

고유수용성신경근촉진법 골반패턴의 생역학적 분석

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
배 성 수
대구대학교 재활과학대학원 재활과학과 물리치료전공
정 현 애 · 최 재 원
대구대학교, 보건과학부, 물리치료학전공
황보 각

Biomechanical Analysis of Pelvic Pattern in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy College of Rehabilitation Science, Taegu University

Chung, Hyun-Ae, P.T., Choi, Jae-Won, P.T.

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation Science, Taegu University

Hwangbo, Gak, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, College of Health Science, Taegu University

<Abstract>

Proprioceptive neuromuscular facilitation(PNF), pelvic patterns are very important for orthopaedic and neurologic patient. It is an essential treatment techniques for motor developmental disorder, CVA, lumbar disk, muscle weakness and pain control of lumbar, pelvic and lower extremity.

Pelvic patterns of PNF has 4 different type of basic pattern. each of them is combining of movement plane and functional movement. Biomechanically most of PNF patterns are a concentric contraction with third-class lever. But the movement pattern have a technique of combination of isotonic that should make a eccentric contraction with second-class lever.

I. 서론

McGrew(1963)와 Gesell(1940)은 운동조절의 발달은 두미부 즉 근위부에서 원위부 방향으로 진행된다고 했다. 이것은 운동능력이 처음에는 얼굴, 머리, 목에서 나타

나서 체간상부에서 체간하부로 발전이 진행된다. 어린아이가 뒤집기를 하는 것은 머리와 체간부의 운동발달에 뒤이어 하지와 골반운동이 단계적으로 연결됨으로 이루어지는 것이다. 뇌손상의 대표적인 운동장애는 근위부에서의 운동과 원위부의 운동이 부드럽게 협조할수 없어서 정상적인 운동발달을 할수 없게된 것이다(구회서 등,

1995). 정상발달 단계에서 근위부인 머리, 상체간이 발달 된다고 하더라도 골반과 하지의 협응이 일어나지 않으면 정상아가 할수 있는 체위변동 즉 뒤집기가 불가능하다 (Illingworth, 1979). 하지는 골반에 있는 관절구에 연결되어 있어서 골반은 하지 운동에도 영향을 미치게 되며, 골반의 위치는 보행과도 관련을 갖게된다. 하지에 체중이 부하되어 발걸음을 옮길 때 골반의 생역학적인 작용이 일어나 보행에 의해 소모되는 에너지를 절약하게 된다 (Norkin, Levangie, 1992).

골반은 체간의 한부분임으로 골반운동의 패턴은 하척추(lower spine)의 운동량에 의해 좌우된다. 반대로 요통환자일때도 골반의 운동패턴에 영향을 미치게 된다. 예를들면 고관절 굴곡근인 대요근은 흉추 12번에서부터 요추 4번까지 추체와 횡돌기에서 시작하여 대퇴골 소전자에 부착한다. 이 근육이 타이트(tight)해지면 요추부의 전만을 일으키고 고관절을 굴곡시킨다. 따라서 골반은 전경이 되어 골반운동패턴의 장애를 유발시키며 통증과 보행장애와도 연관된다.

해부학적으로 골반을 이루는 장골은 천골과 관절을 이루고 있어서 장골의 불안정성은 골반의 운동패턴과 천장관절의 운동에 영향을 주게되어 상체중을 하지로 전달하는데도 영향을 미치게 된다(Kisner, Colby, 1996, Norkin, Levangie, 1992).

따라서 골반의 운동은 정상발달단계에서 중요한 부분을 가지고 있어서 뇌성마비를 비롯한 중추신경계 손상 환자의 운동기능회복 및 정형외과 계열의 환자 치료를 위한 물리치료 프로그램에 필수적이며, 요통과 골반운동 장애로 일어나는 여러가지 정형외과적인 환자의 근력과 지구력, 협응력을 위해서도 필수적이다.

본연구에서는 골반운동의 해부학적, 생역학적, PNF의 패턴을 분석하고 근력을 강화시키는 PNF 기법을 생역학적으로 분석하려고 한다.

II. 골반운동 분석

A. 해부학적 운동

골반운동패턴은 고관절과 요천추관절이 서로 조화를 이루면서 골반경사가 일어난다. 골반경사는 전후방 골반경사와 좌, 우측방경사가 있다(박찬희, 이기용, 오정희, 1994). 골반의 회전은 수평면에서 좌우로 각 4°씩 중심축을 중심으로 일어난다(구희서 등, 1995 ; 배성수 등,

1999). Kisner와 Colby(1996) 이외에도 골반의 거상과 골반의 하강을 포함시키고 있다.

골반의 전방경사는 고관절 굴곡근과 요추 신전근의 작용으로 일어나며 후방경사는 고관절 신전근과 복직근의 작용으로 일어난다. 좌, 우측방경사는 관상면상에서 골반이 올라간 쪽은 요방형근의 수축작용, 반대쪽은 중둔근의 수축에 의해 일어난다(구희서 등, 1995 ; Kisner, Colby, 1996).

B. 생역학적 운동

선자세에서 골반의 전방경사와 후방경사는 시상면상에서 일어나며 운동축은 양고관절이며 관상축이다. 골반이 정상적으로 정렬된 위치는 ASIS와 PSIS는 수평이며 ASIS와 치골결합은 수직이 된다(Kendall, McCreary, Provanee, 1993). 전방경사는 중립위에서 골반이 대퇴골 두를 축으로하여 앞으로 경사지는 것이며 후방경사는 골반이 뒤쪽으로 경사지는 것이다. 후방경사시 치골결합은 상방향으로 운동하고 요추는 가볍게 굴곡된다. 전방경사는 치골결합을 하방향으로 운동하고 요추는 과신전된다. 이때 고관절은 굴곡된 것이다.

좌우 측방경사는 관상면상에서 AP 축을 중심으로 일어난다. 골반의 측방경사는 한쪽 고관절이 축이 되고 반대편 장골능이 올라가거나 혹은 내려간 것이다. 예를 들어서 오른쪽 장골능이 올라갔다면 축은 왼쪽 고관절이 되고, 왼쪽 고관절에서는 결과적으로 외전이 되고, 반대편 고관절은 내전이 된다. 오른쪽 장골능이 내려갔다면 축은 왼쪽 고관절이 되고, 왼쪽 고관절에서는 결과적으로 내전이 되고 반대편 고관절은 외전이 된다.

골반의 전후 회전에서 전방회전은 오른쪽 고관절을 축으로 했을 때 수평면상에서 중립위에서 왼쪽 골반이 전방으로 움직인 것이며, 결과적으로 오른쪽 고관절이 내회전된다. 후방회전은 왼쪽 골반이 중립위에서 후방으로 회전한 것이며, 결과적으로 오른쪽 관절이 외회전된다.

골반의 생역학적 운동은 단독으로 일어나지 않으며 대퇴, 요추가 결합되어 일어난다. 이것을 열린사슬 현상에서 Cailliet(1988)는 요추-골반 리듬(lumbar-pelvic rhythm)이라고 하였다. 이것은 대퇴, 골반, 요추가 각각으로 움직일때보다 요추가 작용하여 가동범위를 더 크게 한다. 예를들면 두발로 서서 슬관절을 신전체로 굴곡하면 고관절은 90° 굴곡할수 있고, 골반은 전방경사되며 요추는 체간을 약 45° (Cailliet, 1988) 더 굴곡할수 있어서

Table 1. Relationship of pelvis, hip joint, and lumbar spine during right lower extremity weight bearing and upright posture

Pelvic Motion	Accompanying Hip Joint Motion	Compensatory Lumbar Spine Motion
Anterior pelvic tilt	Hip flexion	Lumbar extension
Posterior pelvic tilt	Hip extension	Lumbar flexion
Lateral pelvic tilt (pelvic drop)	Right hip adduction	Right lateral flexion
Lateral pelvic tilt (pelvic hike)	Right hip abduction	Left lateral flexion
Forward rotation	Right hip medial rotation	Rotation to the left
Backward rotation	Right hip lateral rotation	Rotation to the right

손이 바닥에 닿을수 있게된다. 요추-골반 리들은 측좌위에서 위쪽에 있는 다리를 최대로 외전했을 때 90°가 된다. 고관절의 순수한 외전은 45°인데 이것은 요추의 경사가 포함된 것이다.

C. PNF의 골반패턴 분석

PNF의 골반운동패턴은 대각선 방향이고, 대단위 근육군 운동으로써 기능적인 운동이다(배성수, 1983 ; 1993 ; 배성수, 정형국; 김호봉, 1998 ; Sullivan, Markos, 1995 ; Knott, Voss, 1968 ; Adler, Becker, Buck, 1993). 뒤집기, 기기, 앉기, 서기, 보행 등과 같은 기능을 위해 이 운동패턴이 적용되며, 치료사가 촉진항상 시킬려고 하는 기능에 맞는 패턴을 찾아 적용하게 된다.

PNF의 골반운동의 기본적인 패턴은 전방거상(anterior elevation), 후방하강(posterior depression), 후방거상(posterior elevation), 전방하강(anterior depression)이 있다. 패턴에 참여하는 근육들은 Kendall, McCreary, Provance(1993)에 의하면 전방거상 근육은 내측과 외측 복사근(T₅-L₁), 후방하강근육은 반대측 요방형근(T₁₂-L₅), 요장늑근(T₁₀-L₅), 흉최장근(T₁₀-L₅), 후방거상근육은 동측 요방형근(T₁₂-L₅), 동측광배근, 요장늑근(T₁₀-L₅), 흉최

장근(T₁₀-L₅), 전방하강근육은 반대측 내, 외 복사근(T₅-L₁)이다.

운동패턴을 할 수 있는 환자의 체위는 좌위, 좌위 또는 입위에서 가능하며, 치료대 또는 매트위에서 하는 측와위가 가장 적절하다(Adler, Beckers, Buck, 1993).

PNF의 골반패턴 운동은 4개이지만 하나하나가 여러개의 근육과 운동을 복합하고 있다. 정확한 운동패턴이 일어나도록 촉진하기 위해서 도수접촉, 저항, 견인, 신장 등의 기법을 적용하게 된다. 정확한 도수접촉은 정확한 방향으로 운동을 유도하며, 저항을 가할 때는 주동근의 구심성 수축을 일으키지만 등장성 결합(combination of isotonic)의 기법을 적용하면 원심성 수축을 일으킨다.

1. 오른쪽 골반의 생역학

장골이 전방거상될때는 요추부는 오른쪽으로 측굴곡되며, 흉추부는 오른쪽 측굴곡과 오른쪽으로 회전, 그리고 요추부가 굴곡되는 경향이 있다. 장골이 후방하강될때는 요추부의 신전과 왼쪽 측굴곡, 흉추부는 왼쪽으로 측굴곡, 왼쪽으로 회전과 신전되는 경향이 있다. 장골이 후방거상될 때 요추부가 신전 그리고 오른쪽 측굴곡되고 흉추부는 오른쪽 측굴곡, 오른쪽으로 회전 그리고 신전되는 경향이 있다. 장골이 전방하강될 때 요추부가 굴곡,

Table 2. Manual contact

Pelvic pattern	Contact area
Anterior elevation	1. Lumbrical grip 2. Hand over hand on the anterior superior iliac spine(ASIS)
Posterior depression	1. Lumbrical grip 2. Hand over hand on the ischial tuberosity
Anterior depression	1. Lumbrical grip 2. Both hands on the anterior or proximal thigh and the ischial tuberosity
Posterior elevation	1. Lumbrical grip 2. Hand over hand, palm contact on the posterior superior iliac spine(PSIS)

위쪽으로 축굴곡되고 용추부는 왼쪽 축굴곡과 왼쪽으로 회전 그리고 굴곡되는 경향이 있다.

2. 도수접촉

도수접촉하는 범위가 넓어지면 지각, 축각적으로 잘못된 정보가 투입되어 원하는 운동패턴이 생역학적으로 일어나지 않는다. PNF의 도수접촉은 풀부리칼 접촉 (lumbrical grip)으로 운동을 촉진시키며 구체적인 손의 위치는 표 1과 같다(배성수, 정형국, 김호봉, 1998 ; Adler, Beckers, Buck, 1993).

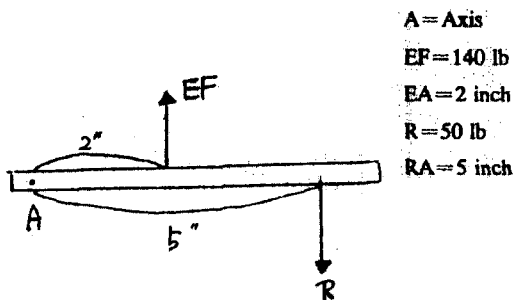
III. PNF 골반패턴의 생역학적 분석

PNF의 골반운동패턴 4개중 전방거상을 예로들어 역학적 분석을 하려고 한다. 전방거상시 작용하는 근육은 내, 외복사근 회전축은 반대쪽 고관절을 통과하는 AP 축이다(Norkin, Levangie, 1992).

PNF의 운동패턴은 대부분이 구심성 수축이지만 등장성 수축의 결합기법을 적용하면 수축하는 근육은 같지만 원심성 수축의 일을 하게 된다.

A. 전방거상근의 구심성 수축의 역학적 분석

골반이 전방거상을 할 때를 그림과 같이 도식화하고 임의의 수치를 가정한 것을 이용하여 토크(torque)를 계산하면 다음과 같다.



$$T_{EF} = f \times EA$$

$$= (140\text{lb})(2\text{in})$$

$$= 280\text{ in-lb}$$

$$T_R = f \times RA$$

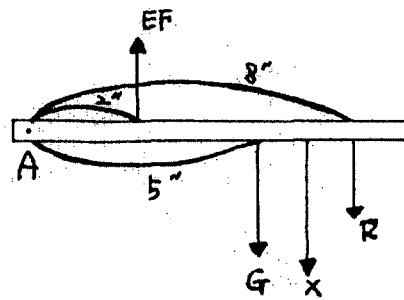
$$= (50\text{lb})(5\text{in})$$

$$= 250\text{ in-lb}$$

T_{EF} 는 반시계방향임으로 $T_{EF} = -280\text{ in-lb}$ 이며 T_R 는 시계방향임으로 $T_R = +250\text{ in-lb}$ 이다. 합산토크는 -30 in-lb 로써 반시계방향으로 운동이 일어나 구심성 수축이 일어나며 제 3형 지렛대가 된다.

B. 전방거상근에 대한 등장성 수축의 결합기법 적용분석

등장성 수축의 결합을 위해 치료사는 ASIS에 저항(R)을 가하게 된다. 수치는 구심성 수축시 임의로 가정한 것을 적용하여 도식화하고 토크를 계산하면 다음과 같다.



A=Axis	XA=?
EF=140 lb	$T_X = T_G + T_R$
EA=2 inch	R=5 lb
G=50 lb	G=50 lb
RA=8 inch	GA=5 inch
	RA=8 inch

$T_{EA} = f \times EA$	$T_G = G \times GA$	$T_R = R \times RA$	$T_X = T_G + T_R$
$= (140\text{lb})(2\text{in})$	$= (50\text{lb})(5\text{in})$	$= (5\text{lb})(8\text{in})$	$= 250 + 40$
$= 280\text{ in-lb}$	$= 250\text{ in-lb}$	$= 40\text{ in-lb}$	$= 290\text{ in-lb}$

T_X 가 작용하는 축까지 거리(d)를 계산하면 $T = f \times d$ 임으로 $d = T/f$ 가 된다.

$$f = 50\text{ lb} + 5\text{ lb}$$

$$= 55\text{ lb}$$

$$d = 290\text{ in-lb} / 55\text{ lb}$$

$$\approx 5.3\text{ inch}$$

따라서 $XA = 5.3\text{ inch}$ 이고 T_X 는 시계방향임으로 $T_X = +290\text{ in-lb}$ 이고 T_{EA} 는 반시계방향임으로 $T_{EA} = -280$

in-lb가 된다. 합산토크는 10 in-lb로써 시계방향으로 원심성 수축의 일을 일으키고 제 2형 지렛대가 된다.

IV. 결 론

PNF의 골반운동패턴은 정형외과, 신경외과 환자 치료를 위해 매우 중요하다. 뇌성마비 증후군과 같은 운동발달장애, 뇌졸중 등과 같은 중추신경계 손상환자의 치료, 요추디스크로 인한 하지, 골반, 요배부의 통증조절과 근력강화시에도 필수적이다.

골반운동패턴은 하지와 연계되어 있어서 골반의 운동성, 안정성 그리고 체간의 운동성과 안정성에 지대한 영향을 줄수 있으며 평면적인 운동이 아니며 입체적이다. PNF의 골반운동패턴은 전방거상, 후방하강, 후방거상, 전방하강 4가지 패턴이지만 패턴 하나하나의 패턴은 운동면이 복합되어 있어서 기능적인 운동이라 할수 있다.

생역학적으로 운동패턴은 구심성 수축을 일으키고 지렛대의 제 3형식에 속하지만 등장성 결합기법이 적용되면 동일 근육의 작용은 원심성 수축을 일으키고 지렛대의 제 2 형식이 된다.

참 고 문 헌

1. 구희서 외(12인) : 운동치료학, 대학서림, 1995
2. 배성수 : 고유수용성신경근촉진법에 관한 연구, 대한 물리치료사협회지, 제 5권, 제 1호, pp 35-39, 1983
3. 배성수 : 고유수용성신경근촉진법 원리에 관한 연구,

- 대한물리치료학회지, 제 5권, 제 1호, pp 109-114, 1993
4. 배성수 외(13인) : 물리치료학 개론, 개정 4판, 대학서림, 1999
5. 배성수, 정형국, 김호봉 : 고유수용성신경근 촉진법 패턴의 운동분석, 대한물리치료학회지, 제 10권, 제 1호, pp 213-221, 1998
6. Adler, SS, Beckers, D, Buck, M : PNF in Practice, Springer-Verlag, 1993
7. Cailliet, R : Soft Tissue Pain and Disability, ed 2, F. A., Davis, 1988
8. Gesell, A : The First Five Years of life, Part 1, New York, Harper and Brothers, 1940
9. Illingworth, RS : The Normal Child, 7th ed, Churchill Livingstone, 1979
10. Kendall, FP, McCreary, EK, Provance, PG : Muscle Testing and Function, 4th, ed, Williams Wilkins, 1993
11. Kisner, C, Colby, LA : Therapeutic Exercise, Foundation and Techniques, 3rd, ed, F.A., Davis Company, 1996
12. McGrew, MB : The Neuromuscular Maturation of the Human Infant, New York, Columbia University Press, 1943, Reprinted ed, New York, Hafner Publishing Co, 1963
13. Norkin, CC, Levangie : Joint, Structure and Function, 2nd ed, F.A., Davis, 1992
14. Sullivan, PE, Markos, PK : Clinical Decision Making in Therapeutic Exercise, Appletone & Lange, 1995