

Original Article

Open Access

## 집중재활프로그램이 하지 절단 환자의 신체활동 및 의지 착용감에 미치는 영향 -후향적 연구-

김진홍 · 홍예지 · 김유리 · 이강표†

근로복지공단 인천병원 재활의학연구센터, <sup>1</sup>근로복지공단 인천병원 재활의학센터

### Effect of an Intensive Rehabilitation Program on Physical Activity and Wearing Satisfaction in Traumatic Lower Limb Amputees -A Retrospective Study-

Jin-Hong Kim, P.T., Ph.D. · Ye-Ji Hong, M.S. · Yu-Ri Kim, B.S. · Gang-Pyo Lee, M.M.†

*Clinical Rehabilitation Research Center, Incheon Hospital, Korea Worker's Compensation & Welfare Service*

<sup>1</sup>*Rehabilitation Medicine Center, Incheon Hospital, Korea Worker's Compensation & Welfare Service*

Received: November 3, 2020 / Revised: November 23, 2020 / Accepted: December 1, 2020

© 2020 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

#### | Abstract |

**Purpose:** This study aimed to investigate the effect of an intensive rehabilitation program on the gait, balance, functional performance, and wearing satisfaction of patients with traumatic lower extremity amputations caused by industrial accidents.

**Methods:** In this study, the anonymized electronic medical records of individuals who participated in the intensive rehabilitation program (among those who were admitted to the hospital belonging to the Labor Welfare Corporation) due to an industrial accident from August 2018 to September 2019 were collected. As a result, the records of 12 subjects meeting the screening criteria were analyzed.

**Results:** According to the time of application to the intensive rehabilitation program, the 10 Meter Walk Test (10MWT) ( $p < 0.01$ ), Berg Balance Scale (BBS) ( $p < 0.01$ ), Timed Up and Go Test (TUG) ( $p = 0.01$ ), the L Test of Functional Mobility (L-test) ( $p < 0.01$ ), Prosthetic Limb Users Survey of Mobility (Plus-M) ( $p < 0.01$ ), and Houghton Score Question (HSQ) ( $p < 0.01$ ) values significantly improved with time.

**Conclusion:** This study confirmed the positive effect of an intensive rehabilitation program on the gait, balance, functional performance, and wearing satisfaction of patients with traumatic lower extremity amputations caused by industrial accidents. However, this study was limited by the absence of a control group, and, thus, it highlights the need for more extensive research with a large sample.

**Key Words:** Intensive rehabilitation program, Amputation, Industrial accident

†Corresponding Author : Gang-Pyo Lee (khagoyool@gmail.com)

## I. 서론

절단이란 외상, 질병으로 인한 신체의 문제를 해결하기 위해서 신체의 일부분을 제거하는 파괴적인 수술 혹은 이로 인하여 신체가 소실된 상태를 말한다. 이 중 상지나 하지의 절단으로 인해 사지의 기능을 잃어 발생한 신체적 장애를 일반적으로 절단 장애라 한다(Escamilla et al., 2020). 2017년 장애인 실태조사에 관한 정책 보고서에 의하면 사지의 절단, 마비, 관절 장애 및 변형을 포함한 지체장애인은 129만 명으로 집계되고, 그중 절단 장애인은 13.8%인, 약 17만 명이 보고되고 있다(Kim et al., 2017). 국내 절단 장애의 원인과 특성을 살펴보면 1990년대 초반까지는 외상성 절단 환자의 비중이 높았으나 최근에는 심혈관질환, 당뇨 등으로 인하여 발생하는 사지의 혈관 질환에 의한 절단 비중이 증가하고 있으며, 여성보다는 남성에서 상지보다는 하지 절단 환자의 발생 빈도가 높게 나타나고 있다(Han et al., 2004).

하지절단 환자의 보행기능의 회복, 낙상에 의한 추가적인 외상 및 절단 이후 발생하는 이차적인 근골격계 질환의 예방을 위하여, 절단 이후 적절한 의지 재활 훈련이 필요하다. 하지 절단자중 52%가 낙상을 경험하며, 49%가 낙상에 대한 두려움을 갖고 있다. 특히 대퇴절단장애인은 발이 연석이나 문턱에 걸려 균형을 잃을 확률이 비 절단인 보다 3~7배 정도 높으며 낙상 확률도 3배 정도 높은 것으로 알려져 있다(Miller et al., 2001). 이러한 점을 보완하기 위해 의지 착용 전 절단자의 균형, 근력, 지구력, 협응력 및 민첩성을 강화하는 재활훈련을 시행한다. 또한 보행이상과 이차적인 합병증을 예방하기 위해서 하지 절단자들에게 훈련을 통한 일반 보행의 재교육 및 재습득이 요구된다(Sjodahl et al., 2002). 만약, 의지(prosthesis)를 착용하고 적절한 의지 보행훈련을 받지 못할 경우 절단 측과 비절단 측 하지 간에 비대칭적인 근력과 불균형이 형성되고, 이는 결과적으로 절름거림(limping), 건측부 다리 들어올림(vaulting), 회선(circumduction) 등과 같은 보행이상을 유발하게 된다. 그 결과, 건측 하지 관절

의 과도한 하중과 척추에 비정상적인 부하를 야기하고 이로 인해 이차적으로 퇴행성 무릎관절염과 고관절염, 요통과 같은 합병증을 유발한다(Gailey et al., 2008; Norvell et al., 2005).

하지만 국내 건강보험 시스템으로 하지 절단 환자의 급성기에서 유지기까지의 재활과 보조기기 관리를 체계적으로 진행하기는 어려운 실정이다. 이를 보완하기 위해 산재보험에서 관리하는 환자들의 경우 건강보험에서 제공하지 않는 다양한 의료재활서비스를 근로복지공단 직업병원에서 시범 정책의 일환으로 개발하여 운영 중에 있다. 산재 하지 절단 환자를 대상으로 하는 하지 절단 집중재활프로그램(intensive rehabilitation program, IRP)이 2017년 3월부터 운영 중이며, 해당 프로그램은 하지 절단 집중재활치료(lower limb amputee intensive rehabilitation therapy) 및 하지 절단 집중의지 훈련(lower limb amputee intensive prosthesis training)으로 구성되어 있다. 하지 절단 집중재활치료는 절단 후 신체회복 및 보행기능 향상을 위한 물리치료, 집중의지 훈련은 의지를 활용한 다양한 일상생활에서의 활동들을 훈련하는 작업치료이다. 정기적으로 다양한 영역의 평가를 시행하여, 개인에 맞는 단계별 교육 및 훈련을 제공하고 있다. 또한, 재활의학과 전문의, 의지·보조기 제작기사, 물리치료사/작업치료사, 간호사 등으로 구성된 다학제적 전문가 그룹이 활발한 의사소통을 할 수 있도록 정기적인 회의를 포함하여 프로그램을 운영하고 있다.

본 연구에서는 산업재해로 인한 외상성 하지 절단 환자들 중 집중재활프로그램을 시행한 환자들의 보행, 균형, 활동도, 의지기능평가 등 다차원평가 결과를 분석하여 하지 절단 집중재활프로그램의 효과를 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상 및 연구절차

본 연구는 근로복지공단 소속 병원에 2018년 8월부터 2019년 9월까지 산업 재해로 인해 하지 절단으로 입원한 분 중, 집중재활프로그램과 집중의지재활훈련 프로그램에 참여한 대상자의 익명화된 전자의무기록 (electronic medical record, EMR)을 수집하였다. 선정기준 및 제외기준에 만족한 대상자의 자료를 가지고 분석을 진행하였다. 대상자 선정 시 선정 기준은 1) 2018년 8월부터 2019년 9월까지 산재병원에 입원하여 시범수가 적응증(발목관절 이단, 경골 절단, 무릎관절 이단, 대퇴골 절단, 고관절 이단, 반골반 절단)에 적합하여 하지 절단 집중재활프로그램 및 집중의지재활훈련프로그램에 12주간 참여한다. 2) 하지 절단 다차원 평가를 4회 이상 받은 자. 제외기준은 1) 재 요양하여 같은 프로그램 중복 참여자. 2) 하지 절단 다차원 평가 필요 데이터 누락자를 제외하고 실시하였다(Fig. 1). 본 연구는 근로복지공단 인천병원 기관생명윤리위원회 (KCIRB-2019-0003)의 승인을 받아 연구를 수행하였다.

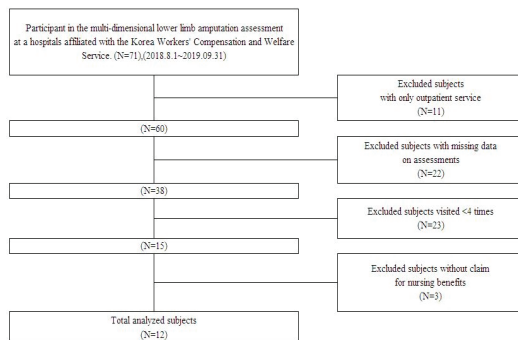


Fig.1. Diagram of the strategy used for study inclusion.

### 2. 중재내용

절단부위 초기 관리 후 하지 절단 환자들은 개인에 맞는 최적의 절단부 소켓 및 의지를 선택하여 착용하

고 체중지지, 근력강화, 보행, 균형, 일상생활동작 등의 집중적이고 지속적인 재활 훈련을 통해 일상생활 복귀를 함으로써 정신적, 신체적 삶의 질을 향상 시키는데 목적이 있다(Horgan & MacLachlan 2004; Sinha et al., 2011).

하지 절단 집중 재활치료는 근골격계 전문 물리치료사가 환자와 1:1로 실시하며, 의지 착용 전 stump management를 위한 soft tissue massage, 잔존 근육 근력 강화, 관절가동범위 증진을 위한 관절운동 및 스트레칭을 한다. 의지 제작 후에는 체중 지지 및 체간 안정화를 위해 환자분의 신체기능에 따른 신경근 조절 운동과 바이오피드백 치료를 진행한다. 그리고 치료사의 지도 아래 보행훈련, 장비를 이용한 근력운동, 무중력 트레드밀 이용한 보행훈련을 12주 동안 일주일에 5회, 1일 30분씩 3번 진행하였다.

하지 절단 집중 의지 훈련은 작업치료사가 환자와 1:1로 실시하며, 의지 착용 전 stump management를 위한 통증 감소 및 적응훈련, 일상생활 동작 훈련 및 도구를 이용한 일상생활 동작훈련을 12주 동안 일주일에 5회, 1일 30분씩 2번 진행하였다.

본 연구의 중재내용은 다음과 같다(table1).

### 3. 관찰항목

다차원 하지절단 평가 항목 중 보행기능검사(10MWT), 의자에서 일어나 걸기(TUG), 일어나 걸어가기 검사(L-test), 의지착용감 척도(HSQ), 버그균형검사(BBS), 하지 의지 사용자 이동성 조사(PLUS-M).

#### 1) 보행기능검사(10 meter walk test, 10MWT)

대상자의 보행 속도를 평가하기 위한 검사이면, 총 14m의 직선을 편안한 속도록 걸게 하면 가속도와 감속기를 고려하여 처음과 마지막 2m를 측정에서 제외하고, 중간 10m에 대한 시간을 초 시계로 측정한다. 이 측정도구는 측정자 내 신뢰도, 측정자 간의 신뢰도는  $r=0.87$ 이다(Peters et al., 2013).

Table 1. Lower extremity amputees intensive rehabilitation program, LAIRP

Lower limb amputee intensive rehabilitation therapy	Lower limb amputee intensive prosthesis training
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1:1 exclusive treatment (10 minutes) - soft tissue massage, passive and active assist joint exercise, Therapist assisted strength training, neuromuscular control training exercise, biofeedback therapy, customized exercise training and retraining.</li> <li>○ Exercise therapy or gait training (20 minutes) – strengthening exercise using equipment, flexibility · endurance exercise, selectively implement dynamic functional exercise. Gait training using weightless walking equipment.</li> <li>○ Conducted within 90 minutes, 3 times a day in 30-minute units</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1:1 exclusive treatment (10 minutes) – occupational therapy</li> <li>○ ADL training &amp; IADL training (20 minutes).</li> <li>○ Conducted twice a day in 30-minute increments within 60 minutes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apply 5 times a week for 12 weeks (regular evaluation and adjustable treatment period during evaluation meeting)</li> <li>● Multidimensional evaluation of lower limb amputation : pre-test, 4weeks, 8weeks, post-test</li> </ul>	

2) 의자에서 일어나 걸어가기 검사(timed up and go test, TUG)

TUG검사는 기본적인 운동성과 동적 균형을 포함한 다중 이동성을 평가하기 위해 만들어진 검사방법으로 대상자는 팔걸이가 있는 의자에 앉은 자세에서 “시작”이라는 신호에 따라 의자에서 일어나 3m 지점까지 보행한 후 장애물을 돌아와서 의자에 앉기까지의 시간을 측정한다. 총 3회에 걸쳐 측정한 후 그 평균 값을 적용하여 변수를 구한다. 장애물을 도는 방향은 전·후 동일하게 하며, 측정자 내 신뢰도는  $r=0.99$ , 측정자 간의 신뢰도는  $r=0.98$ 로 높은 수준이다(Newton et al., 2016).

3) 일어나 걸어가기 검사(the L test of functional mobility, L-test)

이 검사는 TUG검사에 비해 기능적인 움직임에 대한 평가를 강화한 방법으로, 앉은 자세에서 일어나 직선으로 3m를 걷고 90도 방향으로 방향을 전환하여 직선으로 7m를 걸은 후 역순으로 돌아가 앉는 시간을 측정한다. 하지 절단 환자를 대상으로 한 측정자 내 신뢰도는  $r=0.83-0.97$ 로 높은 수준이다(Schoppen et al., 1999).

4) 버그균형검사(Berg balance scale, BBS)

환자의 이동 및 선 자세에서의 균형능력을 평가하는데 널리 사용되고 있다. 14개 항목으로 구성되어 있으며 각 항목마다 최저 0점 최고 4점으로 총 56점이 만점이다. 점수가 높을수록 균형능력이 높고 낮을수록 균형능력이 떨어진다고 해석할 수 있다. 검사-재검사 및 검사자간 신뢰도는  $r=0.99$ 로 높은 수준이다 (Major et al., 2013).

5) 의지 착용감 척도(Houghton score questions, HSQ)

하지 절단 환자의 의지 착용에 대한 설문 검사로 4개 문항으로 구성되어 있다. 1~3문항은 답변에 따라 최저 0점 최고 3점으로 구성되어 있고, 4번째 문항은 3개의 세부문항으로 나뉘어져 있으며, 답변에 따라 최저 0점 최고 1점으로 구성되어 있다. 12점 만점으로 점수가 높을수록 만족스러운 재활 회복으로 간주된다. 측정자 내 신뢰도는  $r=0.99$ 로 높은 수준이다(Devlin et al., 2004).

6) 하지 의지 사용자 이동성 조사(prosthetic limb users survey of mobility, PLUS-M)

이 검사는 하지 절단자가 의족을 착용한 상태에서 환경과 상황에 따른 이동에 제약이 있는지에 관한 설문조사로, 총 12개 문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 ‘전혀 어려움이 없음(5점)’, ‘조금 어려움이 있음(4점)’, ‘어려움이 있음(3점)’, ‘많은 어려움이 있음(2점)’, ‘할 수 없음(1점)’으로 응답을 하게 되어 있으며 12개 문항의 응답 점수를 합산(12~60점)해서 판정한다. 또한, 이 점수를 T-score 변환점수(21.8~71.4점), 표본집단에서의 백분위수 (0.2~98.4%)로 변환하여 결과 값을 사용할 수 있으나, 본 연구에서는 제외하였다. 성인 하지 절단자를 대상으로 기존에 일반적으로 많이 쓰이고 있는 이동성평가와 관련된 설문 검사와의 유효성 연구에서 높은 수준의 결과값을 보였다(Hafner et al., 2017).

4. 자료분석

본 연구의 통계 분석은 SAS ver. 9.4(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하였다. 연구 대상자의

일반적 특성은 기술통계를 실시하였다. 다차원 하지 절단 평가 결과의 시간에 따른 변화를 알아보기 위해 평가 항목별로 선형혼합효과모형(Linear Mixed Effect Model)을 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의수준( $\alpha$ )은 0.05을 사용하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자들의 특성은 다음과 같다 (Table 2,3).

2. 보행능력의 변화

집중복합재활프로그램 적용 전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 10MWT는 15.10±4.00, 12.20±3.20, 11.90±4.30, 11.40±4.70로 시간에 따른 유의한 차이( $F=5.95, p<0.01$ )를 보였다(Table 3)(Fig 1).

Table 2. Demographic data of the participants

Subject	CH	Sex	Age(year)	Height(cm)	Weight(kg)	AP	BKA/AKA	MTP(day)
1	I	M	55	170	89	Both	BK	420
2	I	M	60	170	65	Lt	BK	575
3	I	M	34	161	60	Both	BK	678
4	I	M	57	170	65	Lt	BK	871
5	I	M	35	190	80	Both	AK	834
6	I	M	44	165	64	Both	BK	973
7	I	M	50	171	73	Rt	BK	742
8	I	M	59	170	75	Rt	BK	345
9	D	M	25	169	62	Rt	AK	784
10	S	M	47	176	80	Both	BK	418
11	D	M	40	170	58	Rt	BK	365
12	I	M	51	167	62	Both	BK	1113

CH: community hospital, I: Incheon, D:Deagu, S:Suncheon, AP: affected side, MTP: medical treatment period

**Table 3. Description of subject's baseline characteristics** (n=12)

Age (Year)	46.40±11.10
Sex(female/male)	0(0%)/12(100%)
Heights (cm)	170.80±7.00
Weight (kg)	69.40±9.80
Onset (day)	676.50±253.50
BKA/AKA	2(16.7%)/10(83.3%)

BKA: below knee amputation, AKA: above knee amputation.  
 Values are presented as mean ± standard deviation.

**Table 4. Change on gait ability of lower-limb amputees**

	Baseline	4weeks	8weeks	12weeks	F	P
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
10MWT (sec)	15.10±4.00	12.20±3.20	11.90±4.30	11.40±4.70	5.95	0.00*

10MWT: 10 meter walk test

\* p<0.05

**Table 5. Change on balance ability of lower-limb amputees**

	Baseline	4 weeks	8 weeks	12 weeks	F	P
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
BBS (score)	40.00±7.00	42.30±9.00	43.40±8.30	44.50±8.70	10.30	0.00*

BBS: Berg balance scale

\*p<0.05

### 3. 균형능력의 변화

집중복합재활프로그램 적용 전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 BBS는 40.00±7.00, 42.30±9.00, 43.40±8.30, 44.50±8.70로 시간에 따른 유의한 차이(F=10.30, p<0.01)를 보였다(Table 4)(Fig 1).

### 4. 신체 기능 능력

집중복합재활프로그램 적용 전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 TUG검사는 19.40±6.40, 16.10±6.90, 15.60±9.70, 15.30±9.70로 기간에 따른 유의한 차이(F=3.59, p=0.01)을 나타냈다. 하지만 L-test에서 39.10±10.60, 31.90±10.20, 31.90±13.80, 30.40±14.20로 시간에 따른

**Table 6. Change on functional performance of lower - limb amputees**

	Baseline	4 weeks	8 weeks	12 weeks	F	P
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
TUG (sec)	19.40±6.40	16.10±6.90	15.60±9.70	15.30±9.70	3.59	0.01*
L-test (sec)	39.10±10.60	31.90±10.20	31.90±13.80	30.40±14.20	1.11	0.00*
PLUS-M (score)	23.80±8.20	26.90±10.80	32.30±10.60	32.80±10.90	12.17	0.00*

TUG: time up and go test, L-test: the L test of functional mobility, PLUS-M: prosthetic limb user survey of mobility

\*p<0.05

유의한 차이( $F=1.11$ ,  $p<0.01$ )를 보이지 않았다. PLUS-M에서  $23.80\pm 8.20$ ,  $26.90\pm 10.80$ ,  $32.30\pm 10.60$ ,  $32.80\pm 10.90$ 로 시간에 따른 유의한 차이( $F=12.17$ ,  $p<0.01$ )를 보였다(Table 6)(Fig 1).

5. 착용만족도

집중복합재활프로그램 적용 전, 4주 후, 8주 후, 12주 후의 HSQ에서는  $4.30\pm 3.00$ ,  $4.30\pm 2.70$ ,  $5.00\pm 2.90$ ,

Table 7. Change on balance ability of lower-limb amputees

	Baseline	4 weeks	8 weeks	12 weeks	F	P
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
HSQ (score)	$4.30\pm 3.00$	$4.30\pm 2.70$	$5.00\pm 2.90$	$5.80\pm 2.90$	2.55	0.00*

HSQ: Houghton score questions

\*  $p<0.05$

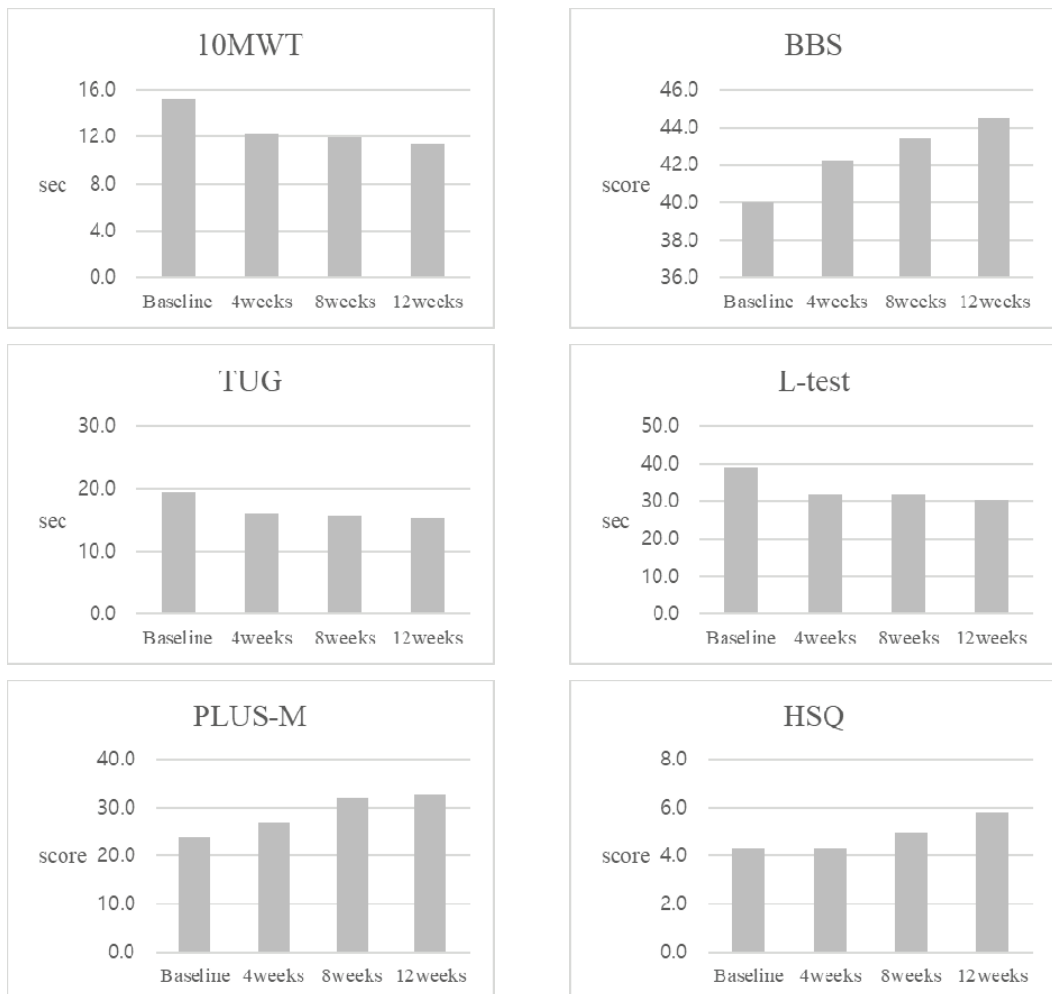


Fig. 1. Illustration of changeable values of physical activity and wearing satisfaction.

5.80±2.90로 시간에 따른 유의한 차이( $F=2.55, p<0.01$ )를 보이지 않았다(Table 7)(Fig 1).

#### IV. 고 찰

외상 및 질병으로 인해 외과적 수술을 한 하지 절단자들의 성공적인 재활을 위해서는 체계적이며 집중적인 접근이 필요하다(Geertzen et al., 2001). 해외 의료 선진국에서는 절단 환자의 급성기부터 유지기까지 치료와 관리체계가 유기적으로 잘 갖춰져 있다. 하지만 국내에서 하지 절단환자 치료, 의지보조기 선택 및 관리에 대해 포괄적인 재활을 전문적으로 하기에는 매우 어려운 환경이다. 중증 근골격계 환자의 비율이 높은 환자들의 요양관리를 담당하는 근로복지공단에서는 소속병원에서 2017년부터 3월부터 시범적으로 운영하는 재활프로그램 개발하여 운영중에 있다. 본 연구에서 이급성기에 시범 재활프로그램을 적용한 환자들 중 하지 절단 환자를 대상으로 집중재활프로그램이 보행, 균형, 하지 의지 사용자 이동성, 의지 착용감에 미치는 영향을 살펴보았다.

그 결과, 시간에 따른 의지 사용자 이동성, 균형 및 보행능력에서 개선되는 효과를 확인하였다( $p<0.05$ ). 그러나 의지 착용감 척도에서 시간에 따른 전체 점수는 증가하였지만 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다. 그리고 의지 착용감 척도를 제외한 모든 변수에서 프로그램 초기에서 4주동안이 다른 시기보다 개선의 변화가 크게 일어났음을 확인 할 수 있었다.

하지 절단자들은 정상인에 비해 보행속도가 29% 정도 느리며, 짧은 활보장(stride length), 낮은 분속수(cadence), 넓은 보폭(step width)의 보행 특성을 보인다. 보행 속도는 보행의 일반적인 향상을 예측할 수 있는 대표적인 변수이다(Su et al., 2007). 본 연구의 결과, 보행능력에서 시간에 따라 통계적으로 유의한 수준의 긍정적인 변화를 보였다. 이와 같은 결과는 집중복합 재활프로그램이 하지 절단 환자분들의 보행능력 향상

에 효과가 있다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. Corio 등(2010)은 34명의 하지 절단 환자를 대상으로 abdominal bracing, heel slides, march in place, bent knee fall-outs, bridging, quadruped arm/leg lifts으로 구성된 허리안정화 운동을 8주간 실시한 결과, 보행 속도와 보폭에서 통계적으로 유의한 수준으로 개선되었다고 보고하였다(Corio et al., 2010). 또한, Hyland (2014)는 단측 하퇴 절단환자 22명을 대상으로 절단측 하지 근력 강화 보행 훈련군과 기능적 과제 지향 보행 훈련군과의 보행능력, 균형 등을 비교한 연구에서 두 군 모두 통계적으로 유의한 수준에서 보행 속도의 변화량을 보였다(Hyland, 2009). 이와 같이 선행연구 결과와 일치하는 결과를 나타냈다. 이러한 이유는 기존에 하지 절단 환자들의 보행능력 향상을 가져왔던 기존 연구로 입증된 다양한 중재방법들을 일정기간 지속적으로 집중 훈련한 결과라고 할 수 있다.

외부의 자극에 지속적으로 반응하며 자세를 유지하는 복합적인 과정인 균형 능력은 인간이 일상생활 행위를 하거나 목적 있는 균형 활동을 수행하는데 필요하다(Pua et al., 2017). 하지절단자들은 외과적인 수술과 의지 착용으로 인해 균형 능력에 저하가 나타난다. 이는 사회적 활동과 일상생활을 하는데 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Schmiegelow et al., 2018). 평균 48.1세 하지절단자와 40~60대 사이의 일반 남성과 동적 균형검사(functional reach test)를 비교한 결과 일반 남성에 비해 61.2%의 균형 능력 수준을 보였다(Duncan et al., 1990; Kang et al., 2018). 본 연구에서 균형능력 측정 방법인 BBS검사 결과 시간에 따른 변화량에서 통계적으로 유의한 수준의 변화를 확인할 수 있었다. 이는 집중복합재활프로그램이 균형능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다고 할 수 있다. Kang 등(2018)은 하지 절단자를 대상으로 하지근력강화, 체중지지, 체간 안정화, 의지조절훈련, 균형능력강화, 일상생활강화 훈련으로 구성된 통합재활프로그램(integrated rehabilitation program, IRP)을 실시한 결과 보행, 운동성, 정적·동적균형을 측정한 변수에서 통계적으로 유의한 변화를 확인 할 수 있었다(Kang et



al., 2018). 또한, Andrysek 등(2012)은 하지 절단 어린이를 대상으로 시각적 생체 되먹임 방법인 비디오 게임을 이용하여 자세조절과 기능적인 균형 훈련을 한 결과, 자세조절과 균형능력에서 주목할 만한 효과를 보였다. 그리고 Sethy 등(2009)은 Phyaction balance exercises software를 사용하여 균형운동을 진행한 그룹에서 절단 초기(Damayanti et al., 2009), 절단측과 비절단측 모두 운동한 경우 균형과 자세조절 능력에 탁월한 효과를 나타냈다. 이와 같이 선행연구는 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 이는 치료사와 환자 1:1로 개인 맞춤형 신경근 조절 훈련, 생체되먹임 훈련, 절단측 근력강화, 체간 안정화 훈련을 한 결과, 자세조절과 균형능력 향상에 영향을 미친 것으로 사료된다.

기능적 이동성의 회복은 하지 절단 환자들의 재활 목표에서 가장 중요시 되는 항목이다(Singh et al., 2008). 더불어, 일반적인 재활 목표인 환자의 삶의 질과 만족도를 높이는 데 중요한 요인이기도 하다. Wurdeman 등(2017)이 509명의 하지 절단 환자의 데이터를 이용하여 분석한 연구에서 기능적 이동성이 좋아질수록 삶의 질과 만족도가 긍정적으로 개선되었다고 발표하였다(Wurdeman et al., 2018). 본 연구에서 TUG검사와 하지 의지 사용자 이동성 조사(PLUS-M) 결과 시간에 따른 변화량에서 통계적으로 유의한 수준의 변화를 보였다. 하지만 L-test검사는 긍정적인 변화는 있었지만 통계적으로 유의한 값은 아니었다. Van 등(2013)은 implantation of an osseointegration prosthesis (OIP)적용한 하지 절단자들을 대상으로 체중지지 훈련과 점진적 부하 재활프로그램을 적용한 결과, 의지 보조기 관련 삶의 질과 이동 능력에서 의미 있는 결과를 보였다(Van de Meent et al., 2013). 또한, Rau와 Bonvin (2007)은 외상 및 종양으로 인한 하지 절단자들을 대상으로 두 그룹으로 나눠 실험을 진행한 결과, 장애물을 이용한 기능적 훈련, 과제를 이용한 협응 훈련, 수정 보행훈련 등을 실시한 실험군에서 신체 기능이 향상된 결과를 보였다. 그리고, Ivan 등(2017)은 의지보조기 착용 전 또는 초기에 일상생활동작을 활용한 재활프로그램을 적용한 경우 퇴원 후 집에서 독

립적인 일상생활과 이동을 하는데 많이 개선되었다고 보고하였다(De-rosende Celeiro et al., 2017). 이와 같이 선행연구와 본 연구는 유사한 결과를 보였다. 이는 일상생활동작 훈련과 도구적 일상생활동작 훈련 및 다양한 실제 상황을 모의 적용한 보행훈련이 실제 환경에서 필요로 하는 기능적 이동 능력의 향상에 영향을 미치게 된 것으로 설명할 수 있다. 또한 의지 착용감(HSQ) 검사에서도 통계적으로 유의한 값을 보였다. 하지 절단 의지 집중 훈련과 주기적인 의사, 치료사, 제작기사, 환자와의 신체기능 및 의지 사용성에 대한 의견교환 및 평가를 통해 신속한 stump management와 적응 훈련을 한 결과로 사료된다.

국내에서 건강 보험 수가만으로 병원에서 절단환자를 대상으로 집중적인 재활프로그램을 적용하기란 현실적으로 어려운 실정이다. 그래서 근로복지공단 소속병원에서는 2017년부터 소속병원 절단환자 집중 재활프로그램을 시범 수가화하여 운영하고 있다. 하지만 시범 수가에 대한 효과성 검증이 구체적으로 이뤄지지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서 전자의무기록(EMR)의 다차원 하지절단 평가 자료를 활용하여 집중복합재활프로그램의 효과 입증을 진행하였다. 결과적으로 대부분 긍정적인 결과를 보였지만, 외상성 절단환자만 대상으로 진행된 한계와 연구 대상자 수가 적어 효과성을 일반화하는데 제한점이 있다.

## V. 결론

본 연구를 기초로 중증 근골격계 환자의 고도화된 재활을 위해서는 신체기능 변화 이외에도 생체역학적 보행분석, 일상생활 동작 등에 관한 다방면적 평가가 함께 이뤄져야 할 것이며, 아급성기/유지기로 구분한 재활서비스 개발, 장기적으로는 사회/직장 복귀 및 보조 기기 사후관리에 관한 지속적인 사례 관리가 이뤄져야 할 것이다. 더 나아가 국내에도 특성화된 절단 재활서비스 제공을 위한 전문센터 도입이 필요할 것으로 사료된다.

### Acknowledgements

This research was supported by Korea Workers' Compensation & Welfare Service Research Grants in 2020.

### References

- Corio F, Troiano R, Magel J. The effects of spinal stabilization exercises on the spatial and temporal parameters of gait in individuals with lower limb loss. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*. 2010;22(4):230-236.
- Damayanti Sethy M, Kujur E, Sau K. Effect of balance exercise on balance control in unilateral lower limb amputees. *Indian Journal of Occupational Therapy*. 2009;41(3):63-68.
- De-Rosende Celeiro I, Simón Sanjuán L, Santos-del-Riego S. Activities of daily living in people with lower limb amputation: outcomes of an intervention to reduce dependence in pre-prosthetic phase. *Disability and rehabilitation*. 2017;39(18):1799-1806.
- Devlin M, Pauley T, Head K, et al. Houghton scale of prosthetic use in people with lower-extremity amputations: reliability, validity, and responsiveness to change. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;85(8):1339-1344.
- Duncan P, Weiner D, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of gerontology*. 1990;45(6):M192-M197.
- Escamilla N, Michelini A, Andrysek J. Biofeedback systems for gait rehabilitation of individuals with lower-limb amputation: a systematic review. *Sensors*. 2020;20:1628; doi:10.3390/s20061628.
- Gailey R, Allen K, Castles J, et al. Review of secondary physical conditions associated with lower-limb amputation and long-term prosthesis use. *Journal of rehabilitation research & development*. 2008;45(1):15-30.
- Geertzen J, Martina J, Rietman H. Lower limb amputation part 2: Rehabilitation-A 10 year literature review. *Prosthetics and orthotics international*. 2001;25(1):14-20.
- Hafner B, Gaunaud I, Morgan S, et al. Construct validity of the prosthetic limb users survey of mobility (PLUS-M) in adults with lower limb amputation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2017;98(2):277-285.
- Horgan O, MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disability and rehabilitation*. 2014;26(14-15):837-850.
- Hyland N. A comparative analysis of two gait training approaches for individuals with transtibial amputation. Seton Hall University. Dissertation of Master's Degree. 2009.
- Han TR, Choi JK, Kim DY. Causes of amputation of the lower extremities and patterns of changes in the area in the last decade. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2014;28(1):98-103.
- Kang JS, Jung BR, Kim GS, et al. Quantitative evaluation of the dynamic balance and gait ability of the lower limb amputator before and after prosthesis gait training. *Journal of the Society of Rehabilitation and Welfare Engineering*. 2018;12(3):168-175.
- Kim SH, Lee YH, Oh WJ, et al. Survey on disabled persons: Korea Institute for Health and Social Affairs, Ministry of Health and Welfare. 2017.
- Major M, Fatone S, Roth E. Validity and reliability of the Berg balance scale for community-dwelling persons with lower-limb amputation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013;94(11):2194-2202.
- Miller W, Speechley M, Deathe B. The prevalence and risk factors of falling and fear of falling among lower extremity amputees. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(8):1031-1037.

- Newton K, Evans C, Osmotherly P. The timed up and go and two-minute walk test: exploration of a method for establishing normative values for established lower limb prosthetic users. *European Journal of Physiotherapy*. 2016;18(3):161-166.
- Norvell D, Czerniecki J, Reiber G, et al. The prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis among veteran traumatic amputees and nonamputees. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005; 86(3):487-493.
- Pua Y, Ong P, Clark R, et al. Fall efficacy, postural balance, and risk for falls in older adults with falls-related emergency department visits: prospective cohort study. *BMC geriatrics*. 2017;17(1):291 DOI 10.1186/s12877-017-0682-2.
- Peters D, Fritz S, Krotish D. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-meter walk test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2013;36(1):24-30.
- Schmiegelow M, Sode N, Riis T, et al. Re-amputations and mortality after below-knee, through-knee and above-knee amputations. *Danish Medical Journal*. 2018;65(12):A5520.
- Samuelsson K, Töytäri O, Salminen A, et al. Effects of lower limb prosthesis on activity, participation, and quality of life: a systematic review. *Prosthetics and orthotics international*. 2012;36(2):145-158.
- Schoppen T, Boonstra A., Groothoff J, et al. The timed “up and go” test: reliability and validity in persons with unilateral lower limb amputation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1999; 80(7):825-828.
- Singh R, Hunter J, Philip A, et al. Gender differences in amputation outcome. *Disability and rehabilitation*. 2008;30(2):122-125.
- Sinha R, van den Heuvel W, Arokiasamy P. Factors affecting quality of life in lower limb amputees. *Prosthetics and orthotics international*. 2011;35(1):90-96.
- Sjödahl C, Jamlo G, Söderberg B, et al. Kinematic and kinetic gait analysis in the sagittal plane of trans-femoral amputees before and after special gait re-education. *Prosthetics and orthotics international*. 2002;26(2): 101-112.
- Su P, Gard S, Lipschutz R, et al. Gait characteristics of persons with bilateral transtibial amputations. *Journal of rehabilitation research & development*. 2007;44(4): 491-502.
- Ülger Ö, Yıldırım Şahan T, Çelik S. A systematic literature review of physiotherapy and rehabilitation approaches to lower-limb amputation. *Physiotherapy theory and practice*. 2018;34(11):821-834.
- Van de Meent H, Hopman M, Frölke J. Walking ability and quality of life in subjects with transfemoral amputation: a comparison of osseointegration with socket prostheses. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013;94(11):2174-2178.
- Wurdeman S, Stevens P, Campbell J. Mobility analysis of Amputees (MAAT I): quality of life and satisfaction are strongly related to mobility for patients with a lower limb prosthesis. *Prosthetics and orthotics international*. 2018;42(5):498-503.