

편측 정적스트레칭이 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인에 미치는 영향

권영애 · 유경태¹ · 이호성[†]

단국대학교 대학원 운동의과학과, ¹남서울대학교 물리치료학과

Effects of Unilateral Static Stretching on Flexibility and Symmetry of Lower Leg, and Temporal Gait Variables in Gait Asymmetry People

Young-Ae Kwon · Kyung-Tae Yoo¹ · Ho-Seong Lee[†]

Department of Kinesiologic Medical Science, Graduate, Dankook University,

¹Department of Physical Therapy, Namseoul University

Received: May 26, 2020 / Revised: June 1, 2020 / Accepted: July 2, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study investigated the effects of unilateral static stretching on the flexibility and symmetry of the lower leg, and temporal gait variables in gait asymmetry people.

METHODS: Twenty gait asymmetry people were divided into a unilateral static stretching group (USG, n = 10) and control group (CON, n = 10). The USG performed unilateral static stretching for 60 minutes, three times a week, and eight weeks. The flexibility of the lower leg (SR), and symmetry (BR), and temporal gait variables (Step length; SL, gait speed; GS) were measured before, after four and eight weeks of unilateral static stretching. Moreover, SI (symmetry index; SI) was calculated from the measured SL value. Statistical analyses were conducted using one-way ANOVA and two-way ANOVA with repeated measures, a paired t-test, and

multiple comparisons according to Scheffe.

RESULTS: SR and BR in the dominant and non-dominant side, and GS were increased significantly at USG after eight-weeks compared to before unilateral static stretching ($p < .05$). The difference in BR in the dominant and non-dominant side, and step length (SI) decreased significantly at USG after eight-weeks compared to before unilateral static stretching ($p < .05$).

CONCLUSION: Unilateral static stretching improves the flexibility and symmetry of the lower leg, and temporal gait variables in gait asymmetry people.

Key Words: Unilateral static stretching, Gait asymmetry, Flexibility, Symmetry, Temporal gait variables

I. 서 론

보행(Gait)은 하지의 편측이 입각기(Stance phase)의 안정된 상태를 유지하는 동안에 다른 편측이 유각기(Swing phase)의 상태로 몸을 앞으로 움직이게 하는 동작이 반복적이고 연속적으로 이루어지는 인체의 이동을 위한 가장 기본적인 하지의 양측 움직임으로 정의된

[†]Corresponding Author : Ho-Seong Lee

hoseh28@dankook.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0002-5779-1080>

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.

다[1]. 건강한 사람의 보행은 규칙적이고 좌·우 대칭적이지만, 건강하지 않은 사람은 불규칙적이고 좌·우 비대칭적인 보행을 하게 되며[2], 해부학적 및 물리학적으로 하지의 양측 움직임이 같게 작용하지 않는 것을 보행 비대칭(Gait asymmetry)이라 할 수 있다[3].

보행 비대칭은 생리학적이거나 역학적인 관점에서 관절과 근육 또는 신체구조의 변형 및 이상에 따른 다양한 질병을 유발하게 되며[4], 골밀도와 골다공증 등의 골관절염과 근·골격 손상의 위험을 증가시킬 수 있고, 척추질환과 신체 변형을 발생시키는 원인이 될 수 있다[5]. 이러한 좌측과 우측의 보행을 관찰하는 것은 인간의 움직임을 측정하는 능력으로서 정상 및 병리학 보행 상태를 판단하는 기준 척도로 사용할 수 있으며, 임상 평가에서 조기 진단이나 치료의 효과를 결정할 수 있기 때문에[6], 보행과 관련된 연구는 국내·외에서 오래 전부터 최근까지 지속적으로 수행되고 있다고 생각된다. Portages 등[7]은 하지 근육의 비대칭이 보행 및 균형 능력과 높은 상관관계가 있다고 하였고, 하지 근육 중 뒤넙다리근의 긴장은 정강중아리관절과 엉덩관절의 굴곡 구축을 유발하여 보행에 제한을 만들어 에너지 소모가 큰 보행을 일으키며, 엉덩관절의 굴곡 구축으로 고관절의 범위가 작아짐에 따라 상대적으로 보폭이 줄어들게 되어 보행 시 보행속도가 감소한다고 하였다[8]. 따라서 앞서 언급한 것처럼, 보행 비대칭은 인체에 다양한 부정적인 영향을 미치기 때문에 초기에 개선할 필요가 있다고 생각된다.

한편, Halbertsma와 Gooken [9]은 스트레칭은 관절가동범위(Range of motion; ROM)를 개선시키며 신체활동 후에 긴장이나 통증을 감소시킨다고 하였고, Bandy와 Irion [10]은 ROM을 증가시키는데 가장 효과적인 것은 정적스트레칭(Static stretching)이라고 하였다. 정적스트레칭과 관련하여 발목관절의 가동범위 증진 프로그램은 보폭과 보행속도를 증가시킬 수 있으며[11], 엉덩관절에 10주간의 스트레칭 프로그램을 실시한 결과, 보행 시 보폭에 효과적인 변화가 나타났음을 확인하였다[12]. 또한, 김승권[13]은 편측 근육의 신전을 많이 사용하는 자세교정 정적스트레칭 프로그램은 좌·우의 편차를 줄여 불균형 해소에 도움이 된다고 하였으

며, Bley 등[14]은 편측 정적스트레칭은 편측 하지 근육의 활성화와 관절의 안정화가 향상하였다고 보고하였다.

이처럼 정적스트레칭 및 편측 정적스트레칭은 ROM의 증가뿐만 아니라 좌·우 대칭 및 보행과 관련한 다양한 지표를 검토하고 있지만, 보행 비대칭자를 대상으로 정적스트레칭이 보행과 관련한 지표에 어떠한 영향을 미치는가를 검토한 연구는 찾아보기 힘든 실정이다. 이에 이 연구에서는 보행 비대칭자를 대상으로 편측 정적스트레칭이 하지의 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인에 미치는 영향을 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구의 대상자는 K지역 소재 G재활운동센터에서 보행 시 보폭의 대칭지수 4~13% 범위[15] 기준을 바탕으로 보행 비대칭자 중년여성 총 20명을 편측 정적스트레칭 집단(Unilateral static stretching group; USG, n = 10)과 통제 집단(Control group; CON, n = 10)으로 분류하였다. 실험 전에 대상자의 건강 및 병력 상태를 확인하여 하지의 정형외과 수술이나 구축, 장애 및 근·골격계와 신경계 손상이 없는 자로 선정하였으며, 연구 전 대상자에게 연구 방법 및 목적에 대하여 설명한 후 자발적 참가 동의에 따라 연구가 진행되었다. 대상자들의 일반적인 특성은 (Table 1)과 같다.

2. 중재방법

모든 대상자는 신체조성(Height, weight, body fat, BMI)을 측정하고, 하지의 유연성(Sit and reach; SR)과 대칭성(Back saver sit and reach; BR) 및 시간적 보행 변인(Step length, swing phase, gait speed)을 사전에 측정하였으며, USG는 편측 정적스트레칭을 1일 60분(준비운동 10분, 본 운동 40분, 정리운동 10분), 주 3회 및 8주간에 걸쳐 실시하였고, 4주(After 4 weeks) 및 8주 후(After 8 weeks)에 동일한 장소 및 동일자에 의해 통제 집단과 함께 각각 사후 측정을 실시하였다. 편측 정적스트레칭은 불기근, 뒤넙다리근, 무릎 굴곡근, 장딴지근 및 족저 굴곡근과 같은 하지의 신전근(Hip extensor

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Group (n)	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Body Fat (%)	BMI (kg/m ²)	SI (%)
USG (10)	50.30 ± 7.70	165.12 ± 7.95	65.73 ± 15.05	18.00 ± 6.96	23.41 ± 3.13	7.81 ± 3.15
CON (10)	48.20 ± 6.51	166.61 ± 9.28	66.04 ± 9.91	15.83 ± 6.61	23.71 ± 2.40	8.05 ± 1.73

Mean ± SD.

USG: unilateral stretching exercise group, CON: control group.

Table 2. Unilateral static stretching

Order	Type	Time	Frequency / Duration
Warm-up	Treadmill Walking		10 min
Unilateral Static Stretching	Hip Extensor Stretch	45 sec	Five sets, rest between sets: 45 sec rest between exercises: 30 sec
	Hamstring Stretch	45 sec	
	Knee Flexor Stretch	45 sec	
	Calf Stretch	45 sec	
	Plantar Flexor Stretch	45 sec	40 min
Cool-down	Treadmill Walking		10 min

stretch, hamstring stretch, knee flexor stretch, calf stretch, plantar flexor stretch)을 선택하였으며[16], Arnold와 Jouko [17]의 연구를 바탕으로 한 스트레칭 방법을 보폭의 길이가 짧은 측에 대하여 5가지 스트레칭을 45초간 실시하였고, 45초간 휴식을 5세트씩 각각 실시하였다. 구체적인 편측 정적스트레칭은 (Table 2)와 같다.

3. 측정항목

1) 신체 조성

이 연구에서 신체조성은 체성분 측정기(Inbody 770, Inbody, Korea)를 사용하여 체중(kg), 체지방률(%)을 측정하였고, 체질량지수(kg/m²)을 산출하였다. 대상자는 간편한 복장으로 전해질 티슈를 이용하여 손바닥과 발바닥을 깨끗이 닦은 후 발 전극을 정확히 밟고, 손 전극을 쥐 후 겨드랑이가 닿지 않게 양팔을 30° 정도 넓힌 자세에서 측정하였다. 측정의 오차를 최소화하기 위해 측정 2시간 이전에 식사 및 음료의 섭취와 격렬한 신체 활동을 제한하였다.

2) 하지 유연성

이 연구에서 하지 유연성은 좌전굴(Sit and reach; SR, Sit and reach, Dawoori, Korea)을 측정하였다. 측정 자세는 앉아서 정강종아리관절이 구부러지지 않도록 주의하여 양측 하지를 편 후 몸을 구부려 측정 기구를 손끝으로 최대한 밀도록 하고 2회 반복 측정하여 최대값을 기록하였다.

3) 하지 대칭성

이 연구에서 하지 대칭성은 Sit and reach (Sit and reach, Dawoori, Korea)를 사용하여 편측 좌전굴(Back saver sit and reach; BR)을 측정하였다. 측정 자세는 (Fig. 1)과 같이 앉아서 정강종아리관절이 구부러지지 않도록 주의하여 편측 하지를 편 후 다른 편이 정강종아리관절을 구부려 다른 쪽 정강종아리관절 옆에 발을 놓게 한 상태로 몸을 구부려 측정 기구를 손끝으로 최대한 밀도록 하고 2회 반복 측정하여 최대값을 기록하였다. 이때, 하지 대칭성 수치가 작은 측을 주측(Dominant side; DS)으로 하였고, 하지 대칭성 수치가 큰 측을 비주측(Non-dominant side; NDS)으로 하여 주측에 편측 정적스



Fig. 1. Measurement of back saver sit and reach test.

Table 3. Changes in sit and reach before and after four and eight weeks unilateral static stretching

Group		Before	4-week	8-week	F	F
SR (cm)	USG	9.50 ± 5.87	14.60 ± 5.92 [‡]	19.20 ± 4.89 ^{*‡}	7.545	G: 26.963 [*] T: 2.005
	CON	10.05 ± 6.30	9.40 ± 6.38	9.70 ± 5.16	.030	G × T: 10.272 [*]

Means ± SD. ^{*}P < .05 vs. before. [‡]P < .05 vs. CON.

USG: Unilateral Stretching Exercise Group, CON: Control Group, G: Significant Main Effect for Group, T: Significant Main Effect for the Period, G × T: Significant Main Effect for Interaction, SR; Sit and Reach.

트레칭을 실시하였다.

4) 시간적 보행 변인

이 연구에서 시간적 보행 변인은 GAITrite (GAITrite, CIR system Inc, USA)를 이용하여 좌측과 우측의 보폭 (Step length; SL)과 보행속도(Gait speed; GS)를 각각 측정하였다. 시각적 보행 장비인 GAITrites는 길이 366 m, 폭 61 cm의 전자식 보행 판으로 13,824개의 감지 센서가 부착되어 초당 80 Hz의 표본율로 정보를 수집할 수 있으며, 전자식 보행 판의 패드를 바닥에 깔아놓은 후 직렬 인터페이스 케이블에 컴퓨터를 연결하고, 보행 판에서 3 m 정도 떨어진 지점에서 평상시의 보행속도로 걷게 하였다. 2회 반복 측정하여 평균값을 자료로 수집하였다.

4. 자료처리

이 연구에서 수집된 모든 자료는 SPSS-WIN Ver. 20.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 대상자의 일반적인 특징은 독립표본 T-test를 사용하여 분석하였다. 집단 내 시기간의 차이를 분석하기 위하여 일원

배치 분산분석(One-way ANOVA)을 이용하여 비교하였으며, 집단, 시기 및 집단과 시기 간의 유의한 차이를 검정하기 위하여 이원배치 반복분산분석(Two-way repeated measure ANOVA)을 이용하였고, 또한, 집단 내 시기 간 및 집단, 시기, 집단과 시기 간에 유의한 차이가 있을 경우 사후검정(Scheffe)에 따른 다중비교를 실시하였다. 통계적 유의수준은 α = .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 하지 유연성의 변화

하지 유연성의 변화는 (Table 3)에 제시된 바와 같다. 하지 유연성은 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 8주 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(p = .002). 또한, 하지 유연성은 집단 및 집단과 시기 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 하지 유연성은 통제집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 4주 후(p = .001) 및 8주 후(p = .001)에

Table 4. Changes in the back saver sit and reach before and after four and eight weeks unilateral static stretching

	Group	Before	4-week	8-week	F	F	F
DS-BR (cm)	USG	7.00 ± 5.39	9.60 ± 4.97	18.30 ± 4.85 ^{*†‡}	13.577	G:	32.589 [*]
	CON	6.80 ± 4.29	7.40 ± 4.24	7.10 ± 4.38	.049	T: G × T:	5.144 [*] 18.148 [*]
NDS-BR (cm)	USG	11.50 ± 5.72	12.10 ± 5.97	18.00 ± 5.24 [‡]	4.035	G:	23.310 [*]
	CON	11.70 ± 5.12	8.90 ± 4.35	10.60 ± 3.56	1.030	T: G × T:	1.756 9.371 [*]
Discrepancy between DS and NDS (cm)	USG	4.50 ± .84	2.50 ± 3.89 [‡]	.30 ± 1.05 ^{*‡}	11.776	G:	7.314 [*]
	CON	4.90 ± 1.44	1.50 ± 2.91	3.50 ± 2.75	4.810	T: G × T:	6.045 [*] 13.057 [*]

Means ± SD. ^{*}P < .05 vs. before. [†]P < .05 vs. 4-week. [‡]P < .05 vs. CON.

USG: Unilateral Stretching Exercise Group, CON: Control Group, G: Significant Main Effect for Group, T: Significant Main Effect for the Period, G × T: Significant Main Effect for Interaction, DS: Dominant Side, NDS: Non-dominant Side, BR: Back Saver Sit and Reach.

각각 유의하게 증가하는 것으로 나타났다.

2. 하지 대칭성의 변화

하지 대칭성의 변화는 (Table 4)에 제시된 바와 같다. 주측의 하지 대칭성은 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 8주 후에(p = .001), 그리고 편측 정적스트레칭 4주 후와 비교하여 8주 후(p = .003)에 편측 정적스트레칭 집단에서 각각 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 주측의 하지 대칭성은 집단, 시기 및 집단과 시기 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 주측의 하지 대칭성은 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(p = .012). 비주측의 하지 대칭성은 집단 및 집단과 시기 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 비주측의 하지 대칭성은 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(p = .004). 또한, 주측과 비주측의 하지 대칭성 차이는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 8주 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 감소하는 것

로 나타났다(p = .003). 또한, 주측과 비주측의 하지 대칭성 차이는 집단, 시기 및 집단과 시기 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 주측과 비주측의 하지 대칭성 차이는 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 4주 후(p = .025) 및 8주 후(p = .010)에 각각 유의하게 감소하는 것으로 나타났다.

3. 시간적 보행변인의 변화

1) 보폭

보폭의 변화는 (Table 5)에 제시된 바와 같다. 보폭에 대한 대칭 지수는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 8주 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다(p = .006). 또한, 보폭에 대한 대칭 지수는 시기 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 보폭에 대한 대칭 지수는 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 감소하는 것으로 나타났다(p = .002). 하지만, 주측과 비주측의 보폭은 집단과 시기 간에 통계적으로 유의한 상호작

Table 5. Changes in step length before and after four and eight weeks unilateral static stretching

	Group	Before	4-week	8-week	F		F
DS Step Length (cm)	USG	52.46 ± 7.70	55.01 ± 6.42	56.20 ± 7.75	.683	G:	2.046
	CON	50.58 ± 5.81	52.76 ± 6.89	54.51 ± 8.25	.781	T:	.990
						G × T:	.014
NDS Step Length (cm)	USG	56.60 ± 7.18	57.33 ± 6.95	58.00 ± 7.09	.098	G:	3.965
	CON	11.70 ± 5.12	8.90 ± 4.35	10.60 ± 3.56	1.030	T:	.067
						G × T:	.044
SI (%)	USG	7.81 ± 3.15	5.55 ± 2.32	3.31 ± 3.03*	6.182	G:	2.433
	CON	4.90 ± 1.44	1.50 ± 2.91	3.50 ± 2.75	4.810	T:	7.700*
						G × T:	.602

Means ± SD. *P < .05 vs. Before.

USG: Unilateral Stretching Exercise Group, CON: Control Group, G: Significant Main Effect for Group, T: Significant Main Effect for the Period, G × T: Significant Main Effect for Interaction, DS: Dominant Side, NDS: Non-dominant Side, SI: Symmetry Index.

Table 6. Changes in gait ability before and after four and eight weeks unilateral static stretching.

	group	before	4-week	8-week	F		F
GS (m/s)	USG	101.66 ± 13.88	110.58 ± 12.03	118.37 ± 10.98**	4.575	G:	.219
	CON	95.08 ± 15.27	99.55 ± 19.97	101.08 ± 18.34	.301	T:	.261
						G × T:	.429

Means ± SD. *P < .05 vs. before. **P < .05 vs. CON.

USG: Unilateral Stretching Exercise Group, CON: Control Group, G: Significant Main Effect for Group, T: Significant Main Effect for the Period, G × T: Significant Main Effect for Interaction, GS: Gait Speed.

용 효과는 나타나지 않았다.

IV. 고 찰

2) 보행속도

보행속도의 변화는 (Table 6)에 제시된 바와 같다. 보행속도는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 8주 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났다($p = .020$). 또한, 보행속도는 집단 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났으며, 사후검정 결과, 보행속도는 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 증가하는 것으로 나타났다($p = .002$).

이 연구에서는 편측 정적스트레칭이 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인에 미치는 영향을 검토하였다. 그 결과, 하지 유연성(SR)은 4주의 편측 정적스트레칭으로 증가하였으며, 주측과 비주측의 하지의 대칭성(BR) 및 보행속도(GS)는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 8주의 편측 정적스트레칭 후에 정적 스트레칭 집단(USG)에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 주측과 비주측의 하지 대칭성의 차이 및 주측과 비주측의 보폭에 대한 대칭지수(SI)는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과, 이 연구에서 편측 정적

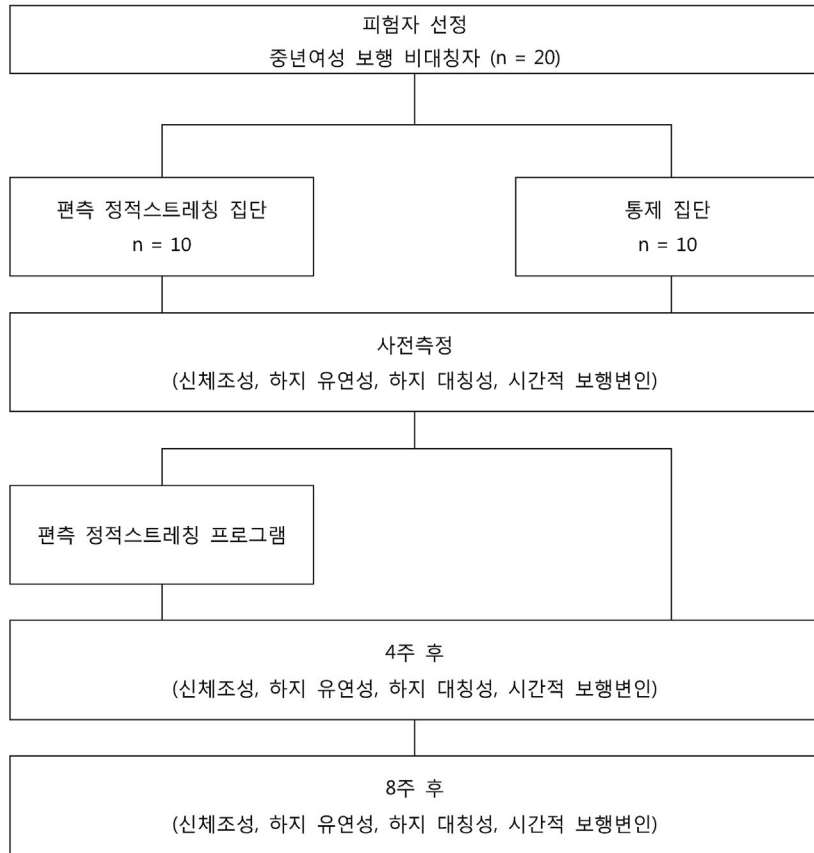


Fig. 2. Schematic diagram of the study process.

스트레칭은 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인을 개선시킨다는 사실을 확인하였다.

일반적으로 좌전굴은 요부와 하지의 유연성을 평가한다고 알려져 있다[18]. Patterson 등[19]은 편측 좌전굴의 측정은 부상이나 자세 문제 및 비대칭에 대한 운동의 필요성을 위한 정보를 얻을 수 있다고 하였으며, Baltaci 등[20]은 편측 좌전굴은 뒤넙다리근의 유연성을 정확하게 측정할 수 있다고 하였다. 이 연구에서 하지 유연성은 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 4주 후 및 8주 후에 각각 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 이 연구에서 편측 뒤넙다리근의 스트레칭(Hamstring stretch)과 정강종아리관절 굴곡근의 스트레칭(Knee flexor stretch)이 하지 유연성을 증가시켜 주측의 편측 좌전굴을 증가시켰을 가능

성이 있다고 생각된다. 또한, Chauachi 등[21]은 편측 뒤넙다리근의 스트레칭으로 반대측 엉덩관절의 굴곡 범위가 증가하는 교차 교육(Cross-education)의 효과에 대하여 보고하였고, Kelly 등[22]은 편측 장딴지근과 넙치근의 유연성 운동은 반대측 발목관절의 배측 굴곡을 증가시킴을 확인하여 교차 효과(Cross-over effect)의 가능성을 보고하였다. 이 연구에서 주측과 비주측의 하지 대칭성은 통제 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 교차 효과의 가능성으로 주측의 편측 좌전굴과 함께 비주측의 편측 좌전굴을 증가시켰을 가능성이 있다고 생각된다.

Heyward[23]는 신체 좌·우의 차이가 비대칭일 경우 열등한 근육군에 대한 부가적인 운동이 필요하다고 하

였으며, 박성태[24]는 하지 비대칭을 고려하여 운동을 실시한 편측 운동 집단에서 운동의 효과가 확실하게 나타남을 확인하였다. 이 연구에서 주측과 비주측의 하지 대칭성 차이는 통계 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 4주 후 및 8주 후에 각각 유의하게 감소하였으며, 보폭은 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았지만 시기 간에 증가하는 양상을 보였으며, 보폭에 대한 대칭 지수는 통계 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 감소하였다. 이 연구에서 보행 비대칭자를 대상으로 하지 신전근에 실시한 편측 정적스트레칭(Unilateral static stretching)이 주측의 유연성을 증가시키므로 좌·우측의 대칭에 영향을 미쳐 주측과 비주측의 좌전굴의 차이 및 보폭의 대칭지수가 감소하였을 가능성이 있다고 생각된다.

선행 연구에 의하면, 보행의 기능적인 능력으로 보행속도를 평가하는데[25], 보행속도의 저하는 보폭의 감소 때문이고[26], 보폭 감소의 원인은 엉덩관절 신전근 중 뒤넙다리근의 유연성 감소 때문이라고 하였다[27]. 또한, 보행의 입각기 중 부하 반응기에서 엉덩관절과 정강중아리관절의 신전과 동시에 발목관절의 배측 굴곡이 일어나며[28], 족저 굴근의 정적스트레칭은 발목관절 배측 굴곡의 범위를 증가시킨다고 하였다[29]. 이와 같이 하지의 정적 스트레칭은 관절의 움직임 개선으로 유연성이 증가하게 되어 보행속도를 향상시키며[30], 규칙적인 스트레칭은 보폭을 증가시켜 보행속도를 향상시킨다고 하였다[31]. 이 연구에서 보행속도는 통계 집단과 비교하여 편측 정적스트레칭 집단에서 편측 정적스트레칭 8주 후에 유의하게 증가하였다. 이러한 결과는 이 연구에서 뒤넙다리근의 스트레칭(Hamstring stretch)과 함께 장딴지근과 넙치근 스트레칭(Calf stretch) 및 족저 굴근 스트레칭(Plantar flexor stretch)이 정강중아리관절의 신전 및 발목의 배측 굴곡의 범위를 증가시켜 하지의 움직임을 증가시키므로 보행속도가 증가하였을 가능성이 있다고 생각된다.

V. 결 론

이 연구에서는 편측 정적스트레칭이 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인에 미치는 영향을 검토한 결과, 하지 유연성(SR), 주측과 비주측의 하지의 대칭성(BR) 및 보행속도(GS)는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 후에 편측 정적스트레칭 집단(USG)에서 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 주측과 비주측의 하지 대칭성 차이 및 주측과 비주측의 보폭에 대한 대칭지수(SI)는 편측 정적스트레칭 전과 비교하여 편측 정적스트레칭 후에 편측 정적스트레칭 집단에서 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과, 이 연구에서 편측 정적스트레칭은 보행 비대칭자의 하지 유연성과 대칭성 및 시간적 보행 변인을 개선시킨다는 사실을 확인하였다.

References

- [1] Perry J. Gait Analysis; Normal and pathological function. J Pediatr Orthop. 1992;12(6):815-21.
- [2] Kobayashi T, Orendurff MS, Arabian AK, et al. Effect of prosthetic alignment changes on socket reaction moment impulse during walking in transtibial amputees. J Biomech. 2014;47(6):1315-23.
- [3] Heydar S, Aissaoui R, Dansereau J, et al. Biomechanical analysis of legrest support of occupied wheelchairs: Comparison between a conventional and a compensatory legrest. IEEE Trans Rehabil Eng. 2000;8(1):140-8.
- [4] Nigg BM, De Boer RW, Fisher V. A kinematic comparison of overground and treadmill running. Med Sci Sports Exerc. 1995;27(1):98-105.
- [5] McCarthy MM, Strickland SM. Patellofemoral pain: an update on diagnostic and treatment options. Current Review Musculoskeletal Medicine. 2013;6(2):188-94.
- [6] Slavka V, Patrik K, Zdenek S, et al. Gait symmetry measures: A review of current and prospective methods. Biomed Signal Process Control. 2018;42:89-100.
- [7] Portegijs E, Silila S, Pajala S. Asymmetrical lower

- extremity power deficit as a risk factor for injurious falls in healthy older women. *J Am Soc Geriatr Dent.* 2006;54:551-3.
- [8] Aquino CF, Fonseca ST, Goncalves GG. *Stretching Anatomy.* Seoul. Human Kinetics Inc. Illinois, through Danny Hong Agency. 2009.
- [9] Halbertsma JP, Goeken, LN. Stretching exercise: Effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings on healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75: 975-81.
- [10] Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(4):295-300.
- [11] Lee SE. Effects of Increasing Ankle Range of Motion Program on Ambulation and Balance for the Elderly With Balance Disorder. *Physical Therapy Korea.* 2005; 12(2):28-36.
- [12] Jaelyn RW, Keith J, Jason R, et al. Effect of a Supervised Hip Flexor Stretching Program on Gait in Elderly Individuals. *PM R.* 2011;3(4):324-9.
- [13] Kim SK. A Developmental Study of an Alignment Program for the Asymmetrically Developed Squash Players. *Korean Journal of Sport Biomechanics.* 2015; 25(4):423-9.
- [14] Bley AS, Lima BN, Lucareli PRG, et al. The Acute Effects of Unilateral Ankle Plantar Flexors Static-Stretching on Postural Sway and Gastrocnemius Muscle Activity During Single-Leg Balance Tasks. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;13(3):564-70.
- [15] Robinson RO, Herzog W, Nigg BM. Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *J Manipulative Physiol Thera.* 1987; 10:172-6.
- [16] Krebs, D. E., Harris, B. A., Scarborough, D. M. Quadriceps muscle strength and dynamic stability in elderly persons. *Gait & Posture.* 1999;10(1):10-20.
- [17] Arnold GN, Jouko, K. *Stretching Anatomy, Human Kinetics Inc.* 2009.
- [18] Katharine FW, Evelyn KD. The Sit and Reach—A Test of Back and Leg flexibility. *American association for health, physical education and recreation.* 2013;26:115-8.
- [19] Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch phys med Rehabil.* 2008;89(2):304-10.
- [20] Baltaci G, Un N, Tunay V, et al. Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *Br J Sports Med.* 2003;37:59-61.
- [21] Chaouachi A, Padulo J, Kasmi S, et al. Unilateral static and dynamic hamstrings stretching increases contralateral hip flexion range of motion. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2017;37:23-9.
- [22] Kelly S, Beardsley C. Specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(4):544-51.
- [23] Heyward VH. *Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription.* Third Edition. Human Kinetics. 1997;118.
- [24] Park ST. Effect of Unilateral and Bilateral Resistance Training on Muscle Force, Power and Asymmetry of Lower Extremity in Elderly Women. *J Korea Soc Living Environ. Sys.* 2014;21(5):672-80.
- [25] Lee KS. Analysis of Temporal and Spatial Gait Parameters of Male and Female in 20s and 60s. *J Korean Phys Edu Assoc for Woman.* 2007;21(4):55-66.
- [26] Elble RJ, Thomas SS, Higgins C, et al. Stride-dependent changes in gait of older people. *J Neurol.* 1991;238(1):1-5.
- [27] Warburton DER, Gledhill N, Quinney A. *Musculoskeletal Fitness and Health.* *Can J Appl Physiol.* 2001;26(2): 217-37.
- [28] Stauffer RN, Chao EY, Brewster RC. Force and motion analysis of the normal, diseased, and prosthetic ankle joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;127:189-96.
- [29] Abdel-Aziem AA, Mohammad WS. Plantar-flexor Static Stretch Training Effect on Eccentric and Concentric Peak Torque - A comparative Study of Trained versus Untrained

- Subjects. *J Hum Kinet.* 2012;34:49-58.
- [30] Cory LC. The Effects of Hip and Ankle Stretching on Gait Function of Older People. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(8):1421-8.
- [31] Mills EM. The effect of low-intensity aerobic exercise on muscle strength, flexibility and balance among sedentary elderly persons. *Nursing Research.* 1994;43(4):207-11.