

정보처리접근에서의 율동적 개시

최재원* · 정현애

*경북전문대학 물리치료과, 영남외국어대학 작업치료과

Rhythmic Initiation in the respect of Information Processing approach

Jae-Won Choi, P.T., Ph.D.*, Hyun-Ae Chung, P.T., O.T., M.S.

**Dept. of Physical Therapy, Kyung Buk college*

Dept. of Occupational Therapy, Youngnam Foreign Language college

ABSTRACT

Purpose : This study was to investigate the application of Rhythmic Initiation(RI) in the respect of information processing in motor learning.

Methods : A computer-aided literature search was performed in PubMed and adapted to the other databases and the others were in published books. The following keywords were used: Rhythmic Initiation, attention, memory, motor accuracy, feedback, motor learning, motor control, PNF, cognition.

Results : The characterization of RI is rhythmic motion of limb or body through the desired range, starting with passive motion and progressing to active resisted movement. This study suggested that the relationship between of RI and motor learning through the respect of information processing, memory, attention and motor accuracy.

Conclusion : Only Rhythmic Initiation, specifically focused on the effects of information processing approach, suggesting that RI can be positively influenced on sensory-perception, attention, memory, motor accuracy. however, it is unclear whether positive effects in the laboratory and field can be generalized to improve. In addition, sustainability of motor learning with RI remains uncertain.

Key Words : Rhythmic Initiation, Attention, Memory, Motor Accuracy, information processing

I. 서 론

인간의 동작(activity)은 상당히 복잡하다. 인간의 수많은 복잡한 동작은 어떻게 일어나고, 조절되며, 학습되는 것인가? 우리는 일상에서 필요한 동작들을 배우기 위해(필요에 의해서), 반복적인 연습을 하거나, 훌륭한 또는 아주 익숙한 움직임(movement)을 가진 사람들을 기준으로 삼아 모방하고 흉내 내어 만들어 간다. 하지만, 무턱대고 흉내 내고 반복적인 연습으로는 이러한 복잡한 동작을 만들어 내는 데에 한계에 부딪히게 된다.

Shumway-Cook과 Woollacott(2007)는 동작은 삶의 중요한 한 측면으로 우리들이 걷고, 달리고, 놀며, 영양분이 있는 음식을 찾아 먹고, 친구들이나 가족과 의사소통을 하며, 생존할 수 있는 능력에 없어서는 안 되는 것이며 이러한 동작은 개인, 과제, 환경 세 가지 요인들의 상호작용에서 나온다고 하였다. 개인은 특정 환경 내에서 수행되고 있는 과제가 요구하는 바를 충족시키기 위해 동작을 생성한다고 하였고, 서로 상호작용하는 과제의 요구와 환경의 요구를 충족시킬 수 있는 개인의 역량은 그 사람의 기능적 가능성을 결정한다고 했다.

또한 김선진(2009)에 따르면, 자세와 움직임 패턴에 관계하는 관절들의 수는 활동에 참여하는 분절들의 수를 말하고, 움직임은 인체 또는 물체가 시간 경과에 따라서 그 공간적 위치를 바꾸는 것을 말한다. 이러한 움직임은 직선 또는 곡선을 따라 움직이는 선형(linear) 형태와 특정한 고정 축을 중심으로 움직이는 회전(rotation)형태로 나타난다. 걷거나 달릴 때 몸통은 진행방향으로 선형적인 움직임을 보이고, 팔은 어깨 관절을 축으로 회전하는 움직임 형태를 나타낸다. 반면에 동작은 신체 또는 사지의 움직임으로 구성되는 목표지향적인 반응(goal-directed response)이라고 정의할 수 있으며, 움직임과는 분명히 구별되어야 한다.

김선진(2009)은 동작은 운동기술을 구성하는 최소의 단위가 된다고 했다. 따라서 동일한 운동기술을 수행하고자 할 때에도 상황에 따라 다른 형태의 동작이 나타나고, 환경이나 과제의 요구에 따라 각 사지나 몸통의 동작은 다양하게 변화한다고 했다.

김태윤 등(2008)은 운동기술을 학습하기 위한 중재 모델은 기능적인 능력의 신체적 특징을 분류하는 3차원 모형이어야 하며, 모델은 움직임의 조절 및 능력을 포함하고 있다. 그리고 움직임의 난이도를 순서대로 나열함으로써 기능적인 결과를 얻고자 하는 일반적인 중재 전략을 기술하고 있어야 한다.

동작의 특성에는 같은 형태의 동작을 반복해서 재현할 수 있는 항상성, 즉 시-공간적 일관성을 가지고 있어 각각의 동작을 구분하는 특징이 된다. 또 다른 특성은 융통성이다. 이는 다른 근육 또는 관절 등을 사용하여 같은 결과의 동작을 얻을 수 있다고 했고, 동작의 독특성에서는 동일한 근육과 신체분절을 사용하여 동일한 동작을 반복적으로 만든다고 해도 두 움직임은 완전히 일치할 수 없다고 했다. 그리고 동작은 수정이 가능하다고 했다. 즉 변화하는 환경의 정보를 받아들여 수행 중인 동작을 수정하는 것을 말하는데 이런 수정가능성은 불확실하게 변화하는 환경에서 일어나는 운동 수행 현상을 설명하는 중요한 특성이라고 했다(Smyth 등, 1984).

특히 PNF기법(고유수용성신경근 축진법)을 사용하고 있는 전문 물리치료사들은 운동기능에 문제 혹은 장애를 가진 사람들에게 어떻게 하면 환자에게 기능적 동작을 하게 할 수 있을까? 어떻게 하면 특정 과제를 위한 운동기술을 익힐 수 있게 할까? 라고 생각에 생각을 더할 것이다.

따라서, 많은 PNF의 선구자적인 연구자들은 인간의 복잡한 동작을 3차원의 움직임으로 해결하고 환자에게 학습시킬까 고민하였고, 고유수용성신경근축진법(PNF)은 대각선적 움직임 패턴과 기술들을 사용하는 것을 선택했다. 왜냐하면 이것들은 아주 다양한 환자들에게 효과가 있다는 것을 알았기 때문이라고 했다.

PNF에서는 이러한 3차원적 모형인 패턴을 개발하였으며, PNF에서 사용되는 여러 기술 중 율동적 개시(Rhythmic Initiation)는 기본적 절차의 요소들에서, 특히 저항, 구두명령, 시각적 정보, 신장과 압축, 타이밍 등과 같은 감각-지각을 중요시하고 있다.

RI는 수동운동에서 시작해서 능동운동으로 진행함으로써 실제 환자들의 움직임을 전체 범위 또는 부분적

범위를 가르치는데 사용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 PNF의 율동적 개시(RI)를 운동학습의 정보처리적 관점에서 운동수행에 관련된 정보처리단계, 주의, 기억, 정확성 등과 같은 이러한 기본적 절차요소들을 포함하여 재조명하고자 한다.

II. 본 론

1. 율동적 개시(Rhythmic Initiation)

PNF에서 율동적 개시(RI)는 협응력과 동작의 감각을 증진시키고, 동작물을 정상화(증가 혹은 감소)하는 동시에 하고자하는 또는 목적 있는 기능적 동작을 가르칠 때, 그리고 환자의 이완을 도우려고 할 때 사용한다. 또한 RI의 특성은 사지 혹은 신체의 율동적 동작을 원하는 범위를 통해 수동적 동작에서 점차 능동저항운동으로, 즉 수동(passive)운동, 능동보조(assistive active)운동, 저항(resistive)운동, 능동(active)운동 순으로 적용한다. 절차적 방법으로는 먼저 리듬을 탈 수 있는 구두명령의 속도로 동작의 범위를 통해 환자가 수동적으로 시작하고, 두 번째로 환자에게 치료사가 원하는 방향의 동작을 환자에게 요구한다. 그리고 되돌아오는 동작은 치료사에 의해 움직인다. 세 번째로는 구두명령과 함께 리듬을 유지하면서 능동적 운동에 저항을 준다. 마지막으로 끝마쳤을 때 환자는 독립적으로 움직일 수 있어야 한다(Susan S. Adler 등, 2008; 배성수 등, 2009).

2. 정보처리 관점에서의 율동적 개시(Rhythmic Initiation)

김선진(2009)은 정보처리 접근은 인간을 능동적인 정보처리자로 간주하여, 외부에서 들어오는 자극에 대한 반응시간을 측정하고 정보처리 하는데 소요되는 시간 측정 또는 외부에서 들어오는 자극 수, 자극 제시 시점, 자극과 반응의 적합성여부의 다양한 변화에 따라 정보처리 능력과 과정을 규명한다고 했다.

정보처리 단계에서 인간의 정보처리과정을 컴퓨터의 처리과정과 매우 유사한 것으로 간주하여, 단계를 감각

-지각 단계, 반응 선택 단계, 반응 실행 단계로 나누고 했다.

또 Wickens(1980, 1984)는 정보처리를 위한 자원 형태는 정보의 입, 출력 양식에 의해서 시각, 청각 등으로 분류했고, 정보처리 단계로는 지각, 기억, 반응등과 같은 분류를 하였으며 정보처리 부호화에 따라서는 언어적, 공간적으로 분류했다.

일반적으로 PNF의 RI를 적용하게 되면 감각-지각 단계를 거치는데 이 과정은 감각정보처리 단계라고 볼 수 있다. 좀 더 자세히 설명하면, 외부환경정보가 감각기관으로 받아들여지고 확인되는 것으로 다양한 정보원으로부터 들어오는 환경 정보의 내용을 분석하고, 의미를 부여하는 과정이다. 이것은 이전의 운동기억에 영향을 받아 움직임에 대한 정보를 얼마나 빠르고 정확하게 확인할 수 있는 매우 중요한 단계이다.

이 단계에서의 기능은 환경의 정보자극에 대한 탐지를 통해 자극의 명확성 정도, 강도에 영향을 받는데 자극의 명확성은 반응시간 연구에서 중요한 변인으로 간주되고 자극의 시-공간적 불확실성이 높을수록 자극 탐지 시간이 길어진다.

또 하나의 기능은 유형에 대한 인식(pattern recognition)으로 어떤 자극을 받았을 때 자극의 특징이나 특정한 유형을 추출할 수 있어서 운동기술 수준에 따라 환경정보를 포착해 지각하는 능력이 달라지므로 학습능력과 매우 밀접한 관계가 있다(김선진, 2008).

이것은 RI의 적용이 도수 접촉에 의해 촉각의 감각을 전해주며, 구두명령에 의한 청각적 자극, 그리고 수동적 움직임과 움직임의 유형과 전체 범위, 가고자하는 방향으로 인한 시각적 정보와 신장(stretch)에 의해 근육에 대한 정보, 정상타이밍(Normal timing)에 의한 특정 근육이나 원하는 활동에 대한 강조된 운동의 부드러운 연속성과 정확한 타이밍을 요구할 수 있다. 또한, 리듬을 탈 수 있는 구두명령의 속도로 동작의 범위를 통해 환자가 수동적으로 동작의 시작을 촉진하고 협응력과 동작의 감각을 증진시켜 동작물을 정상화하고 동작을 배우게 한다. 능동보조운동에서 저항운동으로 다시 능동운동으로 전환함으로 인해 운동수행과정에서의 동작유형에 대한 인식을 심어줄 수 있다(Susan S. Adler

등, 2008).

Cherry(1953)는 칵테일 파티(cocktail party) 현상에서 선택적 주의를 자신의 수행과 전혀 상관없는 정보를 무시 혹은 배제시킬 수 있는 인간의 능력이라고 말하였는데 양쪽 귀로 전달되는 두 가지의 청각 정보는 감각-지각 단계에서는 주의 역량과 상관없이 병렬적으로 동시 처리 되지만 주의를 기울임에 따라 선택적으로 하나의 정보를 무시할 수 있다고 했다. RI에서는 구두명령으로 환자에게 무엇을 해야 하고 언제 해야 하는지를 말해주며, 운동(movement) 혹은 근수축의 시작을 가이드 하는 반면, 환자의 근 수축 결과의 강도에 대한 필요한 정보를 주기 위해 구두명령의 음량을 다르게 할 수도 있다. 또한 준비명령으로 다른 소음을 배제하고 선택적으로 시작명령에 의해 운동을 수행할 수 있다.

그리고, RI에서의 도수접촉은 중수지절관절을 굴곡해서 압력이 신체부위와 일치하게 하여 주변의 다른 접촉으로 부터 필요한 정보를 획득하게 하여 그 운동수행에 필요한 촉각운동지각을 증진시킬 수 있다. 신장에 의해서는 수행하게 될 운동에 필요한 근 수축에 대한 준비 동작으로 협력근 및 연관된 다른 협력근들에게 촉진될 수 있는 선택적 정보를 제공할 수 있다(Susan S. Adler 등, 2008).

만약 수행자가 어떤 운동수행을 하고자할 때 많은 정보 중에서 필요한 정보를 알아차리지 못하거나 RI를 적용했음에도 불구하고 잘못된 운동수행을 일으킨다면 오히려 학습에 부정적인 영향을 미칠 것이다. 이러한 상황에서 피드백의 역할이 매우 중요하게 작용하는데 피드백은 학습자 내부 감각시스템으로부터 제공되는 감각피드백(sensory or intrinsic feedback)과 학습자 외부로부터 제공되는 보강피드백(augmented or extrinsic feedback)으로 구분된다. 감각피드백에서는 시각, 청각, 자기수용감각, 촉각 등을 감지하고, 보강피드백에서는 결과지식(knowledge of result)과 수행지식(knowledge of performance)등이 있다. 특히 보강 피드백은 감각 피드백 정보에 보충적으로 사용되며, 언어· 비언어적 형태로 제공되고, 움직임이 진행 중이거나 완료된 후에 제공되며, 움직임의 결과나 움직임 유형 자체에 정보를 제공한다(김선진, 2009; Shumway-Cook과 Woollacott,

2007).

올동적 개시(RI)를 이용하여 환자에게 어떤 기능적 운동을 수행할 때 운동수행이 잘 되지 않을 때 PNF를 사용하는 치료사는 구두로 ‘~을 조금만 ~ 하세요’라고 한다. 이 때 환자는 구두명령으로 수행 중 오류에 대한 정보를 받으면 내재적(intrinsic) 피드백 중 청각에 대한 감각 정보를 수용하게 되고, 만약 치료사가 접촉을 통해 운동방향에 대한 감각정보를 환자에게 제공하여 운동기술의 유형(pattern)에 대한 인식을 주면 자기 수용 감각에 대한 피드백으로 인해 근육과 건 그리고 관절 등에 위치한 관절 수용기에서 발생한 운동감각 정보를 지각하게 된다.

또한 RI 적용 시 눈으로 그 유형을 봄으로 인해 시각은 우리 몸의 운동을 결정할 수 있도록 하는데, 이것은 우리 몸의 한 부분과 다른 부분과의 관계, 우리 몸의 움직임에 대한 정보를 주는데 Shumway-Cook과 Woollacott(2007)는 이 때의 시각을 시각적 고유수용 감각(visual proprioception)이라 하고 자신의 몸에 대한 정보를 준다는 것을 의미한다고 했다.

시각정보는 학습 효과에서 사지 움직임의 효율성 변화와 시각적 정보 활용능력을 위해 시각적 피드백을 제공하며, 운동학습 초기에는 운동수행과 직접 관련 없는 부적절한 환경적 단서에 시각을 집중하는 경향이 있지만, 학습 진행 이후에는 운동수행에 유용한 정보에 선택적 집중할 수 있다(김선진, 2009).

제공시기에 따른 피드백의 적용은 구두명령(command)이나 손의 접촉에 의한 RI에서 운동수행과 동시에 적용하면 동시적(concurrent) 피드백을 제공받아 빠른 수정을 받을 수 있으며, 과제의 끝에서 구두로 제공을 받으면 동작이 완료된 후 그 움직임의 특성과 연속에 대한 종말 피드백을 제공받아 운동수행에 실패한 환자에게 다음에는 어떻게 해야 하는지 말해주는 것이라 할 수 있다.

피드백의 정(正)적 강화는 RI적용 중 구두로 치료사의 칭찬에 의해 성공적인 운동수행의 자신감을 갖고 다음수행에서 그것을 유지하거나, 보다 나은 수행을 유지할 수 있으며, 자신의 감각 피드백을 활용하여 정확한 운동수행에 대해 자신감을 가져와 다음 수행에 필요한

정보를 얻을 수 있다.

부(不)적 강화는 올바른 수행을 하지 못했을 때 RI 적용에서 손의 접촉(grip)과 적절한 저항으로 그것을 반복하지 않도록 근육수축능력촉진과 운동과 운동방향에 대한 인식을 통해 운동수행 중 틀린 수행자의 기술 수행을 교정하여 다음에 성공적 수행을 하도록 할 수 있다.

정보처리 단계 중 반응 선택 단계는 감각-지각 단계에서 제공되는 자극에 대한 확인 완료 후 자극에 어떻게 반응해야 할지 결정하는 단계로 의사결정과 직접적 관련이 있으며 이전의 기억에 의해 많은 영향을 받는다.

처리속도결정은 자극과 반응 간 관계에 따라 달라지는데 늦을 경우는 다양한 자극에 대해 수행할 반응 수가 많아 선택할 대안 수가 많을수록 또는 자극과 반응 간 적합성(compatibility)이 약할 때이다.

이러한 사실을 통해 RI를 적용할 때 도수 접촉이나 구두명령에 의한 자극이 반응을 이끌어 내는데 적합하지 않은 또는 너무 많은 요구를 하게 되면 환자는 반응을 나타내는데 혼란을 가져와 올바른 의사결정과 움직임을 이끌어 내는데 상당히 많은 어려움을 야기할 수 있다, 따라서, 구두명령과 도수접촉에 의한 자극을 간단 명료하게 할 필요성이 있다.

새로운 과제를 배우는 처음 단계에서는 정보 처리 속도가 느리고 많은 주의가 요구되고, 따라서 이런 경우는 연습을 통해 극복할 수 있다. 운동수행의 자동화는 많은 연습과 훈련으로 하나의 작은 행동적 단위를 형성하여 자극과 행동적 단위 간 관계를 강화한다고 했다.

이 또한 상당히 운동수행에서 중요한 것으로 인간의 활동(activity)수준을 세부 활동 요소로 세분화하고 다시 움직임(movement)수준으로 나누어 RI를 적용할 때 기본 패턴 즉, 작은 행동적 단위를 환자에게 많은 반복 연습을 시킴으로 운동수행의 자동화를 끌어낼 수 있다.

실제로 움직임을 생성하기 위해 운동체계를 조직하기 위해서는 반응 실행단계에서 동작을 계획하고, 근육에 전달하여 근육의 움직임이 발생시키기 위해서는 적절한 힘과 타이밍이 필요하다.

또한 수행해야할 과제가 복잡할수록 운동계획을 하는데 시간이 더 많이 걸리는데 이는 요구하는 움직임 요소 수와 움직임 정확성, 동작시간 요인 때문이라고 했다(김선진, 2009).

자극에 대한 반응은 Hick(1952)와 Hyman(1953)에서 이야기하는 것처럼 제시될 수 있는 자극 수가 많을수록 그 자극에 대한 수행자의 반응은 다양하게 나타나고 반응 선택하는 것이 어려워지나, 선택 대안 수가 어느 정도이상으로 증가하면 반응시간은 길어지지만 그 증가폭이 완만해진다.

반응선택 단계에서 자극과 반응의 불확실성에 대한 빠른 해결이 이루어진다면, 자극과 반응이 서로 적절한 배열관계에 있을수록 선택반응시간은 감소하고, 이것은 자극과 그 자극에 대한 반응이 자연스럽게 연결되었다고 한다.

이러한 사실로 보아 현 PNF기법에서 사용하는 RI는 목적하는 정확한 운동수행에 필요한 움직임 요소 수와 움직임 정확성, 동작시간 요인에 대한 자극을 저항을 최대한 간략하게 환자에게 전달함으로써 운동수행 장애 환자에게 자극과 반응의 적절한 배열관계가 형성되도록 할 수 있다.

3. 주의(Attention) 관점에서의 율동적 개시 (Rhythmic Initiation)

James(1890)는 주의를 동시에 여러 대안을 가진 대상, 생각 중 하나를 선택해서 분명하게 간주하는 의식의 집중이라고 했다. 이러한 주의의 특징은 인간은 한번에 한 가지 일에만 전념하거나, 한 가지 생각에만 몰두한다는 제한점과 시간적 순서에 의한 계열성, 수행을 위한 적절한 정보만 선택하는 의도적 선택을 포함하는 선택적 특성을 가지고 있다. 즉 특정 순간 과제를 수행하기위한 필요한 정보를 선택 구별하고 지속적으로 처리할 수 있는 인지적 과정이라 할 수 있다.

특히 새로운 운동과제를 학습할 때 학습자는 무엇을 어떻게 해야 하는지 많은 생각을 하면서 동작 하나하나에 많은 주의를 기울이는데 이는 학습자 스스로 의식적으로 주의를 기울이고 있다는 것을 알 수 있다. 이처럼

학습초기에는 운동수행에 대한 많은 주의 집중이 요구되지만, 숙달되면 적은 주의 집중으로 운동수행이 가능하다.

하지만, Pew(1974)와 Magill 등(1990), 그리고 Shumway-Cook과 Woollacott(2007)는 의식하지 못하는 가운데 자연스럽게 학습이 되는 즉, 개인이 수동적이고 비의식적으로 지식을 축적하여 마치 습관처럼 수행되어질 수 있는 과제를 학습할 수 있다고 했다.

이에 대해 Pew(1974)는 60초 동안의 복잡한 곡선형태의 움직이는 표적을 조이스틱으로 추적하는 과제 중 초기 20초, 후기 20초는 무선적 움직임으로 하고 중간 20초는 모든 시행에서 동일하게 움직이도록 조작한 결과 의식적 주의의 자각이 없는 상태에서 기술학습이 발생할 수 있다는 사실을 입증하였다. 이는 중간 시행에서 표적의 움직임에 대한 규칙적인 특성을 이용하여 추적 수행의 요령을 습득한 것이라 볼 수 있다.

또한, 소음이 없는 곳에서 부를 때 소리에 대한 반응 시간은 훨씬 빨라지고, 부르는 목소리가 클수록 반응 시간은 더 빨라진다. 이처럼 자극의 명확성은 반응시간 연구에서 중요한 변인으로 간주되는데 이는 자극의 시-공간적 불확실성이 높을수록 자극 탐지 시간이 길어진다고 했다(김기웅과 이효경, 1999).

이러한 사실로 미루어 보아, RI를 운동수행 장애 환자에게 적용하고자 할 때 운동학습 초기에는 주변의 환경이나 소음에서 정확한 구두명령으로 자극의 명확성을 주고, 운동수행과정을 눈으로 직접 보게 함으로써 자극의 시-공간적 불확실성을 줄여줌으로써 환자의 주의를 이끌어 내는 것을 가능하게 하여야 한다.

또한 운동의 시간적 연속성, 즉 정상 타이밍을 고려한 패턴의 충분한 반복으로 나중에 환자가 암묵적 학습으로 의식적 주의의 자각이 없는 상태에서 요구하는 운동기술이 이루어 질 수 있도록 해야 할 것이다.

Masters(1992) 또한, 암묵적 학습을 시도하여 주의와 자각 없이 이론적으로 학습된 것에 대해 지도나, 기술지식의 배경이 없어도 운동기술 학습이 가능하다고 했으며, Masters 등(2008)도 암묵적 학습이 명시적 학습 효과와 거의 비슷한 수준으로 향상되었고, 명시적 학습보다 운동조절에서 의사결정과 같은 인지적 능력을

더 향상시킬 수 있다고 제시했다. 이러한 현상들에 대해서는 Kupfermann(1991)이 제시한 절차적 학습은 소뇌회로를 포함한다는 사실에 기인한다고 보았다. 하지만, 운동수행 자동화와의 관련하여 Logan(1985)은 자동화는 숙련된 기술수행과 밀접한 관련이 있지만, 아무리 자동화된 동작이라고 할지라도 주의는 필요하다고 했다(김선진, 2009).

4. 기억관점에서의 율동적 개시(Rhythmic Initiation)

정보유형에 따른 기억 형태에서 명제적 기억은 운동상황에서 무엇을 해야 하는지에 대한 정보를 포함하는데, 주로 특정상황에서 구사하는 운동기술의 하위 요소들이 있으며(Anderson, 1990), 절차적 기억은 어떤 순서로 움직임을 수행해야 하는지에 대한 정보를 담고 있다(Tulving, 1985).

새로운 운동기술을 처음 배울 때는 명제적 기억 정보를 활용하고, 일단 학습이 되고나면 절차적 기억의 정보를 사용하여 의식적인 주의 없이 자동적으로 수행이 이루어진다(김선진, 2009). 대부분의 운동은 명시적 기억보다는 암묵적(implicit)기억 형태에 더 근접하다. 그래서, Shumway-Cook과 Woollacott(2007)는 뇌손상 환자에게 재활훈련과정에서 초기 명제적 기억 형태에 반응하는 환자를 계속적 반복으로 암묵적, 절차적 기억형태로 바꾸어야 한다고 했다.

운동장애를 가진 환자에게 RI는 처음에는 운동수행의 방향과 동작의 유형(pattern)을 인식시키고 운동조절과 운동학습을 촉진시켜 자세나 운동을 교정하는데 도움을 주기위해, 구두명령(command)과 시각적 정보, 타이밍과 같은 기본절차(Basic procedures)를 같이 적용하여 명제적 기억정보를 통해 하위 운동요소를 형성하여 단기감각저장상태로 유지된다. 그리고, 다시 단기기억정보저장고로 유입된다. 하지만 단기 기억의 저장 정보량은 불과 5~9개에 불과하고(Miller, 1956), 정보저장 시간은 성인의 경우 불과 10~20초정도로 반복적 사용과 암송에 의해 기억되어진다. 따라서 인지과정을 통해야만 장기기억으로 저장되어진다(Atkinson과 Shiffrin, 1977).

단기 기억저장용량이 적기 때문에 RI를 적용할 때 너무 많은 정보를 주지 않아야 하며, 반복적인 운동수행과 연습을 통해 필요할 때마다 저장된 정보를 사용하여 장기기억으로 전환시켜야 한다. 이런 방식의 RI 적용은 Eccles(1965)가 언급한 기억을 유지하기 위한 이미 존재하는 기억 관여 신경시스템의 기능적, 구조적 변화를 수반할 수 있다.

5. 운동수행의 정확성 관점에서의 율동적 개시 (Rhythmic Initiation)

일반적으로 임상에서 PNF기법을 사용하여 운동장애가 있는 환자에게 RI 또는 역동적 반전(Dynamic Reversal)과 같은 PNF테크닉과 기본적 절차(Basic Procedures)를 사용하여 환자에게 중재행위를 해도, 환자의 운동수행이 정확하게 일어나지 않는 경우가 많다. 물론 다른 중재 기법을 사용하는 경우도 이런 경우는 발생할 거라 생각된다. 그러면 이런 현상은 어떻게 일어나는 것일까? 왜 중재행위를 했는데도 불구하고 환자의 운동수행의 불안정한 부분은 빨리 수정되지 않을까?

대부분 운동수행의 정확성은 목표수행과 실제수행 결과와의 차이뿐만 아니라 운동수행의 일관성까지도 포함한다. 즉 한두 번의 시행에서 나타난 결과로는 운동 정확성을 판단할 수 없고, 충분한 시행의 반복에서 일관성 있는 수행력을 보여야 운동 정확성이 있다고 할 수 있다.

따라서 일관성 있는 수행력을 가지려면 환경이 변해도 의도한 운동수행을 위한 폼의 안정성이 갖추어져야 하고, 이에 따라 운동수행의 결과가 지속적으로 일정한 수준을 유지하며, 환경 또는 과제의 특성이 변해도 안정적인 운동수행을 할 수 있다는 것을 의미한다(김선진, 2009).

RI에서는 단순 동작을 위한 기본 PNF 패턴을 반드시 실시하여야 하는데 Woodworth(1899)는 다양한 거리에 있는 목표지점 사이에 선을 반복적으로 그리는 과제에서 움직임의 속도가 증가할수록 정확성은 감소하였다고 하였고, Newell(1980)은 시작위치에서 목표지점으로 시행마다 정해진 시간에 연필을 움직이는 실험에서

움직임 속도가 증가함에 따라 공간 정확성이 감소하고 타이밍 정확성은 증가한다고 했다.

Khan과 Elliott(2002)은 특정수준이하의 속도일 때 공간 정확성이 감소되고, 불연속적인 조절이 이루어진다고 했다.

Schmidt(1979)는 매우 빠른 동작에서 큰 힘이 필요하고, 이 때 사용된 힘의 크기가 클수록 운동수행 정확성이 떨어진다고 했다.

따라서 PNF 전문 치료사들은 RI를 적용함에 있어 패턴의 일관성과 정확성을 환자에게 정확하게 인식하게 하려면 RI적용 속도가 환자의 원하는 요구사항이나 합의된 목표를 위해 너무 빠르지도 늦지도 않은 적절하고 일정한 속도와 힘을 적용 실시하여 환자가 피드백을 통해 충분히 운동수행 패턴을 인지할 수 있도록 하여야 한다. 또한 충분한 반복과 명확한 구두명령, 시각적 정보를 주어 정상타이밍과 근 수축 시간의 조절, 시각적 피드백에 의한 운동 상황에 적합한 동작을 선택, 생성함으로 주변 환경에 대한 정보를 효율적으로 수집, 활용하여 원하는 기능에 맞는 패턴을 인지할 수 있도록 하여야 한다.

이렇게 RI를 통한 다차원적인 감각 입력의 충분한 반복으로 반응시간을 줄이고, 장기 기억으로의 전환에 의한 학습이 될 수 있다.

한편 접촉에서 주는 두 군데 이상의 자극 시간을 짧게 함으로써 하나의 자극으로 받아들일 수 있는 집단화(grouping)현상이 목적에 맞게 일어나도록 해 원하고자 하는 패턴이 일어나도록 한다.

또한, RI를 사용하는 중재과정에서는 김태윤 등(2008)이 이야기한 환자가 원하는 요구에 맞는 목표를 획득할 수 있는 자세와 움직임을 나타내야 하고, 그 움직임의 질과 양을 생리적 스트레스, 조직의 스트레스와 학습변수(자극 강도, 운동수행의 반복, 절차의 변화, 환경)를 고려함과 동시에 신체의 자유도, 인지적 요구, 운동속도를 같이 고려해야 한다.

III. 결 론

율동적 개시(RI)는 협응력과 동작의 감각을 증진시키

고, 동작률을 정상화(증가 혹은 감소)하는 동시에 수동운동(passive), 능동보조(assistive active)운동, 저항(resistive)운동, 능동(active)운동 순으로 적용한다.

PNF를 사용하는 초보 전문 물리치료사들이 일반적으로 운동수행 장애를 가진 환자에게 환자 요구나 목적에 맞는 올바른 운동수행의 방향과 동작의 유형(pattern)을 인식시키고 운동조절과 운동학습을 촉진시켜 자세나 운동을 교정하는데 많은 어려움을 가지고 있다. 또한 우리는 환자가 어떤 운동수행을 할 때 반드시 주의를 기울이거나 인지를 해야 원하는 운동기술을 습득한다고 생각할 수도 있다. 하지만, 암목적 학습으로 의식적 주의의 자각이 없는 상태에서 요구하는 운동기술이 이루어 질 수 있다는 것을 본문의 내용을 통해 알고 있다. 단지, 감각-지각에 문제가 있는 환자에게 더 쉽게 더 효율적으로 운동학습을 시키기 위해 도수접촉, 구두명령, 시각정보, 저항, 타이밍 같은 PNF의 기본적 절차를 사용하고, 시-공간적 가중을 주어 운동수행 장애 환자에게 자극과 반응의 적절한 배열관계를 형성하여 학습 초기에 명제적 기억 정보에서 학습 후 절차적 기억정보로 전화시켜야 한다.

정확한 운동수행에 필요한 정보와 움직임의 정확성 또는 일관성, 동작시간 요인에 대해 정상 타이밍을 고려한 패턴의 충분한 반복을 환자에게 적절한 속도와 힘, 반복 수, 구두 설명에 의한 정적 피드백과 도수접촉에 의한 부(不)적 피드백을 너무 많이 또는 너무 적게 주는 우려를 범하지 않는 범위에서 운동 상황에 적합한 동작을 선택, 생생함으로 주변 환경에 대한 정보를 효율적으로 수집, 활용하여 원하는 기능에 맞는 패턴을 인지할 수 있도록 하여야 한다고 사료된다.

하지만, 이런 관점과 다른 운동학습관점에 따른 연구 자료의 부족으로 인해 임상적용에 관련된 내용보다는 이론에 입각한 부분이 많은 것 같다.

따라서, 앞으로 다른 운동학습 관점에서 PNF기법들의 좀 더 다양하고 폭넓은 임상 연구가 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

김기웅, 이효경. 자극의 시간적, 공간적 불확실성이 자

극탐지 시간에 미치는 영향. 한국체육학회지-인문 사회과학, 38(4):187-194, 1999.

김선진. 운동학습과 제어. 대한미디어, 2009.

김태윤, 최재원, 정현애 등. 운동치료(임상적 의사결정). 영문출판사, 2008.

배성수, 구봉오, 최재원 등. 고유수용성 신경근 축진법. 대학서림, 2009.

Anderson J. Cognitive psychology and its implications 3rd. Freeman. NY; 1990.

Atkinson R. C., Shiffrin R. M. Human memory: A proposed system and its control processes, In: G. H. Bower(Ed). Human memory: Basic processes, Academic Press. NY; 7-113, 1977.

Cherry E. C. Some experiments on the recognition of speech, with one and two ears. Journal of Acoustical Society of America, 25:975-979, 1953.

Ecceles J. C. Possible ways in which synaptic mechanisms participate in learning, remembering and forgetting, In: D.P. KImble(Ed). The anatomy of memory, Science and Behavior Books, Palo Alto;12-87, 1965.

Hick W. E. On the rate of gain of information. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 4:11-26, 1952.

Hyman R. Stimulus information as a determinant of reaction time. Journal of Experimental Psychology, 45: 188-196, 1953.

James W. The principles of psychology Vol. 1. Holt. NY, 1890.

Khan M. A, Elliott D. Optimal control strategies under different feedback schedules: Kinematic evidence. Journal of Motor Behavior, 34(1): 45-47, 2002.

Kupfermann I. Learning and memory. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. Principles of neuroscience 3rd. Elsevier. New York; 997-1008, 1991.

- Logan G. D. Skill and automaticity: Relations, implications, and future directions. *Canadian Journal of Psychology*, 39:367-386, 1985.
- Magill R. A, Schoenfelder-Zohdi B, Hall K. G. Future evidence for implicit learning in a complex tracking task. Paper presented at the annual meeting of the Psychonomics Society. New Orleans, 1990.
- Masters R. S. W. Knowledge, nerves and know-how: the role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 82:343-358, 1992.
- Masters R. S, Poolton J. M, Maxwell J. P, et al. Implicit motor learning and complex decision making in time-constrained environments. *Journal of Motor Behavior*, 40(1):71-79, 2008.
- Miller G. A. The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 62:81-97, 1965.
- Newell K. M. The speed-accuracy paradox in movement control: Errors of time and space, In: G. E. Stelmach, J. Requin(Eds.). *Tutorials in motor behavior*, North-Holland. Amsterdam: 501-510, 1980.
- Pew R W. Levels of analysis in motor control. *Brain Research*, 75:393-400, 1974.
- Schmidt R. A, Zelaznik H. N, Hawkins B, et al. Motor output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, 415-451, 1979.
- Shumway-Cook & H. Woollacott. *Motor Control* 3rd. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- Smyth M.M, Wing A. L. *The psychology of movement*. Academic Press: London, UK, 1984.
- Susan S. Adler, Dominiek Beckers, Math Buck. PNF in Practice 3rd. Springer, 20-21, 2008.
- Tulving E. How many memory systems are there?. *American psychologist*, 40; 385-398, 1985.
- Wickens C. D. The structure of attentional resources, In: R. S. Nickerson(Ed.). *Attention and performance VIII*, Hillsdale NJ. Erlbaum:239-257, 1980.
- Wickens C. D. *Engineering psychology and human performance*, Bell & Howell Company. Columbus Ohio, 1984.
- Woodworth R. S. The accuracy of voluntary movement. *Psychological Review*, 3,(Suppl. 2), 1899.