

바른 걸기를 위한 코어와 관절의 움직임 조절 원리

* 박철희

목차	Abstract
	I. 서론
	II. 보행의 기능
	III. 보행 증진을 위한 움직임조절 원리
	1. 운동감각 인지
	2. 3개의 코어안정화
	3. 최적의 관절중심화
	IV. 결론
	참고문헌

* 대구가톨릭대학교 생활체육학과 특임교수

논문투고일 : 2023.07.24

논문심사일 : 2023.08.10

게재확정일 : 2023.09.10

Core and joint movement control principles for proper walking

Park, Cheol-hee · Daegu Catholic University

In this study, we tried to identify the principles of body movement control to improve gait based on the consideration of gait through previous studies such as functional anatomy and alternative body control exercise methods useful for the management of functional disorders. The principles of body movement control required for gait enhancement identified through this study are: first, improvement of kinesthetic perception; second, trunk stabilization and IAP control through spinal alignment and deep local core activation to secure the trunk core; third, deep cervical flexor muscle activation (cervical spine core) for central spine control; fourth, foot core muscle activation to form a normal arch of the foot; fifth, optimal joint centering through hip stabilization muscle activation. The principle of body control movement presented in this study is expected to have a positive impact if applied to a new gait pattern that can have a key impact on vitality and health of life and an exercise program to improve gait, escaping from the familiar gait pattern of lack of movement, inefficient posture, and non-functional movement pattern.

<key words> gait, posture, kinesthetic, core, movement, control

<주요어> 보행, 자세, 운동감각, 코어, 움직임, 조절

인간의 걷는 모습은 유전적 요인에 의한 신체조건이나 후천적 생활환경에 따른 움직임 패턴에 따라 성장을 거듭하고 그에 따른 학습된 행동 방법은 개개인에 따라서 크게 다르게 나타난다. 습관적 자세와 움직임 패턴은 보행에 영향을 미치고 신경근 조절 및 협응의 부족은 비효율적인 보행으로 근골격계 손상을 초래할 수 있다.

보행은 가장 보편적인 인간의 움직임 패턴으로서 안정성이 유지된 자세에서 하지의 반복진행으로 앞으로 움직이는 것을 말하며 어린아이부터 노인까지 매우 다양한 형태로 나타난다. 조우형 외(2017)는 보행은 하지의 여러 관절에서 잘 조화된 역학운동이 동시다발적으로 일어나 몸의 중심을 완만하게 전환하는 복잡한 과정으로서 입각기와 유각기를 교대로 하는 양 하지의 신체를 한 지점에서 다른 지점으로 옮겨가는 행위라고 하였으며, 이때 “신경근 조절 및 상호 협응 작용을 통해 다양한 신체조직의 복합적인 움직임이 수반된다”(Perry., 1992, 노창균, 박법진, 문병섭, 2015: 350에서 재인용).

특히 좌식 생활 방식은 보행 부족과 깊은 연관성이 있으며 이는 신체질환의 위험과 그 진행에 있어서 점점 더 중요한 공중보건 문제로 대두되었다. “좌식생활은 앉거나, 기대거나, 누워있는 자세에서 ≤ 1.5 METs의 에너지 소비를 특징으로 하는 모든 행동으로 정의된다”(Tremblay, M. S., et al, 2017:75). 좌식 생활과 직접적으로 연관된 움직임과 운동 부족이 질병을 유발하며, 근골격계 질환 및 통증 증후군 또한 지속적인 자세가 움직임기능 및 운동장애를 발생시키는 원인이 된다. 지속적인 자세는 고정된 자세이거나 움직임이 제한된 자세로 규정할 수 있으며, 이는 움직임 기능 장애와 보행능력의 저하로 이어질 수 있다.

“규칙적인 신체활동의 건강상 이점이 잘 알려져 있음에도 불구하고 세계적으로 확산된 신체활동 부족은 조기 사망의 4대 원인 중 하나로 여겨지고 있다” ACSM(2022:7)고 하였다. 또한 ACSM(2022)은 신체활동의 최소기준 충족을 위한 건강이득을 얻는데 합당한 하루목표 걸음수를 7,000~8,000보로 규정하였으며, 중강도의 활기차게 걷기(brisk walking: 3METs/ >100 step/min)를 한다면 하루에 최소 3,000보에 해당하는 걸음수를 제시하고 있다. 그러나 현대인들의 좌식생활로 인한 신체활동량의 부족은 운동감각인지능력의 상실과 움직임 조절기전의 부전으로 인해 움직임기능장애로 이어져 ACSM이 권고하는 기준에 미치지 못하고 있는 실정이다.

신체활동량의 증진을 위해 그동안 선행되었던 보행능력 개선 신체훈련 프로그램의 대부분은 고령자들의 손상과 재활에 초점이 맞추어진 의학적 접근이나 체력 훈련의 관점에서 제시되어 있다. 그러나 보행은 일상에서의 움직임 기능장애, 비기능적 자세와 비효율적인 움직임 패턴과 직접적으로 연관되어 있다는 점에서 습관 개선을 위한 움직임 조절학습의 대상이 된다. 그러므로 보행 증진을 위해서는 움직임 기능저하의 원인을 운동감각인지를 바탕으로 한 움직임 조절관점에서 접근하여 신체 움직임 조절 학습을 통한 기능 회복 후 보행과 같은 복합적 움직임이 가능하게 해야 한다.

이에 본 연구에서는 보행의 기능에 대한 고찰을 근거로 보행 증진을 위해 움직임 기능향상을 전제로 하는 신체 움직임 조절 원리를 제시하고자 한다. 움직임 조절은 일상에서의 보행적 기능을 향상 시킬 뿐만 아니라 중력과 맞서는 다양한 신체퍼포먼스 향상에도 영향을 미친다.

특히 무용은 신체를 도구로 표현하는 예술행위로 원활한 신체의 해부학적 기능은 자유로운 움직임 허용과 더불어 창조적인 퍼포먼스가 가능해진다. 즉 코어와 관절의 안정화는 완성도 높은 무용동작 수행의 기초가 될 수 있다.

II 보행의 기능

오늘날 현대인들은 유아기에서 성인기로 성장하는 동안 주변의 다양한 요구와 환경에 적응하면서 보행을 포함한 신체활동의 저하가 이어지고 있다. 유아기의 기초적인 패턴에서 성인기 기본 패턴으로의 연결은 대부분 자연스럽게 않다. 이런 과정에서 나타나는 고정된 자세와 잘못된 형성된 관절 정렬 상태에서의 반복적인 움직임은 신체 조직의 특성들을 변화시키고 자연스러운 인간의 움직임 패턴을 비효율성을 발생시키며 불편함과 과부하에 따른 근골격계의 기능부전 및 통증을 야기하게 된다. 이는 점차적으로 보행기능의 저하로 이어진다.

최근에 유행하는 맨발걷기를 포함한 걷기 운동은 건강유지 및 질병예방을 위한 능동적 운동방법으로 알려져 있다. 또한 보행기능을 측정함으로써 개인의 현재 건강 상태를 확인하고 미래의 건강을 예측할 수 있다.

Burnfield, P.(2010)는 “보행을 하는 동안에 신체는 전달과 이동의 두 단위로 나뉜다”라고 하였으며 신체의 기본적인 관점을 패신저passenger인 승객(상반신과 골반)

과 로코모터(locomoter)인 기관차(골반과 하반신)의 2가지 기능적 단위(Unit)로 규정하였다. 전달의 단위인 목과 몸통의 근육 활동은 정상적인 보행을 하는 동안 척추의 중간부위에 정렬되어 최소한의 움직임만이 일어난다. 보행은 척추의 정렬, 체간의 안정성을 토대로 상체의 회전운동에서 하지 근력의 협응력을 바탕으로 한 고관절과 발목관절의 가동성으로 추진하는 로코모터 즉, 하지의 직선 움직임이다.

보행의 5가지 주요 기능은 첫째, 반경성의 다리 유지를 통해 머리, 팔, 몸통의 지지를 돕는 것, 둘째, 기립자세와 균형 유지, 셋째, 원심성 수축을 통해 발이 장애물에 걸리지 않고 뒤꿈치나 발가락이 부드럽게 지면에 닿을 수 있도록 조절하는 것 넷째, 구심성 수축을 통해 걸음의 시작, 유지, 그리고 필요한 경우 앞쪽으로의 속도를 증가시키는데 필요한 역학적 에너지 생성, 다섯째, 근육의 원심성 수축을 통해 충격 흡수와 안정성을 제공하고 앞쪽으로의 속도 감속이다(Winter, D. A., 1989, Magee, D. J., 2014, 대한정형도수치료학회 역, 2014:1015에서 재인용).

보행을 위한 전달 단위인 상체의 안정성과 이동 시스템인 하지 전달력의 조절은 중력에 효율적으로 저항하며 넘어지지 않고 추진할 수 있는 균형 유지에 달려있다. 균형을 유지하는 능력에는 고정된 바닥에서 신체의 자세를 일정하게 유지하는 정적 균형능력과 움직이는 동안 넘어지지 않고 자세를 유지하는 동적 균형능력이 있다. 그 중에서 정적인 균형 유지 능력은 일상생활 동작과 보행을 포함하는 동적 균형 유지의 전제조건이다. 정적 균형을 유지하는 능력은 근육의 활용 즉, 근력과 협응에 대한 운동감각인지 능력을 향상시키는 과정으로 보행과 같은 일상생활에서 동적 균형 능력이 요구되는 행위에서의 필수적인 요인이다.

정적 균형의 요소는 머리와 경추부의 정렬, 경추, 흉추, 요추를 포함하는 척추 정렬과 요추와 골반의 정렬, 어깨의 수평 정렬, 고관절-무릎-발로 이어지는 하지의 수직 정렬로 나누어 볼 수 있다. 척추의 정렬은 체간의 안정성을 필요로 하며 이는 심부근소코어근육들의 협응다.

복강내압(IAP; Intra Abdominal Pressure)의 조절과 척추의 정렬은 체간의 안정성을 유지하며 체간 안정성은 선 자세나 보행 시 머리를 중립 위치에 두게 하는 중요한 기전이다. 머리는 척추의 최상부인 후두-환추(Occiput-Atlas) 관절에 놓여서 목에 압박을 최소로 가하면서도 여러 방향으로 자유롭게 움직일 수 있어야 한다. 머리 움직임이 제한되면 신체 다른 부위에도 긴장이 전이된다. 신체조절 운동요법의 한 형태인 알렉산더 테크닉(AT; Alexander Technique)에서는 이를 ‘중추 조절; Primary control’ 이라고 한다.

움직임 부족과 잘못된 자세 습관에서 기인된 긴장된 근육들 특히, 목 주변 근육들의 긴장은 중추 조절을 방해하고 신체 전반의 균형을 무너뜨려 보행을 방해할 수 있다. 동적 균형능력은 보행 안정성과 관련이 있다. McGill, S.(2016)은 척추는 유연하면서 움직임을 가능케 하는 아름다운 구조물이지만 이를 위해서 하중이 주어졌을 때 단단하며 안정성을 갖추게끔 하는 3차원적 팽팽한 와이어 시스템을 필요로 한다고 하였다. 와이어시스템은 Porterfield, J. A. & Derosa, C.(1998)에 의해 제안된 대요근(Psoas major)과 심부 척추기립근(Deep erector spinae)으로 구성된 ‘기둥지지줄 효과(Guy wire effects)’의 개념과 일치한다. 기둥지지줄 효과는 요추와 골반의 이상적인 전만 경사 각도를 형성함으로써 요추와 골반에 안정성을 부여한다. 이러한 안정화를 통해 몸통의 안정적 기반을 마련함으로써 척추안정화기전과 함께 보행에서의 고관절가동성의 기반이 된다.

머리의 위치, 척추의 정렬, 체간의 안정성, 특히 요골반부의 안정적 구조는 패신저의 이상적인 역할을 수행하는 데 필수적인 요소이다. 패신저의 안정성과 아울러 보행을 위한 로코모터의 추진 역할을 담당하는 주요 관절은 고관절이다.

고관절의 역할은 똑바로 선 자세 또는 걷고, 달리고, 계단을 오르는 것과 같은 역동적인 체중 부하 동작에서 머리, 팔, 몸통의 무게를 지지하고 다리와 골반 사이에 힘의 이동경로를 제공하는 것이다. 후천적인 자세나 비정상적인 움직임 습관으로 인해 고관절 주변 근육들의 길이-장력 특성의 변화나 비활성화가 나타나게 된다. 고관절 근육의 장력 변화와 비활성화에 따른 고관절의 움직임 결여에 대한 가장 흔한 보상 부위는 천장관절과 요추, 무릎 관절이다.

고관절의 움직임 결여는 골반과 허리, 무릎에 비정상적인 움직임을 가중시켜 보행에 효율성을 저하시킬 수 있으며 보행을 하는 동안 고관절 주변 근육은 보행의 속도와 안정성에 부정적 영향을 미치게 된다. 특히 고관절의 가동성 저하는 발목 관절의 정상적인 기능을 방해 하게 된다. 발목관절의 가동성 또한 보행을 위한 필수 요건이다. 발목주변근육의 손상이나 기능장애로 인한 발의 경직으로 인해 보행 중 배측굴곡(Dorsi flexion)이 일어나지 않으면 장기적으로 무릎의 과도한 신전이나 고관절 외측 회전과 같은 보상 운동이 나타나며 이는 정상 보행을 방해하며 보행을 효율성을 떨어뜨림과 동시에 무릎통증을 야기할 수도 있다. “발의 경직으로 회외(Supination)된 발의 경우 입각기에서 적절하게 회내(Pronation)가 되지 않아 요추에 압박력을 증가시킬 수 있다”(Brody, L. T., Hall, C. M., 1999, 김태운 외 역, 2003:373). 요추의 압박력과 함께 요추 주변 근육의 긴장으로 인한 척추의 부정렬과 어깨와 목 부위의 근 긴장도 또한 연쇄적으로 증가하게 되어 정상보행을 위한 패신저의 역할을 약화시킨다.

이와 같이 고관절과 발목관절의 적절한 안정성과 가동성 결여는 정상 보행의 심각한 방해 요인이다.

보행은 인간이 수행하는 기본적인 움직임 패턴이며 이는 유아기의 원초적 움직임 패턴의 학습에서 성인기로의 기초적인 패턴으로 연결된 학습의 결과이다. 현대인들의 신체활동 부족은 움직임 기능저하와 정상적인 움직임 패턴을 방해하고 이는 보행을 어렵게 만들거나 잘못된 보행을 통해 근골격계 손상을 가중시키게 된다. 정상적인 보행의 유지 및 증진을 위해서는 움직임 기능향상이 우선되어야 하며 움직임 기능의 향상은 운동감각의 회복을 전제로 신체 조절 움직임의 원리에 입각하여 선행되어야 할 것이다.

Ⅲ 보행 증진을 위한 움직임조절 원리

1. 운동감각 인지

인간은 ‘몸’에게 서는 법, 움직이는 법, 또는 호흡하는 법을 가르칠 필요가 없다. 단지 유아기의 원초적 패턴이 성인기 자연스러운 기초 패턴으로의 연결됨에 몸이 지닌 가능성을 방해하지만 않으면 된다. 이 과정에서 핵심 요소는 인지와 신체 움직임에 주의 깊게 집중하려는 태도이다. 인간은 움직임을 통하여 입력된 감각 운동정보를 뇌가 통합하여 근육을 통한 적절한 운동 명령을 통해 삶에 적응할 수 있는 움직임을 정교하게 다듬어 나간다. 즉, “생존을 위해 인간의 중추신경계통은 시각, 고유 감각, 그리고 알뜰감각으로부터의 입력정보를 통합하여 적절한 운동 작용들을 발생 시켜야한다”(Neumann, D. A., 2017, 채윤원 외 역, 2018:714). 근육은 움직임을 통한 고유 감각 수용기로부터 수집된 정보들에 근거한 신경계를 통해 움직인다. 고유 감각 수용기에 의해 일어나는 근육에서부터 신경계까지의 지속적인 피드백은 몸의 순간적인 움직임과 근육 변화와 길이를 감지하는 근방추(Muscle spindle)와 근육에서 형성되는 장력을 감지하는 골지건 기관(Golgi tendon organ)에서 전달되는 정보를 포함한다.

효율적인 기립자세의 유지와 보행이 가능하기 위해 인체의 주요 핵심 영역인 머리-목이 만나는 부위와 인체 중심영역인 요추-천골관절부위, 지면의 정보를 수용하는 발바닥에는 공간상의 신체 정보 및 움직임조절의 피드백을 위한 수많은 고유수용감각 수용기가 다른 부위보다 상대적으로 많이 분포되어 있다.

머리와 목을 연결되는 위치는 정교한 움직임을 위해 고유수용감각을 제공하는 역할을 하는 여러 근육들이 존재하고 있다. 현대인의 좌식생활은 머리와 목 그리고 어깨 주변의 표면근육을 지나치게 긴장시키며 머리가 앞으로 향하는 머리전방전위 자세(FHP: Forward Head Posture)를 주로 나타나게 한다. 이러한 자세는 뒤희 하후두근(Suboccipital)근 등이 단축되게 되며 움직임이 제한됨으로 인해 고유수용기를 통한 근육정보를 전달하지 못하게 된다. 이는 목과 어깨주변근육의 조절력을 저하시키며 긴장을 유발시키게 되고 머리의 자유로운 움직임을 방해하게 되는 원인이 된다. 심부 경추 굴곡근(Deep neck flexor)은 머리와 목을 안정화시키기 위한 근육으로 목 위에서 잘 발달되고 통합된 머리 조절을 통해 머리를 선택적으로 움직이고 방향을 잡게 한다. 상부 경추의 섬유조직과 근육의 고유수용감각을 통한 머리의 위치와 조절은 몸 전체를 통한 자세 긴장도에 영향을 주게 된다.

좌식생활을 영위하는 대부분은 현대인들은 시선에 따른 머리 위치의 고정으로 인해 안정화 근육들의 기능이 억제되어 있으며, 이들 근육의 억제는 고유수용감각이 제공하는 근육과 주변 섬유조직의 정보들이 뇌로 들어가지 않게 됨으로써 뇌의 정보 통합과 움직임 조절에 장애가 발생한다. 기능장애 발생으로 인해 손상된 머리와 목 부위의 안정성을 돕기 위해 하후두근(Suboccipital), 견갑거근(Levator scapula), 사각근(Scalenus), 그리고 흉쇄유돌근(SCM)들의 운동성 근육의 요구가 증가하게 되며 목과 어깨 부위의 긴장도가 증가하게 됨으로써 머리전방전위자세가 야기된다. 이런 자세결함에서 벗어나기 위한 기초적인 기능회복관점의 핵심은 심부경추굴곡근의 운동감각 활성화이다. 심부경추굴곡근의 고유수용감각수용기의 활성화 전략의 핵심은 느린 속도의 움직임을 통한 근육자극이다. 심부경추굴곡근이 활성화된 경추 위에 위치한 머리 즉, 중추조절은 보행을 위한 패신저 단위의 기본적인 요건이다.

건강한 발은 서있거나 보행 시 이상적인 균형을 위해 신체의 무게중심이 적절히 위치하도록 발아래 상태에 대한 지면 정보를 이미지로 뇌에 제공한다. 하지만 발이 뻣뻣하고 경직되면 무게중심을 제대로 잡지 못하게 되고 그로인해 운동성이 부족해진다. 이는 발의 고유감각수용기를 통한 감각정보 입력 부족에서 기인된 결과이다.

아울러 “발의 일부분이 둔감해지면 체중을 둔감해진 부위에서 민감한 쪽으로 옮기기 위해 걸음패턴이 달라지며 전체적으로 발이 둔하게 되면 다리근육이 상대적으로 많이 사용하게 된다. 신발을 신으면 발바닥의 감각적 피드백은 제대로 기능하지 못하게 된다”(Howell, D., 2010, 성기홍 역, 2011:76). 이와 같이 신발의 사용으로 인한 감각정보의 제한된 입력이 발의 움직임 기능을 제한하여 보상적 움직임을 발생시키듯이 현대인들의 좌식생활과 같은 제한된 움직임은 엉덩이 근육과 고관절 주변의 고유 감각 수용기들이 충분한 자극을 받지 못해 점차 움직임을 통제하는 능력을 잃게

된다. 이러한 상태를 헬튼크라이스에서 소마틱스를 발전시킨 Hanna, T.는 ‘감각운동기억상실증(SMA: Sensory Motor Amnesia)’이라고 하였다. SMA는 특정한 근육을 어떻게 느끼고 어떻게 움직여야 할지에 대한 통제력을 잃은 상태이다. 이는 보행에도 영향을 미치게 된다. 발의 고유수용감각은 무릎과 고관절의 정상적인 근육 간 협응 움직임을 발생하게 된다.

움직임을 발생하는 중요한 정보는 운동감각이다. 운동감각은 ‘움직임을 인지’하는 감각이다. 아이가 감각을 통해 움직임을 배우듯이 운동을 통해 외형을 단련시키는 것보다 고유수용감각을 계발해야 더 나은 움직임이 가능해지며 시간과 공간 속에서 신체를 적응시키고 구조화하는 능력을 증진시키게 된다. 아무리 단순한 움직임과 운동, 춤, 요가 동작이라 해도 감각인지가 동원되지 않으면 부상의 위험이 있을 수 있다. 신체 움직임조절의 핵심 원리는 자기신체 움직임을 통한 운동감각인지를 바탕으로 한다.

오랜 시간 누적되어 온 잘못된 근육사용패턴의 습관으로 인해 형성된 저조한 운동감각에서 비롯된 비효율적인 움직임은 신체기능의 저하를 야기하여 보행과 같은 움직임의 효율성을 떨어뜨린다. 이는 움직임과 운동부족으로 심폐기능과 근기능 저하, 관절의 유연성 저하 등으로 이어지며 특히 적절한 체력을 기반으로 하는 무용 전공자들이 움직임 조절의 학습단계를 거치지 않고 결여된 운동감각으로 훈련을 이어가게 된다면 자기신체 표현력의 제한과 아울러 근골격계 손상이 발생하게 될 것이다.

2. 3개의 코어안정화

보행을 위한 사지의 최적 협응력을 위해서는 그 기본 토대로써 척추의 안정성과 협응력과 정렬이 필요하다. 보행은 60%의 입각기와 40%의 유각기로 나누어지며, 입각기는 한발의 좁은 기저면에 체중이 지지하는 상태로 체간의 안정성이 결여될 경우 낙상 및 하지 병변을 일으킬 가능성이 높다. 체간의 안정성은 척추의 정렬과 복강내압, 기둥지지줄 효과로 인한 요-골반 복합체의 안정화의 요구를 필요로 한다. 체간의 불안정으로 인해 머리가 안정적인 위치에 있지 않을 경우 목과 어깨 주변 근육은 지나치게 긴장하게 된다.

보행과 같이 사지가 움직이는 동안 사지 근육이 체간에 부착되는 근위부를 적절히 안정화 시킬 수 있도록 몸통 근육에 최적의 등척성수축이 필요하다. 이와 같이 체간의 안정성 확보는 머리의 위치와 사지의 자유로운 움직임의 중요한 요건이다. 호흡은 자세를 지지하고 자세는 호흡을 지지한다. “코어의 조절을 통해 호흡이 무너지기 쉬운 자세를 바로잡고 지속시킬 수 있다”(Key, J., 2018:23). 바른 보행을 위

해서는 체간을 잡아줄 수 있는 횡격막 호흡을 전제로 하며 이러한 호흡을 지속적으로 유지하기 위해서는 활성화된 심부국소코어의 협응이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 3개의 코어 중 핵심 인체 중심코어로 심부국소코어를 제시한다. 심부국소코어는 체간의 안정성을 전면에서 지지하는 횡격막, 복횡근, 골반기저근, 다열근들의 협응으로 형성된다.

심부국소코어의 역할은 IAP(Intra Abdominal Pressure : 복부내강압력)를 통해 사지가 움직이기 전에 척추의 지지와 안정화를 이루는 자동적인 자세 반응유지이다. 횡격막 호흡과 IAP의 조절은 척추의 안정성 기능을 향상시키며 내부 코어가 활성화되어 보행 시 필요한 사지의 움직임에 안정적 기반을 제공하게 된다.

보행 증진을 위해서는 체간의 안정성이 유지되어야 한다. 체간의 안정성은 패신저(승좌)들이 스스로 자세를 유지하는 능력을 증가시킬 뿐만 아니라 로코모터(기관차)의 입각기 안정성과 이동, 충격 완충, 에너지 절약 기능을 증가시켜 효율적이고 경제적인 보행을 가능하게 한다.

기립자세에서 움직임 시 척추의 핵심적인 역할은 중력에 대항하여 몸을 세우고 머리를 지지하고 사지의 활동이 자유로울 수 있도록 안정성을 제공하는 것이다. 만약에 사지의 근육들이 강하고 중심근육들이 약하다면, 효율적인 움직임을 위해 충분한 힘을 발휘하지 못할 것이다. 특히 보행에 있어서 체간의 안정화 근육의 역할은 중요하다. 표 1에서와 같이 체간 안정성을 위한 핵심코어인 심부국소코어와 더불어 머리와 목 부위의 안정화를 위한 서브코어(sub-core)인 경추 코어 또한 정상보행을 위한 중요한 요건이다.

“경추부의 안정화 운동은 경추 표층근육의 과활동성을 감소시키고 심부근의 근력 및 근지구력을 향상시키기 위해 제공된다. 낮은 강도의 경추부 안정화 운동은 경추에 심부 굴곡 근육들의 활동을 증가시키며 표층 근육의 활동은 감소 시킨다”(Jull et al., 2009, 이호중 외, 2019:10에서 재인용). 이는 경추의 안정화 운동은 만성적인 목통증을 감소시키는 효과 뿐 만아니라 머리전방전위자세(FHP)를 위한 효과적인 중재전략이다. 경추 심부 근육의 근력 향상과 가동범위를 향상시키는데 효과가 있다고 볼 수 있다. 알렉산더 테크닉에서는 머리의 중립 위치를 유지하기 위한 ‘머리가 앞과 위로 향한다.’라는 지시어(Direction)를 통해 머리에 대한 운동감각인지를 향상시킴과 함께 경추코어를 활성화 시킨다.

좌식생활은 대부분의 현대인들에게 구부정한 자세를 갖게 하며 이는 흉추의 가동성을 제한함과 동시에 복직근의 길이를 짧아지게 하고 긴장하게 만든다. 흉추의 가동성 제한과 복직근 긴장은 체간의 회전을 방해하게 되면서 체간 회전근육인 복사근의 단축을 야기할 수 있다. 흉추의 가동성 저하는 경추와 요추의 과회전을 유

발할 수 있으며 이로 인해 목과 어깨 주변 근육들의 과긴장으로 인한 통증과 아울러 허리부위의 통증을 유발할 수도 있다. 목과 어깨 주변 근육들의 과긴장은 중추조절을 방해함으로써 보행 시 체간의 긴장을 유발하고 이는 고관절의 가동성을 방해하는 요인으로 작용된다. 따라서 보행 증진은 경추, 몸통, 발을 중심으로 한 3개의 코어가 안정화 되었을 때 가능해지며 그에 대한 세부 내용은 아래의 <표 1>과 같다.

표 1. 보행 증진을 위한 3개의 코어

NO	core		내용
1	경추	경추안정화 (Cervical core Stability)	심부경추굴곡근 경장근(Longus colli) 두장근(Longus capitiis)
2	몸통	체간안정화 (Core stability) & 복강내압조절(IAP)	심부국소코어 형성 횡격막(Diaphragm) 복횡근(Transverse abdominis) 다열근(Multifidus) 골반기저근(Pelvic floor)
3	발	발안정화: (Foot core stability)	정상아치(Arch) 형성 후경골근(Posterior tibialis) 내재근(Intrinsic muscle)

발이 바로서야 척추가 바로 선다. 척추가 바로서야 머리를 중립에 위치하게 할 수 있으며 척추의 바른 정렬을 기반으로 인지, 호흡, 정렬, 중심화를 통한 효율적인 움직임과 보행이 가능하게 된다.

발목의 불안정성은 보행 기능을 저하시키는 중요한 요인이다. 발목과 연결되어 있는 기능부전 요인으로는 발목관절 주변의 고유수용감각의 저하, 근육의 불균형, 발목관절 족저굴곡근들의 원심성 조절능력의 감소 등이 있다. 아울러 발목의 불안정성은 정상보행 시 입각기 초기에 활성화 되는 후부 중둔근(Posterior gluteus medius)의 활성도를 저하시켜 대퇴근막장근(Tensor Fasia Latae; TFL)의 과활성화와 같은 보상기전을 작동시켜 보행패턴에 부정적 영향을 미치게 된다. 후부 중둔근의 비활성화는 오랜 좌식생활과 연관된 후부 중둔근의 운동감각소실과 관련이 있다.

서 있을 때 체중은 발바닥의 세 포인트에 나누어 분산된다. 첫 번째 포인트는 발 뒤꿈치에 있고, 두 번째는 엄지발가락 아래(제1 중족골의 머리부)에 있으며, 세 번째는 새끼발가락 시작 부분(제5 중족골의 머리부)에 있다. 이 세 포인트를 압력 중심 포인트(COP)라고 부르고 이들로 인해 형성되는 아치를 일명 ‘발 코어(Foot core)’라고 부르고자 한다. 발 코어는 발에 있는 작은 근육들로 형성되어 발의 아치를 형성하여 체중이 실릴 때 스프링이 늘어나듯 충격을 흡수하며 보행 시에는 추진력을 만들어준다. 만

약 세 포인트가 무너져 두 곳 혹은 한 곳으로 체중을 싣고 서게 되면 균형을 이루기 어려우며, 상부 근육들이 긴장하면서 직립 상태를 유지하려 하게 된다. 발 코어가 형성하는 아치는 발 기능의 핵심이다. 아치의 주된 역할은 발이 땅에 닿았을 때 충격을 흡수 하며 체중을 분산 시킨다. 또한 아치는 특히 달리기 시 추진력에 도움이 되는 스프링과 같은 역할을 하게 된다. 발 내재근(Intrinsic muscle)과 함께 발아치를 형성하는 후경골근(Posterior tibialis)은 광범위한 부착부위를 가진다. 후경골근은 발 중간부에서의 안쪽 들림을 위한 효과적인 비틀림을 제공하며 보행주기 중 입각기 전체에서 활동하며 다른 뒤집(회외)근들(장무지굴근; Flexor hallucis longus, 장지굴근; Flexor digitorum longus)보다 더 오래 활동하며 발아치의 기능에 중요한 역할을 수행한다. 즉 옆침(Pronation)에 발바닥 안쪽 세로활의 점진적이고 조절된 하강을 보조하게 된다.

〈표 1〉에서와 같이 발아치를 형성하는 주요 근육에는 발바닥 내재근과 후경골근이 있으며 이들이 형성하는 발 코어는 몸통 코어, 경추 코어와 더불어 신체움직임 조절을 위한 또 하나의 서브 코어이다. 3개의 코어는 안정성 근육들로 주로 형성되어있으며 이들 코어의 기능저하는 표면 근육들의 보상 작용으로 인해 관절의 중심화 작용을 방해 하게 된다. 이로 인한 관절의 부정렬은 근긴장의 증가와 함께 움직임의 기능적 효율성저하를 초래하게 된다. 이들 3개의 코어 중 경추의 서브코어와 체간의 핵심코어는 머리와 체간을 포함하는 상체 패신저를 안정되게하기 위함이고 발코어는 안정화된 패신저를 이동시키기 위한 로코모터의 핵심역할을 무릎 및 고관절들과 연계하여 수행한다. 발 코어는 최적의 관절중심화를 위한 전제조건이다.

3. 최적의 관절중심화

인체의 역학사슬은 통합적이고 효율적인 움직임을 만들기 위해 안정화와 분리 작용이 요구되는 관절들이 번갈아가며 쌓여있다. Cook, G.이 처음 제안한 안정성-운동성 모델(The stability-mobility model)은 역학사슬 내 연결고리들의 기능을 설명한다. 이 모델에서 안정성 관절은 발과 무릎, 허리-골반복합체, 견갑흉곽부, 경추이며 가동성 관절은 발목과 고관절, 흉추, 관절와상완관절이다. 효율적인 움직임을 위해서는 최적의 관절중심화를 만들어야 한다. 관절중심화는 관절이 이상적인 상태로 서로 접촉하고 근신경적 조절 역시 역학 사슬 내에서 적절하게 이루고 있는 것을 말한다. 관절중심화의 기본원리는 안정성 관절과 가동성 관절의 조합으로 이루어지므로 관절은 움직일 때 한 부분은 안정화되고 다른 부분은 가동되어야 한다.

보행 시 고관절은 대표적인 가동성 관절이다. 이상적인 고관절의 정렬을 유지하는 대표적인 근육은 장요근(Iliopsoas)과 대둔근(Gluteus maximus), 중둔근(Gluteus medius)이다. 이 근육들은 고관절의 안정화 근육이면서 근섬유의 부착 위치에 따라

가동성 역할을 수행하기도 한다.

Key, J.(2013)는 근육계를 안쪽튜브가 바깥쪽의 슬링을 지지하는 형태로 구성된 것으로 보았다. 이는 심부 근육은 안정성 근육으로 지지자의 역할을 수행하고 표층 근육은 운동성 근육이며 긴장을 유발하는 근육으로, 심부 근육은 조절을 위한 기초를 제공하고, 표층이 비계와 유사하다고 할 수 있다.

척주의 이상적 정렬을 통한 관절중심화는 안쪽의 안정성인 복강내압을 형성하는 심부국소코어 근육들의 협응력과 바깥쪽의 표현성인 척추-골반안정성을 기반으로 이루어진다. 경추와 머리의 이상적인 정렬은 심부경추 굴곡근과 경추 표면 근육사이의 굴곡근과 신전근 사이의 균형 조절에서 이루어진다. 경추를 포함한 척추와 골반의 안정성을 기반으로 한 머리의 안정적인 위치는 자세 유지와 이동에 있어 매우 중요한 요소이다.

Sahrmann, S. A.(2002)은 고관절에서 발생하는 대부분의 증후군들은 고관절 안정화 근육 즉, 관골구내의 대퇴골의 정렬과 움직임을 조절하는 대퇴골 근위 쪽 가까이 부착된 근육들의 손상 때문에 일어난다고 하였다. 척추에서 흉추의 가동성 제한은 이웃하고 있는 경추와 요추의 보상적 움직임을 야기한다. 고관절 또한 부정렬 등의 원인으로 인한 뻣뻣함으로 인해 가동성이 제한되면 이웃하고 있는 요추와 무릎관절에서 보상적 움직임을 발생시키게 된다.

고관절의 가동성 제한은 보행 시 무릎관절과 허리주변근육의 과사용으로 인해 비효율적 움직임과 보행 이상을 초래 하게 된다. 고관절을 형성하며 대퇴부 근위부에 위치한 근육에는 장요근, 대둔근, 중둔근, 심부고관절회전근들이 있다. 이 근육들의 안정성 역할을 위한 운동감각인지기반 조절 훈련은 보상 근육들의 과 활동성으로 인한 관절 손상을 방어할 수 있다.

장요근(Iliopsoas)은 보행 시 고관절이 굴곡하는 유각기 초기에 활동적이다. 장요근의 불균형과 같은 원인에 의한 고관절과 요부골반부의 부정렬과 운동패턴의 변화는 고관절과 요부골반 부위의 관절중심화 결여와 조절력부족으로 근육 손상과 그에 따른 여러 질환의 원인이 된다. 장요근의 활성화를 위한 움직임조절 훈련과 고관절 굴곡패턴의 움직임 조절을 통한 점진적인 재교육 운동은 정상적인 고관절 굴곡패턴형성과 짝힘(Couple force)에 장요근 참여를 증진시킬 수 있다. 지나친 장요근의 장력발생은 요추에 전방전단력과 압박을 제공하고 요천추부 각도에 부정적 영향을 끼친다. 장요근 중 대요근은 기둥지지줄효과를 통해 심부기립근과 함께 요골반부의 안정성에 기여하고 장골근은 고관절 굴곡의 초기에 활성화되는 근육이다. 대요근과 장골근이 합쳐진 장요근은 고관절에 작용하는 대표적인 앞쪽근육이다.

고관절에 작용하는 뒤쪽근육인 대둔근(Gluteus maximus)과 중둔근(Gluteus me-

dus)의 약화는 고관절의 외전(Abduction)과 외회전(External rotation)의 감소로 이어져 비정상적인 하지정렬을 초래 하게 되고 잘못된 하지의 정렬은 결국 발목관절의 비정상적인 배열과 불안정으로 인해 보행과 같은 일상생활동작에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

보행 시 대둔근은 고관절의 신전과 외회전을 가속시키기 위해 구심성 수축을 하며 고관절 굴곡과 내회전을 감속시키는 원심성 수축을 한다. 또한 대둔근은 경골의 내회전을 감속시키기 위해 장경인대(IT-band)를 통해 작용을 한다. 중간 입각기에서 대둔근은 반대쪽 광배근(Latissimus dorsi)과 협력하여 흉요근막(Thoracolumbar fascia)의 장력을 증가시켜 천장관절(Sacroiliac joint)에 안정성을 제공하게 되고 반대편의 광배근과 후방사선사슬(Posterior oblique chain)을 형성하게 된다.

중둔근의 후방섬유는 대둔근과 함께 작동하고 이 두 근육은 특히 보행주기가 시작될 때 엉덩이, 무릎 및 하지의 정렬을 돕는 엉덩이의 외회전을 조절한다. 보행주기 동안 중둔근의 약화가 있으면 반대쪽 골반이 측면으로 기울어지는 트렌들렌버그 패턴(Trendelenburg pattern)이 나타나 몸통 전체를 지나치게 약한 고관절로 과도하게 이동시키게 된다. 류정무 외(2018)는 중둔근 중점강화 운동이 허리골반부 안정성을 제공하여 신체중심동요가 작아짐으로써 균형능력이 향상되었다고 보고한 바 있다. 또 하나의 고관절의 로컬안정화 근육그룹인 심부고관절 회전근(DHR:Deep Hip Rotators)은 이상근(Piriformis), 상·하쌍자근(Gemellus), 내·외폐쇄근(Obturator), 그리고 대퇴방형근(Quadratus femoris)을 포함하고 있다. “과활성화된 심부 외회전근에 의한 지나친 압박은 고관절의 중심화작용의 변화를 초래한다”(Osar, E., 2012, 고은상 외역, 2012:109). 특히 대둔근의 비활성화는 대표적인 심부외회전 근육인 이상근의 과활성화를 초래하여 좌골신경이 포착되어 엉덩이에서 대퇴부 뒤쪽을 따라 슬관절까지 통증이 발생할 수도 있다.

보행에 있어 가장 중요한 로코모터 관절은 고관절이다. 고관절의 최적의 관절중심화를 이루는 근육은 장요근과 중둔근, 대둔근, 심부 고관절 외회전 근육들이다. 고관절의 최적의 관절중심화는 발의 기능과 직접적으로 연결되어있다. 고관절과 발의 협응을 통한 보행은 3개의 코어의 안정화 기전을 통해 가능하다. 보행을 위한 고관절 움직임기능을 회복시키기 위해서는 이들 근육들의 운동감각인지 조절움직임이 선행되어야 한다.

IV 결론

본 연구에서는 선행 연구들에서의 기능해부학적 이론들을 토대로 보행을 증진을 위한 움직임 조절의 원리를 파악하고자 하였다. 논의를 통해 파악된 보행 증진을 위해 필요한 신체움직임 조절원리는 아래와 같다.

첫째, 운동감각인지의 향상

둘째, 척추정렬과 심부국소코어 활성화를 통한 체간 안정화와 IAP조절
(몸통코어)

셋째, 중추 조절을 위한 심부경추굴곡 근육의 활성화(경추코어)

넷째, 발바닥의 정상 아치 형성을 위한 발내재근 활성화(발코어)

다섯째, 고관절의 안정화 근육 활성화를 통한 최적의 관절 중심화

이러한 결과를 토대로 움직임조절프로그램을 대상자에게 적용한 후속 실험 연구를 통해 보행에 미치는 효과를 검증하여야 할 것이다. 아울러 움직임을 동반하는 무용교육 현장에서 신체조절기능향상을 위한 교육프로그램으로서의 적합성 여부에 대한 무용가를 대상으로 한 적용 연구가 필요할 것으로 사료되어진다.

- 노창균, 박범진, 문병섭(2015), “고령자 보행자립도(능력) 측정모형 개발”, 대한교통학회, **대한교통학회지 33(4)**, 348-356.
- 류정무, 이석호, 황필하, 박기덕 (2018), “4주간 중등근 중점강화 운동이 만성요통 여대생의 통증지수와 신체중심동요에 미치는 영향”, 한국여성체육학회, **한국여성체육학회지 32(3)**, 181-191.
- 이호중, 박현식, 박재명(2019), “경추의 안정화 운동이 만성 목통증 환자들의 통증, 경추가동범위 및 심부근 근력에 미치는 영향”, 대한정형도수물리치료학회, **대한정형도수물리치료학회지 25(1)**, 9-19.
- 조우형, 김연옥, 권장우, 이상민 (2017), “하지 보행 불균형 상태에 따른 개인별 보행 특성 분석”, 전자공학회, **전자공학회 논문지 54(5)**, 109-119.
- ACSM(2022), *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 김완수 외(역, 2022), **ACSM's 운동검사·운동처방지침**, 서울:한미의학.
- Burnfield, P.(2010), *Gait analysis : normal and pathological function*, 정석 외(역, 2012), **Perry의 보행분석**, 서울: 영문출판사.
- Brody, L. T. & Hall, C. M.(1999), *Therapeutic Exercise; moving toward function*, 김태윤 외 (역, 2003), **기능증진을 위한 운동치료학**, 서울: 영문출판사.
- Howell, D.(2010), *The barefoot book*, 성기홍(역, 2011), **신발이 내 몸을 망친다**, 서울: 청림라이프.
- Jull, G. A., Falla, D., Vicenzino, B., Hodges, P. W.(2009), “The effect of therapeutic exercise on activation of the deep cervical flexor muscles in people with chronic neck pain”, *Manual Therapy 14*, 696-701.
- Key, J.(2013), *Back Pain: A Movement Problem*, 박철(역, 2017), **척추통증**, 서울: 메디안북.
- _____(2018), *The Key Moves*, 이상훈(역, 2020), **키 무브먼트**, 서울: 영문출판사.
- Magee, D. J.(2013), *Orthopedic Physical Assessment 6e*, 대한정형도수물리치료학회(역, 2014), **정형도수치료진단학**, 서울: 엘스비어코리아.
- Mcgill, S.(2016), *Low Back Disorders; Evidence-based prevention and rehabilitation, 3/e*, 권민구 외(역, 2020), **허리장애 진단과 치료**, 서울: 대성의학사.
- Neumann, D. A.(2017), *Kinesiology 3e*, 채윤원 외(역, 2018), **근육뼈대 계통의 기능해부학 및 운동학**, 서울: 범문에듀케이션.
- Osar, E.(2012), *Corrective Exercise Solutions*, 고은상 외(역, 2012), **교정운동솔루션**, 서울: 대성의학사.
- Perry, J.(1992), *Gait Analysis : Normal and pathological function*, New Jersey, Slank Inc, 3-47.
- Porterfield, J. A.& Derosa, C.(1998), *Mechanical low back pain, Perspectives in functional anatomy*, Philadelphia, PA: WB Saunders.

- Sahrmann, S. A.(2002), *Diagnosis and Treatment Impairment 1/e*, 권오윤, 곽민숙, 김선엽(역, 2005), **운동손상증후군의 진단과 치료**, 서울: 정담미디어.
- Tremblay, M. S., et al.(2017), “Sedentary Behavior Research Network(SBRN)-Terminology Consensus Project process and outcome”, *Int Behav Nutr Phys Act* 14(1), 75.
- Winter, D. A.(1989), “Biomechanics of normal and pathological gait: implications for understanding human locomotor control”, *Journal of Motor Behavior* 21(4), 337-355.