

운동자유도에 따른 어깨관절 굴곡각도의 변화

김 태 윤* · 최 재 원**

김태윤 아동운동발달연구소* · 경북전문대학 물리치료과**

The Change of Shoulder Flexion by Degree of Freedom in The Individuals

Tae-Yoon Kim, P.T., PhD.*, Jae-Won Choi, P.T., PhD**

*PNF Clinics., The Research Institute of Movement Science**
*Department of Physical Therapy, KyungBuk College***

<Abstract>

Objective : The purpose of this study was conducted to find the change of shoulder flexion by degree of freedom between the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation(PNF) pattern, the flexion- abduction- external rotation, and not PNF pattern, the flexion- external rotation(except abduction)movement.

Method : PNF pattern applied on the unilateral upper extremity in all subjects were the flexion- abduction- external rotation, and not PNF pattern, and twenty-six normal subjects(13 male, 13 female) were tested by Cybex Norm Testing & Rehabilitation System.

Results : PNF pattern showed significant increase of flexion than not PNF pattern, the flexion- external rotation(except abduction)movement, and also the female group was significantly increased than male group.

Conclusion : The results suggested that the application of PNF pattern to the unilateral upper extremity had affected on the shoulder flexion by degree of freedom.

Key Words : PNF pattern, Degree of freedom

교신저자 : 최재원(e-mail: cjc816@hanmail.net)

논문접수일: 2009년 02월 10일 / 수정접수일: 2009년 20월 22일 / 게재승인일: 2009년 03월 01일

I. 서 론

고유수용성신경근 촉진법(PNF)의 정의를 보면 고유수용성은 신체의 움직임과 체위를 고려하는 정보를 제공하는 감각수용기와 관련성이 있다고 했고, 신경근은 신경과 근육의 동반성을 의미하며 촉진은 운동을 더 쉽게 되도록 한다고 했다. PNF는 통합적인 치료법으로 각각의 치료는 인체의 한 분절 혹은 특정부분의 문제만을 다루는 것이 아니라 전체의 인간으로 접근을 한다(Susan 등, 2008; 배성수, 김태윤, 최재원 등, 2008).

일반적으로 물리치료 임상에서 건강관련 고객이나 환자의 어깨관절의 관절가동범위를 측정할 때 인체의 운동의 면에 따른 자유도는 고려하지 않고 한 개의 면에서의 운동범위를 측정하고 이를 기록한 경우가 허다하다. 그러나 인간은 기능적인 움직임을 수행하는 주체로서 한 면에서의 동작(motion)만으로는 인간의 움직임을 기능적이라고 말할 수 없다.

인간의 기능적 움직임은 세 개의 면에서 복합적인 동작의 합에 의한 운동(movement)으로 설명되어지는 것이 임상에서 필요하다. 또한 김태윤 등(2008)은 움직임의 결합은 해부학적 면에서 뿐만이 아니라, 동작의 세 면을 결합한 대각선 패턴으로 수행할 수 있고, 대각선 패턴은 두세 가지의 근활동을 결합한 것으로 기능적 범위와 움직임을 강화 하는데에는 직선적인 면 동작보다도 더 효과적이고 효율적이다. 게다가, 모든 대각선 패턴에 고유한 회전 움직임은 모든 움직임 조절단계에서, 특히 숙련된 상지 움직임에 있어서 매우 중요하며 대각선패턴은 근위관절에서 3가지 자유도를 가지고 있으며 여러 가지 원위 움직임을 결합하고 있어서 많은 조절을 요구하지만 동시에 움직임의 자유와 변화를 허용한다. 적절한 움직임 패턴을 선택하고, 그것들을 여러 가지 결합으로 여러 자세에서 수행함으로써 기능적인 활동들에 필요한 복잡한 움직임을 획득할 수 있다고 했다(김태윤, 최재원, 정현애 등, 2008).

정상적인 기능 운동은 사지의 대단위운동 패턴과 협력관계가 있는 체간근으로 구성된다(Susan 등, 2008).

하지만, 운동피질은 이러한 운동패턴을 일으키고 체계화하며, 운동패턴에 속해진 근육을 수의적으로

각각 따로 분리할 수 없다. 이것은 우리가 근육을 개별적으로 수축할 수 없다는 의미가 아니라 분리된 동작은 대단위 운동 패턴에서 나온다는 것이다. 이러한 협력근 결합은 PNF의 촉진패턴을 형성한다. PNF 패턴은 세 가지 면 모두에서 운동이 결합된다. 즉, 시상면에서는 굴곡과 신전이, 관상면 또는 전두면에서는 사지의 내전과 외전 또는 척주의 외측굴곡이, 횡단면에서는 회전이 일어난다. 이렇게 세 면에서 운동이 결합됨으로 우리는 “나선상 대각선” 운동을 한다고 했다. 근 활동의 증가는 패턴 내에서 원위와 근위로 퍼지고, 한 패턴에서 운동과 관련된 패턴으로 퍼진다. 치료는 원하는 기능적인 운동을 강화시키거나 또는 원하는 근육군을 강하게 하기위해 근육(패턴)의 협력적인 결합으로 부터 방안을 이용한다. 우리가 저항에 대항하여 패턴 내에서 운동할 때 협력 작용을 하는 모든 근육은 수축할 것이다. 패턴의 회전성 요소는 효과적인 저항을 위한 열쇠이다. 회전에 대한 올바른 저항은 전 패턴을 강화시킬 것이다. 사지의 근위관절에서 일어나는 운동을 기준으로 즉 견관절 굴곡-내전-외회전과 길항근 패턴인 신전-외전-내회전으로 대각선을 이룬다. 또 견관절 굴곡-외전-외회전과 길항근 패턴인 신전-내전-내회전 패턴으로 또 하나의 대각선패턴을 형성한다. 체간과 사지는 완전한 협력근의 형태로써 함께 작용하는데 예를 들면, 견갑골의 전방 거상과 함께 견관절 굴곡-내전-외회전 패턴은 전체운동을 완전하게 하기위해 반대쪽으로 체간이 신전되고 회전된다(Susan 등, 2008; 배성수, 김태윤, 최재원 등, 2008).

상지의 거상(elevation)이라는 용어는 정확한 운동면에 관계없이 단지 상지를 머리위로 가져가는 능동 움직임을 말한다. 상지의 거상은 관절와상완관절에서 상완골을 거상(외전 또는 굴곡)시키는 근육들과 견흉관절의 상방회전과 전인을 조절하는 견갑골의 근육들 그리고, 관절와상완관절에서의 동적안정성과 관절운동형상학을 조절하는 회전근개 근육들인데 관절와상완관절에서 외전시키는 일차적인 근육은 전삼각근, 중삼각근, 오혜완근, 그리고 상완이두근의 장두에 의해 주로 수행된다(Donard, 2002).

인체 관절운동에서 굴곡은 시상면에서 일어나며 관절이 구부러지면서 관절의 각도가 작아지는 운동이며, 외전은 관상면에서 인체의 중심선으로부터 멀

어지는 운동이고, 외회전은 수평면에서 인체의 뒤쪽으로 회전을 하는 운동으로 정의된다(박찬의, 2008).

외전과 굴곡은 비슷한 생역학적 작용으로 팔을 거상시키지만, 즉 굴곡이 관절과 상완관절과 견갑대에 완전 범위를 위해 필요한 외전의 작용과 유사한 작용을 한다 하더라도 두 동작의 차이점은 견갑골의 움직임이 외전에서는 30도를 넘을 때이며, 굴곡은 60도를 넘으면서 견갑골의 움직임을 나타내는데 이는 승모근 중간섬유가 외전보다 굴곡 때 덜 작용하기 때문이다 따라서 물리치료사는 관절가동범위를 증가시키는 운동을 할 때 단순한 면에서의 운동뿐만 아니라 일상생활의 기능적 동작을 고려해야한다고 했다(정현애, 2000).

견관절 외전 시 관상면에서 상완골 외전범위는 상완이 내회전된 상태에서는 외전범위가 60도를 넘지 못하며 이것은 대결절이 견봉에 끼여 제한이 있으며, 외회전 상태에서는 대결절이 견봉 아래로 내려가므로 외전을 방해할 수 없다고 했다(Norkin과 Levangie, 1992).

견갑골의 상방회전은 상지의 거상에 있어 필수적인 구성성분이다. 완전한 상방회전을 수행하기 위해, 전거근과 승모근의 모든 부분들이 상방회전 동안 협력한다. 견갑골의 상방회전을 위한 회전축은 견갑골을 전-후 방향으로 통과하는 축으로 견관절 외전 초기 단계 동안은 견갑극의 기저부 근처에 있고, 외전의 후기 단계 동안은 견봉 근처에 있다. 승모근 상부섬유와 하부섬유 그리고 전거근의 하부섬유는 견갑골을 상방 회전시키기 위한 짝힘을 완성한다. 세 개의 근육 힘은 같은 방향으로 견갑골을 상방으로 회전시킨다. 하승모근은 특히 견관절 외전의 후기 단계 동안에 활동한다(Bagg와 Forrest, 1988).

따라서, 본 연구의 목적은 한 두면에서의 동작(motion)결합과 세 개의 면에서 동시에 일어나는 동작의 결합인 운동(movement)에서의 어깨 관절의 굴곡범위를 비교하는데 있어 PNF D2패턴과 PNF 패턴이 아닌 굴곡과 외회전만 결합한 움직임을 통해 어깨 관절의 기능적인 활동과 운동의 자유도와와의 관계를 알아보고, 임상에서 어깨관절의 기능적 굴곡 각도에 대한 운동치료의 좋은 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구기간 및 연구대상

연구기간은 2009년 3월 11일부터 4월 10일까지 실시하였으며, 인원은 선정 기준 조건에 합당한 26명을 대상으로 하였다. 또한 대상자 모두 실험내용을 이해하고 참여에 동의하였다.

2. 선정기준

- 첫째, 견관절에 대한 병력이 없는 자
- 둘째, 견관절을 주로 사용하는 스포츠에 참여하고 있지 않는 자
- 셋째, 오른쪽을 우세상지로 사용하고 있는 자
- 넷째, 최근 1개월 동안 견관절에 무리한 일이나 운동을 하지 않은 자

3. 실험방법

1) 실험기기

본 연구에 사용된 장비는 등속성 장비인 Cybex NORM을 사용하여 어깨관절의 굴곡 각도를 측정하였다.

2) 실험절차

먼저 Cybex NORM을 각각의 대상자에 맞게 칼리브레이션하고 대상자는 누운 자세에서 각 운동에 맞는 입력 팔(input arm)을 연결하여 실시하였다. 체간의 불필요한 동작을 제한시키기 위해 스트랩으로 가슴과 골반을 수평과 수직으로 단단히 고정하고, 반대쪽 견관절도 견고하게 고정하였다. 양하지는 굴곡한 상태로 하였으며, 상완의 회전량을 일정하게 유지하기 위해 대상자의 주두와 외상과를 표시한 후 외회전을 위해 바깥에서 보았을 때 외상과가 정중앙에 오도록 한 다음 상지를 각각 3회씩 거상시켰다. 시작자세로는 견관절의 굴곡 측정 시 상완골회전에 따른 관절가동범위를 측정하기 위해 동력계(dynamometer)를 조정하고 누운 자세를 취한다. PNF 패턴 측정 시에는 관절가동범위를 측정하기 위해 Cybex의 입력 팔을 연결한 후 동력계를 조정하고 대상자를 누운 자세를 취한다. 체간의 대상작용을 배제하기 위해 골반과 흉곽에 스트랩을 하고 PNF 패턴을 각각 3회씩 실시하였다.

4. 분석방법

실험을 통해 얻은 결과는 SPSS 12.0 for Window로 통계처리 하였다. PNF패턴을 적용한 그룹과 패턴이 아닌 굴곡-외회전 운동(외전이 제외된)의 결과를 알아보기 위해 독립표본 t-test를 실시하였고, 이때 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구대상자 26명중 남자 13명, 여자 13명이었으며, 평균연령은 남자 19.46±1.76세, 여자는 22.62±1.91세이며, 평균 신장은 남자가 169.69±4.87cm이고, 여자는 163.62±4.56cm였다(표 1).

2. 각각의 성별에 따른 PNF D2패턴과 굴곡-외회전(외전 제외)의 어깨관절 굴곡 각도 비교

남자성인에서 일반굴곡과 외회전을 동시에 적용했을 때 보다 PNF의 굴곡-외전-외회전 패턴이 굴곡에서 184.62±5.92로 통계적으로 유의하게 더 증가 되었으나($p < .05$), 여자성인에서는 일반굴곡과 외회전을 동시에 적용했을 때 보다 PNF의 굴곡-외

전-외회전 패턴이 굴곡 각도에서 통계적으로 유의한 차가 없었다($p > .05$)(표 2).

3. PNF D2패턴과 굴곡-외회전(외전 제외) 적용시 성별 간 어깨관절 굴곡 각도 비교

남자성인과 여자성인에서 일반굴곡과 외회전을 동시에 적용했을 때 남자성인(173.00±7.47)보다 여자성인(179.15±3.74) 굴곡 각도가 통계적으로 유의하게 더 증가 되었다($p < .05$). 또한, 남자성인과 여자성인에서 PNF의 굴곡-외전-외회전 패턴을 적용했을 때에도 남자성인(184.62±5.92)보다 여자성인(187.08±2.33) 굴곡 각도가 통계적으로 유의하게 더 증가 되었다($p < .05$)(표 3).

IV. 고 찰

근육계는 고정 근육들이 운동에 앞서 동원되어 체간과 견갑대에 안정성을 제공한다. 이 때 견갑대에 대해 등세모근과 앞톱니근의 동시수축이 어깨 등 관절에서 가장 중요한 안정성을 제공한다고 했다(Hodges & Richardson, 1996).

견갑대에서는 견갑골과 쇄골이 하나의 단위로 일

표 1. General characteristic of subjects

(N=26)

Variable	male(13) M±SD	female(13) M±SD
Age(yrs)	19.46±1.76	22.62±1.91
Height(cm)	169.69±4.87	163.62±4.56

표 2. Shoulder flexion of each group on PNF D2 pattern and flexion-ext rot

	PNF D2 pattern M±SD	flexion-ext rot M±SD	t	p
male	184.62±5.92	173.00±7.47	-4.392	.038*
female	187.08±2.33	179.15±3.74	-6.488	.271

* $p < .05$, ** $p < .01$

표 3. Shoulder flexion of PNF D2 pattern and flexion-ext rot on each group

	male M±SD	female M±SD	t	p
PNF D2 pattern	184.62±5.92	187.08±2.33	-1.395	.047*
flexion-ext rot	173.00±7.47	179.15±3.74	-2.656	.000**

* $p < .05$, ** $p < .01$

을 한다. 견갑골을 주로 지지하는 것은 흉골병에서 처럼 골격의 축인데 단지 하나의 근육만 부착되어 있다. 견갑골 패턴은 상지 패턴 내에서 활성화되어 지고 모든 상지 패턴과 견갑골 움직임을 하나로 통합되게 한다. 견갑골 패턴은 두 대각선에서 일어난다. 전방 거상-후방 하강과 후방 거상-전방하강 등이다. 대각선에서의 움직임은 대각선 내에서 움직일 때 환자는 하나의 척추체에서 전후로 구르거나 회전하지 않을 것이다. 견갑골 상방 패턴은 팔의 굴곡 패턴과 같이 일어나고, 견갑골 하방 패턴은 팔의 신전 패턴과 같이 일어난다. 이것은 팔의 움직임과 안정성을 촉진시킨다(Susan 등, 2008; 배성수, 김태윤, 최재원 등, 2008).

어깨관절은 불안정한 구조로 주변의 인대, 근육, 건 등이 감싸고 있는 상태로 특히 어깨 관절 찢힘 증후군의 환자에서 어깨뼈의 활주이동이 변하는데 이는 근육의 활성도가 불균형하기 때문이다. 이러한 만성 환자들에게 주로 나타나는 현상이 상지가 머리 위로 외전될 때, 어깨뼈의 상방회전이 불충분하면 대결절과 봉우리가 가까워져 봉우리밑(subacromion) 공간에서 뼈조직에 의해 잡히게 된다. 따라서 앞뿔니근의 활성도가 유의하게 줄어드는 현상이 나타나 것처럼 마지막 상방회전에 중요한 역할은 앞뿔니근에서 하게 되지만 앞뿔니근의 활성도가 줄어들게 되면 결국 어깨뼈의 상방회전이 부자연스럽게 변하고 범위도 줄어들게 된다(김덕화, 최중덕, 오재섭, 2004).

견갑골의 상방회전은 상지의 거상에 있어 필수적인 구성성분이다. 완전한 상방회전을 수행하기위해, 전거근과 승모근의 모든 부분들이 상방 회전 동안 협력한다. 견갑골의 상방 회전을 위한 회전축은 견갑골을 전-후 방향으로 통과하는 축으로 견관절 외전 초기 단계 동안은 견갑근의 기저부 근처에 있고, 외전의 후기 단계 동안은 견봉 근처에 있다. 승모근 상부섬유와 하부섬유 그리고 전거근의 하부섬유는 견갑골을 상방 회전시키기 위한 짝힘을 완성한다. 세 개의 근육 힘은 같은 방향으로 견갑골을 상방으로 회전시킨다. 하승모근은 특히 견관절 외전의 후기 단계 동안에 활동한다(Bagg와 Forrest, 1988)

상승모근은 EMG 수치가 있어 견관절 외전 초기 동안에 뚜렷한 상승을 보이고, 그 이후에는 점진적인 상승이 계속된다. 상승모근은 외전의 초기 단계

동안에는 쇄골을 거상시키고, 외전의 후기 단계 동안에는 하승모근의 하방 당김을 조절한다. 전거근은 전체 견관절 외전 범위동안 그 크기에 있어 점진적인 상승을 보인다고 했다(Donard, 2002).

또 중삼각근과 극상근의 힘선은 견관절 외전동안 같다고 했으며(Kronberg, Nemeth, Brostrom, 1990), 삼각근과 극상근은 관절외상완관절에서의 전체 외전 토크에 있어 대략 똑같은 양으로 기여한다고 했다(Howell, Imobersteg, Seger 등, 1986).

승모근의 완전한 마비는 상지를 머리 위로 거상시키는데 있어 현저한 어려움이 있다. 그러나 상지를 머리 위로 들어 올리는 과제는 전거근의 신경 지배가 유지하는 한 대개 완전한 범위로 완성될 수는 있다. 중승모근이 견갑골에 대한 강력한 후인의 힘을 발생시키는데 필요하기 때문에 순수한 전두면에서의 상지거상은 특히 어렵다.

상지거상동안 회전근개 근육의 기능은 견갑하근, 극상근, 극하근, 소원근이 있는데 이 근육들은 상지를 머리 위로 들어 올릴 때 뚜렷한 EMG활동을 보인다. 회전근개 근육의 중요한 기능은 관절외상완관절에서 나타나는 안정성의 결여를 보상하는 것이다. 관절외상완관절의 능동 외회전 동안에 극하근은 수축하여 상완골의 후방 구름을 유발하고 견갑하근과 견관절낭 인대는 신장됨에 따라 수동장력을 발생시킨다. 외회전 동안의 극하근의 동적인 안정성은 모든 회전근개 근육들에 있어 필수적인 기능이다. 수평으로 작용하는 극상근의 수축은 관절외에 대한 직접적인 압박력을 만들어 내어 상완골두가 상방으로 구르는 동안 관절외에 대한 상완골두를 안정성에 기여하게 된다. 관절외상완관절을 외회전시키는 일차적인 근육은 극하근, 소원근, 후삼각근이다(Brunnstrom, 1941).

그리고 척주의 바른 기립자세는 체간의 배열을 보다 효율적으로 만들고 어깨뼈를 회전시키는 정상적인 근 활성도의 근육별 비율이 비교적 일정하다고 했다(Kebaetse 등, 1999).

배성수, 김태윤, 최재원 등(2008)은 팔 패턴과 다리 패턴은 지체가 어떤 상황이든 간에 각각의 지체를 더욱 더 협응이 더 잘되게, 근력이 더 강하게, 지구력을 더 강하게 하기 위해서 시도되며, 팔과 다리의 패턴은 목과 몸통으로의 방산을 일으켜 간접적으로 작용한다고 했다. 또 Knott가 말하기를 어

면 패턴이라도 목과 몸통에 연결되지 않은 패턴은 잘못된 것이라고 할 정도로 목과 몸통을 강조하였고, 환자 몸통과 목의 안정성과 운동성 확보는 치료의 중심이며 몸통의 안정성과 운동성이 없는 상하지의 안정성과 운동성은 아무런 의미가 없다고 했다.

Kebaetse 등(1999)은 척주의 자세와 어깨관절에 밀접한 영향력이 있음을 나타내고 있는 실험을 통해 굽힌 자세 동안 능동 어깨 관절의 외전 시 관절 가동범위가 유의하게 줄어들었으며, 근력은 척주의 굽힌 자세와 기립 자세 모두 유의한 차이가 없었으나 수평 외, 내전 시 근력에서는 굽힌 자세에서 유의하게 감소하였다고 했다.

김덕화, 최종덕, 오재섭(2004)은 척주 기립자세와 굽힌 자세에서 어깨 관절 외전 각도 변화에 따른 어깨뼈 주위 근 활성도 분석에서 굽힌 자세일 때 중간등세모근, 아래등세모근, 중간 삼각근, 앞뿔니근에서 유의한 차이가 나타났으며, 기립 자세와 굽힌 자세에서 아래등세모근에서 가장 유의하게 나타났으며, 앞뿔니근은 각도가 증가함에 따라 유의하게 감소했으며 위등세모근, 중간등세모근, 아래등세모근, 중간어깨세모근, 그리고 앞뿔니근에서 모두 각도가 증가함에 따라 근 활성도가 유의하게 증가하였다고 했다(김덕화, 최종덕, 오재섭, 2004).

그리고 송병호와 김상진(2005)은 앉은 자세 변화가 7~9세 경직성 양하지 마비 뇌성마비아동의 상지기능에 미치는 영향을 본 연구 논문에서는 일반 학급 책걸상에 앉았을 때보다 적절하게 맞추어진 책걸상에 앉았을 때 양손 각각 16개의 기능 항목 모두에서 향상을 보였고, 우세 손의 경우에는 이마에서 목뒤로 팔 가져가기, 앞쪽 위로 팔 내밀기, 옆쪽위로 팔 내밀기 등 10개 항목에서 통계적으로 유의한 향상을 보였다. 비우세 손의 경우도 앞쪽 위로 팔 내밀기, 옆쪽 위로 팔 내밀기 등 10개 항목에서 통계적으로 유의한 향상을 보였다. 또한 앉기 자세의 질이 움직임의 하위기술(움직임의 범위, 정확성, 유연성, 질에 미치는 영향도 통계적으로 유의하였다.

최근 들어 우리나라의 산업안전 분야에서 가장 큰 문제 중의 하나로 취급되고 있는 작업 관련성 근골격계 질환은 인체의 근골격계에 과도한 부하가 반복적으로 가해질 때 근육, 인대, 건, 신경 등의 미세조직에 손상이 발생하여 불편함, 통증, 장애 등을 유발하는 증상을 통칭하며, 노동부에서 매년 발표하

고 있는 산업재해 통계에서 근골격계 질환을 직업 병중 신체 부담 작업과 요통으로 분류하고 있으며 근골격계 질환은 작업관련 요인, 작업자 특성 요인, 사회 심리적 요인 등의 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 유발되는 것으로 알려져 있다고 했다. 또한 근골격계 질환은 한번 발병하면 장기간의 요양을 요하는 등 작업자 개인과 기업 측 모두에게 심각한 손실을 초래하는 특징이 있다. 근골격계 질환으로 인한 손실을 막기 위해서는 작업 방법 및 작업장의 인간공학적인 개선을 통한 예방이 중요하며, 이를 위해서는 근골격계 질환을 유발할 수 있는 작업 부하 혹은 자세부하를 정확히 평가할 수 있어야 한다고 했다(기도형, 2004).

따라서 기도형(2005) 등은 정부에서 2002년 예 산업안전보건법을 개정하여 사업주의 근골격계 질환 예방 의무를 법제화하는 등 근골격계 질환 감소를 위한 다각적 노력을 기울이고 있는데 근골격계 질환의 예방을 위해서는 근골격계 질환을 유발할 수 있는 인자들을 정량적으로 평가하여 이들은 제거 혹은 경감하여야 한다고 하였으며, 근골격계 질환 유발 인자의 평가에는 OWAS(Karhu 등, 1981), RULA(McAtamney와 Corlett, 1993), REBA(Hignett와 McAtamney, 2000) 등이 산업현장에서 자주 사용되고 있으나, 이 기법들은 근골격계 질환을 유발할 수 있는 다양한 요인들 중 주로 작업 자세를 평가하는데 초점이 맞추어져 있고 힘, 동작 반복, 지속시간 등의 요인을 부가적으로 고려하여 작업 부하 평가가 자세에 편중되는 한계를 갖는다. 또한 작업 자세를 평가하는데 있어서도 대부분의 경우 한 관절에서 하나의 자유도 동작만이 주 동작으로 고려되고 있어, 다양한 자유도 동작의 조합으로 이루어지는 작업 자세의 부하를 타당하게 평가한다고 보기 어렵다고 했다.

자세를 분류하는 동작의 범위에 따른 방법중 하나인 거시 자세 분류법에서는 하나의 관절에서 일어나는 하나의 자유도(degree of freedom) 이상의 동작을 하나의 자세 범주로 분류하는 방법을 의미하고, 예를 들면 등(back)에서 일어나는 동작인 굴곡 / 신전, 옆으로 눕힘(lateral bending)등의 2가지 자유도 동작을 통칭하여 bending동작으로 분류하는 것과 같은 방법을 말한다고 했다(기도형, 1998).

기도형(2000)은 자세분류체계에서 어깨관절에서

굴곡을 3구간 또는 4구간으로 나누고 있으며, Keyserling(1986)과 Kim 등(1998)은 굴곡, 신전, 내전, 외전을 elevation의 하나의 동작으로 합하여 3구간 혹은 4구간으로 나누었다. 또 Genaidy 등(1993)은 굴곡과 외전을 elevation으로 보고 3구간으로 분류하여 다양한 어깨동작을 분류하기 쉽게 하였다.

어깨동작에 따른 지각 불편도에서 어깨관절의 굴곡/외전이 60°/0°, 0°/60°에 비해 60°/60°일 때가 오히려 지각 불편도가 작게 나타났다고 했다. 이것은 본 연구에서 살펴본 PNF D2패턴의 결과가 패턴이 아닌 굴곡-외회전에서 남자가 173.00±7.47보다 184.62±5.92로 여자가 179.15±3.74보다 187.08±2.33로 더 많은 굴곡 각도를 나타낸 것과 비교해볼 때 그만큼 운동의 자유도가 많은 움직임이 불편도 없이 굴곡할 수 있다고 보여 진다고 했다(기도형, 2004).

김재필(1998)은 클래식 볼링을 전-후 운동을 통한 전통적인 투구 방식의 볼링 스타일이며, 투구의 진행 방향이 레인과 거의 일직선상에서 이루어진다. 그리고 파워 볼링은 전-후 운동에 좌-우 운동이 더해짐으로서 볼에 스피드와 회전을 더하는 새로운 볼링 스타일이다. 클래식 파워 볼링의 투구 동작을 분석한 결과 릴리즈 동작 시 클래식 볼링은 파워 볼링 보다 상체의 굽힘각을 적게 하고 무릎을 많이 굽힌 상태에서 릴리즈가 이루어지고, 반면에 파워 볼링은 클래식 볼링보다 무릎 굽힘각이 적은 재신에 상체의 굽힘각을 크게 하여 릴리즈가 이루어진다고 했으며, 또한 파워 볼링투구의 진행방향은 클래식 볼링에 비해 왼쪽으로 조금 더 곡선이 이루어지는 것이 특징이다. 따라서 본 연구의 PNF D2패턴에서의 대각선 운동이 기능적인 활동에 포함되어 있는 것을 볼 수 있으며 따라서 본 연구와 기능적인 면에서 같은 결과라 볼 수 있다.

따라서 기능적인 운동 효과에서 어깨 관절의 움직임에 대해 이훈표(2005)는 이러한 파워 볼링 동작이 공의 속도와 회전이 증가되어 파워가 높아짐으로서 스트라이크의 발생 확률이 높아 파워 볼링 릴리즈 동작의 운동학적 분석을 통해 투구동작을 모형화하여 국내 파워볼링을 구사하는 선수들에게 올바른 투구 방법을 제시할 필요성이 있다고 했다. 더욱이 후속 연구는 투구된 볼의 스피드와 회전을 위한 릴리즈 순간 굴곡과 신전, 회내와 회외가 교차

되는 최적의 타이밍에 대한 연구가 계속되어야 한다고 했다.

V. 결 론

본 연구는 운동 자유도에 따른 어깨 관절의 굴곡 각도를 알아보기 위해 PNF D2패턴과 외전을 제외한 굴곡-외회전 동작을 2009년 3월 11일부터 4월 10일까지 26명의 일반 남, 여 성인에게 실시하여 인간의 움직임은 삼 면의 동작을 결합한 운동(movement)의 형태 즉 PNF D2패턴이 더 많은 운동 자유도(degree of freedom)를 가진 기능적 대각선 운동으로 외전을 제외한 굴곡-외회전 움직임에서보다 어깨 관절 굴곡각도가 더 증가한 것을 볼 수 있었다. 또한, 남, 여 성별에 따라 어깨 관절의 가동범위가 여자의 어깨 관절의 가동범위가 훨씬 큰 것에 대해 기존의 연구 자료가 부족하였다. 따라서, 임상에서 행해지는 어깨 관절 가동범위를 한 면에 치우친 측정보다는 좀 더 기능적이고, 세 면에서의 운동인 PNF 패턴을 사용하여 측정하는 것이 더 절실하다고 본다. 향후 더 많은 인체관절에서 남, 여 성별에 대한 가동범위를 삼 면의 동작이 결합된 운동 형태로 측정하는 더 많은 연구로 인해 좀 더 효과적인 임상자료가 나오기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 기도형. 선 자세에서의 인체 관절의 지각 불편도 측정. 산업공학, 10(3):197-208, 1997.
- 기도형. 인체 관절 동작의 지각 불편도에 근거한 상체의 자세 분류 체계의 개발. Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 24(3):447-455, 1998.
- 기도형. 작업자세 부하평가를 위한 자세 분류 체계의 연구 현황-관측법을 중심으로. Journal of the KIIS, 15(4):139-149, 2000.
- 기도형. 외부부하와 반복에 따른 팔 동작의 심물리학적 자세부하. IE Interfaces, 17(2):218-225, 2004.
- 기도형, 류태범, 박용주등. 외부 부하가 부과된 어깨 자세의 심물리학적 불편도 평가. 대한 인간공학회, 24(2): 9-15, 2005.

- 김덕화, 최종덕, 오재섭. 척추 기립자세와 굽힌자세에서 어깨관절 외전각도 변화에 따른 어깨뼈 주위근 활성화도 분석. 한국전문물리치료학회지, 11(1) 45-52, 2004.
- 김재필. 클래식 볼링과 파워 볼링의 투구동작 분석. 전남대학교대학원 박사학위논문, 1998.
- 박찬의. 임상운동학 개정 2판. 대학서림, 2008.
- 배성수, 김태윤, 최재원 외. 신경물리치료학 개정 2판. 대학서림, 2008.
- 송병호, 김상진. 앉기 자세의 변화가 7~9세 뇌성마비 아동의 상지 기능에 미치는 영향. 특수교육학연구, 40(3):111-126, 2005.
- 이훈표. 파워 볼링 투구 동작 시 상지분절의 3차원 움직임 변화. 한국스포츠리서치, 16(2):365-374, 2005.
- 정현애. 상완골 회전에 따른 견관절 가동범위의 변화. 대구대학교 재활과학대학원 석사학위논문, 2000.
- Bagg SD, Forrest WJ. A biomechanical analysis of scapula rotation during arm abduction in the scapula plane. Am J Phys Rehabil, 7: 238-245, 1988.
- Brunnstrom S. Muscle testing around the shoulder girdle. J Bone Joint Surg, 23A:263-272, 1941.
- Donard A. Neumann. Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for Physical Rehabilitation. Elsevier, 2002.
- Genaidy, A.M., Guo, L., Eckart, R. and Tishbein, D. A postural stress analysis system for evaluating body movements and positions in industry. proceedings of Ergonomics Society Conference, Edinburgh, Scotland, 1993.
- Hignett, S. & McAtamney, L. Rapid entire body assessment(REBA), Applied Ergonomics, 31: 201-205, 2000.
- Hodges, P.W., Richardson, C.A. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: A motor control evaluation of transversus abdominis. Spine, 21(22):2640-2650, 1996.
- Howell SM, Imobersteg AM, Seger DH, et al. Clarification of the role of the supraspinatus muscle in shoulder function. J Bone Joint Surg 68A: 398-404, 1986.
- Karhu, O., Hrknen, R., Sorvali, P. & Vepsilinen, P. Observing working postures in industry: Examples of OWAS application. Applied Ergonomics, 12(1):13-17, 1981.
- Kebaetse, M., McClure, P., Pratt, N.A. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. Arch Phys Med Rehabil, 80(8): 945-950, 1998.
- Keyserling, W.M. Postural analysis of the trunk and shoulders in simulated real time. Ergonomics, 29(4):569-583, 1986.
- Kim, S., Chung, M.K., Kee, D. and Lee, I. "Postural stress analysis in automobile tasks" In S. Kumar. Advances in Occupational Ergonomics and Safety. IOS Press, 1998.
- Kronberg M, Nemeth G, Brostrom LA. Muscle activity and coordination in the normal shoulder. Clin Orthop Res 257: 76-85, 1990
- McAtmney, L. & Corlett, E.N., RULA. a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 24(2):91-99, 1993.
- Norkin, C.C. & Levangie, P.K. Joint structure and function. FA Davis Co, 1992.
- Susan S. Adler, Dominiek Beckers, Math Buck. PNF in Practice 3rd. Springers, 2008.