

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제1호, 2013년 6월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol.11, No.1, June 2013, pp.17~25

협응이동훈련을 위한 PNF 패턴의 결합

임재현¹ · 이문규² · 김태윤³ · 고효은^{4*}

¹서남대학교 물리치료학과, ²씨티재활병원 재활치료센터, ³원광보건대학교 물리치료과, ⁴새미래병원 물리치료실

The Combination of PNF Patterns for Coordinative Locomotor Training

Jae-Heon Lim, PT, MSc¹; Moon-Kyu Lee, PT, PhD²; Tae-Yoon Kim, PT, PhD³;
Hyo-Eun Ko, PT, OT, MS^{4*}

¹Dept. of Physical Therapy, Seo-Nam University

²Rehabilitation center, Gwangju City Rehabilitation Hospital

³Dept. of Physical Therapy, Won-Gwang University

⁴Dept. of Physical Therapy, Saemirae Hospital

ABSTRACT

Purpose : To identify importance of coordinative locomotor training, we reviewed the coordinative locomotor training using sprinter & skater with respect to motor control theory.

Methods : We reviewed literatures related with sprinter & skater and coordination..

Results : The coordinative locomotor training is useful tool to improve interlimb coordination. A problem of interlimb coordination ability is to minimize the degree of freedoms during walking and to solve with context-condition variability and how to make a interlimb coordinative structures. A way of solving method is coordinative locomotor training using sprinter & skater in PNF. The coordinative locomotor training set to fit the gait steps can be applied with gait tasks and can be extended by applying the irradiation of the PNF.

Conclusion : The coordinative locomotor training using sprinter & skater in PNF is a useful way method to improve interlimb coordination during walking.

Key Words : Coordinative locomotor training, Interlimb coordination, Sprinter, Skater, PNF

I. 서론

뇌졸중을 포함한 신경계환자뿐만 아니라, 근골격계 환자들은 지금도 부단히 일상생활로 복귀하기 위해 노력한다. 반복적인 연습을 통해 동작의 가변성이 감소하고 수행능력이 향상된다. 과연 반복적인 연습을 통해 무엇이 학습되고, 무엇이 행동의 변화를 초래하는 것일까? 지속적이고 반복적인 연습은 감각운동시스템의 구성에 변화를 초래하게 되는데, 이러한 변화는 움직임에 수행하는 폼의 형태가 다르게 나타나며, 반복적인 연습을 한 사람일수록 보다 더 자연스러운 움직임이 가능하게 된다.

물리치료실에 내원하는 많은 환자들이 주로 삼는 치료목표는 독립적인 보행이다. 인간이 걷기 시작하면서부터 보행능력은 인간다운 생활을 영위하기 위한 수단으로, 삶 속에서 수행하는 아주 기본적인 필수적인 운동이다. 이 보행능력이 손상되면 인간은 다양한 활동을 시행하는 데 어려움을 겪게 된다. 특히, 하지와 상지가 반대극면을 유지하면서 진행되는 것이 인간보행의 특징이다(Wagenaar과 van Emmerik, 2000). 생활에서 간단하게 볼 수 있는 이러한 이동 동작(locomotor)은 생체역학적, 신경근육학적 요소들이 서로 결합된 협응이 되어 나타나는 것이다(이경옥, 2004). Bernstein은 반복연습을 통한 운동구성상의 변화는 생역학적 자유도를 효율적으로 조절한다는 것을 뜻하며, 운동기술 학습에 따른 동작특성의 변화는 협응구조의 변화라고 하였다(Montgomery와 Connolly, 2003).

협응(coordination)이란 신체분절내 또는 신체분절간의 부드럽고 조화로운 움직임을 설명할 때, 사용하는 용어이다(심재근 등, 2011). 일상생활을 수행하면서 우리는 많은 협응된 동작을 시행하거나 다른 사람이 수행하는 것을 본다. 걷기, 조깅, 인라인스케이팅, 테니스 등이 그 예에 속하는 것이다. 이러한 동작에서 머리와 몸통, 그리고 팔 다리가 공간에서 시간적 순서에 맞게 조화로운 움직임이 일어나는 것이다(Kelso 등, 1979).

협응은 사지내(intralimb) 협응, 사지간(interlimb) 협응, 눈-손(eye-hand) 협응으로 구분될 수 있다.

눈-손 협응은 물체를 잡기 위해 손이 움직이기에 앞서서 물체를 먼저 보는 협응을 말하며, 사지내 협응은 한 지절 내에서 연결되어 있는 관절과 근육의 공동기능을 말하며, 사지간 협응은 걷고, 테니스 치기와 같이 다른 사지 간에 일어나는 공동작용을 말한다. 리드미한 사지간 협응 동작을 하는 동안 사지가 독립적으로 움직이는 것이 아니라 서로에게 영향을 주는 가운데 동작을 수행한다고 주장하며 움직임에 있어 협응과 타이밍의 중요성을 언급하였다(Post 등, 2000).

최근 사지 간 협응이 인간운동 신경과학에서 흥미롭게 대두되고 있다(Reisman 등, 2005). 사지간 협응능력을 향상시키기 위한 방법들 중 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)이 있다. 물리치료 임상현장에서 많이 쓰이는 고유수용성신경근촉진법은 외수용기와 고유수용기를 자극하는 운동방법으로 인체의 움직임을 정형화시킨 패턴을 이용하여 환자의 문제점을 해결한다(Adler 등, 2008). PNF의 패턴은 일상생활에서 사용하는 동작들을 정형화시켜 놓은 것이며, 이 패턴들을 조합하여 보행향상을 위해 사지간 협응능력을 향상시키고자 하였으며, 각각의 패턴의 조합을 sprinter & skater로 명명하여, 이것을 보행협응훈련(locomotor coordination training, CLT)이라 하였다(Dietz 등, 2009). 특히 PNF에서의 방산의 개념은 저항이라는 자극에 대해 반응이 확산되는 것을 지칭하는 용어로 근육의 연결된 협응구조 상에서 일어나는 것이다. 다양한 형태의 인간 움직임은 수많은 신경 기전의 작용, 근육간의 기능적 역할과 사지 관절이 가지고 있는 다이내믹한 특성간의 상호작용 속에서 이루어진다고 할 수 있으며(최범규와 김선진, 2001), 인간의 움직임 표현은 공간과 시간의 흐름 속에서 가장 적합한 움직임 협응형태를 찾는 것으로 이해해 볼 수 있기에 움직임 표현 개념을 운동 제어의 틀에서 탐색해 볼 의미가 있다.

그래서 본 논문의 목적은 사지간 협응운동인 sprinter & skater를 이용한 보행협응훈련을 운동조절 관점에서 조명하고, 보행능력 향상을 위해 보행협응훈련을 어떻게 활용할 것인지를 알아보는 것이다.

II. 운동조절의 전통적인 관점

운동조절의 전통적인 관점에서는 동작 습득에 대한 기전을 정보처리관점에서 설명하였다. 즉 움직임을 주도하는 자동제어장치를 컴퓨터로 비교해 설명하였다. 모든 움직임의 수많은 자유도를 중추신경계에서 통제한다고 생각하였다. 그래서 모든 움직임은 머릿속에 저장되어 있고, 각 근육이 공간적, 시간적으로 어떻게 작동하는지 두뇌에서 미리 설정된 동작명령으로 움직임이 나타난다고 하였다. 즉 운동프로그램은 적절한 시점에서 수축하고 이완하는 협응에 대한 모든 명령을 근육들을 통해 내보낸다. 하지만 인간의 중추신경계의 저장용량의 수요 한계로 인해 어떻게 그 많은 자유도를 중추신경계가 통제할 수 있는지에 대해서 의문을 가지고 있었다.

사람이 움직임을 수행할 때는 많은 뼈와 관절 그리고 근육들이 상호작용하여 고도로 조절된 협응된 움직임을 발생시킨다. 그렇다면 사람들은 어떻게 아주 고도로 조절된 움직임의 협응을 발생시킬 수 있는 것일까? 움직임을 구성하는 아주 많은 하부요인들을 어떻게 조화롭게 동원시킬 수 있을 것인가? 보통, 인간은 1014개의 세포단위, 103개의 근육(792), 102개의 관절(110), 그리고 많은 대사적 단위로 구성된다(김선진, 2005). 각각의 세포와 근육 그리고 관절의 수의 조합은 거의 무한정에 가깝다. 이를테면, 보행과 같은 단순한 동작을 수행한다고 하면 그 동작을 하는데 필요한 세포, 근육, 관절들의 자유도는 거의 무한하다고 볼 수 있다. 여기서의 자유도는 인간의 행동을 일으키는 구성 요인의 수를 나타내는 것으로, 목표과제를 수행하는 데 동원되는 근육, 관절 등이 움직일 수 있는 가능성의 수를 말한다(고영규, 2012). 움직이는 유기체는 고차원적 시스템이며, 행동은 자유도의 압축으로 나타난다.

직립보행은 매우 복잡한 인간의 움직임으로, 새로 걷기를 시작한 사람에게 보행에 필요한 관절, 근육, 뼈, 신경 등 운동단위의 자유도를 어떻게 줄이느냐가 중요하다. 또한 관절의 수가 100개 정도이고 각 관절에 적용되는 근육이 10개 정도라고 한다면 통제해야 할 근육의

수는 100×10 으로 1000개 정도가 될 것이라고 하였다(Turvey 등, 1982). 또한 각 근육이 약 100개의 운동단위를 보유하고 있다면 통제할 운동단위는 기하급수적으로 증가할 것이다. 이 모든 운동단위를 뇌에서 통제하고 조절하는 것은 거의 불가능하므로, 효율적인 운동 동작을 만들어 내느냐의 자유도의 문제를 제시했다. 또한 근육의 활동은 운동의 결과와 일치하지 않으며 상황에 따라 달라진다는 맥락조건 가변성(context-condition variability)의 문제를 제시했다(김선진, 1993). 모든 근육수축은 해부적, 역학적, 생리적으로 따라 동일한 결과를 나타내지 않는다는 것이다. 그러므로 협응능력을 향상시키기 위해서는 자유도의 문제와 맥락조건 가변성의 문제를 해결해야 한다. 그렇다면 수많은 자유도의 문제는 어떻게 해결할 수 있을까에 대한 의문은 협응구조로 설명할 수 있다.

III. 협응구조의 개념

협응구조는 여러 관절에 걸쳐있는 근육의 집합체로서 하나의 기능적 단위로 작용한다. 움직임시 각각의 근육이 모여서 하나의 기능적 단위가 되어 움직임을 일으킨다. 그래서 움직임 시 나타나는 수많은 자유도를 하나의 단위로 조절해서 운동과제에 맞는 동작을 가능하게 해 준다는 점에서 자기조직의 원리(self-organization)라고 한다(고영규, 2012). 사격 시 어깨와 손목은 목표 지점을 정확히 조준하기 위해서 상호보완적으로 움직이고, 호흡을 할 때에도 가슴우리와 머리의 움직임 또한 서로 협응적 구조를 이룬다. 보행 또한 사지의 근육들이 하나의 기능적인 단위를 형성하여 협응적 구조를 이룬다. 보행 시 한 신체분절이 방해를 받는 경우에도 인체는 넘어지지 않고 보행이 가능하다는 것은 하나의 단위로 움직이고 있다는 협응구조를 뒷받침해주는 것이다.

Bernstein은 주어진 운동과제에 대해서 우리 인체는 여러 개의 근육과 관절 및 그 이하 구조들의 무수한 수의 잠재적 자유도에 대해서 협응된 구조를 가지고 있기 때문에 자유도를 제어할 수 있다고 하였다. 즉, 움직

임을 할 때, 각각의 자유도가 아닌, 기능적으로 서로 연결된 하나의 자유도로 묶어서 작용한다고 하였다. 이렇게 묶여서 작용하는 것을 집합체, 시너지(synergy), 또는 협응구조(coordinative structure)라 하였다. 이렇게 묶인 구조가 뇌에 저장되어 수많은 자유도를 뇌에 저장하는 것이 아닌 구조화된 협응구조가 저장되어 있다고 하였다(Turvey 등, 1988).

운동조절 연구에서 움직임의 협응은 운동시스템의 자유도를 조절하는 문제로 생각된다(Verrel 등, 2012). 움직임의 협응을 이해하기 위해서는 지각-운동(perceptual-motor) 과정에 대한 2가지 관점 즉, 환경에 대한 신체분절의 활동과 움직이는 사지 움직임의 협응에 초점을 맞춰진다(Turvey, 1990). 첫 번째 관점은 협응은 인체 분절의 패턴화된 활동이며, 주어진 운동과 제목표를 이루기 위한 단순 과제-특이적 단위로서 기능적인 연결을 하고 있는 것을 조합한 것이다. 이것은 협응구조로써 개념화된다(Kugler 등, 1980). 또 다른 협응에 대한 관점은 환경에 대해서 움직임을 패턴화하고 있다는 것이다. 주어진 운동과제와 관련된 환경상황의 변화에 맞추므로써, 움직임 패턴의 적용은 현재 과제요구를 따라가는 다양한 협응을 발생시킬 수 있다. 이 협응구조 때문에 만약 그 움직임이 일시적으로 방해 받는다면 운동과제목표를 이루기 위해서 즉시 다시 조정된다. 운동조절과 운동학습의 다이나믹의 이론적 틀에 따라, 주어진 운동과제의 요구를 충족시키는 협응구조는 운동과제, 과제상황과 관련 있는 환경, 운동과제와 운동특성의 목표를 수행하는 유기체와 관련 있는 제한요소에 의해 구체화된다(Kugler 등, 1980).

생물학적 시스템에서 사지간 협응에 대한 연구에서는 같은 위상(in-phase)과 반대 위상(out-of-phase) 패턴으로 불리는 두 개의 기본적인 움직임 협응의 형태를 규명하였다. 상지 움직임에 관하여, 같은 위상 협응은 동측 근육의 동시 수축(즉, 동시에 팔을 굽히거나 펴는 것)을 가리키며, 반대위상 협응(180도 위상이 다른)은 비동측근육군의 동시 활성을 가리킨다(박승하, 2011).

최근 사지간 협응(interlimb coordination) 운동을 편마비 뇌졸중 환자의 양손 협응능력과 운동기능 회

복을 촉진하기 위한 재활기법으로 적용되고 있다(이승민, 2011). 사지간 협응의 일반적인 결과는 사지가 동시에 움직이게 될 때 강한 시·공간적 동조화가 일어나게 되고, 이러한 근육 조직이 하나의 협응구조(coordination structure)로 움직이도록 하는 것은 편마비 뇌졸중 환자의 양측 사지의 움직임을 더욱 강하게 결속하게 하여 손상측 사지의 운동기능회복을 가져올 수 있다는 것이다.

IV. 다이나믹 시스템 이론

인간이 움직이는 동안에 사지내 혹은 사지간의 다양한 협응이 존재하게 되는데, 다이나믹 시스템 이론은 이러한 주기적인 운동의 협응을 설명할 수 있다(Walstenstein 등, 1995). 인간이 주기적으로 움직이는 사지간의 협응은 kelso(1984)에 의해 밝혀졌다. 특히, 자기조직과 비선형성의 원리에 바탕을 두고 있다. 자기조직(self-organization)의 원리는 어떤 상황을 조건화시키면 사지 움직임이 발생한다는 것이다. 즉 환경적 특성과 사지의 역학적 특성과의 상호작용으로 나타나는 것이다.

운동 조절 영역의 핵심 분야인 협응에 대한 관점에서 협응에 관한 부분을 살펴볼 수 있는데, 우리는 끊임없이 변화하는 환경에 적응하기 위해서 필수적으로 협응된 움직임을 사용함에도 불구하고 이를 인지하지 못하고 살아간다. 실력이 월등한 체스 두는 로봇을 인간과 비교하면서, 인간과 같이 효율적으로 움직이는 로봇이 아직 존재하지 못하는 부분을 지적하며, 인간이 보여주는 협응 움직임의 중요성을 강조하였다(Kelso, 1984). 걷기, 차기와 같이 인간이 끊임없이 만들어내는 리드미컬한 협응 동작을 다이나믹 시스템 관점(dynamic system approach)에서 이해해 볼 수 있는데, 지각-동작 활동 영역(perceptual-motor work-space) 내에서 과제와 환경적 요구에 일치되는 협응 구조 형성해 나가는 과정이라 할 수 있다(김선진, 2005). 즉, 동작을 할 수 있다는 것은 다양한 환경과 운동 과제에 따라 적합한 협응 패턴을 생성해내는 것이라 할 수 있다.

다이나믹 시스템 이론에 따르면 동작을 취하는 인간은 목표 지향적 행위를 성공적으로 이루기 위해서 시스템 내에 존재하는 구성 요인들 간의 적절한 상호작용이 필요하다(고영규, 2012). 신체 구성부분 간의 상호작용에 의해 발생하는 인간의 동작은 협응과 제어의 두 측면으로 설명될 수 있다. 협응이란 동작 중 일어나는 신체분절들과 사지간의 서로에 대한 시공간적 관계를 말하며, 제어란 협응을 구성하는 신체 분절과 사지에 시공간적인 크기를 할당하는 과정이다. 걷기와 같은 동작들은 신체분절의 제어와 협응을 필요로 한다. 다이나믹 시스템 관점에서 새로운 동작을 습득하는 것은 선천적 또는 후천적으로 가지고 있는 협응패턴의 안정성을 상실하면서 새로운 협응패턴으로 변화하는 것이다(고영규, 2012).

다이나믹 시스템 접근에 따르면 인간 동작의 협응과 제어는 속박(constraints)에 의해 결정된다. 즉 속박은 신체의 개별적인 구성부분들을 하나의 기능적 단위로 묶어 협응과 제어를 결정짓는다. 이러한 속박(constraints)은 세 가지가 있는데, 과제(task)속박, 환경(environmental)속박, 유기체(organism)속박이 있다. 과제속박이란 수행하는 과제에 연관된 속박이며, 둘째, 환경속박은 과제가 수행되는 환경이 부여하는 속박이다. 셋째 유기체 속박은 동작을 취하는 사람 자신에게 존재하는 속박으로서 신체 해부학적 구조와 심리적인 상태가 이에 속한다. 이 세 가지의 속박들의 상호작용으로 협응과 제어가 일어나게 된다(Newell, 1986).

V. Sprinter & Skater를 이용한 협응보행훈련

앞서 사지간의 협응능력을 향상시키기 위해서 자유도를 어떻게 하면 줄이고 효율적으로 움직일 수 있는가에 대한 문제와 맥락조건가변성에 대한 문제를 제기하였다. 협응능력에 문제가 있는 사람들에게 자유도를 어떻게 하면 제한시킬 수 있으며, 맥락조건가변성 즉, 다양한 자세에서 서로 다르게 나타나는 근육의 작용을 어떻게 하면 효율적으로 작용시킬 수 있는가가 문제가 된다. 인간은 많은 신체분절로 구성되어 있으며, 그 신체

분절을 어떻게 효율적으로 사용하느냐가 관건이 된다.

지금까지의 많은 협응훈련은 양다리 및 양손의 동중 협응훈련이 주를 이루었으나 팔과 다리를 이용한 이중 협응훈련은 많이 이루어지지 않았다(Reisman 등, 2005). 물리치료 임상현장에서 많이 쓰이는 고유수용성신경근축진법은 외수용기와 고유수용기를 자극하는 운동방법으로 인체의 움직임을 정형화시킨 나선형이며 대각선으로 이뤄진 패턴을 이용하여 환자의 문제점을 해결한다(Adler 등, 2008). 특히 PNF에서의 방산의 개념은 저항이라는 자극에 대해 반응이 확산되는 것을 지칭하는 용어로 근육의 연결된 협응구조 상에서 일어나는 것이다. PNF의 패턴을 이용하여 보행 시에 작용하는 팔 다리의 협응구조로 체계화시킨 동작을 바로 스프린터(sprinter)(그림 1), 스케이터(skater)(그림 2)라고 하였다(Dietz 등, 2009). 스프린터와 스케이터를 이용한 보행훈련을 협응보행훈련(locomotor coordination training)이라 한다. 이 협응보행훈련은 보행을 2가지의 과제로 속박시킨 것으로 볼 수 있다. 또한, 협응보행훈련은 보행 시 나타날 수 있는 자유도의 문제를 해결하고, 맥락조건가변성을 해소할 수 있는 운동이라 할 수 있다.

스프린터는 팔다리 움직임 구조를 보면 동측 팔다리에서 상지는 굽힘-모음-바깥돌림(Flexion-Adduction-External rotation)과 하지의 펴-벌림-안쪽돌림(Extension-Abduction-Internal rotation)으로 반대 위상을 갖고 있으며, 스케이터는 동측 팔다리는 굽힘-벌림-안쪽돌림(Flexion-Abduction-Internal rotation)과 하지의 펴-모음-가쪽돌림(Extension-Adduction-External rotation)으로 반대 위상을 갖고 있다. 움직임이 서툰 사람일수록 동일 위상 조건을 보여주었고, 숙련된 사람일수록 반대위상을 나타낸다고 하였다.

스프린터(그림 1)는 상지의 Flexion-Adduction-External rotation(굽힘-모음-바깥회전)과 반대측 다리의 Flexion-Adduction-External rotation(굽힘-모음-바깥회전), 상지의 Extension-Abduction-Internal rotation(펴-벌림-안쪽돌림), 반대

측 다리의 Flexion-Adduction-External rotation(굽힘-모음-바깥회전)이라고 하였고, 스케이터(그림 2)는 상지의 Flexion-Abduction-External rotation(굽힘-벌림-바깥회전), 반대측 다리의 Flexion-Abduction-Internal rotation(굽힘-벌림-안쪽회전), 반대측 상지의 Extension-Adduction-Internal rotation(펴-모음-안쪽돌림)과 반대측 하지의 Extension-Adduction-External rotation(펴-모음-바깥돌림)이라고 하였다.

PNF에서 대칭적 패턴은 같은 대각선 상에 위치한 패턴을 일컬으며, 같은 대각선 상에 놓인 다른 지절이 방향이 다른 경우 상호교대적 대칭패턴이라 한다. 비대칭 패턴은 다른 대각선 상에 위치한 패턴을 말하며, 다른 대각선 상에 놓인 다른 지절의 방향이 다른 경우 상호교대적 비대칭패턴이라고 한다. 스프린터와 스케이터 상하지 협응 동작은 비선형상의 위상성 움직임으로 상호교대적 대칭성 상하지 협응운동이라고 할 수 있다.

나숙현의 연구에서는 단일 상하지 협응운동패턴과 대칭성 상하지 협응운동패턴, 동측성 상하지 협응운동패턴의 족부압력분포와 근활성도를 비교한 연구에서 보행에 필요한 족부근육의 유용한 운동방법이라고 제시하였으며(나숙현, 2010), 보행능력 향상에 유용한 운동중재라고 하였다(김승지, 2011; 황인걸 등, 2009).

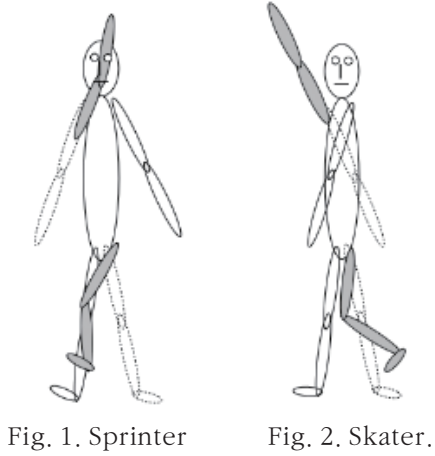


Fig. 1. Sprinter

Fig. 2. Skater.

VI. 보행향상을 위한 협응보행훈련

보행은 입각기(stance phase)와 유각기(swing phase)인 두 개의 국면으로 분류하며, 3개의 과제와 8개의 보행단계로 구분해 볼 수 있는데, 3개의 과제는 체중수용(weight acceptance), 단하지 지지(single limb support), 다리전진(limb advancement)의 과제로 분류할 수 있으며, 8개의 보행단계는 초기접촉기(initial contact, IC), 부하반응기(loading response, LR), 중간입각기(mid-stance, Mst), 말기입각기(terminal stance, Tst), 전유각기(pre-swing, Psw), 중간유각기(mid-swing, Msw), 말기유각기(terminal swing, Tsw)으로 구분할 수 있다(Perry과 Burnfield, 2010).

Britta dietz는 각 보행과제에 맞게 협응보행운동을 통해 촉진하였다(Dietz 등, 2009)(그림3).

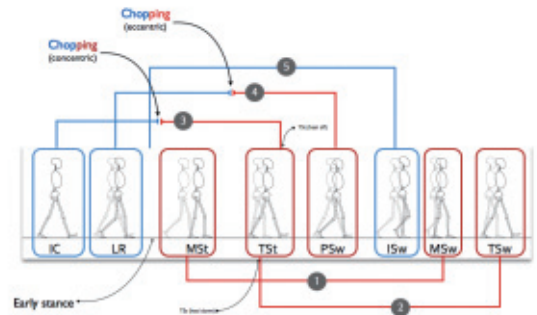


Fig. 3. Sprinter & Skater according to Gait Phase(Tistory blog; ITherapist).

1. 체중수용 과제를 촉진하기

체중수용 과제에 해당되는 보행단계는 기준다리(reference leg)는 초기접촉기와 부하반응기이며, 반대다리(opposite leg)는 말기입각기와 전유각기에 해당된다(그림 3. ③④).

- 1) 기준다리, 즉 앞쪽다리의 문제가 있는 경우(IC, LR)
 - supine, sidelying, sitting, half-standing 등

의 자세에서 skater와 chopping을 이용하여 촉진할 수 있다.

2) 기준다리와 반대다리를 둘 다 촉진하는 방법

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 chopping을 이용하여 촉진할 수 있다.

3) 반대다리에 문제가 있는 경우(Tst, Psw)

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter와 chopping을 이용하여 촉진할 수 있다.

2. 단하지 지지 과제 촉진하기

단하지 지지과제에 해당되는 보행단계는 기준다리는 중간입각기, 말기입각기이며, 반대다리는 중간유각기와 말기유각기에 해당된다(그림 3. ①②③).

1) 기준다리, 즉 뒤쪽다리에 문제가 있는 경우(Mst)

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter을 이용하여 촉진할 수 있다.

2) 기준다리, 즉 뒤쪽다리에 문제가 있는 경우(Tst)

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter, chopping을 이용하여 촉진할 수 있다.

3) 반대다리 즉 앞쪽다리에 문제가 있는 경우(Msw, Tsw)

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter을 이용하여 촉진할 수 있다.

3. 다리전진 과제 촉진하기

다리 전진과제에 해당되는 보행단계는 기준다리는 초기 유각기, 중간 유각기, 말기 유각기이며, 반대다리는 입각 초기, 중간 입각기, 말기 입각기에 해당된다(그림 3. ①②⑤).

1) 기준다리의 Psw ~ lsw에 문제가 있는 경우

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 skater를 이용하여 촉진할 수 있다.

2) 기준다리의 lsw ~ Msw에 문제가 있는 경우

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter를 이용하여 촉진할 수 있다.

3) 기준다리의 Msw ~ Tsw에 문제가 있는 경우

· supine, sidelying, sitting, half-standing 등의 자세에서 sprinter을 이용하여 촉진할 수 있다.
· 입각기 다리의 Tst의 문제인 경우에는 sprinter를 eccentric contraction을 이용하여 적용할 수 있다.

VII. 결론

운동조절 이론에서 제기되었던 사지간의 협응능력의 문제점은 자유도를 어떻게 하면 최소화시킬 수 있는가와, 맥락조건 가변성을 해결하고 그리고 어떻게 사지간의 협응구조를 만드는 것인가 이었다. 그것을 해결할 수 있는 방법들 중 하나가 PNF의 스프린터와 스케이터를 이용한 협응보행훈련을 활용하는 것이다.

보행단계에 맞게 설정된 협응보행훈련은 보행과제에 부합시켜 적용시킬 수 있으며, PNF의 방안을 적용시켜 확장시킬 수 있다. 그러므로, 협응보행훈련은 보행에 필요한 협응능력이 상실된 사람에게 사지간의 협응

능력을 향상시킬 수 있는 유용한 방법이라 할 수 있다.

참고 문헌

- 고영규. 운동제어에서의 다이내믹 관점: I. 협응된 동작형태는 어떻게 형성되는가. 3(2):48-66, 2012.
- 고영규. 운동제어의 다이내믹 관점: II. 협응된 동작형태는 어떻게 형성되는가. 5(2):3-17, 2012.
- 김선진. 운동기술과 협응. 1993.
- 김선진. 운동학습과 제어. 대한미디어. 서울. 146-147, 2005.
- 김상범, 이승민, 박승하. 대칭과 비대칭 양측성 협응 운동에 따라 뇌졸중 환자의 운동기능회복에 차이가 있는가?. 한국스포츠심리학회지. 22(4):143-156, 2011.
- 김승지. 고유수용성 신경근 축진법의 스프린트와 스케이트 훈련방법이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향. 대구대학교 재활과학대학원. 2011.
- 나숙현. 상하지 협응운동패턴에 따른 족부압력 분포와 근활성도 비교. 고려대학교 대학원. 2010.
- 심재근, 박재범, 김민주 등. 운동의 가변성과 운동요소의 공동작용에 관한 연구: 비제어 다양체 분석을 중심으로. 한국스포츠심리학회지. 22(4):127-142, 2011.
- 이경욱. 보행 시 연령에 따른 하지 관절 내 운동학적 협응과 제어. 한국운동역학회지. 14(3):17-35, 2004.
- 이승민. 사시간 협응 운동 프로그램이 뇌졸중 환자의 운동기능회복과 일상생활활동에 미치는 영향. 한국발육발달학회지. 19(3): 199-205, 2011.
- 황인걸, 한미란, 손경현 등. 고유수용성신경근축진법이 편마비 환자의 보행능력에 미치는 영향. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 7(1): 1-8, 2009.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide. 3rd ed. Heidelberg. Springer. 2008.
- Dietz B, Tae-Yoon K. Let's sprint, let's skate: innovationen im PNF-konzept. Germany. Springer. 2009.
- Kelso J, Southard DL, Goodman D. On the nature of human interlimb coordination. 1979.
- Kelso JA. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. Am J Physiol. 246(6 Pt 2):R1000-1004, 1984.
- Kugler PN, Kelso J, Turvey MT. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. 1980.
- Montgomery PC, Connolly BH. Clinical applications for motor control. SLACK Inc. Thorofare. 390, 2003.
- Newell KM. Constraints on the development of coordination. 1986.
- Perry J, Burnfield JM. Gait analysis : normal and pathological function. 2nd ed. SLACK. Thorofare, NJ: xvi. 551, 2010.
- Post AA, Peper CE, Daffertshofer A, et al. Relative phase dynamics in perturbed interlimb coordination: stability and stochasticity. Biol Cybern, 83(5):443-459, 2000.
- Reisman DS, Block HJ, Bastian AJ. Interlimb coordination during locomotion: what can be adapted and stored? 94(4):2403-2415, 2005.
- Turvey MT. Coordination. Am Psychol, 45(8) :938-953, 1990.
- Turvey MT, Fitch HL, Tuller B. Human Motor Behavior: An Introduction - J a Scott Kelso. 1982.
- Turvey MT, Schmidt RC, Rosenblum LD, et al. On the time allometry of co-ordinated rhythmic movements. J Theor Biol. 130(3) :285-325, 1988.
- Verrel J, Pologe S, Manselle W et al. Coordination of degrees of freedom and stabilization of task variables in a complex motor skill: expertise-related differences in

- cello bowing. *Exp Brain Res*. 2012.
- Wagenaar RC, van Emmerik RE. Resonant frequencies of arms and legs identify different walking patterns. *J Biomech*, 33(7):853-861, 2000.
- Wallenstein GV, Nash AJ, Kelso JA. Frequency and phase characteristics of slow cortical potentials preceding bimanual coordination. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 94(1):50-59, 1995.
- ITherapist tistory blog. <http://www.itherapist.tistory.com/94>.