

관절치료에 관한 연구 (II)

배성수* · 이명희** · 이상열** · 김상수***

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과* · 대구대학교 대학원** · 대구보건대학 물리치료과***

A Study of Joint Therapy (II)

Sung-soo Bae, P.T., Ph.D*, Myung-hee Lee, P.T., MS**,
Sang-yeul Lee, P.T., MS**, Sang-soo Kim, P.T., Ph.D***

Department of Physical Therapy College of Rehabilitation Sciences,
Daegu University Major in Physical Therapy Graduate School of Daegu University**,
Department of Physical Therapy Daegu Health College****

<Abstract>

Purpose : The objective of this study was conducted to find out treatment of weight bearing joint problems.

Method : This is a literature study with books, seminar note and international PNF course books.

Result : In joint therapy have to consider that what kind joint mechanics during movement, what kind relation between rotatory component of the force and translatory component of the force, what kind muscles are in the global mobilizer(GM) and local stabilizer(LS). One joint has muscle imbalance between GM and LS. It will make joint surface degenerative change which will make joint pain.

Conclusion : Joint therapy is not only joint mobilization but also biomechanics of joint and GM's and LS's role. Total knee of hip joint replacement is not perfect. Before surgery have to be find out problem solving method within the physical medicine.

Key Words : Joint therapy, Global mobilizer, Local stabilizer.

I. 서 론

물리학의 한분야인 수기치료, 도수치료 혹은 정형도수치료는 관절의 가동술을 대표하는 치료접근이며, 대표적인 개념은 Kaltenborn(1980, 1993), Maitland(1974, 1997), Grimsby(1985, 1990) 등에 의해 알려진 기법들이다. 이것들은 통증을 조절하기도 하는데 Grimsby(1985, 1990)의 관절치료 개념은 관절에 분포된 역학적수용기의 비중에 따라서 치료사가 등급화 된 진동(oscillation) 혹은 등급화 된 신연(distraction)을 적용하여 관절의 가동범위 획득과 통증을 치료하는 것이다.

정형외과의들은 관절의 퇴행성변화로 인한 통증과 관절의 가동범위가 감소된 관절에 대해 관절 치환술을 시행하고 있으며, 대표적으로 무릎관절 혹은 엉덩관절의 치환술이다. 과연 이것이 최선의 방법인가 혹은 다른 방법은 없는가를 생각하게 된다.

일반적으로 무릎 관절 면을 절단하고 인공관절을 삽입 했을 때 통증은 없어졌지만 이로 인해 관절수용기의 작용이 없어지게 되고, 이것은 항중력근의 작용 불안, 균형의 유지불안, 자세조절에 대한 피드백(feedback)을 상실하게 됨과 근육수축 타이밍에 의해 결정되는 관절면 운동(arthrokinematics) 즉 관절면의 구르기(roll), 미끄러지기(slide), 회전(spin)이 없어짐으로 해서 신체구조 특히, 요추, 흉추, 경추 그리고 두부의 정렬에 영향을 미치게 됨으로 이차적, 삼차적 문제를 만들게 되어 환자 삶의 질을 더 악화 시킬 수 있다.

Norris(1999)는 한쪽 근육군의 타이트니스(tightness)와 약증(weakness)이 있을 때 근육불균형이 형성되어 인체분절의 정렬변화 그리고 관절의 평형변화를 가져온다고했다. 배성수(2008) 등은 관절치료를 위한 중재로써 관절을 등급화 된 신연(Kaltenborn 1990, 1993) 혹은 등급화 된 진동(Maitland, 1974, 1997)의 수동적 접근만으로는 부족하다고 했으며, 급성기 시에는 간접적인 치료를 혹은 관절주위연부조직을 촉진하는 촉진치료가 필요하고, 관절 운동 시 일어나는 근육수축 타이밍의 이해를 위한 신경생리학적 원리가 적용되어야 한다고 했으며, 염증성 반응의 감소, GAGs의 감소를 예방하기위한 중재가 필요하다고 했다.

항중력근들의 작용불안을 예로 들면 관절의 퇴

행성변화가 관절면의 연골성변화 뿐만 아니고 관절 주위조직 즉 주동근과 길항근의 균형변화로 인해 통증의 발생 혹은 관절면의 퇴행성 변화를 가져왔다면 관절치환술을 한다고 하더라도 문제는 그대로 남아있게 된다.

물리학적인 방법으로 정형외과적인 관절치환술을 보강, 보완하는 방법은 없을까? 관절의 치료는 관절의 가동성뿐만 아니라 관절 주위 근들의 불균형을 살펴야한다. 신경근작용(neuromuscular activities)으로 일어나는 주동근과 길항근의 균형작용 그리고 관절자체의 역학적 안정성을 규명하는 생역학적 접근이 필요하다. 또한 관절의 안정성을 도모하는 국소적안정근(local stabilizer)과 관절의 운동성을 도모하는 전체적운동근(global mover)의 역할과 균형을 밝히는 것도 중요하며, 근 수축과 구두명령형태의 관련성을 규명하는 것도 필요하다.

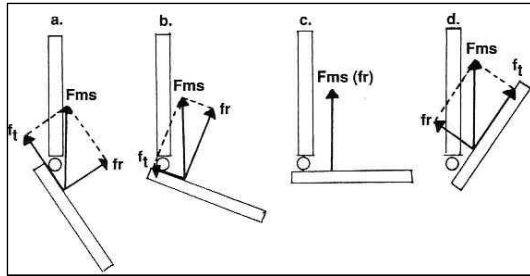
본 연구에서는 관절의 생역학적인 작용, 근육의 협응 즉 전체적운동근(global mover)과 국소적 안정근(local stabilizer)의 특성과 협응작용, 근육불균형으로 인한 관절면운동의 변화, 관절정렬의 변화 등을 제시함으로써 정형외과적 접근에 대한 대응책으로서 물리학의 치료적 접근을 위해 임상에서 필요한 정보를 제공하려고 한다.

II. 관절운동의 역학적 이해

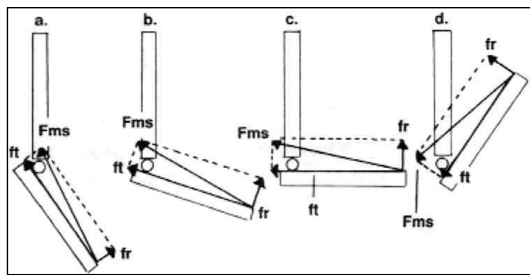
관절운동은 지렛대에 수직으로 작용하는 힘의 회전성분(rotatory component of the force, fr)과 지렛대에 평행하게 작용하는 병진성분(translatory component force, ft)이 합성됨으로 일어난다. fr은 관절의 운동성을 위한 것이고, ft는 관절의 축을 통과 하며 관절의 안정성을 위한 것이다(Levangie 와 Norkin, 2001).

fr 자체를 분해하면 회전성 힘과 병진성 힘으로 분해되고, ft자체도 분해하면 회전성 힘과 병진성 힘으로 분해할 수 있다(그림 1, A). 그러나 병진성분 즉 관절안정을 위한 힘은 fr과 ft를 비교 했을 때 역학적으로 ft가 fr보다 훨씬 크다(그림 1, B). 따라서 ft가 관절방향으로 작용하는 경우를 압박성분(compression component)이라고 한다. 압박성분의 힘은 두 관절면의 접촉상태를 유지하게 함으로서 관절의 안정성을 높이는 역할을 하게 된다. 예를

들면 팔굽관절을 굽힘 할 때 위팔두갈래근(biceps brachii)은 주로 fr로 작용하며(그림 1,A), 위팔노근(brachioradialis)은 ft로 작용한다(그림 1,B).



(그림 1. A)



(그림 1. B)

그림 1. 회전성분의 힘과 병진성분의 힘, A. 위팔두갈래근, B. 위팔노근

fr은 관절각도 크기의 변화가 일어나게 하지만 ft를 초과하는 경우는 없다. 임상에서 관절의 근육불균형치료를 있어서, fr 근 인지, ft 근 인지 즉 운동성을 위한 근육(global mover)인지 안정성(local stabilizer)을 위한 근육 인지를 확인하는 것은 중요하다.

III. 전체적운동근과 국소적안정근 (global mover & local stabilizer)

1. 해부학적과 생역학적 특징

표 2. 체간 굽힘 때 국소적 안정근과 전체적운동근

국소적안정근(local stabilizer)		전체적운동근(global mover)
일차근	이차근	
<ul style="list-style-type: none"> • 배가로근(transverse abdominal) • 뭇갈래근(multifidus) 	<ul style="list-style-type: none"> • 배속빚근 • 배바깥빚근의 내측섬유 • 허리네모근(quadratus lumborum) 	<ul style="list-style-type: none"> • 배곧은근(rectus abdominis) • 배바깥빚근의 외측섬유 • 척주세움근(erector spine)

표 1. 국소적 안정근과 전체적 운동근의 특징

국소적 안정근 (local stabilizer)	전체적 운동근 (global mover)
<ul style="list-style-type: none"> • 심부층에 있다. • 근막형태이다 (aponeurotic). • 느린 수축성이다. • 지구력을 생산한다. • 선택적 약화(selectively weaken)가 있다. • 열등한 보충(poor recruitment)이 있다. • 약한 저항에 활성화 된다(30~40% MVC). • 근 길이가 늘어난다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 표층에 있다. • 방추형상이다 (fusiform). • 빠른 수축성이다 • 활동적 근력 생산을 한다. • 우선적 보충(preferential recruitment)이 있다. • 단축과 강직(shorten & tighten)이 있다. • 높은 저항에 활성화 된다(40%MVC이상).

Richardson(1992) 등은 근육 군을 해부학적, 생역학적 그리고 생리학적인 특성을 종합하여 전체적 운동근(global mover, GM)과 국소적 안정근(local stabilizer, LS)으로 구분하였다(표 1). 두 그룹 간의 구조적 그리고 기능적 특성의 차이를 보면 LS는 항중력 기능 가지고 자세유지를 하도록 되어 있는 반면에 GM은 빠른 운동을(ballistic movements)을 할 수 있는 즉 과제 해결근(task muscle)이라 할 수 있다.

팔굽 관절에서의 GM은 위팔두갈래근이고, LS는 위팔노근이 된다. 위팔어깨관절(glenohumeral joint) 운동근은 등세모근(trapezius)상 섬유, 앞톱니근(serratus anterior), 삼각근등이며, LS는 가시위근(supraspinatus), 가시아래근(infraspinatus), 작은원근(teres minor), 어깨밑근(subscapularis)들이 될 것이다.

체간을 굽힘(flexion)할 때 GM들은 배곧은근(rectus abdominis)과 배바깥빚근(external oblique)의 외측섬유들인 반면에 LS들은 배속빚근(internal oblique)과 배가로근(transverse abdominal)이며, LS들은 일차와 이차 근으로 구분 할 수 있다(표 2).

따라서 관절치료 때에는 관절주위의 근육들 중

GM과 LS를 구분하고, 안정화가 필요한 것인지, 운동화가 필요한 것인지를 평가 하여야 되고, GM들의 불균형인지 혹은 LS들의 불균형인지를 평가하여야 된다. 이 근육의 불균형은 통증과 가동범위의 제한을 초래하게 된다. 예를 들면 요통환자의 2/3가 요부의 과운동성이 원인이라고 한다. 이때 관절의 운동화는 부당하고, 요부의 안정화 훈련, 혹은 안정화치료가 필요할 것 이다.

2. 치료

GM을 위한치료는 의식적인 운동 활동으로 근력의 강화, 지구력의 강화, 협응력 증가 등으로 달성할 수 있을 것이다. LS는 심부에 있으며, 무의식적으로 작용하며, 토닉섬유(tonic fiber)의 비율이 페이직 섬유(phasic fiber)보다 상대적으로 높다. 따라서 구체적인 훈련방법이 요구되며, 또한 LS들은 선택적으로 쉽게 약화가 일어남으로 문제를 더 쉽게 일으킬 수 있다.

LS들은 무의식적인 근 수축을 함으로 의식적인 정적수축으로 무수한 반복으로 훈련을 해서 운동 학습적으로 강화해야 된다. 반복 훈련을 할 때 의식적인 훈련이 됨으로 GM들이 이완된 위치와 자세를 찾아서 시도 하며, 이것을 잘 할 수 있을 때 체위를 점차 기능적 활동 체위로 높여간다.

요부의 안정화를 예로 들면 양쪽 ASIS 안쪽을 촉지하여 배가로근의 수축을 촉지 할 수 있다. 이 배가로근(transverse abdominis)을 찾아서 도수 자극으로 수축-이완(hold-relax)을 하여 강화 훈련을 한다. 상지와 하지의 움직임을 배가로근 수축과 결합하여 훈련하며, 동시에 못갈래근(multifidus)도 강화를 할 수 있다. LS를 훈련 하는, 즉 배가로근을 치료하는 구체적인 훈련방법은 다음과 같다.

첫째, GM들이 잘 이완 할 수 있는 자세를 찾는다(side lying).

둘째, 배가로근에 도수접촉을 아주 조심스럽게 한다.

셋째, 수축과 이완을 위한 구두 명령은 아주 조용한 목소리(quiet voice)로 한다.

넷째, 천천히 수축시키고, 천천히 이완시킨다.

다섯째, 저 수준의 수축, 즉 최대수축 량의 30~

40%로 수축하고, 이완을 한다.

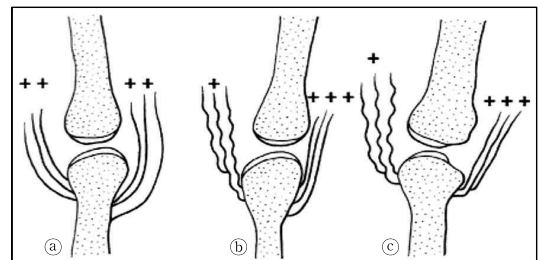
여섯째, 수축과 이완의 반복회수는 10초 수축을 10번 반복을 1회로 한다.

일곱째, 수축 시 근육의 길이 변화를 최소로 한다.

IV. 근육의 불균형에 의한 구조적 변화

1. 관절정렬의 변화

근육군들의 구조적 그리고 기능적 변화는 근육의 불균형을 만들게 되며, Templeton(1984)등은 근육의 불균형 진행과정에서 근섬유의 Type(I)와 Type(II)의 반응이 중요하며, Type(I)섬유들은 Type(II)섬유들보다도 전체섬유수와 크기의 감소가 매우 크다고 했다. 그리고 고정을 했을 때 근력의 감소는 첫8일간 하루에 6%씩 감소한다(Muller 1970). 이와 같이 근육불균형의 진행과정은 세 가지 중요한 증상이 일어난다. 첫째, 두 관절 근육들 즉 전체적인 동근(global mover)들의 단단해짐과 쥘(tightness)이며, 둘째, 한 관절근육들 즉 국소적 고정근(local stabilizer)들의 지구력 감소가 일어난다. 셋째, 첫째와 둘째 현상이 결합하여 분절정렬(segment alignment)을 변화시킨다. 근육의 단단해짐과 쥘 그리고 약증이 결합되면 인체분절 정렬변화와 관절의 평형점(equilibrium point)의 모양, 성질 그리고 위치를 바꾸게 된다. 따라서 관절의 한쪽 근육 군이 단단해지고(tightness) 반대편근육군이 느슨하게(lax)되었다면 관절의 정렬은 단단해진 근육 쪽으로 잡혀 지게 될 것이다(그림 2, b). 이와 같이 관절정렬의 변화가 일어났을 때 관절 면에 작용하는 압력은 일부분에만 집중하게 되어 통증과 퇴행성변화를 일으키는



① 정상관절-근육의 톤(tone)이 대칭적이다. ② 관절의 열악한 정렬-단단한 쪽으로 분절이 당겨짐. ③ 관절면의 퇴행성 변화.

그림 2. 근육불균형으로 인한 관절정렬(joint alignment)

원인이 될 것이다(그림 2, c).

관절의 통증 특히 체중부하관절의 통증 또는 퇴행성변화로 발생하는 통증과 가동범위 제한이 있을 때 전체적인 운동근(GM)의 단단함과 쥘 그리고 국소적인 안정근(LS)의 약증해결이 선행되어야 한다. 퇴행성변화로 골관절염이 발생되어 통증과 가동범위의 제한이 있을 때 면밀한 검사가 선행되고, 관절치환술이 적용되어야 한다. 따라서 물리학적으로 관절불균형 해결을 위한 접근이 선행되어야 한다. 또한 관절치환술에 의한 관절면에 분포된 운동역학적 접수기가 파괴되지 않고 이차, 삼차적인 손상을 예방할 수 있으며 기능적 체위(functional posture)를 유지할 수 있게 될 것이다.

정병욱(2009)은 퇴행성 무릎관절염환자를 펌근강화훈련군, 굽힘근강화훈련군, 펌근과 굽힘근강화훈련군으로 나누어 실험한 결과, 펌근과 굽힘근강화훈련군이 다른 훈련군보다 환자의 통증, 근기능-활성도에서 유의성이 있다는 것을 보고했다. 이것은 관절을 둘러싼 연부조직, 근육의 불균형을 해소함으로써 얻은 것이라 할 수 있다. 따라서 관절치환술만이 능사가 아님을 말해주고 있다.

2. 관절면운동의 변화

근육불균형으로 관절정렬의 변화가 발생되면 이로 인해서 관절면운동(arthrokinematics)의 변화를 가져온다. 구르기, 미끄러지기, 회전하기는 Growitzke와 Milner(1988)가 정의한 대로 일어나지 않을 것이며, 동시에 관절면이 난원형 관절 혹은 안장형 관절 일 때 작용되는 원리가 달라질 수 있을 것이다.

정강뼈(tibia)가 고정되어 있고 넓다리뼈(femur)가 굽힘 될 때를 예로 들면 굽힘이 계속되기 위해서는 넓다리뼈 관절 융기(condyle)는 계속 후방으로 구르기를 해야 하고, 동시에 관절융기는 앞으로 미끄러지기가 일어나야 되며, 반대로 넓다리뼈가 펴 될 때는 넓다리관절 융기가 앞으로 구르기를 해야 하고 동시에 넓다리관절 융기는 후방으로 미끄러지기가 일어나야 된다.

Wisnans(1980)등은 무릎관절을 완전히 펴한 선 자세에서 넓다리뼈를 0°~25° 굽힘 할 때 일차적 구르기가 일어난다고 보고하였는데, 관절면운동의 변화가 발생되면 이것이 뒤바뀌게 될 것이다. 또한

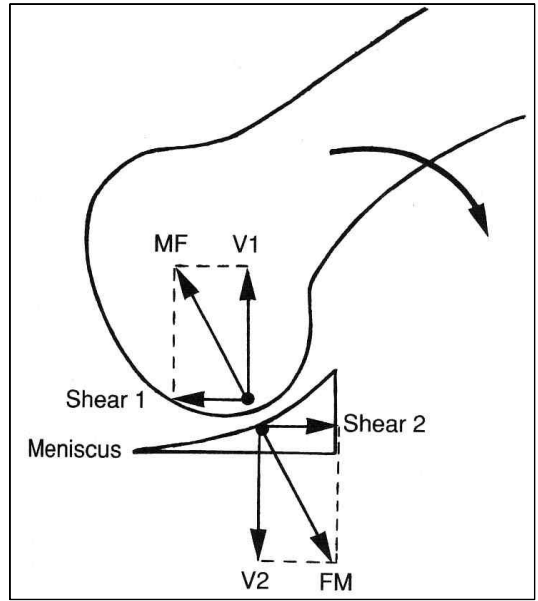


그림 3. 넓다리관절 융기와 반달에 작용되는 엇밀림 힘.

앞십자인대와 후십자인대에 작용하는 긴장도의 변화도 예측할 수 있다.

구르기, 미끄러지기, 회전의 상태가 무릎관절 내에서 바뀌게 되면 반달(meniscus)에 작용되는 엇밀림힘(shearing force)의 크기와 방향에도 영향이 미치게 된다. 즉 굽힘 할 때 구르기에 의해서 넓다리관절 융기가 후방으로 움직여 갈 때 엇밀림힘 즉 넓다리관절 융기가 반달에 작용하는 힘(FM)과 반달이 넓다리관절 융기에 작용하는 힘(MF)에 의해서 굽힘 할 때 반달이 후방으로 이동하고, 넓다리관절 융기를 앞으로 미끄러지게 한다. 이때 넓다리관절 융기의 미끄러짐은 엇밀림힘 1(shear 1)과 반달의 후방이동은 엇밀림힘 2(shear 2)에 의해 일어난다(그림 3).

따라서 관절면운동의 변화는 반달에 작용하는 생역학적 힘의 변화를 가져 오게 되며, 이것은 무릎관절 잠김(locking)과 풀림(unlocking)에 작용하며, 무릎관절의 자동회전(automatic rotation)이라고 하는 잠김기전(locking mechanism)에도 영향을 미치게 된다. 이러한 변화들은 통증을 유발시키고, 통증에 의한 보호기전(protective mechanism)발달로 인해 이차적으로 체형의 변화와 퇴행성변화를 가져 오게 된다.

표 3. 구두명령과 근육의 협응

역동적 구두명령(dynamic verbal command)	정적 구두명령(static verbal command)
· 밀고, 당기고(push, pull, move)	· 유지(hold, stay)
· 빠른근수축(dynamic muscle contraction)	· 느린수축, 이완(slow muscle contraction)
· 근육간협응(inter muscular coordination)	· 근육내협응(intra muscular coordination)
· 폐이직섬유 수축(phasic fiber contraction)	· 토닉 섬유 수축(tonic fiber contraction)

3. 근육간 협응과 근육내 협응

길항근과 주동근의 협응, 주동근과 고정근의 협응 등을 근육간협응 (inter muscular coordination) 이라하고, 동일근육내의 근섬유 중 Type(I)섬유와 Type(II)섬유간의 협응을 근육내 협응(intra muscular coordination)이라 한다. 따라서 근의 협응력을 증가시키기 위해서는 선별된 구두 명령이 필요하다. 앞에서 국소적 안정근들의 훈련을 예로 제시했는데, 훈련시 근수축을 위한 구두명령을 생각해야 된다. 전체적인운동근 수축은 구두명령으로 밀어라(push), 당겨라(pull)와 같은 역동적인 운동명령이 필요하고, 국소적안정근 수축은 유지(hold)라는 정적 운동명령으로 근 수축을 유발해야 된다(표 3). 예를 들면 PNF의 기법 중 유지-이완(hold-relax)과 수축-이완(contract-relax)시 구두명령은 달라져야 된다.

V. 결 론

관절치료를 위한 중재는 관절의 가동술. 수술 후 관절주위 연부조직을 촉진하는 촉진치료 그리고 염증반응의 감소, GAGs 감소를 예방하는 중재, 관절 운동 시 일어나는 근 수축 타이밍의 이해가 필요하며, 근 수축에 적당하고 선별된 구두명령이 필요하다. 또한 관절의 병진성분의 힘과 회전성분의 힘을 위한 근육의 작용과 역학적 이해, 근 불균형에 의한 관절면 운동의 변화와 관절정렬의 변화, 전체적 운동근(GM)과 국소적 안정근(LS)의 구조적 그리고 기능적 특성의 이해와 문제 해결 방안 탐색과 이 두근의 불균형에 의한 통증 발생과 관절면의 퇴행성 변화를 해결할 수 있는 치료여야 된다.

참 고 문 헌

- 배성수, 이명희, 이상열, 윤창구: 관절치료에 관한 연구, 대한물리의학회지 제3권 제2호, 125 -125, 2008
- 정병옥: 등속성운동이 퇴행성무릎관절염 여성 환자의 근 기능-활성도와 통증에 미치는 영향, 박사 학위 논문, 미간행, 대구대학교, 대학원 2009.
- Gowitzke BA, Milner M: Understanding the Scientific Basis of Human Movement. ed 3 William & Wilkins, Baltimore, 1988.
- Grimbsy Ola; Morden Manual Therapy of Extremities, 4th ed. San Diego The Ola Grimbsy Institute, 5-12, 1985.
- Grimbsy Ola; Morden Manual Therapy of Spine 7th ed. San Diego. Sorlandets Institute. 75-113, 1990.
- Kaltenborn FM; Mobilization of the Extremity Joint: Examination and Basic Treatment Techniques, Olaf Norlis Bokhandel. Oslo Universitetsgaten :5-48, 1980
- Kaltenborn FM; The Spine. Basic Evaluation and Mobilization Techniques. 2nd ed. Norways. Olaf Norlis Bokhandel. :11-78, 1993.
- Levangie PK, Norkin CC; Joint Structure and Function, Third Edition, F .A. Davis 2001.
- Maitland GD; Peripheral Manipulation. 2nd ed. Boston, Butter Worth. :47-52, 1997.
- Maitland GD; Relating passive movement to some diagnosis. Australian Journal of Physiotherapy. 20:129-135, 1974.
- Norris CM; Functional load abdominal training: part I Journal of Body work and Movement Therapies, July 1999.
- Richardson C, Jull G, Toppenburg R, Comerford M; Techniques for active lumbar stabilization for spinal protection; a pilot study. Australian

Journal of Physiotherapy 38(2):105–112, 1992.
Wismans J.etal: A three–dimensional athematical
model of the knee joint J Biomech 13: 677,

1980 Joint: Examination and Basic Treatment
Techniques, Olaf Norlis Bokhandel. Oslo
Universitetsgaten 5–48, 1980.