

Original Article

Comparison of Gait Parameters and Kinetic Variables of Lower Extremity Joints between Normal and Pre-Sarcopenia Groups in Middle-Aged Women during Gait

Jae-woo Lee and Moon-seok Kwon*

Konkuk University & Konkuk University Sports Convergence Institute

Article Info

Received 2024. 08. 14.

Revised 2024. 12. 11.

Accepted 2024. 12. 13.

Correspondence*

Moon-seok Kwon

rnjsanstjr@kku.ac.kr

Key Words

Middle-aged women,
Gait, Pre-sarcopenia,
Lower extremity joints

PURPOSE This study compared the spatiotemporal gait parameters and kinetic variables of lower extremity joints during gait between normal and presarcopenia groups of middle-aged women. **METHODS** Middle-aged women participants ($n=24$) were divided into two groups based on the Appendicular Lean Mass Index (ALMI): a normal group ($n=12$) and a presarcopenia group ($n=12$). During walking by each group, spatio-temporal gait variables and the maximum moments and net joint power of the ankle, knee, and hip joints in different directions were calculated and compared using independent samples t-tests with IBM SPSS 27.0 software. **RESULTS** The normal group and the presarcopenia group showed no statistically significant differences in spatiotemporal gait variables. However, during the shock absorption phase of gait, the presarcopenia group showed significantly higher maximum knee abduction, maximum knee internal rotation, and maximum hip external rotation moments than the normal group. Additionally, the presarcopenia group exhibited significantly higher maximum net knee power during the shock absorption phase. Conversely, during the propulsion phase of gait, the normal group exhibited significantly higher maximum net ankle power than the presarcopenia group. **CONCLUSIONS** Middle-aged women with presarcopenia experienced higher knee joint loading and lower ankle joint propulsion during walking, indicating the need for training to improve lower limb strength.

서론

보행은 독립적인 생활을 위한 인간의 기본적인 이동 수단으로, 일상 생활에서 가장 빈번히 수행되는 신체 운동 중 하나이다(Jacquelin Perry, 2010). 하지 관절의 연속적이고 조화로운 운동을 통해 신체를 전방으로 이동시키는 것이 보행의 주된 목적이며, 이 과정에서 양발의 안정적인 지면 접촉과 적절한 시점의 지면 밀기 동작으로 신체의 가속과 감속 운동을 수행한다(Winter, 1991). 이에 정상적인 보행 패턴의 유지를 위해서는 하지 관절 별 기능과 함께 보행에 관여하는 관절들에 작용하는 신체 체력 요소들도(e.g. 근력, 근지구력, 밸런스, 협응력 등) 작용하는 것으로 보고되고 있다(Arnold et al., 2007;

Guadagnin et al., 2019; Stotz et al., 2023). 이 때문에 보행 분석은 신체기능과 관련된 체력 요소의 부재 및 개인들의 건강 상태를 평가하는 유용한 수단으로 활용되어왔다(Brunner & Rutz, 2013; Muehlbauer et al., 2017).

보행 문제는 신체 근골격계 및 신경학적 요인들의 이상에 의해 발생할 수 있으며, 이 중 근력 약화는 보행 기능 저하의 주요 요인 중 하나이다(Yasuda, 2022). 특히 하지 근력은 보행 주기 동안 하지 관절과 체간의 동적 안정성 유지, 그리고 신체의 전방 추진에 핵심적 역할을 담당한다. 이러한 이유로 보행 시 하지 근력 약화는 보행 패턴의 변화를 유발하며, 이는 하지 관절들의 운동 범위 및 각도의 변화와 근골격계 부상 위험성을 상승시킬 수 있다(Brunner & Rutz, 2013; Goldberg & Neptune, 2007; Jonkers et al., 2003). 근력 약화는 여러 원인에 의해 나타나지만, 근육량의 감소가 주된 원인으로 보고되고 있다(Goodpaster et al., 2006; Verdijk et al., 2010).

근육량의 감소는 개인의 신체적, 환경적 요인에 의해 차이를 나타

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

낼 수 있지만, 생애주기의 관점에서 근육량은 40세를 기점으로 빠르게 감소하기 시작하며, 연령의 증가에 따라 급격하게 감소하는 경향을 보인다(Park, 2018; Won, 2020). 특히 40세에서 64세까지의 중년기 여성은 노화와 폐경에 따른 호르몬 변화 및 신체활동 부족 등으로 인해 체내 근육량이 일정 수준 이하로 떨어지는 시점부터 근감소증의 초기 증상을 경험할 수 있으며, 남성보다 상대적으로 높은 근감소증 발병 위험성을 가지는 것으로 보고되고 있다(Kim & Oh, 2024; Lee & Kim, 2020). 이러한 근감소증은 만성질환 및 근골격계 질환으로 이어질 수 있어, 현대 사회에서 중년여성의 건강 관리에 있어 중요한 문제로 대두되고 있다.

Cruz-Jentoft & Sayer (2019)는 근감소증(sarcopenia)을 노화에 따른 근육량, 근력, 그리고 신체 기능의 점진적 감소 상태로 정의하였다. 비록 근감소증이 주로 노령층과 관련성이 높지만, 중년여성의 경우 폐경과 호르몬 변화로 인해 조기에 근감소증 위험에 노출될 수 있다. 근감소증은 손실된 근육량, 악력, 보행 속도 등의 전반적인 신체 기능을 평가하여 전단계 근감소증(pre-sarcopenia), 근감소증, 중증 근감소증(severe sarcopenia)으로 분류된다(Chen et al., 2020; Cruz-Jentoft et al., 2019). 전단계 근감소증은 근감소증 직전 상태이며, 체성분 검사를 통해 측정된 사지근육량(Appendicular Lean Mass)을 신장(Height)의 제곱으로 나눈 값이 진단 기준치보다 낮으면 전단계 근감소증으로 진단한다. 이와 관련하여 유럽 근감소증 평가위원회(European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGOSP)와 아시아 근감소증 평가위원회(Asian Working Group of Sarcopenia, AWGP)는 근감소증을 질병으로 등재하여 그 심각성을 인지하고 근감소증 예방의 중요성을 강조하고 있다. 더불어 2021년 우리나라에서도 근감소증을 제8차 한국표준질병·사인분류(KCD-8) 진단코드(M62.5)에 포함시켜 근감소증 예방을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다(Kim & Oh, 2024).

국내·외에서 진행된 근감소증 연구는 근감소증의 원인을 밝히기 위한 영양학, 병리 생리학적 연구 및 역학 조사(Dodds et al., 2015; Kim & Choi, 2013; Kim & Oh, 2024), 근감소증의 예방 및 치료 목적인 중재 효과를 검증한 연구가 대부분이다(Shen et al., 2023; Yasuda, 2022; Yoshimura et al., 2017). 일부 연구에서 근감소증이 보행 특성에 미치는 영향을 분석하였으나(Fan et al., 2022; Kim et al., 2021; Mori et al., 2022), 중증 수준의 근감소증을 가진 노령층을 대상으로 하거나 단순 보행 분석에 국한되어 있었다. 이러한 이유로 전단계 근감소증 단계에서의 보행 역학적 특성에 대한 포괄적인 이해는 여전히 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구의 목적은 보행 시 정상 중년여성 그룹과 전단계 근감소증 중년여성 그룹 간의 시·공간적 보행 변인과 하지 관절의 운동역학적 변인들을 비교 분석하는데 있다. 본 연구의 달성을 위하여 다음의 가설을 설정하였다. 첫째, 중년여성의 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간에 보행 시 시·공간적 보행 변인에 차이가 있을 것이다. 둘째, 중년여성의 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간에 보행 시 하지 근골격계의 운동역학적 요인에 차이가 있을 것이다. 이를 통해 중년여성에게서 나타나는 전단계 근감소증이 운동학적 보행 요인들과 하지 근골격계의 기능에 미치는 영향을 확인함으로써 중년여성의 근감소증 예방 중요성을 알리고, 근감소증의 조기 진단 및 예방적 중재 대책 마련을 위한 정보를 제공하고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구는 최근 12개월 내 근골격계 손상 및 신체 불균형이 없고, 보행 동작에 제한이 없는 40, 50대 중년여성 24명이 참여하였다. 본 연구참여자는 이중에너지 방사선 흡수법(dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)을 이용하여 상지 근육량(Arms Lean Mass, ALM)과 하지의 근육량(Legs Lean Mass, LLM)을 측정된 뒤, 사지 근육량 지표(Appendicular Lean Mass Index, ALMI)를 산출하였다(Table 1).

ALMI는 상·하지의 근육량을 더한 뒤, 신장의 제곱으로 나눈 수치이다($[(ALM + LLM)/Height]^2$). ALMI는 근감소증을 진단하는 척도로 이용되며(Arai et al., 2023), ALMI와 근력 수준 및 운동수행력에 따라 근감소증 단계를 분류한다. 여성은 ALMI가 5.4 kg/m^2 이하를 전단계 근감소증으로 진단한다(Cruz-Jentoft et al., 2019). 이에 따라 본 연구는 연구참여자를 ALMI를 기준으로 근감소증이 없는 정상 집단 $12\text{명}(5.4 \text{ kg/m}^2)$, 전단계 근감소증 집단 $12\text{명}(5.4 \text{ kg/m}^2)$ 으로 분류하였다. 두 집단 간 상지 근육량, 하지 근육량, 사지 근육량 지표에서 통계적으로 유의미한 차이를 확인하였다($p < .05$). 본 연구의 프로토콜은 헬싱키 선언(2004년 도쿄 개정판)의 조항을 준수하여 실행되었다. 모든 연구참여자들에게 사전에 동의를 구했고, 연구참여자들의 익명성을 보장하였다. 실험에 앞서 연구의 목적과 절차에 대해 참여자들에게 자세히 설명하였으며, 이후 서면 동의서에 동의한 연구참여자에게 한하여 실험을 진행하였다.

연구 장비 및 절차

본 연구의 모든 참여자들은 Lunar사(Lunar prodigy; GE Medica Systems, Madison, WI, USA)의 이중방사선흡수계측법(DAXA)을 이용하여 체성분 분석을 실시했으며, 측정 시 9년 경력의 방사선사가 피험자의 머리 부위를 제외한 사지 및 몸통의 골격근량을 측정하였다. 이후 연구참여자는 스판덱스(spandex)소재의 의류로 환복한 뒤, Vicon사에서 제공하는 Plug-in-Gait Model을 기반으로 신체에

Table 1. Characteristics of participants

variables [unit]	Group(Mean±SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Normal (<i>n</i> =12)	Pre-sarcopenia (<i>n</i> =12)		
Age[<i>yrs</i>]	44.25±3.96	42.67±1.61	2.118	.051
Weight[<i>kg</i>]	57.54±7.81	55.80±8.68	.515	.611
Heigh[<i>m</i>]	1.62±.06	1.62±.05	.178	.861
BMI[<i>kg/m</i> ²]	21.83±.290	21.26±3.21	.457	.652
ALM[<i>kg</i>]	3.86±.38	3.16±.31	5.022	.000*
LLM[<i>kg</i>]	12.14±.21	10.35±.18	5.088	.000*
ALMI[<i>kg/m</i> ²]	6.07±.45	5.15±.24	6.247	.000*

Note. abbreviation. BMI(Body Mass Index), ALM(Arms Lean Mass), LLM(Legs Lean Mass), ALMI(Appendicular Lean Mass Index), * $p < .05$.

총 47개의 15 mm 구형 반사 마커(reflective marker)를 부착하였다(Vicon®, 2002). 전역 좌표계(global reference frame) 설정을 위해 보행 동작이 이뤄지는 공간에서 Active Wand를 이용하여 캘리브레이션(calibration)을 실시했으며, 전·후 방향을 Y축, 좌·우 방향을 X축, 수직 방향을 Z축으로 전역좌표계를 정의하였다. 연구참여자는 적외선 모션 캡처 카메라를 이용하여 해부학적 자세인 statics trial을 촬영하고, 보행 시 방해가 될 수 있는 팔꿈치, 무릎, 발목 관절의 내측과 엉덩 관절의 큰 돌기(greater trochanter)에 부착된 반사 마커를 제거한 뒤, 보행 동작인 dynamic trial을 촬영하였다.

중년여성의 보행 시 연구참여자와 관절 및 분절에 부착된 반사 마커의 위치 데이터 수집과 3차원 운동학적, 운동역학적 분석을 위해 적외선 카메라(MX-T10S, Vicon, USA, 120Hz) 8대와 지면반력기(OR6-7-1000, AMTI, USA, 1200Hz) 2대, Vicon Nexus 2.16(Vicon, USA) 소프트웨어를 사용하였다. 연구참여자는 실험실 환경의 적응 및 본 실험에서 일상적인 보행을 그대로 구현하기 위해 지면반력기 위에서 여러 번의 보행 연습을 수행한 뒤, 본 실험에 참여하였다. 연구참여자는 보행 주로 시작점에서 준비한 상태에서 출발 신호를 듣고 보행을 시작했으며, 첫 번째 지면반력기에 오른발이 접촉하고, 두 번째 지면반력기에 왼발이 접촉하도록 하여 한걸음(stride)에 대한 데이터를 수집하였다. 연구참여자는 보행 동작을 총 3회 실시했으며, 이 중 2회를 본 연구의 실험 데이터로 이용하였다.

자료처리 및 분석

중년여성의 보행 시 정상 집단과 근 감소 집단의 시·공간적 보행 변인(Spatiotemporal gait variables) 및 하지 관절의 운동학적, 운동역학적 자료는 Giganet(Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK)을 통해 동기화(synchronization)하여 수집한 뒤, Nexus ver. 2.16(Vicon Inc., USA) 소프트웨어를 이용하여 C3D 파일을 생성하였다. 연구참여자와 static trial, dynamic trial의 C3D 파일은 Visual 3D 소프트웨어(C-Motion, USA)에 정상 및 근감소증 집단으로 구분하여 입력하였으며, 자료수집 과정에서 발생한 잡음(noise)을 제거하기 위해 필터링(filtering)하였다. 3차원 위치 데이터는 버터워스 2차 저역 통과 필터(butterworth second-order low pass filter)를 사용하여 6 Hz로 필터링하였고, 지면반력 데이터는 버터워스 2차 저역 통과 필터(butterworth second-order low pass filter)를 사용하여 50 Hz로 필터링하였다(Alkhatib et al., 2017).

본 연구는 전체 보행 주기에서 8개의 이벤트를 설정하였고, 이 중

시·공간적 보행 변인과 하지 관절의 운동역학적 자료를 그룹 간에 비교하기 위해 6개의 이벤트를 이용하였다(Figure 1). RHC1(1st Right Heel Contact)이벤트는 첫 번째 오른발 뒤꿈치가 지면에 접촉한 시점, LTO(Left Toe Off)이벤트는 왼발 끝이 지면에서 떨어지는 시점, RMS(Right Leg Mid Stance)이벤트는 오른 다리 지지기의 중간 지점 지점으로 중간디딤기에서 말기디딤기로 전환되는 시점, LHC(Left Heel Contact) 이벤트는 왼발 뒤꿈치가 지면에 접촉한 시점, RTO(Right Toe Off)이벤트는 오른발 끝이 지면에서 떨어지는 시점, RHC2(2nd Right Heel Contact)이벤트는 오른 다리의 말기 유각기 이후, 두 번째 오른발 뒤꿈치가 지면에 접촉한 시점이다.

본 연구는 보행 시 근골격계 손상 및 보행 기능적인 측면을 고려하여 구간 설정을 하였으며(Jacquelin Perry, 2010), 오른발 뒤꿈치의 지면 접촉으로 인한 충격과 체중 부하를 흡수하는 구간으로 RHC1 이벤트부터 RMS 이벤트까지 충격 흡수 구간(Shock Absorption Phase), RMS 이후 지면을 미는 동작을 통해 체중으로 전방으로 이동하는 구간으로 RMS 이벤트부터 RTO 이벤트를까지를 추진 구간(Propulsion Phase)으로 설정하였다.

본 연구에서 시·공간적 보행 변인은 보행 속도(gait velocity), 한 발짝 거리(step length), 한 걸음 거리(stride length), 양발 너비(step width), 한 걸음 시간(stride time), 한 발짝 시간(step time), 오른 다리 지지시간(right stance time), 오른발의 보각(right foot angle), 보폭수(cadance)이며, 동작 분석으로 수집된 운동학적 자료를 이용하여 산출하였다(Figure 2).

보행 동작 시 하지 관절의 방향별 최대 모멘트는 신체 분절의 좌·우측은 x축, 전·후측은 y축, 수직축 z축인 지역좌표계를 기준으로 계산하였으며, 보행 시 하지 관절의 방향별 최대 모멘트는 <Table 2>와 같이 정의하였다. 본 연구에서 제시된 하지 관절 별 최대 파워(power)는 방향 별 산출된 파워 값을 합한 순 관절 파워(net joint

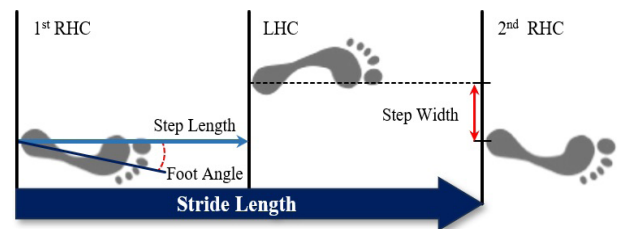


Fig. 2. Definitions of the Spatial-temporal gait variables

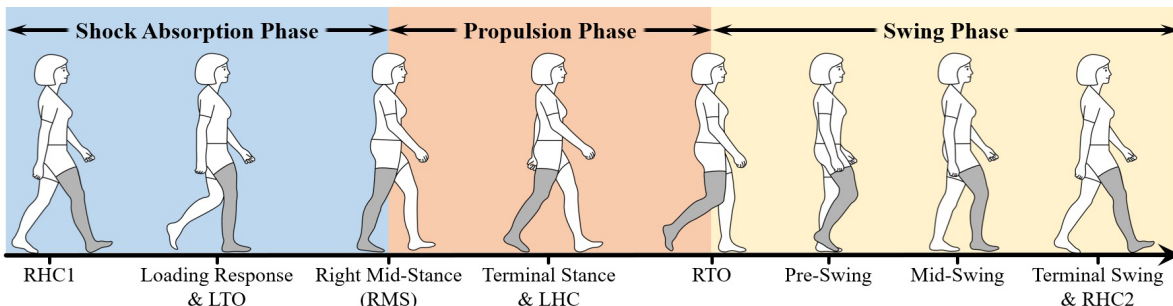


Fig. 1. Event and Phase of Gait Cycle. Abbreviation. 1st Right Heel Contact(RHC1), Left Toe Off(LTO), Right Mid-Stance(RMS), Left Heel Contact(LHC), Right Toe Off(RTO), 2nd Right Heel Contact(RHC2).

Table 2. Definition of local reference in each direction of the lower extremity joints

Joints	Local Reference		
	ML axis	AP axis	VT axis
Ankle	+: Dorsi Flexion -: Plantar Flexion	+: Inversion -: Eversion	
Knee	-: Flexion +: Extension	+: Adduction -: Abduction	+: IR -: ER
Hip	+: Flexion -: Extension		

Note. Abbreviation. Medial-lateral(ML), Anterior-posterior(AP), Vertical(VT), Internal Rotation(IR), External Rotation(ER).

power)이며, 계산된 수치가 양(positive)의 값이면 에너지 생성, 음(negative)의 값이면 에너지 흡수로 해석하였다(Winter, 1991). 본 연구참여자는 모두 오른 다리를 주동 다리로 사용하였고, DEXA 측정값 및 시·공간 보행 변인을 통해 신체의 좌·우에 대한 불균형이 없는 것을 확인하였다. 이에 따라 본 연구의 하지 관절별 최대 모멘트와 최대 순 관절 파워는 오른 다리를 기준으로 산출되었다.

통계 처리

본 연구는 중년여성의 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간에 시·공간적 보행 변인과 하지 관절의 운동역학적 데이터를 비교하기 위해 IBM SPSS 27.0 소프트웨어(Armonk, New York, USA)를 이용하여 독립 표본 t 검정(Independent t-test)을 실시하였다. 가설 수락 수준은 .05로 설정하여 통계적 유의성을 검증하였다.

연구결과

본 연구는 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 중년여성 24명은 보행 동작을 수행하였으며, 보행 동작에서 발생한 시·공간적 보행 변인(Spatiotemporal gait variables)과 하지 관절의 방향 별 최대 모멘트 및 최대 파워 요인들을 산출하여 그룹 간 비교하였다.

보행 시 시·공간적 보행 변인을 그룹 간 비교한 결과는 <Table 3>과 같다. 보행 속도, 한 발짝 거리, 한 걸음 거리, 보폭수, 한 발짝 너비, 한 발짝 시간, 한 걸음 시간, 오른 다리 지지시간, 오른발 보각 변인들에서 전단계 근감소증 집단과 정상 집단 간에 통계적으로 유의한

Table 3. Comparison of Gait Spatiotemporal Variables between Normal and Pre-Sarcopenia Groups of Middle-Aged Womens during the Gait

Variables[unit]	Gait Parameters(Mean±SD)		t	p
	Normal(n=12)	Pre-sarcopenia(n=12)		
Gait Speed[m/s]	1.32±.13	1.24±.15	1.508	.146
Step Length[cm]	66.40±3.32	64.92±4.69	.893	.383
Stride Length[cm]	134.15±6.85	130.45±8.83	1.146	.264
Step Width[cm]	4.58±2.85	6.02±2.62	-1.296	.208
Step Time[sec.]	0.51±.03	0.53±.05	-1.237	.229
Stride Time[sec.]	1.04±.07	1.09±.12	-1.195	.245
Right Stance Time[sec.]	0.61±.05	0.64±.07	-1.223	.234
Right Foot Angle[deg.]	-13.32±10.59	-16.95±6.32	1.021	.319
Cadance[steps/min]	118.03±7.43	113.67±10.51	1.173	.253

Note. Statistically significant differences are indicated by *p<.05.

Table 4. Comparison of Peak Moment of Lower Extremity Joints between Normal and Pre-Sarcopenia Groups in Middle-Aged Womens during Shock Absorption Phase of Gait (unit: N*m/kg)

Variables	Resultant Joint Paek Moment(Mean±SD)		t	p	
	Normal(n=12)	Pre-sarcopenia(n=12)			
Ankle	Dorsi(+)/Plantar(-) Flexion	.166±.086	.186±.73	-.634	.533
	Inversion(+)/Eversion(-)	-.027±.038	-.037±.065	.477	.638
	Internal(+)/External(-) Rotation	.019±.011	.014±.009	1.392	.178
Knee	Flexion(-)/Extension(+)	-.311±.102	-.357±.105	1.080	.292
	Adduction(+)/Abduction(-)	-.448±.103	-.592±.176	2.441	.023*
	IR(+)/ER(-)	.085±.029	.134±.066	-2.353	.033*
Hip	Flexion(+)/Extension(-)	-.821±.252	-.943±.252	1.185	.249
	Adduction(+)/Abduction(-)	-1.067±.109	-1.136±.155	1.253	.223
	Internal(+)/External(-) Rotation	-.276±.071	-.379±.148	2.164	.042*

Note. Statistically significant differences are indicated by *p<.05.

Table 5. Comparison of Peak Moment of Lower Extremity Joints between Normal and Pre-Sarcopenia Groups in Middle-Aged Womens during Propulsion Phase of Gait (unit: N*m/kg)

Variables	Resultant Joint Paek Moment(Mean±SD)		<i>t</i>	<i>p</i>	
	Normal(<i>n</i> =12)	Pre-sarcopenia(<i>n</i> =12)			
Ankle	Dorsi(+)/Plantar(-) Flexion	-1.315±.194	-1.232±.141	-1.196	.244
	Inversion(+)/Eversion(-)	.383±.199	.362±.177	.269	.791
	Internal(+)/External(-) Rotation	-.156±.036	-.174±.038	1.146	.264
Knee	Flexion(-)/Extension(+)	-.272±.127	-.238±.143	-.624	.539
	Adduction(+)/Abduction(-)	-.244±.081	-.307±.079	1.922	.068
	IR(+)/ER(-)	-.155±.043	-.156±.044	.077	.939
Hip	Flexion(+)/Extension(-)	1.278±.288	1.154±.259	1.110	.279
	Adduction(+)/Abduction(-)	-.873±.118	-.828±.061	-1.159	.263
	Internal(+)/External(-) Rotation	-.113±.055	-.163±.061	1.942	.065

Note. Statistically significant differences are indicated by **p*<.05.

Table 6. Comparison of Peak Net Power of Lower Extremity Joints between Normal and Pre-Sarcopenia Groups in Middle-Aged Womens during Shock Absorption Phase of Gait (unit: W/kg)

Joints	Joint Peak Net Power (Mean±SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Normal (<i>n</i> =12)	Pre-sarcopenia (<i>n</i> =12)		
Ankle	-.393±.134	-.358±.106	-.698	.493
Knee	-.471±.154	-.966±.574	2.884	.013*
Hip	-.870±.369	-1.143±.318	1.942	.065

Note. Statistically significant differences are indicated by **p*<.05.

차이는 나타나지 않았다(*p*>.05).

보행 시 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간의 발목, 무릎, 엉덩관절의 방향별 최대 모멘트 요인들은 충격 흡수 구간과 추진 구간으로 구분하여 그룹 간 비교하였다. 보행 시 충격 흡수 구간에서 발목관절의 최대 모멘트는 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05). 반면 무릎 관절에서 전단계 근감소증 집단이 정상 집단 보다 무릎 관절의 최대 외전 모멘트(*t*=2.441, *p*=.023)와 최대 내회전 모멘트(*t*=-2.353, *p*=.033)에서 통계적으로 큰 수치를 나타내었다.

엉덩관절에서는 전단계 근감소증 집단이 정상집단 보다 엉덩관절의 최대 외회전 모멘트가 높게 나타났으며(*t*=2.164, *p*=.042), 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 보행 시 추진 구간에서 발목, 무릎, 엉덩관절의 방향별 최대 모멘트는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05). 본 연구는 보행 시 정상 집단과 전단계 근감소증 집단의 하지 관절의 최대 파워를 산출하였고, 이를 충격 흡수 구간과 추진 구간으로 구분하여 그룹 간 비교하였다.

충격 흡수 구간에서 보행 시 발목, 엉덩관절의 최대 파워는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p*>.05). 하지만 무릎 관절의 최대 파워 요인에서는 전단계 근감소증 집단이 정상 집단 보다 통계적으로 높은 수치를 나타내었다(*t*=2.884, *p*=.013). 추진 구간에서 발목관절의 최대 파워는 정상 집단이 전단계 근감소증 집단보다 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(*t*=2.143, *p*=.043). 보행

Table 7. Comparison of Peak Net Power of Lower Extremity Joints between Normal and Pre-Sarcopenia Groups in Middle-Aged Womens during Propulsion Phase of Gait (unit: W/kg)

Joints	Joint Peak Net Power (Mean±SD)		<i>t</i>	<i>p</i>
	Normal (<i>n</i> =12)	Pre-sarcopenia (<i>n</i> =12)		
Ankle	3.841±.893	3.153±.664	2.143	.043*
Knee	-1.192±.449	-1.322±.555	.633	.533
Hip	1.398±.475	1.335±.696	.258	.799

Note. Statistically significant differences are indicated by **p*<.05.

시 추진 구간에서 무릎 관절과 엉덩관절의 최대 파워는 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(*p*>.05).

논의

본 연구는 중년여성 24명을 대상으로 근감소증 진단 척도인 사지 근육량 지표(ALMI)를 이용하여 정상 집단 12명, 전단계 근감소증 집단 12명으로 구분하였다. 각 연구참여 집단은 평상시에 수행하던 보행 동작을 실시하였으며, 연구참여자별 시·공간적 보행 변인과 발목, 무릎, 엉덩관절의 방향별 최대 모멘트 및 최대 순관절 파워를 산출하여 그룹 간 비교하였다. 이를 통해 보행 시 중년여성의 전단계 근감소증이 하지 관절의 근골격계 손상 요인과 보행 특성에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 본 연구는 중년여성의 전단계 근감소증이 보행 시 시·공간적 운동학적 요인들과 발목, 무릎, 엉덩관절의 방향별 최대 모멘트 및 최대 순관절 파워 요인들에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 이를 위해 24명의 중년여성을 대상으로 사지 근육량 지표(ALMI)를 기준으로 정상 집단(*n*=12)과 전단계 근감소증 집단(*n*=12)으로 분류하여 보행 동작을 비교 분석하였다.

전단계 근감소증(pre-sarcopenia)은 근감소증의 초기 단계로, 근육량 감소와 신체기능 저하가 발생하는 근육 질환이며, 이로 인해 자세 조정력 약화로 인한 낙상 위험 증가와 비정상적인 하지 관절의 움직임

직립 패턴에 기인한 근골격계 손상을 발생시킬 수 있다(Cruz-Jentoft et al., 2019; Fan et al., 2022; Woo & Kim, 2014). 특히 중년여성들은 호르몬 변화와 신체활동 감소로 인해 같은 연령대 남성들보다 상대적으로 높은 근감소증 발병률을 나타내는 것으로 알려져 있다(Yang et al., 2019; Kim, 2021; Lee & Kim, 2020). 근감소증의 단계별 진단 기준은 다양한 지표에 의해 제시되고 있지만, 이중방사선흡수측정법(DAXA)으로 측정된 뒤, 상·하지 근육량을 이용하여 계산하는 사지 근육량 지표(ALMI)가 정량적 지표로 이용되고 있다. 여성들의 경우 ALMI기준으로 5.4 kg/m^2 이하를 전단계 근감소증으로 진단하며, 근력 감소와 신체 수행 능력에 따라 근감소증, 중증 근감소증(severe sarcopenia)으로 분류하여 진단한다. 본 연구의 전단계 근감소증 집단의 골격근량은(평균 ALMI $5.15 \pm .24 \text{ kg/m}^2$) 정상 집단(ALMI $6.07 \pm .45 \text{ kg/m}^2$)에 비해 통계적으로 낮은 수치를 나타내었다(Table 1).

근감소증은 상지 보다 하지 근육량의 감소율이 크게 나타나며(Janssen et al., 2000), 이는 하지 근력의 약화를 가져와 보행 기능의 약화를 발생시키는 것으로 알려져 있다(Fan et al., 2022). 이에 보행 동작의 평가에서 시·공간적 운동학적 변인은 보행 기능을 확인하는 대표적인 평가 요인들로 이용된다(Jacquelin Perry, 2010). 보행 시 하지 근육량의 감소는 보행 추진력의 저하로 나타나고 이로 인해 보행 속도, 한 걸음 길이, 한 발짝 길이 요인들의 수치가 감소된다(Fan et al., 2022; Muehlbauer et al., 2017). 본 연구에서는 전단계 근감소증 집단과 정상 집단의 하지 근육량(Leg lean mass, LLM)의 수치의 차이를 나타내었지만(Table 1), 보행 속도, 한 발짝 거리, 한 걸음 거리, 보폭수 요인들에서 통계적 차이는 없는 것으로 나타났다.

보행 동작은 세부적으로 8가지의 기능적인 패턴으로 동작으로 구분하여 임상적 의미를 부여할 수 있다(Jacquelin Perry, 2010). 본 연구는 연구참여자의 주동 다리인 오른다리를 기준으로 지면에 접촉하는 시점부터 오른다리 지지기의 중간 지점까지를 충격 흡수 구간, 이후 발목 관절의 신전력을 이용하여 지면을 밀어내고 신체를 전방으로 이동시키는 구간을 추진 구간으로 구분하여 분석하였으며, 구간별 하지 관절의 최대 모멘트와 최대 순 관절 파워를 산출하여 비교하였다. 그 결과, 보행 시 충격 흡수 구간에서 전단계 근감소증 집단이 정상 집단 보다 무릎 관절의 최대 외전 모멘트, 최대 내회전 모멘트가 높게 발생하며, 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다.

보행 시 충격 흡수 구간은 발이 지면에 닿는 순간인 초기 접지기(initial contact), 부하 반응기(load response), 중간 입각기(mid-stance)로 세분화될 수 있으며, 해당 구간은 체중 부하로 인한 충격을 감속 및 흡수하고 하지의 안정성을 유지하기 위한 기능이 요구된다. 이때 하지의 여러 근육은 선택적 동원을 통해 정상적인 보행을 수행하는데 기여한다(Jacquelin Perry, 2010). 특히, 넓다리내갈래근(quadriceps femoris)은 보행 초기 접지기 시 무릎 관절의 굽힘 모멘트를 증가시켜 충격 흡수 및 관절 안정성을 유지하고(Neumann, 2002), 볼기근(gluteus muscle)은 골반을 안정적으로 유지시켜 엉덩 및 무릎 관절의 안정화에 기여하는 것으로 보고된다(Rinaldi et al., 2022; Park, 2011). 대표적인 하지 근육인 넓다리내갈래근과 볼기근의 동원력이 약화될 경우 보행 시 무릎 관절의 안정성이 감소하여 무릎 관절 붕괴(collapse) 및 외반슬(valgus)과 같은 운동학적 변인들의 수치 변화를 가져온다(Van der Krogt et al., 2012). 본 연구 결과에서는 전단계 근감소증 집단과 정상 집단 간에 시·공간적 보행 변인과 하지 관절의 운동학적 변인들의 차이는 나타나지 않았다.

하지만 보행 시 충격흡수 구간에서 전단계 근감소증 집단이 정상 집단 보다 무릎 관절의 최대 외전 모멘트, 최대 내회전 모멘트 그리고 엉덩 관절의 최대 외회전 모멘트 요인에서 통계적으로 큰 수치를 나타내었다. 보행 시 무릎 관절의 최대 외전 모멘트와 내회전 모멘트의 증가는 무릎 관절의 부하를 증가시키기 때문에 무릎 손상 위험성이 제기되며(Butler et al., 2009; Kulmala et al., 2013; Marriott et al., 2019), 엉덩 관절의 외회전 모멘트의 증가는 엉덩 관절의 부하를 상승시키는 요인으로 작용하는 것으로 보고되고 있다(Liao et al., 2019). 그러므로 전단계 근감소증 집단의 경우 하지 근육량 감소로 인해 엉덩 관절과 무릎 관절에 작용하는 근육들의 동원 기능의 약화로 인해 발생한 것으로 판단된다.

보행은 발과 지면의 접촉 시 체중으로 인한 충격을 흡수하고 신체를 전방으로 원활히 이동시키는 연속성을 가진 동작이다. 보행 시 하지 관절의 충격 흡수와 추진력 은 최대 순 관절 파워 수치로 나타난다(Winter, 1991). 보행 시 산출된 관절 파워의 음(-)의 값은 충격 흡수, 양(+)의 값은 추진력을 위한 에너지 생성으로 해석할 수 있다. 본 연구에서 하지 관절 별 최대 파워를 산출하여 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간에 비교한 결과, 보행 시 충격 흡수 구간의 무릎 관절의 충격 흡수 파워 수치에서 전단계 근감소증 집단(-.966 W/kg)이 정상 집단(-.471 W/kg)에 비해 통계적으로 큰 수치를 나타내었다. 정상적인 보행 시 무릎 관절의 최대 순 파워 값의 증가는 무릎 관절의 원활한 충격 흡수로 해석되나, 보행 시 하지 근력의 저하는 무릎 관절의 안정성 결여 및 보행 패턴의 변화를 유발하고, 이는 관절 최대 모멘트를 증가시켜 최대 순 파워 값의 증가로도 해석될 수 있다(Astephen et al., 2008; Freisinger et al., 2017; Rudolph et al., 2007). 따라서 본 연구의 전단계 근감소증 집단이 상대적으로 하지 근육량이 낮고, 무릎 관절에서 발생된 최대 외전, 내회전 모멘트가 상대적으로 높은 점 등을 고려했을 때, 보행 시 충격 흡수 구간에서 무릎 관절의 최대 순 파워가 높게 발생한 것은 하지 근육의 약화로 인한 무릎 관절의 불안정성을 원인으로 생각해 볼 수 있다.

보행 시 추진 구간의 발목 관절에서는 정상 집단이 3.841 W/kg , 전단계 근감소증 집단이 3.153 W/kg 으로, 정상 집단이 전단계 근감소증 집단보다 높은 발목 관절의 최대 순 파워를 보였으며, 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 보행 시 하지 근육의 약화는 체중을 전방으로 이동시키기 위한 추진력의 감소를 발생시키는 요인 중 하나이다(Browne & Franz, 2017; Franz, 2016; Gottschall & Kram, 2003; Jacquelin Perry, 2010). 특히 발목 관절의 저축굴곡력은 보행 시 추진력 생성에 작용하는 일차적인 요소이다(Jonkers et al., 2003). 발목 관절의 저축굴곡력에 작용하는 종아리 근육량의 감소는 신체의 전방 추진능력을 약화시킨다(Franz, 2016). 이에 본 연구의 결과에서 나타난 전단계 근감소증 집단과 정상 집단의 하지 근육량의 차이는 신체를 전방으로 추진시키는 발목 관절 파워에 의미 있는 차이를 가져온 것을 확인할 수 있었다..

결론 및 제언

본 연구는 전단계 근감소증에 해당하는 중년여성의 보행 시 시·공간적 보행 변인 및 하지 관절의 운동역학적 변인을 비교하고자 하였다. 보행 시 충격 흡수 구간에서 전단계 근감소증 집단은 정상 집단에 비해 무릎 관절의 최대 외전 모멘트와 최대 내회전 모멘트, 엉덩 관절의

최대 외회전 모멘트가 통계적으로 높게 나타났다. 보행 시 충격 흡수 구간에서 무릎 관절의 최대 순간 관절 파워는 전단계 근감소증 집단이 높게 나타났고, 추진 구간에서 발목 관절의 최대 순간 관절 파워는 정상 집단이 전단계 근감소증 집단에 비해 통계적으로 높게 나타났다.

이에 본 연구를 통해 중년여성들에서 나타나는 전단계 근감소증은 보행 동작에서 무릎, 엉덩 관절의 부하를 증가시키고 발목 관절의 전방 추진 기능의 저하를 가져올 수 있음을 알 수 있었다. 하지만 보행은 다른 활동적인 신체 운동에 비해 중량 부하 또는 큰 외력의 작용이 상대적으로 작다는 점, 그리고 본 연구의 참여자들이 중증 수준의 여성 노인들이 아닌 전단계의 근감소증 중년여성 집단인 점을 고려할 때 보행 동작 분석을 통한 전단계 근감소증과 하지 관절의 급성 손상 및 낙상 위험성과의 관련성을 규명하기에는 제한점이 있었다. 다만 보행은 일상에서 반복적으로 수행되는 동작이기에 전단계 근감소증 중년여성들은 하지 골격근 유지 목적의 트레이닝을 수행하는 것이 하지 근감소로 인해 발생할 수 있는 하지 근골격계 기능 저하를 예방할 수 있는 방법이라 판단된다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: Jae-Woo Lee, Moon-Seok Kwon, Data curation: Jae-Woo Lee, Moon-Seok Kwon, Formal analysis: Jae-Woo Lee, Methodology: Jae-Woo Lee, Moon-Seok Kwon, Project administration: Moon-Seok Kwon, Visualization: Jae-Woo Lee, Writing-original draft: Jae-Woo Lee, Moon-Seok Kwon, Writing-review & editing: Moon-Seok Kwon

참고문헌

- Alkhatib, R., Diab, M. O., Corbier, C., & El Badaoui, M. (2017, August). A modified filtering model of VGRF gait signals. In *2017 2nd International Conference on Bio-engineering for Smart Technologies (BioSMART)* (pp. 1-4). IEEE.
- Arai, H., Nozoe, M., Kamiya, K., Matsumoto, S., & Morimoto, T. (2023). Association between skeletal muscle mass index and falls in patients with functional impairment. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 102*(10), 913-918.
- Arnold, A. S., Thelen, D. G., Schwartz, M. H., Anderson, F. C., & Delp, S. L. (2007). Muscular coordination of knee motion during the terminal-swing phase of normal gait. *Journal of Biomechanics, 40*(15), 3314-3324.
- Astephen, J. L., Deluzio, K. J., Caldwell, G. E., & Dunbar, M. J. (2008). Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. *Journal of Orthopaedic Research, 26*(3), 332-341.
- Browne, M. G., & Franz, J. R. (2017). The independent effects of speed and propulsive force on joint power generation in walking. *Journal of Biomechanics, 55*, 48-55.
- Brunner, R., & Rutz, E. (2013). Biomechanics and muscle function during gait. *Journal of Children's Orthopaedics, 7*(5), 367-371.
- Butler, R. J., Minick, K. L., Ferber, R., & Underwood, F. (2009). Gait mechanics after ACL reconstruction: Implications for the early onset of knee osteoarthritis. *British Journal of Sports Medicine, 43*(5), 366-370.
- Chen, L., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T., Chou, M., Iijima, K., ... & Kim, S. (2020). Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Directors Association, 21*(3), 300-307.
- Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *The Lancet, 393*(10191), 2636-2646.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyere, O., Cederholm, T., ... & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing, 48*(1), 16-31.
- Dodds, R. M., Roberts, H. C., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2015). The epidemiology of sarcopenia. *Journal of Clinical Densitometry, 18*(4), 461-466.
- Fan, Y., Zhang, B., Huang, G., Zhang, G., Ding, Z., Li, Z., ... & Fan, Y. (2022). Sarcopenia: Body composition and gait analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience, 14*, 909551.
- Franz, J. R. (2016). The age-associated reduction in propulsive power generation in walking. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 44*(4), 129-136.
- Freisinger, G. M., Hutter, E. E., Lewis, J., Granger, J. F., Glassman, A. H., Beal, M. D., ... & Chaudhari, A. M. (2017). Relationships between varus-valgus laxity of the severely osteoarthritic knee and gait, instability, clinical performance, and function. *Journal of Orthopaedic Research, 35*(8), 1644-1652.
- Goldberg, E. J., & Neptune, R. R. (2007). Compensatory strategies during normal walking in response to muscle weakness and increased hip joint stiffness. *Gait & Posture, 25*(3), 360-367.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., ... & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 61*(10), 1059-1064.
- Gottschall, J. S., & Kram, R. (2003). Energy cost and muscular activity required for propulsion during walking. *Journal of Applied Physiology, 94*(5), 1766-1772.
- Guadagnin, E. C., Priario, L. A., Carpes, F. P., & Vaz, M. A. (2019). Correlation between lower limb isometric strength and muscle structure with normal and challenged gait performance in older adults. *Gait & Posture, 73*, 101-107.
- Jacquelin Perry, M. (2010). *Gait analysis: Normal and pathological function*. New Jersey: SLACK.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology, 89*, 81-88.
- Jonkers, I., Stewart, C., & Spaepen, A. (2003). The complementary role of the plantarflexors, hamstrings and gluteus maximus in the control of stance limb stability during gait. *Gait & Posture, 17*(3), 264-272.
- Kim, D., & Oh, K. (2024). Prevalence of Sarcopenia in the Republic of Korea. *Public Health Weekly Report, 17*(24): 1055-1067.
- Kim, J., Bae, M., Lee, K. B., & Hong, S. G. (2021). Identification of patients with sarcopenia using gait parameters based on inertial sensors. *Sensors, 21*(5), 1786.
- Kim, M. H. (2021). Diet and Metabolic Disease Risk Related to Sarcopenia in Pre- and Postmenopausal Adult Women: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2009-2011). *Journal of the Korean Society of Food Culture, 36*(4), 401-411.
- Kim, T. N., & Choi, K. M. (2013). Sarcopenia: Definition, epidemiology, and pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism, 20*(1), 1-10.
- Kulmala, J., Äyrämö, S., & Avela, J. (2013). Knee extensor and flexor dominant gait patterns increase the knee frontal plane moment during walking. *Journal of Orthopaedic Research, 31*(7), 1013-1019.
- Lee, H., & Kim, B. (2020). Convergence factors affecting sarcopenia in middle-aged and older women in Korea: A cross sectional study by using 5 th KNHANES. *Journal of the Korea Convergence Society, 11*(11), 405-416.

- Liao, T., Samaan, M. A., Popovic, T., Neumann, J., Zhang, A. L., Link, T. M., & Souza, R. B. (2019).** Abnormal joint loading during gait in persons with hip osteoarthritis is associated with symptoms and cartilage lesions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(12), 917-924.
- Marriott, K. A., Birmingham, T. B., Leitch, K. M., Pinto, R., & Giffin, J. R. (2019).** Strong independent associations between gait biomechanics and pain in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*, 94, 123-129.
- Mori, K., Murata, S., Goda, A., Kikuchi, Y., Shiraiwa, K., Horie, J., & Nakano, H. (2022).** Gait characteristics of dynapenia, sarcopenia, and presarcopenia in community-dwelling Japanese older women: A cross-sectional study. *Healthcare*, 10(10) 1905.
- Muehlbauer, T., Granacher, U., Borde, R., & Hortobagyi, T. (2017).** Non-discriminant relationships between leg muscle strength, mass and gait performance in healthy young and old adults. *Gerontology*, 64(1), 11-18.
- Neumann, D. A. (2002).** Kinesiology of the musculoskeletal system. *Foundations for Physical Rehabilitation*, 251-310.
- Park, H. M. (2018).** Current status of sarcopenia in Korea: A focus on Korean geripausal women. *Annals of Geriatric Medicine and Research*, 22(2), 52.
- Park, S. K. (2011).** The relationship between lower extremity muscle strength and gait kinematics in middle-aged and elderly females. *The Official Journal of the Korean Academy of Kinesiology*, 13(3), 63-71.
- Rinaldi, V. G., Prill, R., Jahnke, S., Zaffagnini, S., & Becker, R. (2022).** The influence of gluteal muscle strength deficits on dynamic knee valgus: A scoping review. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 9(1), 81.
- Rudolph, K. S., Schmitt, L. C., & Lewek, M. D. (2007).** Age-related changes in strength, joint laxity, and walking patterns: Are they related to knee osteoarthritis?. *Physical Therapy*, 87(11), 1422-1432.
- Shen, Y., Shi, Q., Nong, K., Li, S., Yue, J., Huang, J., & Hao, Q. (2023).** Exercise for sarcopenia in older people: A systematic review and network meta analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 14(3), 1199-1211.
- Stotz, A., Hamacher, D., & Zech, A. (2023).** Relationship between muscle strength and gait parameters in healthy older women and men. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(7), 5362.
- Van der Krogt, M. M., Delp, S. L., & Schwartz, M. H. (2012).** How robust is human gait to muscle weakness?. *Gait & Posture*, 36(1), 113-119.
- Verdijk, L. B., Snijders, T., Beelen, M., Savelberg, H. H., Meijer, K., Kuipers, H., & Van Loon, L. J. (2010).** Characteristics of muscle fiber type are predictive of skeletal muscle mass and strength in elderly men. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2069-2075.
- Vicon®. (2002).** Plug-in-gait modelling instructions. *Vicon Manual*, Vicon 612 Motion Systems.
- Winter, D. A. (1991).** *Biomechanics and motor control of human gait: Normal, elderly and pathological* (2nd ed.).
- Won, C. W. (2020).** Diagnosis of sarcopenia in primary health care. *Journal of the Korean Medical Association*, 63(10), 633-641.
- Woo, N., & Kim, S. H. (2014).** Sarcopenia influences fall-related injuries in community-dwelling older adults. *Geriatric Nursing*, 35(4), 279-282.
- Yang, L., Smith, L., & Hamer, M. (2019).** Gender-specific risk factors for incident sarcopenia: 8-year follow-up of the English longitudinal study of ageing. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 73(1), 86-88.
- Yasuda, T. (2022).** Selected methods of resistance training for prevention and treatment of sarcopenia. *Cells*, 11(9), 1389.
- Yoshimura, Y., Wakabayashi, H., Yamada, M., Kim, H., Harada, A., & Arai, H. (2017).** Interventions for treating sarcopenia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(6), 553. e1-553. e16.

중년여성의 보행 시 정상 집단과 전단계 근감소증 집단의 보행 특성과 하지 관절의 운동역학적 변인 비교

이재우¹, 권문석²

¹건국대학교 학술연구교수

²건국대학교 교수

[목적] 보행 시 정상 중년여성 그룹과 전단계 근감소증 중년여성 그룹 간의 시·공간적 보행 변인과 하지 관절의 운동역학적 변인들을 비교 분석하는데 있다.

[방법] 중년여성 24명이 참여하였으며, 사지 골격량 지표(Appendicular Lean Mass Index, ALMI)를 기준으로 정상 집단(12명), 전단계 근감소증 집단(12명)으로 분류하였다. 각 집단은 보행 시 시·공간적 보행 변인과 발목, 무릎, 엉덩 관절의 방향별 최대 모멘트와 순 관절 파워를 산출하였다. 산출된 값은 IBM SPSS 27.0 소프트웨어를 이용하여 독립 표본 t 검정을 실시하여 집단 간 비교하였다.

[결과] 보행 시 정상 집단과 전단계 근감소증 집단 간에 시·공간적 보행 변인은 통계적으로 차이가 없었다. 보행 시 충격 흡수 구간에서 전단계 근감소증 집단이 정상 집단보다 무릎 관절의 최대 외전 모멘트, 최대 내회전 모멘트와 엉덩 관절의 최대 외회전 모멘트가 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 보행 시 충격 흡수 구간에서 전단계 근감소증 집단이 정상 집단보다 무릎 관절의 최대 순 파워가 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 보행 시 추진 구간에서 정상 집단이 전단계 근감소증 집단보다 발목 관절의 최대 순 파워가 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

[결론] 전단계 근감소증 중년여성은 보행 시 무릎 관절의 부하가 높고, 발목 관절의 추진력이 낮으므로 하지 근력 향상을 위한 트레이닝이 필요하다.

주요어

중년여성, 보행, 전단계 근감소증, 근감소증