

고유수용성신경근촉진법 견갑골패턴의 생역학적 분석

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
배 성 수
대구대학교 재활과학대학원 재활과학과 물리치료전공
최 재 원
대구대학교 재활과학대학원 재활과학과 물리치료전공
정 현 애
대구대학교 재활과학대학원 물리치료전공
서 현 규

Biomechanical Analysis of Scapular Pattern in Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

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

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

Choi, Jae-Won, P.T.

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

Chung, Hyun-Ae, P.T.

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

Seo, Hyun-Kyu, P.T.

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

< Abstract >

Proprioceptive neuromuscular facilitation(PNF), scapular patterns are very important for orthopaedic and neurologic patients. It is an essential treatment techniques for motor developmental disorder, CVA, cervical disk, frozen shoulder and pain control of cervical, shoulder girdle and upper extremity.

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

I. 서 론

유아의 무작위 가동성(random mobility)은 보통 생후 첫 3개월 동안에 나타나며 이것은 목적없는 운동이며 반사에 의한 것이다(Sullivan, Markos, Minor, 1982). 이 반사들의 대부분은 중추신경계의 하위레벨과 관련이 있으

며 척수, 후뇌, 중뇌에서 통합된다(Doman, 1974 : Fiorentino, 1979). 이들 반사들 중 목경위반사는 흉부, 어깨, 머리의 정위 반사반응을 일으키고 다음단계 정상적인 반응과 운동을 촉진한다(구회서 등, 1995). McGrew (1963)와 Gesell(1940)은 운동조절의 발달은 두미부 즉 근위부에서 원위부 방향으로 진행된다고 했다. 따라서 운동능력은 처음에는 얼굴, 머리, 목에서 나타나서, 체간

상부에서 체간하부로 발전이 진행된다. 견갑골의 운동은 머리조절과 함께 체위를 바꾸는 동작을 유발하게 되고, 엎드린 자세로 체위를 바꿀수 있다. 견갑골의 운동성, 안정성은 견갑골에 연결된 상지의 운동과도 연관되며 엎드린 자세에서 체간을 유지할수 있다. 견갑골의 운동성과 안정성은 체간의 안정성과 운동성 유지에 직결되고, 엎드린 자세에서 체간의 안정성은 목의 신전운동과 안정성 발달에 기여를 하게된다. 목운동의 운동성과 안정성과 체간의 운동성과 안정성은 상호작용 관계에 있으며 상체간의 운동성과 안정성은 목의 운동성과 안정성을 강화하게 되어 McGrew(1963)와 Gesell(1940)이 주장한 운동조절의 발달은 두미부 방향으로 진행된다는 것을 뒷받침하고 있다.

견갑골의 견갑골와는 상완골두가 연결되어 있어서 상지의 운동성과 안정성에 기여를 하게 된다. 견갑골의 안정성이 없으면 상지의 안정성과 운동성은 얻을수 없으며 가동범위 확보도 이루어지지 않는다. 견관절의 운동소실은 견갑골 운동과 관련이 있으며, 견관절의 가동범위는 견갑골의 운동성과 연결되어 있으며, 이것을 견갑상완 리듬이라고 한다(Kisner, Colby, 1996).

견갑골은 해부학적으로 쇄골과도 연결되어 있어서 쇄골의 운동과도 연결되며, 쇄골과 흉골이 연결된 흉쇄관절의 운동성과도 관련을 갖게된다. 쇄골의 처상과 회전은 상지의 운동성에 직접적인 관계를 갖고있다.

따라서 견갑골의 운동은 정상발달과정에서 체간의 운동성과 안정성 발달과 목과 머리를 가누는 협응성의 발달에 기여함에 따라 중추신경계 손상자의 치료에 중요한 몫을 갖고 있다. 뇌성마비 중후군처럼 출생전, 출생시, 출생후의 중추신경 손상, 또는 뇌혈관 사고로 인한 반신마비 등과 같은 신경외과 손상 환자의 운동성과 안정성을 발달시키는 주된 역할을 할수 있다. 또한 상지의 팔절로 쉽게 일어나는 동결견과 같은 원인으로 견관절 운동성의 상실과 같은 정형외과적 환자 치료시에도 필수적인 치료 접근이 된다. 견갑골의 운동은 목, 체간의 치료에도 매우 중요하다. 비록 견갑골이 척주에 직접적으로 부착되어 있지 않지만 견갑골에 부착된 근육들은 경추와 흉추의 기능의 조절 또는 영향을 미치게 된다. 또한 경추와 관련된 안면근의 장애 또는 통증조절에도 관련이 된다.

본 연구에서는 견갑골 운동의 해부학적, 생역학적, PNF의 패턴을 분석하고 근력을 강화시키는 PNF 기법을 생역학적으로 분석하려고 한다.

II. 견갑골 운동분석

A. 해부학적 운동

견갑골 운동패턴은 외전, 내전, 거상, 하강, 상방회전, 하방회전이 있다. 이 운동은 견관절에서 일어나는 운동 즉 굴곡, 신전, 외전, 내전, 외회전, 내회전, 회선 운동과 관련을 갖는다. 견갑골의 운동은 모두 관상면상에서 일어나는 평면 운동으로 분류되었다. 견갑골 운동은 견봉쇄골관절과 흉쇄관절을 이루는 쇄골의 운동이 동반된다.

견갑골 운동을 일으키는 근육군은 거상시 승모근의 상섬유, 견갑거근, 능형근, 하강시 승모근 하섬유, 전거근 하섬유, 팔배근 하섬유, 대흉근 하섬유, 소흉근이며, 상방회전시는 승모근의 상섬유, 승모근의 하섬유, 전거근의 전섬유, 하방회전근은 견갑거근, 능형근, 소흉근이다. 외전근군은 소흉근, 대흉근, 전거근 전섬유, 내전근군은 능형근, 승모근 중섬유, 팔배근 상섬유이다(오정희, 박찬의, 이기웅, 1994 ; Rasch, Burke, 1978 ; Steindler, 1977).

B. 생역학적 운동

견관절의 순수한 굴곡과 외전의 범위는 0° - 120° 이나 실제적으로 0° - 180° 까지이다. 이것은 견갑골이 상완의 운동과 함께 운동이 일어남으로 가동범위가 더 크지게 된 것이다. 나머지 60° 의 운동은 견갑골의 운동으로 이루어진 것이며, 견관절 운동과 견갑골 운동의 비율은 2:1 이며 이것을 견갑상완 리듬이라고 한다(Stendler, 1977).

견갑상완리듬은 흉쇄관절(SCJ)과 견봉쇄골관절(ACJ)의 협응과 견흉관절(STJ), 관절와 상완관절(GHJ) 복합으로 일어나는 것이다.

견갑골을 상방으로 처음 30° 회전시키는 힘은 승모근의 상섬유와 하섬유, 전거근의 상섬유와 하섬유가 수축하여 힘쌍을 만들고, 견갑극의 기저가 축이되어 일어난다. 이 운동은 ACJ에서 일어나는 것처럼 보이지만 원뿔인대(conoid lig)와 승모인대(trapezoid lig)의 장력에 의해 ACJ 운동이 예방된다. ACJ의 운동이 예방됨으로 견갑골 처음 상방회전 운동은 SCJ에서 운동이 일어나 쇄골을 거상시킨다(Kisner, Colby, 1996). 이때 STJ의 운동은 SCJ와 견갑극의 기저부를 서로 관통하는 축을 중심으로 일어난다(Dvir, Berme, 1978). STJ에서 30° 상방회전되면 GHJ에서 60° 운동을 해서 상지는 $90-100^{\circ}$ 로 거상하게 된다.

나머지 견갑골의 30° 회전은 승모근과 전거근이 계속 해서 견갑골을 상방향으로 회전시키는 힘을 생산함으로써 원뿔인대와 승모인대에 의해 ACJ는 운동이 예방되고, SCJ에서는 늑쇄인대에 의해 운동이 제한된다. ACJ와 SCJ에서 운동이 제한이 되는 동시에 승모근과 전거근의 수축력은 계속적으로 작용하게 됨으로 이 힘은 견갑골의 오구들기를 하방향으로 내려가게 하여 오구쇄골인대 즉 원뿔결절(conoid tubercle)을 하방향으로 당기게 된다(Deduca, Forrest, 1973). 원뿔결절을 하방향으로 당기게 되면 크랭크 형태(crank-shap)인 쇄골이 후방으로 회전하게 되어 외측끝이 핵 올라간다. 쇄골의 외측끝이 올라감으로 끝에 있는 ACJ에서 견갑골이 AP 축으로 나머지 30°를 추가적으로 움직이게 된다.

해부학적 운동 분석에서의 같이 견갑골 운동은 평면적인 운동이 아니고 복합적이며 입체적인 운동이 일어나게 된다(Norkin, Levangic, 1992).

C. PNF 견갑골 패턴분석

PNF의 운동패턴은 대각선 방향이며 대단위 근육운동으로써 기능적인 운동이 된다(배성수, 1983; 1993; 배성수, 정형국, 김호봉, 1998; Adler, Becker, Buck, 1993; Knott, Voss, 1968; Sullivan, Markos, 1995). 뒤집기, 기기와 선반위에 있는 물건을 내릴 때, 의자차 브레이크를 조작할 때 등과 같이 어떤 기능을 위해 이 운동이 필요한가 하는 기능에 맞는 패턴을 찾아 적용하게 된다.

PNF에서 견갑골 운동 패턴은 전방거상(anterior elevation), 후방하강(posterior depression), 후방거상(posterior elevation), 전방하강(anterior depression)이 있다. 패턴에 참여하는 근육들을 Kendall, McCreary, Provance(1993)에 의하면 전방거상 근육은 견갑거근(C₃, 4), 대, 소능형근(C₅), 전거근(C_{3, 6, 7, 8})이며 후방하강근은 전거근 하섬유(C_{5, 6, 7, 8}), 대, 소능형근(C₅), 광배근(C_{6, 7, 8}), 후방거상근은 승모근(C_{3, 4}), 견갑거근(C_{3, 4}), 전방하강근은 대, 소능형근(C₅), 전거근(C_{3, 6, 7, 8}), 대, 소흉근(C_{3, 6, 7, 8})들이다.

운동을 시작하는 환자의 위치는 측와위, 좌위, 입위에서 가능하며, 치료대 또는 매트 위에서 측와위가 가장 적절하다(Adler, Beckers, Buck, 1993). PNF의 견갑골 패턴은 4개이지만 하나하나가 여러개의 근육과 운동을 복합하고 있다. 정확한 운동패턴이 일어나도록 촉진하기 위

해서 도수접촉, 저항, 견인, 신장 등의 기법을 쓰게 된다. 정확한 도수접촉은 정확한 방향으로 운동을 유도하며, 저항을 가할때는 주동근의 구심성 수축을 일으키지만 등장성 결합(combination of isotonic)의 기법을 적용하면 원심성 수축을 일으킨다.

1. 오른쪽 견갑골의 생역학

견갑골의 전방거상은 견갑골이 거상, 외전, 상방회전되며 흉부는 왼쪽으로 측굴되고 왼쪽으로 약간 회전된다. 하경부(lower cervical)와 하요부(lower lumbar)는 오른쪽으로 측굴, 회전 그리고 신전되는 경향이 있다. 견갑골의 후방하강은 견갑골이 하강, 내전, 하방회전이 되며, 흉부는 오른쪽으로 측굴되고, 오른쪽으로 약간 회전된다. 하경부와 하요부는 왼쪽 측굴곡과 굴곡되는 경향이 있다. 견갑골의 후방거상은 견갑골이 거상, 내전, 하방회전이 되며 흉부는 신전, 왼쪽 측굴곡, 왼쪽 회전된다. 하경부와 하요부는 오른쪽 측굴곡, 오른쪽 회전 그리고 굴곡되는 경향이 있다. 견갑골의 전방하강은 견갑골이 하강, 외전, 상방회전이 되며 흉부는 굴곡, 오른쪽 측굴곡, 오른쪽 회전이 된다. 하경부와 요부는 왼쪽 측굴곡, 왼쪽으로 회전 그리고 신전되는 경향이 있다.

2. 도수접촉

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

III. PNF 견갑골패턴의 생역학적 분석

PNF의 견갑골운동 패턴 4개중 전방거상을 예로들어 역학적 분석을 하려고 한다. 전방거상시 작용하는 근육은 견갑거근, 능형근, 전거근이며 회전축은 흉쇄관절(SCJ)과 견갑근의 기저부(base of scapular spine)를 통과하는 AP 축이다(Dvir, Berme, 1978).

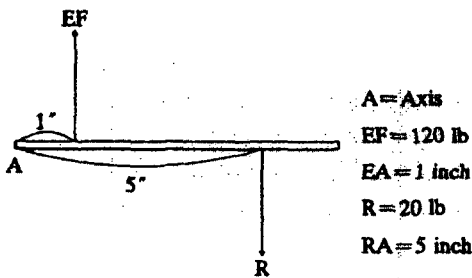
PNF의 운동패턴은 대부분이 구심성 수축이지만 등장성 수축의 결합 기법을 적용하면 수축하는 근육은 같지만 원심성 수축의 일을 하게 된다.

Table 1. Manual contact

Scapular pattern	Contact area
Anterior elevation	1. Lumbrical grip 2. Hand over hand 3. On the anterior superior acromion process
Posterior depression	1. Lumbrical grip 2. One hand on the inferior angle of the scapular 3. Second hand on the inferior aspect of the spine of the scapular
Anterior depression	1. Lumbrical grip 2. Both and anterior and posterior portion of the proximal humerus 3. Alternate: one hand on the anterior coracoid process, second hand on elbow
Posterior elevation	1. Lumbrical grip 2. Hand over hand 3. On the superior posterior acromion process

A. 전방거상근군의 구심성 수축의 역학적 분석

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



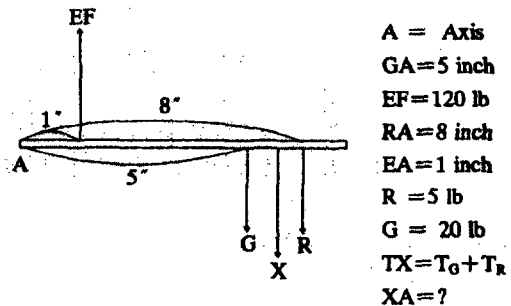
$$T_{EF} = f \times EA = (120 \text{ lb}) \times (1 \text{ in}) = 120 \text{ in-lb}$$

$$T_R = f \times RA = (20 \text{ lb}) \times (5 \text{ in}) = 100 \text{ in-lb}$$

T_{EF} 는 반시계방향임으로 $T_{EF} = -120 \text{ in-lb}$ 이며, T_R 은 시계방향임으로 $T_R = +100 \text{ in-lb}$ 이다. 합산토크는 -20 in-lb 로써 구심성 수축이 일어나며 제 3형 지렛대가 된다.

B. 전방거상근군에 대한 동장성수축의 결합 기법(combination of isotonic) 적용분석

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



$$T_{EF} = f \times EA = (120 \text{ lb}) \times (1 \text{ in}) = 120 \text{ in-lb}$$

$$T_G = f \times GA = (20 \text{ lb}) \times (5 \text{ in}) = 100 \text{ in-lb}$$

$$T_R = R \times RA = (5 \text{ lb}) \times (8 \text{ in}) = 40 \text{ in-lb}$$

T_X 가 작용하는 축까지의 거리(d)를 계산하면

$$T = f \times d \text{ 임으로}$$

$$d = T/f$$

$$f = 20 \text{ lb} + 5 \text{ lb} = 25 \text{ lb}$$

$$d = 140 \text{ in-lb} / 25 \text{ lb} = 5.6 \text{ inch}$$

$$XA = 5.6 \text{ inch}$$

따라서 $XA=5.6$ inch 지점에서 T_x 는 시계방향임으로 $+140$ in-lb, T_{EA} 는 반시계방향임으로 $T_{EA}=-120$ in-lb가 된다. 합산토크는 20 in-lb로써 원심성 수축의 일이 일어나고 제 2형 지렛대가 된다.

IV. 결 론

PNF의 견갑골 운동패턴은 정형외과, 신경외과 환자 치료를 위해 매우 중요하다. 뇌성마비중후군과 같은 운동발달장애, 뇌졸중 등과 같은 중추신경계 손상 환자의 치료, 경추디스크로 인한 얼굴, 상지, 견갑대 통증조절과 근력강화시에는 필수적이다. 상지 팔걸끝절시에 가장 쉽게 일어나고, 50대 이후 원인 미상으로도 쉽게 일어나는 정형외과적 환자인 동결견의 치료에도 중요하다.

견갑골의 운동패턴은 상지와 쇄골과도 연결되어 있어서 어깨의 운동성과 안정성 그리고 체간의 운동성과 안정성에 지대한 영향을 줄수 있으며, 평면적인 운동이 아니며 입체적이다. PNF의 견갑골 운동패턴은 전방거상, 후방거상, 후방거상, 전방거상 4가지 패턴이지만 패턴 하나하나 패턴은 운동면이 복합되어 있어서 기능적인 운동이라 할수 있다. 역학적으로 운동패턴은 구심성 수축을 일으키고 지렛대의 제 3형식에 속하지만 등장성 결합기법이 적용되면 동일근육이 원심성 수축을 일으키고 지렛대의 제 2형식이 된다.

<참 고 문 헌>

구회서 외(12인) : 운동치료학, 대학서림, 1995
 배성수 : 고유수용성신경근속진법에 관한 연구, 대한물리치료사 협회지, 제 5권 제 1호 35-39, 1983
 배성수 : 고유수용성신경근속진법 원리에 관한 연구, 대한물리치료학회지, 제 5권 제 1호, 109-114, 1993
 배성수, 정형국, 김호봉 : 고유수용성신경근속진법 패턴의 운동분석, 대한물리치료학회지, 제 10권 제 1호, 213-221, 1998
 오정희, 이기용, 박찬희 : 임상운동학, 개정 2판, 대학서

림, 1994
 Adler SS, Beckers D, Buck M : PNF in Practice, Springer-verlag, 1993
 Deduca CJ, Forrest WJ : Force analysis of individual muscles acting stimutaneously on the shoulder joint during isometric abduction, J Biomech 6 : 385, 1973
 Doman G : What to the do About Your Brain Injured Child, Doubleday, 1974
 Dvir Z, Berne N : The shoulder complex in elevation of the arm : A mechanism approach, J Biomech 1 : 219, 1978
 Fiorentino MRL : Reflex Testing Methods for Evaluating C.N.S Development, 2nd ed, 8th printing, Charles, C, Thomas, publisher, 1979
 Gesell A : The First Five Years of Life, Part 1, New York, Harper and Brothers, 1940
 Kendall FP, McCreary EK, Provance PG : Muscle Testing and Function, 4th ed, Williams and Wilkins, 1993
 Kisner C, Colby LA : Therapeutic Exercise, Foundation and Techniques, 3rd ed, F.A., Davis Company, 1996
 Knott M, Voss DE : Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, Patterns and technique, 2nd ed, Harper & Row Publisher, 1968
 McGraw MB : The Neuromuscular Maturaion of the Human Infant, NewYork, Columbia University Press, 1943, Reprinted edition, New York, Hafner Publishing Co, 1963
 Norkin CC, Levangie PK : Joint, Structure and Function, 2nd, ed, F.A., Davis, Company, 1992
 Rasch PJ, Bwke RK : Kinesiology and Applied Anatomy, 6th ed, Lea & Febiger, 1978
 Steindler A : Kinesiology of the Human Body, Charles, C, Thomas, 1977
 Sullivan PE, Markos PD, Minor MA : An Integrated Approach to Therapeutic Exercise, Theory and Clinical Application, Reston Publishing Company, Inc, 1982
 Sullivan PE, Markos PK : Clinical Decision Making in Therapeutic Exercise, Appleton & Lange, 1995