paired t-test are presented in Table 2. As seen, 34 patients (63%) were classified as an improved group, and 20 patients (37%) as a not-improved group. The results obtained from the area below the ROC curve showed that the knee extension ROM, quadriceps and hamstring strength, and dynamic balance at medial and posteromedial directions had a good response (<0.70). The Spearman correlation coefficient for these four outcomes between the change score and the score of 7-point global change rating Likert scale ranged from 0.36 to 0.51. Significant clinical changes were reported for all study tools (Table 3).

Discussion and Conclusion

One of the most critical problems and complications after ACL reconstruction is the loss of knee extension end ROM (5-10 degrees) [28]. This ROM loss can lead to significant pain and functional impairment, especially during walking and running in young and active patients, because the loss of more than 10 degrees prevents normal gait and leads to increased loads on the patellofemoral joint and, as a result, anterior knee pain [28]. Loss of knee flexion end ROM is usually not as debilitating as loss of knee extension end ROM [28]. Therefore, changes in ROM in the direction of extension rather than in the direction of flexion are more consistent with changes perceived by the young patients, and this factor can be a reason for greater responsiveness of goniometer for assessing knee extension ROM. Another major problem after ACL reconstruction is the weakness of the quadriceps and hamstring muscles [29]. Several studies have shown a greater reduction in the quadriceps strength than in hamstring strength in these patients [29]. It has also been shown that the correlation between reduced quadriceps strength and knee function is higher than the correlation between reduced hamstring strength and knee function [30]. The results of our study also showed that the hand-held dynamometer's ability to respond to the knee extension strength (quadriceps muscle strength) was greater than the ability to respond to the knee flexion strength (hamstring muscle strength). However, it was reasonably responsive to both knee extension and flexion and can monitor the actual recovery of young and active ACL patients in clinical and research settings.

The results of the ROC curve and correlation analysis showed that VAS was not so much responsive to diagnose the ACL patient's real and significant recovery. In a systematic review and meta-analysis by Collins et al. on the measurement characteristics of the knee injury and osteoarthritis outcome score instrument in young patients with

Table 1. Demographic and clinical characteristics of the participates (n=54)

Variables			Mean±SD/No. (%)
Demographic Information	Age (y)		26.37±5.12
	Height (cm)		175.14±8.42
	Weight (kg)		73.64±5.79
	Gender	Male	54(100)
		Female	0(0)
	Years of education	9-12	17(31.5)
		>12	37(68.5)
	Marital status	Single	41(75.9)
		Married	13(24.1)
Clinical	Dominant leg	Right leg	46(85.1)
		Left leg	8(14.9)
	Affected leg	Right leg	31(57.4)
		Left leg	23(42.6)
	Duration after surgery (wk)		6
	Duration of physiotherapy intervention (wk)		4

Archives of
Rehabilitation

an ACL injury or knee osteoarthritis, it was shown that the pain subscale of the instrument had poor content validity and therefore had no good capacity to show improvement [31]. Consistent with this study, VAS in our study had the poor potential to show the changes in patients' real recovery after treatment, maybe, due to the participation of young and active patients. Another possible reason can be that the assessments were performed after the initial acute phase and in the intermediate phase of rehabilitation (2-6 weeks after surgery). During this period, patients typically have minimal pain and symptoms, and exercise during this period tends to be more difficult; hence, no significant change in pain is expected for ACL patients.

SEBT in medial and posteromedial directions showed acceptable responsiveness. The greater responsiveness in these two directions compared to other directions can be because these two directions exert more rotational force on the reconstructed knee during the test [32]. Thus, these two directions can more accurately identify important clinically significant changes in the dynamic balance of ACL patients. This result is somehow consistent with the findings of Herrington et al., who showed that the medial and posteromedial directions were more capable of differentiating between patients with ACL injury and controls [32]. The optimal cut-off point obtained from the ROC curve, which is considered as the least clinically significant change in the patient's health status, can provide researchers and therapists with practical and valuable information to make decisions about the actual change in ACL patient's health status.

The present study results provide evidence for the responsiveness of goniometer for knee extension ROM, hand-held dynamometer for quadriceps and hamstring strength, and SEBT for dynamic balance at medial and posteromedial directions in the assessment of clinical changes in patients with ACL reconstruction. The minimum clinically significant change score obtained for each tool in this study can help therapists and researchers to decide on determining the actual significant change in the ACL patient's clinical conditions after physiotherapy.

Table 2. Mean scores of pre-treatment, post-treatment, and change for the study variables

Variables		Mean±SD			P
		Pre-Treatment Score	Post-Treatment Score	Change	
Pain	Total (n=54)	2.83±1.71	1.87±1.81	0.96±1.80	<0.001
	Improved (n=34)	2.65±1.45	1.53±1.41	1.11±1.83	0.001
	Not improved (n=20)	3.15±2.08	2.45±2.25	0.70±1.75	0.09
Knee flexion ROM	Total (n=54)	117.86±11.34	125.29±10.74	8.40±7.75	<0.001
	Improved (n=34)	119.44±10.28	127.88±8.64	8.37±7.47	<0.001
	Not improved (n=20)	115.16±12.78	120.90±12.64	8.46±8.28	0.02
Knee extension ROM	Total (n=54)	2.95±2.33	1.01±1.56	1.88±1.98	<0.001
	Improved (n=34)	3.65±1.85	0.72±1.19	2.80±1.53	<0.001
	Not improved (n=20)	1.78±2.63	1.50±1.99	0.30±1.66	0.47
Quadriceps strength	Total (n=54)	21.15±12.68	25.73±12.02	3.45±6.93	0.004
	Improved (n=34)	21.91±12.89	26.61±11.91	5.31±14.00	0.006
	Not improved (n=20)	19.86±12.54	24.22±12.37	0.29±9.47	0.16
Hamstring strength	Total (n=54)	10.92±6.89	15.87±8.19	5.44±10.95	<0.001
	Improved (n=34)	10.92±7.31	15.76±8.52	8.81±7.18	<0.001
	Not improved (n=20)	10.92±6.30	16.06±7.82	0.28±13.79	0.01
Balance at anterior direction	Total (n=54)	82.17±6.33	88.19±7.22	6.01±5.30	<0.001
	Improved (n=34)	81.96±6.82	87.83±8.06	5.87±5.76	<0.001
	Not improved (n=20)	82.55±5.55	88.79±5.64	6.25±4.54	<0.001
Balance at lateral direction	Total (n=54)	59.70±11.31	68.18±11.15	8.47±6.41	<0.001
	Improved (n=34)	58.82±11.87	67.69±11.62	8.87±4.54	<0.001
	Not improved (n=20)	61.20±10.41	69.01±10.55	7.80±8.84	0.001
Balance at medial direction	Total (n=54)	71.06±9.75	78.41±7.91	7.35±8.85	<0.001
	Improved (n=34)	69.93±10.46	78.83±8.98	8.89±8.35	<0.001
	Not improved (n=20)	72.97±8.33	77.69±5.80	4.71±9.26	0.03
Balance at posteromedial direction	Total (n=54)	69.75±9.12	76.29±9.52	6.54±7.43	<0.001
	Improved (n=34)	67.74±9.04	76.39±10.04	8.65±6.26	<0.001
	Not improved (n=20)	73.17±8.40	76.14±8.81	2.96±8.04	0.111

ROM:Range of Motion.

Table 3. The Spearman correlation coefficient and area under the Receiver Operating Characteristics (ROC) curve for the study variables

Variables	The Spearman Correlation Coefficient (P-Value)	Area Under the Curve (95% CI)	Cut-Point	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)
Pain	0.16 0.22	0.61 (0.45-0.76)	1.50	0.52 (0.35-0.69)	0.85 (0.61-0.96)
Knee flexion ROM	0.07 0.57	0.54 (0.38-0.70)	8.83	0.47 (0.30-0.64)	0.70 (0.45-0.87)
Knee extension ROM	0.51 <0.001	0.85 (0.73-0.97)	1.50	0.82 (0.64-0.92)	0.85 (0.61-0.96)
Quadriceps strength	0.41 <0.001	0.73 (0.58-0.89)	1.52	0.85 (0.68-0.94)	0.65 (0.40-0.83)
Hamstring strength	0.36 0.002	0.70 (0.54-0.86)	1.77	0.82 (0.64-0.92)	0.60 (0.36-0.80)
Reach at anterior direction (cm)	-0.01 0.90	0.45 (0.29-0.60)	10.91	0.26 (0.13-0.44)	0.90 (0.66-0.98)
Balance at lateral direction (cm)	0.12 0.33	0.56 (0.40-0.72)	10.50	0.41 (0.25-0.59)	0.85 (0.61-0.96)
Balance at medial direction (cm)	0.38 0.001	0.71 (0.56-0.86)	5.08	0.73 (0.55-0.86)	0.70 (0.45-0.87)
Balance at posteromedial direction (cm)	0.43 <0.001	0.74 (0.59-0.88)	4.25	0.73 (0.55-0.86)	0.65 (0.40-0.83)

Archives of Rehabilitation

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them. was approved by the Ethics Committee of Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (Code: IR.AJUMS.REC.1394.275).

Funding

This study was extracted from a PhD. dissertation of the first author at the Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz University of Medical Sciences, Ahvaz. Also, this study was supported by the Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences.

Authors' contributions

Conceptualization: Mohammad Jafar Shaterzadeh Yazdi, Hossein Negahban, Neda Mostafaee; Supervision: Mohammad Jafar Shaterzadeh Yazdi, Hossein Negahban, Shahin Goharpey; Methodology: Hossein Negahban, Shahin Goharpey, Neda Mostafaee; Writing – original draft: Neda Mostafaee; Writing – review & editing: All authors; Data collection: Neda Mostafaee, Nahid Pirayeh; Data analysis: Mohammad Mehravar, Neda Mostafaee.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی:

قابلیت پاسخگویی مقیاس‌های پیامد اختلال محور در افراد با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی پس از فیزیوتراپی

ندا مصطفایی[1]، حسین نگهبان[2,1]، محمدجعفر شاطرزاده یزدی[3]، شاهین گوهرپی[3]، محمد مهرآور[3]، *ناهید پیرایه[3]

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.
۲. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم‌پزشکی مشهد، مشهد، ایران.
۳. مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۸ آذر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۰۸ بهمن ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۰

چکیده

اهداف هدف اصلی فیزیوتراپی در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، کاهش درد، بهبود دامنه حرکتی، قدرت عضلانی و تعادل پس از جراحی است. بنابراین درمانگران به ابزارهای سنجش پیامد با قابلیت تکرارپذیری، اعتبار و پاسخ‌گویی قابل قبولی جهت ارزیابی این تغییرات پس از درمان نیاز دارند. هدف از انجام این مطالعه، بررسی قابلیت پاسخ‌گویی و حداقل تغییرات بالینی مهم برای پیامدهای درد، دامنه حرکتی، قدرت عضلات زانو و تعادل پویا در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی بود.

روش بررسی تعداد ۵۴ بیمار در اولین مرحله ارزیابی (دو هفته پس از جراحی بازسازی لیگامان)، و دوباره در دومین مرحله ارزیابی (بعد از چهار هفته درمان فیزیوتراپی) از طریق مقیاس پیامدهای اختلال‌محور شامل مقیاس چشمی درد، گونیامتر و دینامومتر دستی و آزمون تعادلی ستاره‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین در جلسه دوم ارزیابی بیماران یک مقیاس هفت‌آیتمی رتبه‌بندی کلی تغییر را تکمیل کردند. برای ارزیابی قابلیت پاسخ‌گویی، آنالیز سطح زیرمنحنی و آنالیز همبستگی استفاده شد.

یافته‌ها نتایج حاصل از آنالیز سطح زیرمنحنی نشان داد از میان پیامدهای موردبررسی، دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون تعادلی ستاره‌ای، قابلیت پاسخ‌گویی قابل قبولی (>۰/۷۰) دارند. همچنین ضریب همبستگی اسپیرمن بین نمرات تغییر به‌دست‌آمده برای این چهار پیامد (دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون تعادلی ستاره‌ای) و نمره مقیاس هفت‌آیتمی رتبه‌بندی کلی تغییر، به عنوان معیار خارجی، نشان‌دهنده ارتباط معنی‌داری در دامنه ای بین ۰/۵۱-۰/۳۶ بود. برای همه مقیاس‌های پیامد موردمطالعه، مقادیر حداقل تغییر بالینی، مهم گزارش شد.

نتیجه‌گیری یافته‌های این مطالعه شواهدی را جهت انتخاب مناسب‌ترین مقیاس‌های پیامد شامل دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ، و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون تعادلی ستاره‌ای برای ارزیابی تغییرات بالینی در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی فراهم می‌کند. یافته دیگر این مطالعه که مربوط به حداقل نمره تغییر بالینی مهم به‌دست‌آمده برای هریک از مقیاس‌های پیامد است، به درمانگران و محققین جهت تصمیم‌گیری در مورد تعیین تغییر واقعی مهم در وضعیت بالینی بیمار با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی پیرو مداخله فیزیوتراپی کمک خواهد کرد.

کلیدواژه‌ها:
قابلیت پاسخگویی، بازسازی لیگامان متقاطع قدامی، دامنه حرکتی، قدرت عضله، تعادل

مقدمه

پارگی لیگامان متقاطع قدامی یکی از شایع‌ترین آسیب‌های مفصل زانو به‌خصوص در افراد فعال و جوان است و حدوداً ۵۰ درصد آسیب‌های زانو را به خود اختصاص می‌دهد. این لیگامان معمولاً در فعالیت‌های تفریحی یا فعالیت‌های ورزشی رقابتی، دچار آسیب می‌شود [۱].

جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی معمولاً به دنبال پارگی آن برای بازگرداندن ثبات مکانیکی زانو و به دست آوردن عملکرد طبیعی زانو توصیه می‌شود [۲، ۱]. تحقیقات نشان می‌دهد که بسیاری از افراد همچنان پس از جراحی بازسازی این لیگامان، به عملکرد طبیعی زانو بازنمی‌گردند و اختلالاتی مانند بی‌ثباتی زانو، درد، کاهش دامنه حرکتی و نقص در قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و اختلال عملکرد عصبی‌عضلانی را نشان می‌دهند که

* نویسنده مسئول:
ناهید پیرایه
نشانی: اهواز، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی.
تلفن: ۳۰۵۴۰۱۵ (۹۱۶) ۹۸+
رایانامه: nahid_pt8287@yahoo.com

این امر می‌تواند منجر به بروز پیامدهای بسیار مختلف و متنوعی در میان این افراد شود [۳، ۴]. از این رو مداخلات توان‌بخشی در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی با هدف کاهش درد و بهبود دامنه حرکتی، قدرت عضلانی، ثبات دینامیکی و عملکردی زانوی بازسازی‌شده و بهبود تعادل و درنهایت بازگشت بیمار به فعالیت‌های عملکردی ضروری است [۵].

بر اساس مطالعات مروری سیستماتیک، از جمله رایج‌ترین مقیاس‌های پیامد اختلال‌محور که برای بررسی اثر درمان و تعیین موفقیت درمان در کارآزمایی‌های بالینی تصادفی در حوزه توان‌بخشی بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، درد زانو، دامنه حرکتی، قدرت عضلات همسترینگ و کوادریسپس، تعادل دینامیک با استفاده از آزمون عملکردی ستاره‌ای[1] هستند [۶-۸]. نتایج مقالات کارآزمایی بالینی غالباً مبتنی بر تفاوت‌ها و تغییرات معنی‌دار آماری است، ولی اخیراً محققین روش‌هایی را توصیه می‌کنند که مستقیماً تغییرات معنی‌دار بالینی را گزارش می‌دهند، مانند استفاده از ابزارهایی با قابلیت پاسخ‌گویی مناسب برای سنجش اثر درمان [۹، ۱۰].

ممکن است یک ابزار تکرارپذیر و معتبر باشد، ولی قادر به تشخیص تغییرات مهم و معنی‌دار در وضعیت سلامتی در طول زمان نباشد. بنابراین این ویژگی بسیار مهم جهت استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری پیامد، باید مورد بررسی و تأیید قرار گیرد [۹، ۱۰]. در این راستا، درمانگران نیازمند آزمون‌های تکرارپذیر، معتبر و دارای قابلیت پاسخ‌گویی (حساس به تغییر) برای بیان تغییرات معنی‌دار در خلال فرایند درمان هستند [۹، ۱۱]. تکرارپذیری یک ابزار به معنی آن است که نمرات یک ابزار سنجش تا چه میزان عاری از خطای اندازه‌گیری هستند. درواقع در صورت تکرارپذیری یک ابزار سنجش، نمرات حاصله از این روش سنجش یکنواختی، پایایی و ثبات دارند. اعتبار یعنی یک ابزار بتواند آن مفهومی را که هدف، اندازه‌گیری‌اش است، ارزیابی کند. قابلیت پاسخ‌گویی ویژگی بسیار مهم یک ابزار اندازه‌گیری است و به عنوان توانایی یک مقیاس پیامد برای تشخیص حداقل تغییر بالینی مهم در وضعیت سلامتی بیمار در طول زمان در نظر گرفته می‌شود که شامل قابلیت پاسخ‌گویی درونی و بیرونی است [۱۲، ۱۳]. قابلیت پاسخ‌گویی درونی به معنی توانایی یک ابزار در شناسایی تغییرات طی یک چارچوب زمانی است، بدون توجه به اینکه این تغییرات به لحاظ بالینی معنی‌دار هستند یا خیر [۱۴، ۱۵].

قابلیت پاسخ‌گویی درونی اغلب به وسیله استفاده از ابزار قبل و بعد از یک برنامه درمانی مطمئن که اثر درمانی آن به طور کامل مشخص شده است، محاسبه می‌شود [۱۵]. قابلیت پاسخ‌گویی بیرونی نشان‌دهنده آن است که در یک مقطع زمانی مشخص، چه میزان تغییر در ابزار اندازه‌گیری مطابق با تغییر در ابزار اندازه‌گیری مرجع رخ داده است. منظور از اندازه‌گیری مرجع، مقیاس لیکرت هفت‌رتبه‌ای گذشته‌نگر است [۱۶]. علی‌رغم اینکه در مطالعات کارآزمایی‌های بالینی به طور متعدد از پیامدهای درد، دامنه حرکتی، قدرت عضله کوادریسپس و همسترینگ و کنترل تعادل پویا جهت ارزیابی میزان بهبودی بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی و تأثیر درمان استفاده شده است، ولی هنوز هیچ مطالعه‌ای به بررسی قابلیت پاسخ‌گویی این پیامدها نپرداخته است. تاکنون مطالعات فقط به بررسی قابلیت پاسخ‌گویی پیامدهای خودگزارشی توسط بیمار در سطح فعالیت و ناتوانی با استفاده از پرسش‌نامه‌های تگنر، کووس و لیشولم[2] پرداخته‌اند [۱۷-۱۹]، ولی قابلیت پاسخ‌گویی پیامدها در سطح اختلال به دنبال درمان فیزیوتراپی در افراد با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی پرداخته نشده است. بنابراین با توجه به شیوع بالای آسیب لیگامان متقاطع قدامی و جراحی بازسازی این لیگامان، و پیامدهای متعاقب آن و همچنین لزوم و اهمیت استفاده از مقیاس‌های پیامد با قابلیت پاسخ‌گویی مناسب در رویکرد درمان مبتنی بر شواهد در حوزه توان‌بخشی، جهت فعالیت‌های بالینی و تحقیقاتی، هدف از انجام این تحقیق بررسی قابلیت پاسخ‌گویی پیامدهای درد، دامنه حرکتی و قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و کنترل تعادل پویا در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی متعاقب درمان توان‌بخشی است.

روش بررسی

شرکت‌کننده‌ها

این پژوهش به صورت هم‌گروهی آینده‌نگر انجام شد. در این مطالعه ۵۴ بیمار مبتلا به آسیب لیگامان متقاطع قدامی که تحت جراحی بازسازی قرار گرفته بودند، شرکت کردند. شرایط ورود افراد در این مطالعه، شامل سن ۱۸-۴۵ سال و گذشت دو هفته از عمل جراحی بازسازی لیگامان متقاطع قدامی بود. معیارهای خروج شامل تاریخچه بیماري‌هاي دیابت، اختلال نورولوژيكي، عفونت چندمفصلی، آرتریت التهابی، بدخیمی، دردهاي عضلاني اسكلتي، آسيب‌ديدگي عضلاني اسكلتي غير از پارگي ليگامان متقاطع قدامي و پارگی دوطرفه لیگامان متقاطع قدامی بود. مکان اجرای این تحقیق در مرکز تحقیقات توان‌بخشی عضلانی اسکلتی واقع در دانشکده توان‌بخشی دانشگاه علوم‌پزشکی جندی‌شاپور اهواز بود و زمان اجرای آن از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ بود. اطلاعات مربوط به متغیرهای جمعیت‌شناختی از طریق تکمیل پرسش‌نامه توسط خود بیمار جمع آوری شد.

برای ارزیابی پیامد درد از مقیاس قیاسی چشمی VAS[3] استفاده شد. در این مقیاس یک پاره‌خط افقی ۱۰ سانتی‌متری وجود دارد که انتهای چپ این خط مربوط به عدم وجود درد و انتهای

1. Star Excursion Balance Test (SEBT)

2. KOOS, Tegner, lysholm
3. Visual Analogue Scale

دیگر آن مربوط به شدیدترین دردی است که فرد تجربه می‌کند. فاصله بین سمت چپ و سمت راست، به سانتی‌متر محاسبه شده و به عنوان شدت درد محاسبه شد [۲۰]. در مطالعات گذشته تکرارپذیری و اعتبار بالای این مقیاس برای ارزیابی درد در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی گزارش شده است [۲۱].

از گونیامتر برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی پاسیو زانو در وضعیت طاق‌باز در جهت فلکشن و اکستنشن استفاده شد و به این ترتیب دامنه فلکشن و اکستنشن زانو ثبت شد [۲۰]. در مطالعات گذشته گزارش شده است که این ابزار از تکرارپذیری و اعتبار بالایی در اندازه‌گیری دامنه حرکتی زانو برخوردار است [۲۲]. جهت بررسی قدرت ایزومتریک عضله کوادریسپس و همسترینگ از دینامومتر دستی کششی فشاری (ساخت شرکت دانش‌سالار ایرانیان) استفاده شد. از بیمار خواسته شد که بر لبه تخت معاینه بنشیند، درحالی که مفاصل ران و زانو ۹۰ درجه خم باشند. از یک استرپ برای ثبات ران‌ها استفاده شد که از حرکات ناخواسته جلوگیری کند. جهت بررسی قدرت ایزومتریک عضله کوادریسپس و همسترینگ، نیروسنج دینانومتر به ترتیب در بخش قدامی و خلفی ساق، درست بالای مالئول‌ها قرار گرفت. از استرپ غیر قابل انعطاف برای بستن اطراف نیروسنج و پایه ثابت استفاده شد. از فرد خواسته می‌شد که پای درگیرش را تا حد امکان علیه استرپ فشار دهد. ابتدا جهت آشناسازی با روش اجرا، یک مرحله انقباض زیر حداکثر انجام می‌شد. سپس، آزمون اصلی به صورت گرفتن انقباض حداکثر از عضلات کوادریسپس و همسترینگ با سه تکرار با حداکثر تلاش (هرکدام ۵ ثانیه) از هر فرد گرفته می‌شد. بین مراحل ۳۰ ثانیه استراحت داده می‌شد. به این ترتیب از مقادیر قدرتی به‌دست‌آمده از سه انقباض حداکثر هر گروه عضلانی، میانگین گرفته می‌شد [۲۳]. در مطالعات گذشته گزارش شده است که این ابزار تکرارپذیری و اعتبار بالایی برای ارزیابی قدرت عضلات زانو دارد [۲۴، ۲۵].

جهت ارزیابی کنترل تعادل پویا با استفاده از آزمون SEBT، دایره‌ای روی زمین فرض کرده و هشت قطر آن را با زاویه ۴۵ درجه (مانند ستاره) رسم شد. از فرد خواسته می‌شد در مرکز دایره روی پای مبتلا بایستد. به طوری که پاشنه پا در مرکز ستاره و انگشتان روی خط در جهت قدام باشند. سپس دست‌ها را به کمر زده و پای دیگر را تا جایی که می‌تواند روی خطوط (در جهت انتخاب شده) حرکت دهد و در حداکثر میزان دست‌یابی[4] نوک پا را بدون تحمل وزن جهت مشخص کردن میزان دست‌یابی به زمین بزند، سپس به وضعیت اولیه (ایستاده روی دو پا) بر برگردد. فاصله بین مرکز ستاره تا محل تماس پای آزاد میزان دست‌یابی به عنوان شاخص کنترل تعادل پویا بود. با توجه به مطالعات انجام‌شده در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی دیده شده که این بیماران اختلالات عملکردی را در جهت‌های قدامی[5]، داخلی[6]، خارجی[7] و خلفی داخلی[8] نشان می‌دهند [۲۶، ۲۷]. بنابراین جهت‌های انتخابی برای بررسی قابلیت پاسخ‌گویی آزمون SEBT جهت‌های قدامی، داخلی، خارجی و خلفی داخلی بود. برای آشنایی با آزمون، چهار تکرار در جهت‌های موردنظر، برای انجام تمرین در نظر گرفته شد. بعد از ۵ دقیقه استراحت، سه تکرار موفق انجام می‌شد. سپس میانگین سه تکرار محاسبه می‌شد و بدین‌ترتیب فاصله دست‌یابی به دست می‌آمد. خطایی که باعث حذف آزمون می‌شد شامل جابه‌جایی پایی که در مرکز ستاره قرار داشت، از دست دادن تعادل در حین انجام آزمون، تحمل وزن روی پای دست‌یابی در حین تماس نوک پا با زمین و عدم تماس با زمین در پای دست‌یابی بود [۲۸]. تکرارپذیری و اعتبار بالای این تست جهت ارزیابی تعادل پویای بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی در مقالات گذشته گزارش شده است [۲۸، ۲۹].

جهت بررسی قابلیت پاسخ‌گویی، همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه در اولین مرحله ارزیابی (دو هفته پس از جراحی بازسازی لیگامان) و دوباره در دومین مرحله ارزیابی (بعد از چهار هفته درمان فیزیوتراپی) از طریق ابزارهای پیامد درد، دامنه حرکتی زانو، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و کنترل تعادل پویا مورد ارزیابی قرار گرفتند. علاوه بر این، در جلسه آخر درمان، نسخه فارسی پرسش‌نامه مرجع (لیکرت هفت‌رتبه‌ای گذشته‌نگر) به بیماران ارائه شد تا تغییر وضعیت سلامت خود را از ابتدای مداخله تا جلسه آخر درمان گزارش کنند [۱۶، ۳۰]. سطوح درک کلی این مقیاس برای ایجاد یک متغیر پیامد دو بخشی، به دو سطح کلی بهبودیافته (خیلی زیاد بهتر= نمره ۷، خیلی بهتر= نمره ۶ و کمی بهتر= نمره ۵) و بهبودنیافته (بدون تغییر = نمره ۴، کمی بدتر= نمره ۳، خیلی بدتر= نمره ۲ و خیلی زیاد بدتر= نمره ۱) تقسیم بندی شد [۱۶].

از آنجایی که هدف از مطالعات قابلیت پاسخ‌گویی، بررسی ویژگی ابزار به جای بررسی اثربخشی مداخله است، کنترل مداخلات فیزیوتراپی در پژوهش حاضر ضروری نبود [۳۰]، ولی جهت تشابه مداخلات میان کلینیک‌ها، همه بیماران مداخلات توان‌بخشی مشابهی را پس از جراحی دریافت کردند. این برنامه توان‌بخشی به طور کلی شامل الکتروتراپی (تحریکات الکتریکی نوروماسکولار)، تمرینات افزایش دامنه حرکتی زانو، تمرینات قدرتی برای اندام تحتانی (عضلات کوادریسپس، همسترینگ، گلوتئوس مدیوس) و تمرینات بازآموزی نوروماسکولار (تمرینات تعادلی، تمرینات مقاومتی و سرعتی) بود [۳۱]. همچنین به منظور کورسازی و جلوگیری از سوگیری، اندازه‌گیری پیامدها در زمان قبل و بعد از درمان توسط فردی غیر از درمانگر انجام شد.

4. Reach
5. Anterior
6. Medial
7. Lateral
8. Posterior-medial

آنالیز آماری

جهت بررسی توزیع نرمال متغیرها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون تی زوجی نیز برای بررسی ارتباط بین نمرات پس از درمان و قبل از درمان استفاده شد. درنهایت داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای بررسی قابلیت پاسخ‌گویی از منحنی ROC[9] (با ضریب اطمینان ۹۵ درصد) استفاده شد [۳۲]. نحوه ترسیم و آنالیز منحنی به این صورت بود که با ارزیابی‌های انجام‌شده از طریق هریک از ابزارهای پیامد در اولین و دومین مرحله ارزیابی نمره‌ای به دست می‌آمد و بعد از دو مرحله ارزیابی برای هر بیمار یک نمره تغییر (تفاوت بین نمره کسب‌شده بار اول و بار دوم) از ابزارهای پیامد موردنظر حاصل می‌شد. بنابراین به تعداد بیماران حاضر در پژوهش نمره تغییر وجود داشت. از طرفی بیمار در جلسه آخر درمان مقیاس هفت‌آیتمی گذشته‌نگر رتبه‌بندی لیکرت را دریافت و تکمیل می‌کرد [۳۳].

سطوح درک کلی این مقیاس برای ایجاد یک متغیر پیامد دوبخشی، به دو سطح کلی بهبودیافته (خیلی زیاد بهتر با نمره ۷، خیلی بهتر با نمره ۶) و بهبودنیافته (کمی بهتر با نمره ۵، بدون تغییر با نمره ۴، کمی بدتر با نمره ۳ و خیلی بدتر با نمره ۲ و خیلی زیاد بدتر با نمره ۱) تقسیم می‌شد. بدین‌ترتیب نمره پاسخ بیمار در یکی از طبقه‌بندی‌های بهبودیافته / بهبودنیافته، قرار می‌گرفت. در مرحله بعد پس از ارزیابی از طریق مقیاس‌های پیامد و به دست آمدن نمرات، یک‌به‌یک نمرات تغییر به عنوان نقطه برش انتخاب می‌شدند و نمرات تغییر با در نظر گرفتن نقطه برش در هر مرحله با نمره به‌دست‌آمده از مقیاس هفت‌آیتمی رتبه‌بندی کلی، به عنوان معیار خارجی استاندارد، مورد مقایسه قرار گرفت. بدین ترتیب هریک از بیماران در یکی از این چهار حالت قرار می‌گرفتند. حالت مثبت صحیح[10]، حالتی که نمره تغییر بالاتر از نقطه برش باشد و در لیکرت هفت‌آیتمی هم بهبودی گزارش شود. حالت منفی غلط[11]، حالتی که نمره تغییر پایین‌تر از نقطه برش باشد، اما در لیکرت هفت‌آیتمی بهبودی گزارش شود. حالت مثبت غلط[12]، حالتی که نمره تغییر نسبت به نقطه برش بالاتر باشد، اما در لیکرت هفت‌آیتمی عدم بهبودی گزارش شود و درنهایت، حالت منفی صحیح[13]، حالتی که نمره تغییر نسبت به نقطه برش پایین‌تر باشد و در لیکرت هفت‌آیتمی نیز عدم بهبودی گزارش شود. پس از قرار گرفتن در چهار حالت مذکور، در هر مرحله حساسیت[14] و ویژگی[15] محاسبه شد. حساسیت به معنای توانایی ابزار در تشخیص درصدی از بیماران بود که در وضعیت مثبت صحیح قرار دارند، نسبت به گروهی از بیماران که طبق معیار استاندارد خارجی در وضعیت مثبت قرار دارند و ویژگی به معنای توانایی ابزار در تشخیص درصدی از بیماران بود که در وضعیت منفی صحیح قرار دارند، نسبت به افرادی که طبق معیار استاندارد خارجی در وضعیت منفی قرار دارند [۱۱، ۳۴، ۳۵]. پس از محاسبه حساسیت و ویژگی، منحنی ROC رسم شد که محور عمودی منحنی، مربوط به حساسیت و محور افقی مربوط به ویژگی بود [۳۴]. در آنالیز منحنی ROC، نقطه‌ای با بالاترین حساسیت و ویژگی در سمت چپ و بالای منحنی مشخص شد که نمره حداقل تغییر بالینیِ مهم این مقیاس پیامد محسوب می‌شود [۱۵]. علاوه بر منحنی ROC، از آنالیز همبستگی نیز استفاده شد و نمره تغییر به‌دست‌آمده برای هر پرسش‌نامه به عنوان یک متغیر کمی، با تغییرات لیکرت هفت‌آیتمی به عنوان یک متغیر کیفی ارتباط داده شد که برای بررسی این ارتباط از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد [۱۱]. طبق مطالعات انجام‌گرفته، سطح زیر منحنی ROC در محدوده ۰/۲۵-۰/۵۰ بیانگر قابلیت پاسخ‌گویی ضعیف، ۰/۵۰-۰/۷۰ به معنای قابلیت پاسخ‌گویی متوسط و بیشتر از ۰/۷۰ بیان‌کننده قابلیت پاسخ‌گویی عالی است [۳۴]. همچنین ضریب همبستگی اسپیرمن در محدوده ۰/۲۵-۰/۵۰به معنی ارتباط ضعیف، ۰/۵۰-۰/۷۰ ارتباط متوسط و بیشتر از ۰/۷۰ نشان‌دهنده ارتباط قوی بین نمرات تغییر با نمره حاصل از معیار استاندارد خارجی لیکرت هفت‌آیتمی گذشته‌نگر است [۱۱].

یافته‌ها

مشخصات جمعیت‌شناختی و بالینی بیماران شرکت‌کننده در **جدول شماره ۱** آمده است. نتایج آمار توصیفی و میزان P به‌دست‌آمده از نتیجه تست تی زوجی این پیامدها در **جدول شماره ۲** گزارش شده است. همان طور که دیده می‌شود، درمجموع و بر اساس معیار استاندارد خارجی ۳۴ نفر از بیماران (۶۳ درصد) به عنوان گروه بهبودیافته طبقه‌بندی شده‌اند و ۲۰ نفر از بیماران (۳۷ درصد) در دسته بیماران بهبودنیافته قرار گرفتند.

نتایج به‌دست‌آمده از سطح زیر منحنی ROC نشان داد از میان پیامدهای موردبررسی، دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون SEBT قابلیت پاسخ‌گویی قابل قبولی (>۰/۷۰) دارند. همچنین، ضریب همبستگی اسپیرمن برای این چهار پیامد (دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون SEBT) بین نمرات تغییر و نمره لیکرت هفت‌آیتمی گذشته‌نگر، به عنوان معیار خارجی، در دامنه بین ۰/۳۶-۰/۵۱ بود. برای همه مقیاس‌های پیامدهای مورد مطالعه، مقادیر حداقل تغییر بالینی مهم گزارش شد **(جدول شماره ۳)**.

9. Receiver Operating Characteristics
10. True positive
11. False negative
12. False positive
13. True negative
14. Sensitivity
15. Specificity

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی نمونه موردمطالعه (تعداد: ۵۴ نفر)

	متغیرهای دموگرافیک و بالینی		تعداد (درصد)
ویژگی‌های جمعیت‌شناختی	سن (سال)، میانگین (انحراف معیار)		۲۶/۴۷(۵/۱۲)
	قد (سانتی‌متر)، میانگین (انحراف معیار)		۱۷۵/۱۴(۸/۴۲)
	وزن (کیلوگرم)، میانگین (انحراف معیار)		۷۳/۶۴(۵/۷۹)
	جنسیت	مرد	۵۴(۱۰۰/۰)
		زن	۰(۰/۰)
	سطح تحصیلات	۹-۱۲	۱۷(۳۱/۵)
		>۱۲	۳۷(۶۸/۵)
	وضعیت تأهل	مجرد	۴۱(۷۵/۹)
		متأهل	۱۳(۲۴/۱)
اطلاعات بالینی	پای غالب	راست	۴۶(۸۵/۱)
		چپ	۸(۱۴/۹)
	پای جراحی‌شده	راست	۳۱(۵۷/۴)
		چپ	۲۳(۴۲/۶)
	مدت‌زمان پس از جراحی (هفته)		۶
	مدت‌زمان مداخله فیزیوتراپی (هفته)		۴

توانبخشی

بحث

با توجه به بررسی مطالعات انجام‌شده تاکنون، این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که به بررسی قابلیت پاسخ‌گویی و همچنین تعیین حداقل تغییرات بالینی مهم برای مقیاس پیامدهای درد، دامنه حرکتی، قدرت عضلات زانو و کنترل تعادل پویا پرداخته است. نتایج این مطالعه می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای انتخاب بهترین و مناسب‌ترین مقیاس پیامد اختلال‌محور برای ارزیابی تغییرات بالینی، متعاقب درمان فیزیوتراپی در اختیار درمانگران و محققین قرار دهد.

یکی از مهم‌ترین مشکلات و عوارض پس از بازسازی این لیگامان از دست دادن دامنه انتهایی اکستنشن زانو (۵ تا ۱۰ درجه) است [۳۶] و این اختلال محدودیت دامنه حرکتی می‌تواند منجر به درد قابل توجه و نقص عملکردی به‌ویژه در راه رفتن و دویدن در بیماران جوان و فعال شود، زیرا از دست دادن دامنه انتهایی اکستنشن بیش از ۱۰ درجه، از راه رفتن نرمال جلوگیری کرده و منجر به افزایش لودهای وارده به مفصل پاتلوفمورال و درنتیجه درد قدام زانو می‌شود [۳۶]. در حالی که از دست دادن دامنه انتهایی فلکشن معمولاً به اندازه از دست دادن دامنه انتهایی اکستنشن ناتوان‌کننده نیست [۳۶]. بنابراین به نظر می‌رسد که تغییرات در دامنه حرکتی در جهت اکستنشن نسبت به جهت فلکشن، با توجه به سطح فعالیت بالای بیماران جوان تطابق بیشتری با تغییرات درک‌شده توسط بیمار داشته باشد و این عامل می‌تواند دلیلی برای قابلیت پاسخ‌گویی بیشتر پیامد دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن باشد. به عبارت دیگر افزایش دامنه حرکتی در جهت اکستنشن فراتر از ۱/۵۰ درجه می‌تواند نمایانگر دقیق‌تر و مناسب‌تری برای بهبودی واقعی بیمار باشد. همچنین یکی دیگر از مشکلات عمده پس از بازسازی لیگامان، کاهش قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ است [۳۷]. البته تحقیقات متعددی نشان می‌دهد که کاهش بیشتری در عضله کوادریسپس نسبت به عضله همسترینگ در این بیماران وجود دارد [۳۷]. همچنین نشان داده شده است که همبستگی و ارتباط مابین کاهش قدرت عضله کوادریسپس و آزمون‌های عملکردی زانو نسبت به همبستگی مابین کاهش قدرت عضله همسترینگ و عملکرد زانو، بالاتر است [۳۸].

نتایج این مطالعه نیز نشان می‌دهد که میزان قابلیت پاسخ‌گویی پیامد قدرت اکستنشن زانو (قدرت عضله کوادریسپس) بیشتر از قابلیت پاسخ‌گویی پیامد قدرت فلکشن زانو (قدرت عضله همسترینگ) است. هرچند هر دو پیامد قدرت اکستنشن و فلکشن زانو از قابلیت پاسخ‌گویی قابل قبولی برخوردارند و می‌توان

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار نمرات اولیه (اولین جلسه ارزیابی)، ثانویه (دومین جلسه ارزیابی و نمرات تغییر برای پیامدهای درد، دامنه حرکتی، قدرت عضلات زانو و آزمون SEBT

پیامدها		میانگین±انحراف معیار			P
		نمرات اولیه (اولین جلسه ارزیابی)	نمرات بعد از درمان (دومین جلسه ارزیابی)	تغییر	
درد	مجموع (n=۵۴)	۲/۸۳±۱/۷۱	۱/۸۷±۱/۸۱	۱/۸۰±۰/۹۶	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۲/۶۵±۱/۴۵	۱/۵۳±۱/۴۱	۱/۸۳±۱/۱۱	۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۳/۱۵±۲/۰۸	۲/۴۵±۲/۲۵	۱/۷۵±۰/۷۰	۰/۰۹
دامنه حرکتی فلکشن	مجموع (n=۵۴)	۱۱۷/۸۶±۱۱/۳۴	۱۲۵/۲۹±۱۰/۷۴	۷/۷۵±۸/۴۰	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۱۱۹/۴۴±۱۰/۲۸	۱۲۷/۸۸±۸/۶۴	۷/۴۷±۸/۳۷	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۱۱۵/۱۶±۱۲/۷۸	۱۲۰/۹۰±۱۲/۶۴	۸/۲۸±۸/۴۶	۰/۰۲
دامنه حرکتی اکستنشن	مجموع (n=۵۴)	۲/۹۵±۲/۳۳	۱/۰۱±۱/۵۶	۱/۹۸±۱/۸۸	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۳/۶۵±۱/۸۵	۰/۷۲±۱/۱۹	۱/۵۳±۲/۸۰	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۱/۷۸±۲/۶۳	۱/۵۰±۱/۹۹	۱/۶۶±۰/۳۰	۰/۴۷
قدرت عضله کوادریسپس	مجموع (n=۵۴)	۲۱/۱۵±۱۲/۶۸	۲۵/۷۳±۱۲/۰۲	۶/۹۳±۳/۴۵	۰/۰۰۴
	بهبودیافته (n=۳۴)	۲۱/۹۱±۱۲/۸۹	۲۶/۶۱±۱/۹۱	۱۴/۰۰±۵/۳۱	۰/۰۰۶
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۱۹/۸۶±۱۲/۵۴	۲۴/۲۲±۱۲/۳۷	۹/۴۷±۰/۲۹	۰/۱۶
قدرت عضله همسترینگ	مجموع (n=۵۴)	۱۰/۹۲±۶/۸۹	۱۵/۸۷±۸/۱۹	۱۰/۹۵±۵/۴۴	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۱۰/۹۲±۷/۳۱	۱۵/۷۶±۸/۵۲	۷/۱۸±۸/۸۱	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۱۰/۹۲±۶/۴۰	۱۶/۰۶±۷/۸۲	۱۳/۷۹±۰/۲۸	۰/۰۱
جهت قدامی آزمون SEBT	مجموع (n=۵۴)	۸۲/۱۷±۶/۳۳	۸۸/۱۹±۷/۲۲	۵/۳۰±۶/۰۱	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۸۱/۹۶±۶/۸۲	۸۷/۸۳±۸/۰۶	۵/۷۶±۵/۸۷	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۸۲/۵۵±۵/۵۵	۸۸/۷۹±۵/۶۴	۴/۵۴±۶/۲۵	<۰/۰۰۱
جهت خارجی آزمون SEBT	مجموع (n=۵۴)	۵۹/۷۰±۱۱/۳۱	۶۸/۱۸±۱۱/۱۵	۶/۴۱±۸/۴۷	<۰,۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۵۸/۸۲±۱۱/۸۷	۶۷/۶۹±۱۱/۶۲	۴/۵۴±۸/۸۷	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۶۱/۲۰±۱۰/۴۱	۶۹/۰۱±۱۰/۵۵	۸/۸۴±۷/۸۰	۰/۰۰۱
جهت داخلی آزمون SEBT	مجموع (n=۵۴)	۷۱/۰۶±۹/۷۵	۷۸/۴۱±۷/۹۱	۸/۸۵±۷/۳۵	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۶۹/۹۳±۱۰/۴۶	۷۸/۸۳±۸/۹۸	۸/۳۵±۸/۸۹	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۷۲/۹۷±۸/۳۳	۷۷/۶۹±۵/۸۰	۹/۲۶±۴/۷۱	۰/۰۳
جهت خلفی داخلی آزمون SEBT	مجموع (n=۵۴)	۶۹/۷۵±۹/۱۲	۷۶/۲۹±۹/۵۲	۷/۴۳±۶/۵۴	<۰/۰۰۱
	بهبودیافته (n=۳۴)	۶۷/۷۴±۹/۰۴	۷۶/۳۹±۱۰/۰۴	۶/۲۶±۸/۶۵	<۰/۰۰۱
	بهبودنیافته (n=۲۰)	۷۳/۱۷±۸/۴۰	۷۶/۱۴±۸/۸۱	۸/۰۴±۲/۹۶	۰/۱۱۱

توانبخشی

جدول ۳. ضریب همبستگی اسپیرمن و سطح زیر منحنی برای پیامدهای درد، دامنه حرکتی و قدرت عضلات زانو و آزمون SEBT بر اساس معیار دوبخشی از مقیاس استاندارد خارجی رتبه‌بندی کلی تغییر

پیامدها	ضریب اسپیرمن (P)	سطح زیر منحنی (۹۵ درصد فاصله اطمینان)	نقطه برش مطلوب	حساسیت (۹۵ درصد فاصله اطمینان)	اختصاصی (۹۵ درصد فاصله اطمینان)
درد	۰/۱۶ (۰/۲۲)	۰/۶۱ (۰/۴۵-۰/۷۶)	۱/۵۰	۰/۵۲ (۰/۳۵-۰/۶۹)	۰/۸۵ (۰/۶۱-۰/۹۶)
دامنه حرکتی فلکشن	۰/۰۷ (۰/۵۷)	۰/۵۴ (۰/۳۸-۰/۷۰)	۸/۸۳	۰/۴۷ (۰/۳۰-۰/۶۴)	۰/۷۰ (۰/۴۵-۰/۸۷)
دامنه حرکتی اکستنشن	۰/۵۱ (<۰/۰۰۱)	۰/۸۵ (۰/۷۳-۰/۹۷)	۱/۵۰	۰/۸۲ (۰/۶۴-۰/۹۲)	۰/۸۵ (۰/۶۱-۰/۹۶)
قدرت عضله کوادریسپس	۰/۴۱ (<۰/۰۰۱)	۰/۷۳ (۰/۵۸-۰/۸۹)	۱/۵۲	۰/۸۵ (۰/۶۸-۰/۹۴)	۰/۶۵ (۰/۴۰-۰/۸۳)
قدرت عضله همسترینگ	۰/۳۶ (۰۰۲/۰)	۰/۷۰ (۰/۵۴-۰/۸۶)	۱/۷۷	۰/۸۲ (۰/۶۴-۰/۹۲)	۰/۶۰ (۰/۳۶-۰/۸۰)
جهت قدامی آزمون SEBT (سانتی‌متر)	-۰/۰۱ (۰/۹۰)	۰/۴۵ (۰/۲۹-۰/۶۰)	۱۰/۹۱	۰/۲۶ (۰/۱۳-۰/۴۴)	۰/۹۰ (۰/۶۶-۰/۹۸)
جهت خارجی آزمون SEBT (سانتی‌متر)	۰/۱۲ (۰/۳۳)	۰/۵۶ (۰/۴۰-۰/۷۲)	۱۰/۵۰	۰/۴۱ (۰/۲۵-۰/۵۹)	۰/۸۵ (۰/۶۱-۰/۹۶)
جهت داخلی آزمون SEBT (سانتی‌متر)	۰/۳۸ (۰/۰۰۱)	۰/۷۱ (۰/۵۶-۰/۸۶)	۵/۰۸	۰/۷۳ (۰/۵۵-۰/۸۶)	۰/۷۰ (۰/۴۵-۰/۸۷)
جهت خلفی داخلی آزمون SEBT (سانتی‌متر)	۰/۴۳ (<۰/۰۰۱)	۰/۷۴ (۰/۵۹-۰/۸۸)	۴/۲۵	۰/۷۳ (۰/۵۵-۰/۸۶)	۰/۶۵ (۰/۴۰-۰/۸۳)

توانبخشی

از این دو پیامد مهم جهت مانیتورینگ بهبودی واقعی بیماران جوان و فعال در فضای بالین و تحقیق بهره برد.

همچنین نتایج آنالیز ROC و همبستگی نشان داد که درد قابلیت پاسخ‌گویی بالایی جهت تشخیص بهبودی واقعی و معنی‌دار بیمار ندارد. اخیراً یک مطالعه مروری سیستماتیک با متاآنالیز بر ویژگی‌های اندازه‌گیری پرسش‌نامه کووس در بیماران با آسیب لیگامان متقاطع قدامی و یا مبتلا به استئوارتریت زانو توسط کالینز و همکارانش انجام شده است که نشان می‌دهد خرده‌مقیاس درد در این پرسش‌نامه در بیماران جوان با آسیب لیگامان متقاطع قدامی دارای اعتبار محتوایی خوبی نیست و بنابراین ظرفیت خوبی برای نشان دادن بهبودی ندارد [۳۹]. هم‌راستا با این مطالعه، به نظر می‌رسد پیامد درد با توجه به جوان و فعال بودن جامعه موردمطالعه ما نیز پتانسیل خوبی برای نشان دادن و بیان تغییرات بهبودی واقعی بیماران بعد از درمان ندارد. یکی دیگر از دلایل احتمالی مشاهده این نتایج می‌تواند این باشد که ارزیابی‌ها پس از گذر از فاز حاد اولیه پس از جراحی و در فاز میانی توانبخشی انجام شده (دو تا شش هفته پس از جراحی) که در این بازه زمانی نوعاً بیماران معمولاً درد و علائم حداقلی دارند و تمرینات در این بازه زمانی بیشتر به سمت تمرینات سخت‌تر و سنگین‌تر پیش می‌روند، بنابراین تغییر معنی‌دار یا مهمی در درد برای بیماران انتظار نمی‌رود، در حالی که منطقی است انتظار داشته باشیم دامنه حرکتی، قدرت عضلات اندام تحتانی و تعادل پویا به تغییرات حساس باشند یا به عبارتی بتوانند به‌خوبی تغییرات را تشخیص دهند، زیرا ماهیت مداخله درمانی و تغییرات در این مقیاس‌ها برای بیماران جوان معنی‌دارتر و قابل فهم‌تر است.

همچنین از میان جهت‌های دسترسی آزمون SEBT، جهت‌های داخلی و خلفی داخلی قابلیت پاسخ‌دهی قابل قبولی را نشان دادند. بیشتر بودن قابلیت پاسخ‌دهی در این دو جهت نسبت به سایر جهات، می‌تواند به این علت باشد که این دو جهت نیروی روتاتوری بیشتری روی زانوی بازسازی‌شده درحین انجام آزمون وارد می‌کنند [۲۶]. بنابراین این دو جهت به طور دقیق‌تر می‌توانند تغییرات بالینی مهم تعادل پویا را تشخیص دهد. به نظر می‌رسد که یافته‌های این مطالعه، با نتایج هرینگتون و همکارانش که نشان می‌دهند جهت‌های داخلی و خلفی داخلی نسبت به سایر جهات، قابلیت بیشتری در افتراق مابین افراد مبتلا به آسیب لیگامان متقاطع قدامی و گروه کنترل دارند، هم‌خوانی دارد [۲۶].

همچنین نقطه برش مطلوب که از طریق منحنی ROC به دست

می‌آید و به عنوان حداقل تغییر بالینی مهم در وضعیت سلامتی بیمار در نظر گرفته می‌شود، اطلاعات کاربردی و باارزشی جهت تصمیم‌گیری در مورد وقوع تغییر واقعی در وضعیت سلامتی بیمار در اختیار محققین و درمانگران قرار می‌دهد. به عنوان مثال، نمره حداقل تغییر بالینی مهم که در مطالعه حاضر برای مقیاس پیامد دامنه حرکتی اکستنشن، ۱/۵۰ درجه به دست آمد، برای افتراق بیماران بهبودیافته از بهبودنیافته استفاده می‌شود. همچنین از این نمره برای تصمیم‌گیری جهت ترخیص و یا ادامه درمان فیزیوتراپی بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی استفاده می‌شود. به این معنی که چنانچه نمره تغییر مقیاس پیامد دامنه حرکتی اکستنشن در افراد با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی که تحت مداخله فیزیوتراپی قرار می‌گیرند بیشتر از ۱/۵۰ درجه باشد، جزء بیماران بهبودیافته محسوب می‌شوند و می‌توانند از درمان ترخیص پیدا کنند و چنانچه از این عدد کمتر باشد، باید به درمان ادامه دهند و یا برای نوع درمان آن‌ها تصمیم جدیدی اتخاذ شود. استفاده از این نمره در مطالعات و تحقیقات نیز کاربرد زیادی دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های این مطالعه و بهتر بودن قابلیت پاسخ‌گویی پیامدهای دامنه حرکتی زانو در جهت اکستنشن، قدرت عضلات کوادریسپس و همسترینگ، و جهت‌های داخلی و خلفی داخلی آزمون SEBT، نتایج مطالعه حاضر شواهدی را جهت انتخاب مناسب‌ترین پیامدها برای ارزیابی تغییرات بالینی در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی فراهم می‌کند. یافته دیگر این تحقیق که مربوط به حداقل نمره تغییر بالینی مهم به‌دست‌آمده برای هریک از مقیاس‌های پیامد است، به درمانگران و محققین جهت تصمیم‌گیری در مورد تعیین تغییر واقعی مهم در وضعیت بالینی بیمار با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی پیرو مداخله فیزیوتراپی کمک خواهد کرد.

از آنجایی که لیکرت هفت‌آیتمی مورداستفاده در مطالعه حاضر گذشته‌نگر بود، ممکن است در گزارش بیمار که شرایط بعد و قبل از درمان را مقایسه می‌کند، منجر به بروز خطا شود. بنابراین برای رفع این محدودیت، از بازه زمانی پیگیری کوتاه به مدت چهار هفته استفاده شد. همچنین، با توجه به اینکه قابلیت پاسخ‌گویی مربوط به جمعیت خاصی است، نتایج این مطالعه را فقط می‌توان به بیماران جوان با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی با ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و تظاهرات بالینی مشابه با این مطالعه تعمیم داد. تاکنون مطالعه‌ای به بررسی قابلیت پاسخ‌گویی مقیاس‌های پیامد مذکور در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی نپرداخته است، بنابراین امکان مقایسه مستقیم نتایج این مطالعه با مطالعات دیگر وجود ندارد.

پیشنهاد می‌شود که در مطالعات بعدی به بررسی قابلیت پاسخ‌گویی سایر مقیاس‌های پیامد (تست‌های عملکردی لی‌لی، پریدن و غیره) در بیماران با بازسازی لیگامان متقاطع قدامی در فاز بازگشت به ورزش پرداخته شود.

ملاحظات اخلاقي

پيروي از اصول اخلاق پژوهش

اصول اخلاقی تماماً در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن ها محرمانه نگه داشته شد. همچنین این مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز قرار گرفته است (کد: IR.AJUMS.REC.1394.275).

حامي مالي

این مطالعه برگرفته از رساله‌ی دکتری نویسنده اول در مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز است. همچنین دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز از مطالعه حمایت مالی کرده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی: محمد جعفر شاطرزاده یزدی، حسین نگهبان، ندا مصطفایی؛ نظارت و مدیریت پروژه: محمد جعفر شاطرزاده یزدی، حسین نگهبان، شاهین گوهرپی؛ روش شناسی: حسین نگهبان، شاهین گوهرپی، ندا مصطفائی؛ نگارش پیش‌نویس: ندا مصطفائی؛ جمع‌آوری داده‌ها: ندا مصطفائی، ناهید پیرایه؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: تمامی نویسنده گان؛ تحلیل داده‌ها: محمد مهرآور و ندا مصطفائی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Bonfim TR, Jansen Paccola CA, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2003; 84(8):1217-23. [DOI:10.1016/S0003-9993(03)00147-3]

[2] Howells BE, Ardern CL, Webster KE. Is postural control restored following anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2011; 19(7):1168-77. [DOI:10.1007/s00167-011-1444-x]

[3] Logerstedt D, Lynch A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Symmetry restoration and functional recovery before and after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2013; 21(4):859-68. [DOI:10.1007/s00167-012-1929-2]

[4] Logerstedt D, Lynch A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Pre-operative quadriceps strength predicts IKDC2000 scores 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. The Knee. 2013; 20(3):208-12. [DOI:10.1016/j.knee.2012.07.011]

[5] Zouita Ben Moussa A, Zouita S, Dziri C, Ben Salah FZ. [Single-leg assessment of postural stability and knee functional outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction (English-French)]. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. 2009; 52(6):475-84. [DOI:10.1016/j.rehab.2009.02.006]

[6] Arna Risberg M, Lewek M, Snyder-Mackler L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: How much and what type? Physical Therapy in Sport. 2004; 5(3):125-45. [DOI:10.1016/j.ptsp.2004.02.003]

[7] Lobb R, Tumilty S, Claydon LS. A review of systematic reviews on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. Physical Therapy in Sport. 2012; 13(4):270-8. [DOI:10.1016/j.ptsp.2012.05.001]

[8] van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2010; 18(8):1128-44. [DOI:10.1007/s00167-009-1027-2]

[9] Cleland JA, Whitman JM, Houser JL, Wainner RS, Childs JD. Psychometric properties of selected tests in patients with lumbar spinal stenosis. The Spine Journal. 2012; 12(10):921-31. [DOI:10.1016/j.spinee.2012.05.004]

[10] Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, van der Windt DAWM, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. Journal of Clinical Epidemiology. 2007; 60(1):34-42. [DOI:10.1016/j.jclinepi.2006.03.012]

[11] Lehman LA, Velozo CA. Ability to detect change in patient function: Responsiveness designs and methods of calculation. Journal of Hand Therapy. 2010; 23(4):361-70. [DOI:10.1016/j.jht.2010.05.003]

[12] Pengel LHM, Refshauge KM, Maher CG. Responsiveness of pain, disability, and physical impairment outcomes in patients with low back pain. Spine. 2004; 29(8):879-83. [DOI:10.1097/00007632-200404150-00011]

[13] Sakulsriprasert P, Vachalathiti R, Vongsirinavarat M, Pichaisak W. Responsiveness of pain, active range of motion, and disability in patients with acute nonspecific low back pain. Hong Kong Physiotherapy Journal. 2011; 29(1):20-4. [DOI:10.1016/j.hkpj.2011.02.003]

[14] French HP, Fitzpatrick M, FitzGerald O. Responsiveness of physical function outcomes following physiotherapy intervention for osteoarthritis of the knee: An outcome comparison study. Physiotherapy. 2011; 97(4):302-8. [DOI:10.1016/j.physio.2010.03.002]

[15] Husted JA, Cook RJ, Farewell VT, Gladman DD. Methods for assessing responsiveness: A critical review and recommendations. Journal of Clinical Epidemiology. 2000; 53(5):459-68. [DOI:10.1016/S0895-4356(99)00206-1]

[16] Kamper SJ, Maher CG, Mackay G. Global rating of change scales: A review of strengths and weaknesses and considerations for design. Journal of Manual & Manipulative Therapy. 2009; 17(3):163-70. [DOI:10.1179/jmt.2009.17.3.163]

[17] Briggs KK, Kocher MS, Rodkey WG, Steadman JR. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee score and Tegner activity scale for patients with meniscal injury of the knee. The Journal of Bone & Joint Surgery. 2006; 88(4):698-705. [DOI:10.2106/00004623-200604000-00003]

[18] Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, Rodkey WG, Kocher MS, Steadman JR. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. The American Journal of Sports Medicine. 2009; 37(5):890-7. [DOI:10.1177/0363546508330143]

[19] Roos EM, Roos HP, Ekdahl C, Lohmander LS. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--validation of a Swedish version. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 1998; 8(6):439-48. [DOI:10.1111/j.1600-0838.1998.tb00465.x]

[20] Shaw T, Chipchase LS, Williams MT. A users guide to outcome measurement following ACL reconstruction. Physical Therapy in Sport. 2004; 5(2):57-67. [DOI:10.1016/S1466-853X(04)00019-7]

[21] Warren KJC, Chua CDM, Tagala AA, Cadiz BO, Maglanque NP. Validity and reliability of selected outcome measures used in rehabilitation for anterior cruciate ligament reconstruction: A literature review. Philippine Journal of Allied Health Sciences . 2006; 1:41-50. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q

[22] Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. Physical Therapy. 1987; 67(2):192-5. [DOI:10.1093/ptj/67.2.192]

[23] Janssen JC, Le-Ngoc L. Intratester reliability and validity of concentric measurements using a new hand-held dynamometer. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2009; 90(9):1541-7. [DOI:10.1016/j.apmr.2009.02.021]

[24] Chamorro C, Armijo-Olivo S, De la Fuente C, Fuentes J, Javier Chirosa L. Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: Systematic review and meta-analysis. Open medicine. 2017; 12(1):359-75. [DOI:10.1515/med-2017-0052]

[25] Le-Ngoc L, Janssen J. Validity and reliability of a hand-held dynamometer for dynamic muscle strength assessment. In: Kim CT, editor. Rehabilitation Medicine. London: IntechOpen; 2012. pp. 53-66. [DOI:10.5772/37688]

[26] Herrington L, Hatcher J, Hatcher A, McNicholas M. A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. The Knee. 2009; 16(2):149-52. [DOI:10.1016/j.knee.2008.10.004]

[27] Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the Star Excursion Balance Test. Physical Therapy in Sport. 2010; 11(4):128-32. [DOI:10.1016/j.ptsp.2010.07.002]

[28] Gribble PA, Hertel J, Plisky Ph. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. Journal of Athletic Training. 2012; 47(3):339-57. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.08]

[29] Powden CJ, Dodds TK, Gabriel EH. The reliability of the Star Excursion Balance Test and lower quarter y-balance test in healthy adults: A systematic review. International Journal of Sports Physical Therapy. 2019; 14(5):683-94. [PMID] [PMCID]

[30] Stratford PW, Binkley JM, Riddle DL. Health status measures: Strategies and analytic methods for assessing change scores. Physical Therapy. 1996; 76(10):1109-23. [DOI:10.1093/ptj/76.10.1109]

[31] Heijne A, Werner S. Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: A prospective randomized outcome study. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2007; 15(4):472-3. [DOI:10.1007/s00167-007-0313-0]

[32] Deyo RA, Centor RM. Assessing the responsiveness of functional scales to clinical change: An analogy to diagnostic test performance. Journal of Chronic Diseases. 1986; 39(11):897-906. [DOI:10.1016/0021-9681(86)90038-X]

[33] Houweling TAW. Reporting improvement from patient-reported outcome measures: A review. Clinical Chiropractic. 2010; 13(1):15-22. [DOI:10.1016/j.clch.2009.12.003]

[34] Florkowski CM. Sensitivity, specificity, Receiver-Operating Characteristic (ROC) curves and likelihood ratios: Communicating the performance of diagnostic tests. The Clinical Biochemist Reviews. 2008; 29 Suppl 1(Suppl 1):S83-7. [PMID] [PMCID]

[35] Lehman LA, Sindhu BS, Shechtman O, Romero S, Velozo CA. A comparison of the ability of two upper extremity assessments to measure change in function. Journal of Hand Therapy. 2010; 23(1):31-40. [DOI:10.1016/j.jht.2009.09.006]

[36] Yazdi H, Moradi A, Sanaie A, Ghadi A. Does the hyperextension maneuver prevent knee extension loss after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction? Journal of Orthopaedics and Traumatology. 2016; 17(4):327-31. [DOI:10.1007/s10195-016-0408-9]

[37] Keays SL, Bullock-Saxton J, Keays AC, Newcombe P. Muscle strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendonosus and gracilis. The Knee. 2001; 8(3):229-34. [DOI:10.1016/S0968-0160(01)00099-0]

[38] de Jong SN, van Caspel DR, van Haeff MJ, Saris DBF. Functional assessment and muscle strength before and after reconstruction of chronic anterior cruciate ligament lesions. Arthroscopy. 2007; 23(1):21.E1-11. [DOI:10.1016/j.arthro.2006.08.024]

[39] Collins NJ, Prinsen CAC, Christensen R, Bartels EM, Terwee CB, Roos EM. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): Systematic review and meta-analysis of measurement properties. Osteoarthritis and Cartilage. 2016; 24(8):1317-29. [DOI:10.1016/j.joca.2016.03.010]

This Page Intentionally Left Blank