

## 손으로 물체를 들어올릴 때 배부지지작용과 적절한 자세

대구대학교 재활과학대학원 재활학과 물리치료전공

송 주 민

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

배 성 수

### Back Support Mechanism and Proper Posture during Manual Lifting

Song, Ju-Min, R.P.T.

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

Bae, Sung-Soo, R.P.T., M.A., M.P.H.

Dept. of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

#### =ABSTRACT=

Lifting is a common activity in many of occupations and daily living. Lifting has been studied for many years. In this article, based on the existing literatures on lifting, mechanism of back support and proper posture during lifting are described.

These mechanisms include the intra-abdominal pressure mechanism, the thoracolumbar fascia mechanism, and posterior ligamentous system.

Proper posture for lifting are in the squat style; the lumbar spine is aligned in its normal lordosis and the pelvis is aligned in an anterior tilt. Keep the load close to the body and avoid twist while lifting.

Key Words : Back Support, Posture, Manual Lifting

#### I. 서 언

손으로 물체를 들어올리는 동작(lifting)은 많은 직업과 일상생활에서 일반적인 동작이다. 물체를 들어올릴 때는 체간의 정렬과 신체가 잘 조화되어야 한다. 들어올리는 동작은 특히 요추부 손상을 쉽게 일으킬 수 있는 직업과 관련된다. 예를 들면, 어머니가 어린아이를 들어올릴 때, 생산업에 관계하는 노동자,

물리치료사 등이다(Metheny, 1952; Tichauer, 1978). 요부의 손상은 병리학적인 원인외에도 적절하지 못한 자세에서 동작을 수행한다면지 또는 개인에게 과도한 부하를 들어올림으로 인해 일어날 수도 있다. 요부의 손상을 최소화하고 동작의 능률을 증가시키기 위해 물체를 손으로 들어올리는 동작동안 힘의 계산방법, 배부지지작용, 그리고 적절한 자세가 1950년대 후반부터 연구되어지고 있다(Frithrif, 1956 ;

Bartelink, 1957). 1989년 Sullivan에 의해 연구되어진 이들 이론들이 정리되었으나, 이후의 어떤 논문은 이 이론들을 수정하기도 했다(Ronna 등, 1992). 바닥에 있는 상자를 눈높이의 선반 위로 들어올리기 위해서는 그 상자를 바닥으로부터 들어올려 선반위로 밀어 올려야 한다. 들어 올리는 동안에 그 물건은 들려져 지지되어야 하고 동시에 수직운동(vertical motion)이 일어나야 한다. 그렇지 않으면 효과적인 들어올리기가 수행되지 않는다(배성수 등, 1992). 이 연구에서는 물체를 들어올리는 동작동안 배부지지대 대한 작용과 들어 올리기를 위한 적절한 자세를 이미 발표된 논문과 문헌을 통해 조사하려 한다.

## II. 손으로 물체를 들어 올릴 때 일어나는 기전

### 1. 복부내압(intra-abdominal pressure, IAP)

무거운 물체를 들어올리는 동안 척추에 부하를 감소하게 하기위한 보조로써의 복부 내압은 Bartelink에

의해 1957년에 처음으로 언급되었고 후에 다른 연구자들에 의해 더욱 발전되었다(Andersson 등, 1976; Bartelink, 1957; Gracovetsky 등, 1986; Morris 등, 1961). 1957년 Bartelink는 무거운 물체를 들어올리는 동안 위경(gastric balloon)을 이용하여 복부내압을 측정하여 내압의 상승이 있다는 것을 알아냈고, 같은 동작동안 복부내압의 증가와 함께 복횡근(transversus abdominis)과 내복사근(internal oblique m.)의 수축 활동이 일어난다는 것을 알아 냈다. 이들 연구의 결과는 성문(glottis)이 닫힌 상태에서 복횡근과 내복사근의 수축은 복부내압을 증가시킨다는 것이다(Bartelink, 1957).

증가된 복부내압으로 인해 복부의 장기들이 압박 되고 복벽의 수축은 복강을 반경화성 실린더처럼 만들어 척추에 부과되는 부하를 분산시킬 수 있다(그림 1). 이때 증가된 복부내압은 요추간판에 걸리는 부하의 약 30%를 감소 시킬 수 있다(민경옥 등, 1989; Sullivan, 1989).

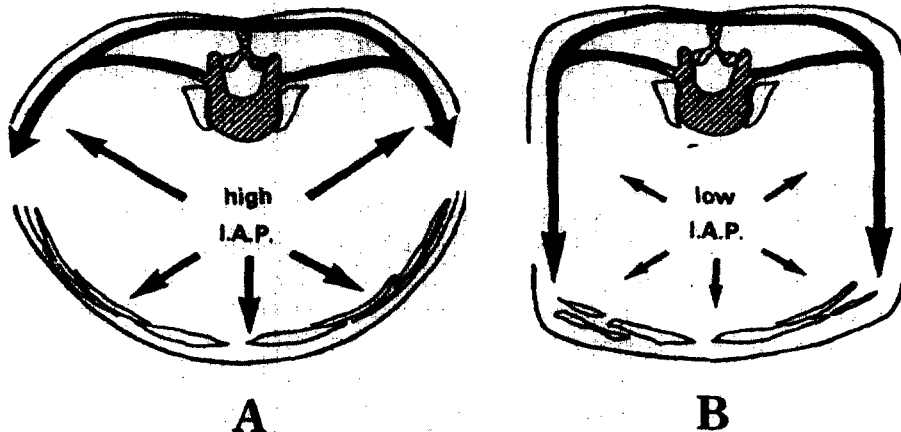


그림 1.

- A : 증가된 복부내압에 의한 함굴곡모멘트의 발생  
 B : 낮은 복부내압은 흉요근막에 장력을 발생시킬수 없고 이로 인해 요부의 굴곡이 일어난다

배부에 통증이 있는 경우 복부장기에 대한 압력 즉, 복부내압은 배부의 통증을 줄일 수 있다. 이 복부내압은 물셋, 복대가 있는 보조기 등에 의해서 휴식동안의 복부내압을 상당히 높일 수 있다(Morris 등, 1961). 복부내압은 들어올리려는 물체의 무게증가에 따라 증가하지만 꼭 1차관계를 성립하는 것은 아니다(Gracovetsky 등, 1986).

### 2. 흉요근막(thoracolumbar fascia, TLF)

요부지지작용으로써의 흉요근막의 역할은 Gracovetsky와 Bogduk에 의해 연구되었다. 역학적 형태(mechanical model)는 흉요근막의 해부학적 묘사에 기초를 두고 재외되었다. 지지작용으로써의 흉요근막은 복부내압과 연관하여 설명할 수 있다(Bogduk 등,

1984 ; Gracovetsky 등, 1985).

흉요근막은 전층(ant. layer), 중층(mid. layer), 후층(post. layer)으로 나뉘고 후층은 다시 천층판(superficial lamella)과 심층판(deep lamella)으로 이뤄진다. 천층판 섬유들은 정중선(midline)에서 정중미축(mediocaudal)으로, 심층섬유들은 외측미축(laterocaudal)으로 지나간다. 천층판섬유들은 광배근(latissimus dorsi m.)의 건막에 의해 형성되고 장골능과 척추기립근군의 외측부 그리고 L3에서 S1의 극돌기에 붙는다. 심층판 섬유들은 L4,5의 극돌기에서부터 장골능으로 그리고 L2,3극돌기에서 외측봉선(raphe)으로 지나간다. T12, L1극돌기에서부터의 섬유들은 막이 되어 조직주위에 흩어져 붙는다(그림 2, 3).

광배근의 건막은 복횡근이 기시하는 흉요근막의 중층에 붙는다. 12번째 늑골에서 흉요근막의 중층이 요늑인대를 형성한다. 내복사근은 흉요근막의 외측봉선에 붙고 때로는 광배근의 건막에 붙는다. 광배근, 복횡근, 내복사근의 수축동안 요추를 통한 모멘트와 항굴곡 또는 신전에 의해 삼각패턴이 일어난다(그림 4).

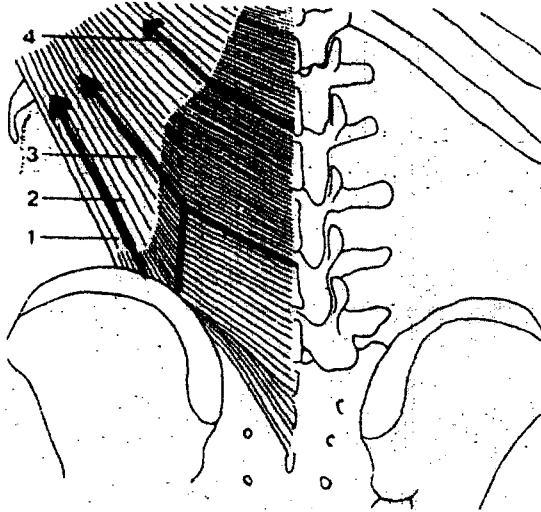


그림 2. 흉요근막의 후층 천층판의 도식

1=장골능으로 곧바로 정지하는 섬유들, 2=장골능을 지나 천골레벨의 정중선에 정지하는 섬유, 3=외측봉선의 아래로 지나 L3-L5레벨의 정중선에 내측으로 정지하는 섬유, 4=흉요추레벨에서 정중선으로 곧바로 지나가는 섬유.

화살표=광배근에 의해 생긴 힘이 후층의 천층판을 통해 전달되는 것을 묘사

상부섬유들은 극돌기에 대해 직접적으로 당기고, 중부섬유는 외측 봉선보다 깊이 정지하기때문에 극돌기 뿐만 아니라 장골능에 대해서도 작용한다. 하부섬유들은 장골능에 대해 직접적으로 작용한다.

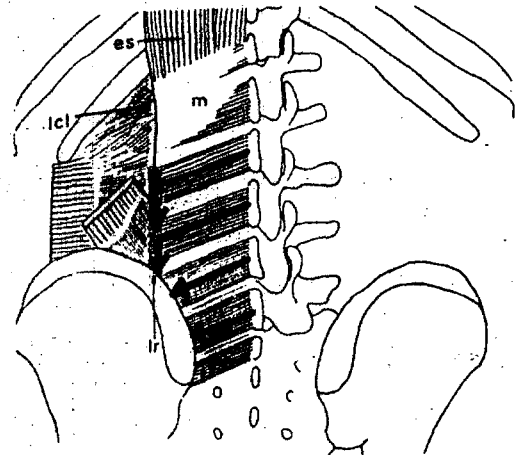


그림 3. 흉요근막의 후층 심층판의 도식

es=척추기립근, lci=천요인대, m=막이 되는 T12-L1까지의 섬유, lr=외측봉선 화살표=후층의 심층판을 통한 힘의 전달을 묘사한 것. L4,5에서 기시한 섬유들은 극돌기에서 곧바로 장골능에 대해 작용한다. L2,3섬유들은 외측봉선을 통해 간접적으로 장골능에 정지한다.

흉요근막은 수동적 또는 능동적으로 일할 수 있다. 흉요근막의 수동적인 작용은 전방으로 체간을 굽힐 때 골반위에서 요추의 굴곡에 의해 성립된다. 이는 또한 복근, 슬괘근, 둔근의 수축에 의하고, 이로 인해 골반을 후방으로 회전하고 흉요근막을 따라 장력이 생긴다. 능동적인 작용은 광배근, 내복사근, 복횡근의 수축에 의하고, 복횡근은 원래 흉요근막을 통해 항굴곡을 일으킨다고 생각된다. 복횡근과 내복사근의 장력은 흉요근막에 대해 장력이 부과된 근의 경로를 따라 밖으로 밀려는 복부내압에 의해 증가된다. 복부내압이 낮을 경우 흉요근막의 장력 역시 낮고 이는 요추를 굴곡시키는 복직근의 수축을 가능하게 한다.

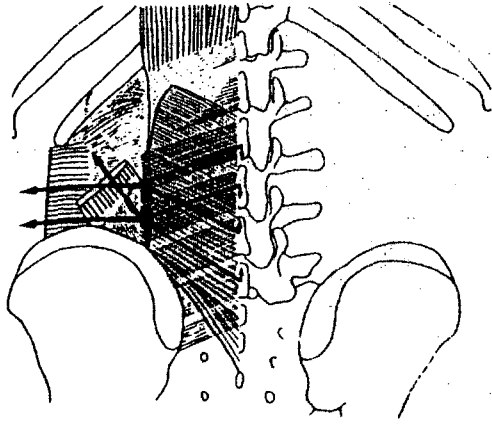


그림 4. 후층의 심층판과 천층판의 연합을 통한 힘의 전달을 도식

심층판을 통해 상방으로 그리고 천층판을 통해 하방으로 힘이 전달된다. 외측봉선의 한 점에서 심층판의 섬유는 상내측으로 지나고 천층판의 섬유는 하내측으로 지나 두 척추레벨에서 삼각형을 형성한다. 이 점에 제공된 장력은 묘사된 삼각형을 가로질러 확장될 것이다. 하방으로 그리고 상방으로의 힘의 상반되는 성분은 삼각의 한쪽 바닥에 자리한 극돌기에 대해 힘을 가할 것이다.

### 3. 후방 인대(post. ligamentous system)

극간인대(interspinous lig.)와 극상인대(supraspinous lig.)는 천척주근(sacrospinalis m.)보다 후방에 위치하여 지렛대의 팔이 근에서보다 인대에서 더 길어 들어올리는 동작동안 인대를 사용하여 요추를 통해 압축력을 감소시킬 수 있다.

정중인대(midline lig.)는 굴곡에 대한 인대성 저항의 19%를 차지한다. 요추의 반굴곡(semiflexion)과 함께 굴곡에 대한 인대성 저항은 정중인대, 황인대(ligamentous flavum), 후륜(post. annulus), 흉요근막, 액돌기관절낭(zygopophyseal joint capsules)에 의해 분담되고, 굴곡상태에서 대부분의 부하는 흉요근막에 부여된다. 조직의 밀도는 부하가 부여되는 주된 구조에서 제외되는데 들어올리는 동작이 요부가 굴곡된 자세에서 실시될 때 비활성구조(noncontractile structures)가 균형유지에 있어 핵심적으로 작용하고 이는 척추기립근이 굴곡상태에서 전기적으로 활동하지 않기 때문이다(Gracovetsky 등, 1986; Andersson

등, 1976; Gracovetsky 등, 1985; Adams 등, 1980).

### III. 들어올리는 동작을 위한 적절한 자세

많은 연구자들에 의해 무릎을 굽힌 자세(squat position)와 허리를 굽힌 자세(stoop position)에서의 들어올리는 동작에 대한 비교연구가 실시되었다(Anderson 등, 1976; Morris 등, 1961; Smidt 등, 1984). 허리를 굽힌 자세에서의 들어올리는 동작에서보다 무릎을 굽힌 자세에서의 들어올리는 동작이 몇몇 이유로 인해 우수한데 이는 대상자가 들어올리려는 물체를 두 다리 사이에서 들어올리는 것이 허용되어 신체에서 물체까지의 수평거리가 짧아지고, 이로 인해 추간원판에 부하를 감소시킬 수 있다. 또한 허리를 굽힌 자세에서보다 더 큰 힘을 산출 할 수 있으며, 낮아진 인체의 중력중심으로 인해 신체균형을 도모할 수 있다. 필요에 따라 동작의 방향을 빠르게 변경시킬 수 있다(Sullivan, 1989).

최근 연구에서는 척추의 굴곡 또는 신전의 상태에서 들어올리는 동작 자세의 효과에 중점을 두고 있다. 1987년 Dellito 등의 연구에서는 무릎을 굽힌 자세에서 요추전만(lodorsis, back-bowed-in position)에서의 들어올리는 동작이 요추후만(kyposis, back-bowed-out position)에서의 동작보다 더 적절한 자세라는 결과가 나왔다. 그리고 1987년 Hart 등의 연구에서는 요부물 밀직선으로 한 자세, 요부의 후만 그리고 대상자가 원하는 자세에서의 들어올리는 동작보다 요추의 전만에서 들어올리는 것이 더 적절한 자세라는 결론이 나왔다. 들어올리려는 물체에 손잡이가 없어서 수행자의 두손이 바닥에서 물체를 잡을 경우 요부에 약간의 굴곡이 필요하다고 한다(Sullivan, 1989). 또한 1992년 Dellito 등의 연구에 의하면 무릎을 굽힌 자세에서 골반이 전반경사된 자세가 골반의 후방경사보다 들어올리기를 위한 적절한 자세이며 허리에 손상을 줄 수 있는 인자를 줄일 수 있다고 했다. 이때 요부는 정상적인 전만상태를 유지해야 한다. 골반의 전방경사와 전만상태를 유지함으로써 후요부 구성요소의 신장이 최소화되고 이로 인해 요부에 스트레스를 줄일 수 있다. 그리고 전만의 유지는 척추기립근의 활동으로 기인되고 이 근의 작용으로 상부체간과 물체의 부하에 의해 생기는 유해한 전방굴곡모멘트에 대항할

수 있다. 들어올리는 동작을 천천히 수행하는 것은 흉인대와 인대성기관의 손상을 초래할 수 있으므로 들어올리는 동작은 재빨리 실시되어야 한다. 만약 동작이 서서히 진행되어야 한다면 요부를 일직선 상태로 하여 들어올리는 것이 흉요근막과 후방 인대성기관의 손상을 최소로 할 수 있다(Sullivan, 1989). 들어올리려는 물체는 체간에 가깝게 위치하게 해야 한다. 이는 신체의 무게중심과 물체의 무게중심이 멀어질수록 전방굴곡모멘트가 커지기 때문이다(Margareta, 1989). 물체를 들어올리는 동안 요부의 회전은 피해야하는데 이 동작은 추간원판과 척추관절에 손상을 줄 수 있기 때문이다. 체간의 측방에서 다른 측방으로 물체를 옮기는 작업에서는 진자운동(pendulum motion)으로 수행한다(Frithrif, 1956).

#### IV. 결 언

물체를 들어올릴 때 배부지지작용인 복부내압의 작용, 흉요근막의 작용, 후방 인대성기관의 작용과 들어올리는 동작을 위한 적절한 자세를 조사하였다. 흉요근막의 작용은 들어올리는 동작동안 주된 지지작용을 하였고, 복부내압은 흉요근막을 따라 증가된 장력에 대해 증가된 복부내압으로 항굴곡모멘트를 보조하였다. 후방 인대성기관은 천척주근보다 후방에 위치함으로 인해 천척주근에서보다 지렛대의 팔이 길어 들어올리는 동작동안 요추에 대한 부하를 감소시킬 수 있다.

들어올리는 동작을 위한 적절한 자세는 무릎을 굽히고, 골반은 전반경사를 유지하고, 요부는 정상적인 전만을 유지하는 것이다. 또한, 들어올리려는 물체는 체간에 가까이 놓고, 들어올리는 동안 요부의 회전은 피한다. 체간의 한 측면에서 다른 측면으로 물체를 옮기는 작업일 경우 진자운동으로 수행한다. 들어올리는 동작은 빠르게 들어올리는 것이 효과적이거나, 천천히 작업이 수행되어야 한다면 요부를 일직선으로 한 상태에서 실시한다.

#### 참 고 문 헌

1. 민경옥, 이태용 : 요통. 현문사, 1989
2. 배성수 외 4인 : 인체의 운동(역), 현문사, 1992
3. Adams MA, Hutton WC, Stott MA : *The Resistance to Flexion of The Lumbar Intervertebral Joint. Spine* 5 : 245-253, 1980
4. Andersson GBJ, Ortengron R, Nachemson A : *Quantitative Studies of Back Loads in Lifting. Spine* 1 : 178-185, 1976
5. Bartelink DL : *The Role of Abdominal Pressure on the Lumbar Intervertebral Disks. J Bone Joint Surg [Br]* 39 : 718-725, 1957
6. Bogduk N, Macintosh JE : *The Applied Anatomy of the Thoracolumbar Fascia. Spine* 9 : 164-170, 1984
7. Delitto RS, Rose SJ, Apts DW : *Electromyographic Analysis of Two Techniques for Squating Lifting. Phys Ther* 67 : 1329-1334, 1987
8. Frithrif : *The Right Way to Lift and Carry. Phys Ther* 38 : 99-103, 1956
9. Gracovetsky S, Farfan HF : *The Optimun Spine. Spine* 11 : 543-571, 1986
10. Gracovetsky S, Farfan HF, Helleur C : *The Abdominal Mechanism. Spine* 10 : 317-324, 1985
11. Hart DL, Stobbe TJ, Jaraiedi M : *Effect of Lumbar Posture on Lifting. Spine* 12 : 138-145, 1987
12. J. Smidt et al : *Back and Leg EMG during Squat and Stoop Lifting, Phys Ther* 64 : 728, 1984
13. Magareta Nordin, Victor H. Frankel : *Basic Biomechanics of the musculoskeletal System Lea & Febiger, 1989, pp183-20*
14. McGill SM, Norman RW : *Partitioning of the L4-L5 Dynamic Moment Into Disc, Ligamentous and Muscular Compomemts during Lifting, Spine* 11 : 666-678, 1986
15. Metheny E : *Body Dynamics. New York. Mc Graw Hill. 1952*
16. Morris JM, Lucas M, Bressler J : *The role of the Trunk in Stability of the Spine. J Bone Joint Surg [AM]* 43 : 326-357, 1961
17. Ronna S delitto, Steven J Rose : *An Electromyographic Analisis of Two Technique for Squat Lifting and Lowing. Phys Ther* 72 : 438-448, 1992
18. M. Sullivan MS : *BackSupport Mechanisms Du-*

- ring Manual Lifting. Phys Ther 69 :38-45, 1989*
19. Tichauer. ER : *The Biomechanical Basis of Ergonomics. New York Jhon Wileyand Sons, 1978*