

## 관절 가동운동(mobilization)이 관절 감수기(joint receptors)에 미치는 영향

김 선 엽  
안동전문대학 물리치료과

### Abstract

### Effects of Joint Mobilization Techniques on the Joint Receptors

**Kim Sun-yeop, M.P.H., R.P.T., O.T.R.**

*Dept. of Physcial Therapy, An-Dong College*

Type I, II, III are regarded as "true" joint receptors, type IV is considered a class of pain receptor. Type I, II and III mechanoreceptors, via static and dynamic input, signal joint position, intraarticular pressure changes, and the direction, amplitude, and velocity of joint movements. Type I mechanoreceptor subserve both static and dynamic physiologic functions. Type I are found primarily in the stratum fibrosum of the joint capsule and ligaments. Type I receptors have a low threshold for activation and are allow to adapt to changes altering their firing frequency. Type II receptors have a low threshold for activation. These dynamic receptors respond to joint movement. Type II receptors are thus termed rapidly adapting. Type II joint receptors are located at the junction of the synovial membrane and fibrosum of the joint capsule and intraarticular and extraarticular fat pads. Type III receptors have been found in collateral ligaments of the joints of the extremities. Morphologically similar to Golgi tendon organ. These dynamic receptors have a high threshold to stimulation and are slowly adating. Type IV receptors possess free nerve ending that have been found in joint capsule and fat pads. They are not normally active, but respond to extreme mechanical deformation of the joint as well as to direct chemical or mechanical irritation. Small amplitude oscillatory and distraction movements(joint mobilization) techniques are used to stimulate the mechanoreceptors that may inhibit the transmission of nociceptors stimuli at the spinal cord or brain stem levels.

**Key Words** : Joint receptors; Joint mobilization.

## I. 서론

관절의 운동이나 자세, 관절의 위치 등에 대한 정보를 중추신경계로 전달하는 감각조직에는 근방추(muscle spindle), 골지건(golgi tendon organ), 그리고 관절의 기계적 감수기(mechanical receptors)등이 있다. 이들 중 관절 감수기의 신경생리학적 기전과 그 기능에 대한 이해는 운동치료(therapeutic exercise)분야와 정형의학(orthopedic medicine)분야에서 매우 중요한 기본적인 사항이다. 그리고 관절의 자세(position)의 인지와 관련된 정보가 중추신경계로 전달되는 과정에서 관절 감수기의 역할도 그 중요성이 재인식되어지고 있다(Newton, 1982). 관절 감수기의 역할은 그들의 구조와 분포 양상에 따라 결정된다고 할 수 있다. 환자의 병적상태를 검사하고 정확한 손상조직을 찾아 손상부위의 치유에 효과적인 자극을 가해주는 것은 매우 중요한 일이며, 물리치료분야에서 손으로 이러한 치료와 검사를 하는것에 대한 관심이 계속 증가 하고 있다. 이러한 현상은 최근 물리치료사들이 활동하고 있는 여러 학회의 특징이나 성격을 봄으로서 확인할 수 있을 것이다. 그리고 이러한 추세는 우리나라 뿐만아니라 우리보다 물리치료를 기술수준이 앞서 가고 있는 의료선진국에서도 현재 비슷한 추세를 보이고 있다.

정형의학은 "orthopedic medicine"라고도 하거나 또는 "orthopedic manual therapy"라는 용어로 표현되어지고 있다. Paris는 정형의학을 신경근육계의 치료와 평가를 하기 위한 해부학적, 역학적(mechanical), 병리적으로 접근한 학문이라고 정의하고 있다. 다시 말해서 동통의 경감, 또는 가동성(mobility)를 증가시키거나 동통의 재발을 막기 위해 관절이나 그 주위 조직을 평가하고 치료하는 과정을 말한다고 할 수 있다. 이러한 정형의학의 기초가 되는 이론을 제시하고 있는 선구자들에는 James Cyriax, Freedy Kalternborn, Geoffrey Maitland, John McM Mennell 등이 있다.

관절의 가동운동(mobilization)은 최근 우리

나라 물리치료사들에게 많은 관심의 대상이 되고 있는 치료기술 중 하나이다. 이 기술의 적용은 동통이나 근방어(muscle guarding) 또는 근경련(spasm) 등에 신경생리학(neurophysiologic)적 그리고 기계적(mechanical)인 측면에서 영향을 줄수 있으며, 가역성(reversible)이 있는 저가동(hypomobility) 관절이나 점진적으로 가동성에 제한이 나타나고 있는 관절 그리고 기능적으로 고정되어졌던(functional immobility) 관절의 치료에 효과적으로 사용되어질수 있다(Kisner와 Colby, 1996).

관절의 가동운동(joint mobilization)의 분류는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 가동운동(mobilization)이고 다른 하나는 도수촉진(manipulation)이라 할 수 있다. 가동운동이란 치료사에 의해 가해지는 운동으로 환자가 스스로 그 운동을 멈출 수 있을 만큼 느린 속도로 시행하는 수동운동이라 정의할 수 있다. 이 기술은 동통을 경감시키거나 관절의 가동성을 증가시키기 위한 목적으로 사용하며, 이것은 다시 진동(oscillation)기술과 지속적 신장(sustained stretching)기술로 분류하기도 한다. 이 기술은 인체의 생리학적(physiological) 운동이나 부수적(accessory) 운동을 회복하는데 사용되어 질 수 있다(Cookson과 Kent, 1979).

생리학적 운동이란 사람이 스스로 움직일 수 있는 움직임을 말한다. 즉 우리가 흔히 움직임을 분류하는데 사용되는 굴곡, 신전, 외전, 내전, 회전 등의 움직임을 의미한다. 이러한 운동은 골(bone)의 운동이라 칭할 수 있고, 이러한 운동에 대한 학문을 골운동학(osteokinematics)이라 한다.

부수적 운동은 생리학적 운동과 비교해 사람이 수의적으로 움직일 수 없는 운동 즉, 관절이나 주위 조직들의 내부에서 일어나면서 생리학적 운동을 일으키는데 반드시 동반되어야 하는 필수적인 운동을 말한다. 이 운동과 관련된 용어에는 부분동작(component motions)과 joint play가 있다. 부분동작은 부수적 운동과 거의 같은 동의어로 사용되어지는 용어로서, 환자가 하는 능동운동과 같이 동반되는 운동을 말한다. 예를 들면 견관절을 굴곡할 때 견갑골

과 쇄골이 상방회전되는 동작이 일어나는데, 이때 견갑골과 쇄골의 운동을 칭하는 것이다. Joint play는 뼈가 움직일 때 관절내부에서 두 관절면 사이에서 일어나는 운동을 말한다. 이 동작은 생리학적 운동에 필수적인 요소이며, 수동운동에 의해서만 생리학적 운동과 분리해서 일으킬 수 있다. 이 joint play에는 신연(distracton), 미끄러짐(gliding), 압박(compression), 구르기(rolling), 회전(spining)등이 포함된다. 이러한 운동에 대한 학문을 관절운동학(arthrokinematics)이라 한다(Paris, 1979).

도수촉진(manipulation)은 크게 두 가지로 구분되는데 하나는 빠른 속도(high velocity)와 약한 강도(small amplitude)로 급격하게 적용하는 운동으로 일명 "thrust"란 용어로 표현한다. Cyriax는 이러한 동작을 과압력(overpressure)이란 개념으로 표현하고 있다. 이 운동을 적용시 환자는 이 동작에 대해 방어할 수 없는 운동이다. 이 운동은 관절의 가동범위 중 병리적 제한점(end of pathologic limit)까지 이루어지며, 관절 감수기를 촉진(facilitation)하거나 유착(adhesion)조직의 분리를 목적으로 적용되어진다. 이 외에 의학적인 목적으로 관절주위의 유착조직을 분리시켜 관절 가동범위를 회복시키기 위해 환자를 마취시킨 후에 수동 신장법이나 thrust를 이용하는 기술도 있다.

Paris(1979)는 관절의 기계적 감수기를 작은 강도(small amplitude)의 진동(oscillation)이나 신연(distracton)기술을 사용해 자극하면 척수나 뇌간(brain stem)수준으로 전달되는 유해자극(nociceptive stimuli)을 억제할 수 있다고 하였다.

## II. 관절 감수기의 형태(morphology)와 기능(function)

### 1. 관절 감수기의 종류와 구조

1950년대부터 관절 감수기(joint receptors)의 기능과 그 생리학적 기전이 정형의학적 치료에 한 요소로 관심을 갖게 되었으나, 조직학

(histological)적 측면에서의 연구는 일찍이 1857년 Rudigner로 부터 시작되었고, 최근에는 Polacek등에 의해 주도되어져 왔다.

관절 감수기는 관절 내부나 그 주위 조직에서 발견할 수 있는데, 크게 4 종류의 감수기가 존재한다(Newton, 1982, Smith등, 1996). 각 감수기의 명칭은 대개 I형, II형, III형, IV형 감수기로 칭한다(그림 1.). I형과 II형, III형은 "true" 관절 수용기라 할 수 있으나, IV형은 통각 수용기의 일종이라 할 수 있다. 이러한 감수기들은 대부분의 관절이나 인대 등에서 발견할 수 있다. 그러나 각 조직 내에 감수기들의 밀집도(density), 위치(location), 형태(morphology)가 다양하게 다르다. 그리고 감수기의 자극은 그것들이 밀집되어 있는 위치와 관절에 가해지는 스트레스의 강도에 의해 좌우된다(Smith등, 1996). Donatelli와 Wooden(1989)는 관절의 기계적 감수기 중 I, II, III형은 관절의 위치, 관절내의 압력의 변화 그리고 관절이 움직이는 속도와 강도, 그리고 방향에 대한 정보를 부호화해서 중추로 보낸다고 하였다.

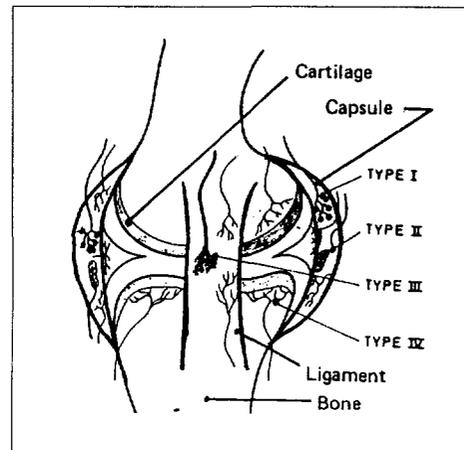


그림1. 관절 주위조직의 4가지 기계적 감수기에 분포

(From Smith LK, Weiss EI, Lehmkuhl LD: Brunnstrom's clinical kinesiology. 5th ed. F.A. Davis, pp95, 1996)

### 1) I형 감수기

I형 감수기는 주로 관절낭(joint capsule)의 섬유층(stratum fibrosum)과 인대(ligament)부위에 위치하고 있다. 예를 들어 슬관절의 posterior oblique ligament와 내측과 외측 측부인대(collateral ligament)에서 발견된다. 감수기는 대개 사지의 근위부(proximal)와 척추의 경부(cervical region)에 밀집되어 있다. 특히 이 감수기는 경부, 고관절 그리고 견관절부위에서 긴장성 반사효과(tonic reflexogenic effects)를 나타낸다. 그리고 각 관절낭의 전방과 후방(anterior and posterior) 부위에 집중되어 있다. 고관절의 경우에는 하 전후방(inferior anteroposterior)부위가 상 전후방(superior anteroposterior)부위 보다 더 많이 집중되어 있다고 한다(그림2).

이 감수기의 구조는 직경이 8~12 $\mu$ m 정도 되는 유수 모축삭(myelinated parent axon)에 직경이 약 300 $\mu$ m인 2~6개의 소체(corpuscles)에 연결되어 총 길이가 약 300~800 $\mu$ m 정도되며, 루피니형(ruffini-like) 모양을 하고 있다.

I형 기계적 감수기는 정적(static) 및 동적(dynamic)인 물리적 기능(physiological function)을 촉진시키는 역할을 한다. 휴식기(resting time)에 이 감수기에서 발생시키는 안정전위(resting discharge)는 약 1~20 impulse/sec이다. 이러한 전위는 관절 주위를 가로지르는 근육의 긴장(muscle tension)이나, 관절 내부 또는 외부에 가해지는 압력(capsular pressure)의 차이에 의해 발생된다.

I형 감수기가 활성화되는 자극역치는 낮은 편이며(low threshold for activation), 그들을 활성화(firing) 시키는 빈도수의 변화에 적응이 느린(slow to adapt) 특성을 가지고 있다. 즉 이 감수기가 자극되는데는 약 1분의 시간이 필요하다. Grimsby(1995)는 이 I형 감수기가 관절 가동범위 중 중간부분(mid range)에서는 자극되어지지 않는다고 하였다.

### 2) II형 감수기

II형 관절감수기가 분포된 부위는 관절낭의 섬유층(fibrosum)과 활액막의 연접부, 관절내(intraarticular) 또는 관절외(extraarticular)의 지방판(fat pads)에 존재한다. 그리고 주로 근위부 보다는 원위부 관절(발목관절, 손목관절 등)부위에 많이 분포한다. 또한 측두 하악(temporomandibular)관절과 요추부의 관절낭 심부층에도 존재한다(Grimsby, 1995). 그리고 이것은 I형 감수기에 비해 관절낭의 내측, 외측부에 많이 집중되어 있다.

II형 감수기의 구조는 직경이 9~12 $\mu$ m 정도인 유수 모축삭(myelinated parent axon)과, 길이가 150~250 $\mu$ m이고 직경이 20~40 $\mu$ m인, 뿔형태(conically shape)를 한 1~5개의 소체(corpuscles)로 이루어져 있으며, 모양은 파시니안형(pacinian-like)이라고 한다. 축삭 모체에서 여러개로 분지된 각 신경말단들은 주위의 혈관에 분포하게 된다(그림 3). 구조적으로 판(plate) 모양으로 되어 있으며, 관절에 가해지는 긴장(tension)을 감지하는 모니터(monitors) 역할을 한다. 관절낭의 변형은 관절을 싸고 있는 조직에 긴장(tension)을 발생시키고 결국 감각 종말(sensory ending)에 활동전위를 발생시킨다.

기능적인 면에서 II형은 자극에 대한 역치가 낮으며(low threshold), 관절의 움직임에 대해 반응하는 역동적인 감수기(dynamic receptors)이다. 활동전위는 약 0.5초인 2개의 burst로 구성되고, 이것은 관절 움직임의 시작(begin range)과 끝 부위(end range)를 신호화 한다. 그리고 조직에 긴장(tension)이 발생되었을 때만 자극된다. 또한 빠른 적응(rapidly adapting)의 특성을 보인다. 즉 자극을 시작 후 감수기가 발화(firing)되는데 약 0.5초밖에 안 걸린다는 것이다. I형 감수기가 tonic reflexogenic effects를 나타낸다면, II형 감수기는 phasic reflexogenic effects의 특징이 있다고 할 수 있다.

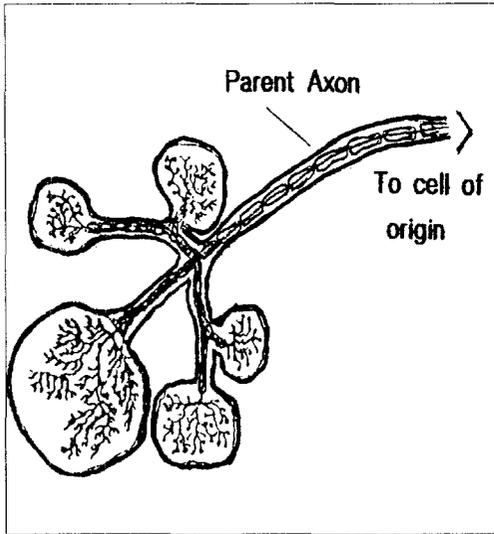


그림2. I형 관절 감수기의 형태

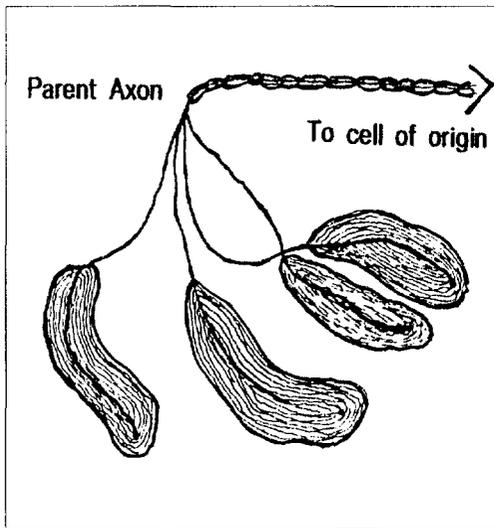


그림3. II형 관절 감수기의 형태

### 3) III형 감수기

III형 감수기가 분포한 부위는 주로 사지(extremities)의 관절에 측부인대(collateral ligament), 흉요추부(thoracolumbar)의 facet 관절부위, 측두 하악관절, 그리고 척주의 종주인대

(longitudinal ligament), 극간인대(interspinous ligament)에 존재한다. 그러나 경추부(cervical region)에서는 존재하지 않는다(Newton, 1989). III형 감수기는 주로 인대의 심부와 천층부에 분포하는데, 요추부의 경우에는 주로 천층부에서 발견된다.

이 감수기의 구조는 I형과 II형 감수기 보다 더 굵으며, 형태학적으로 골지건(golgi-tendon organ)과 유사한 구조를 하고 있다. III형 감수기는 관절 감수기 중 가장 큰  $100\mu\text{m}$ 의 직경과  $600\mu\text{m}$ 의 길이를 갖고 있다. 또한 감수기는 직경이  $13\sim 17\mu\text{m}$ 인 유수 모축삭(myelinated parent axon)과 한 개의 소체(corpuscle)로 구성되어 있다(그림 4.). 이 III형 감수기는 자극에 대해 높은 역치 수준(high threshold)을 나타내며, 적응시간이 매우 느린(slowly adapting) 특성이 있다. 그리고 이 감수기는 혈관과는 큰 관련성이 없다.

III형 감수기의 기능은 주로 근육의 긴장(tone)을 반사적으로 억제하는 역할을 하며, 정상적으로 고정된 관절에서는 활성화 되지 않으며, 단지 능동 또는 수동 관절운동시 관절의 끝 부분에서와, 길이 방향의 강한 견인(longitudinal traction)시에 자극 된다. 즉 역동적(dynamic)인 동작을 감지하는 역할을 하며, 주로 관절가동범위의 끝 부분(end range)에서 발생된 긴장에 대해 반응을 한다. Donatelli와 Wooden(1989)은 이 감수기가 자극되면 주위의 근육 섬유에 알파운동섬유(alpha motor neuron)의 흥분성(excitability)을 억제시켜 근육의 긴장도를 낮춘다고 하였다.

### 4) IV형 감수기

이 감수기는 자유 신경 종말(free nerve ending)이나, 혹은 격자형(lattice-type) 종말의 구조를 하고 있으며, 인대, 관절낭, 관절주위의 지방 판(fat pads) 부위에 주로 분포하고 있다. 이외에 경막(anterior dura mater)전방부, 전종인대, 후종인대, 추간인대(interspinous ligament), 그리고 결합조직(connective tissue)에 분포하고 있다. 그러나 근육섬유 자체에서는 발견되

지 않는다. 그리고 다른 감수기들과 마찬가지로 활액막 조직(synovial tissue)이나 반월판(meniscal body) 등에서는 발견되지 않는다.

이 감수기의 구조는 매우 얇고, 직경이 2~5  $\mu\text{m}$  정도인 유수 모축삭(myelinated parent axon)과 격자형 종말로 이루어져 있다(그림5).

기능은 동통을 일으키는 역할을 한다. 예를 들어 C섬유는 작열통(burning pain)을 일으킨다. 그리고 I형, II형과 유사하게 높은 자극 역치(high threshold)를 나타낸다. 즉 조직에 변형이 일어날 정도에 도달될 때까지는 감수기가 자극(firing)되지 않으며, 적응하는 시간이 거의 없는(non-adapting) 특징을 나타내고 있다. 이것은 동통의 발생 원인되는 발통 자극원(noxious stimuli)이 제거될 때 까지 동통이 계속된다는 말이다. IV형 감수기는 정상적으로 스스로 활성화 되지는 않으며, 관절에 직접적인 기계적(mechanical)인 변화나 화학적 자극, 열자극 등에 의해 자극된다. 그외에 관절의 염증이나 호흡기계, 심혈관계의 이상시에 동통을 일으키는 반응을 하게 된다. 이렇게 발생된 동통은 손상부와 관련된 분절(segment)에 지배를 받는 근육에 tonic reflexogenic effects를 일으킬 수 있다(Grimsby, 1995).

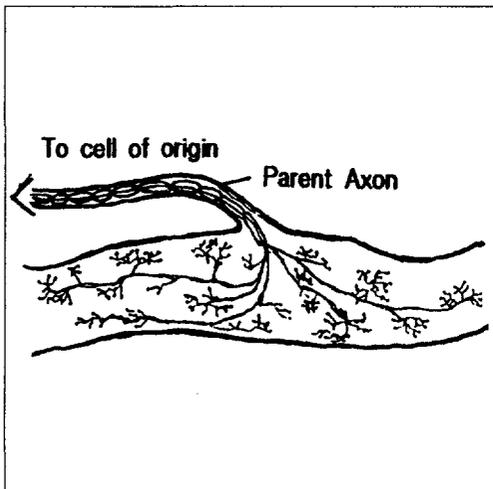


그림4. III형 관절 감수기의 형태

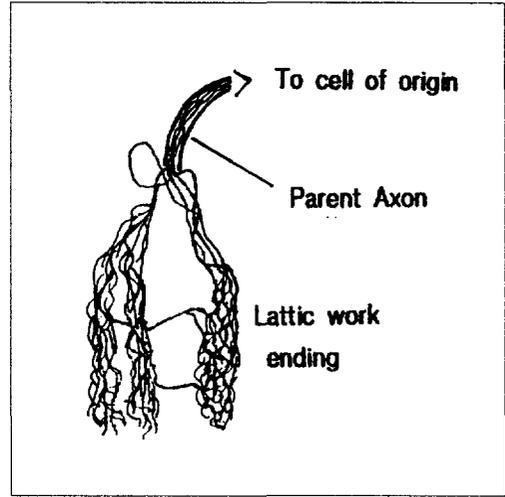


그림5. IV형 관절 감수기의 형태

## 2. 관절 감수기의 기능(function)

### 1) 반사적 반응(reflexive responses)

관절 주위의 신경과 감수기를 자극함에 따라 관절 주위의 근육에 반사적인 축진과 억제 조절할 수 있다. Ekholm과 동료들(1960)은 고양이 무릎관절의 관절내압을 증가시켰더니 굴곡근을 축진되고, 신전근은 억제됨이 발견되었다고 하였다. 이러한 반응은 내측 측부인대(collateral ligament)의 긴장이 증가되었을때도 발견되었다고 하였다(Newton, 1989). 이러한 결과는 사람에게서도 발견되었다. 즉, 관절 내부의 팽창이 결국 근육의 억제를 일으켰다는 결과가 있었다(Eyring과 Murray, 1964).

발목관절에서 수동적인 배측 굴곡은 가자미근에 반사적 반응을 증가시키고, 전경골근에는 교차성 억제(reciprocal inhibition)가 발생되며, 반대로 수동 저축 굴곡시에는 전경골근은 축진, 가자미근은 억제되는 반사적 반응이 발생된다. 이러한 반사적 반응은 운동이 일어난후 약 1초 후에 일어난다. Burgess와 Clark(1969)는 운동 범위의 양 끝부위에서 어떠한 관절 감수기가 자극되어서 일어나는 반응이라고 하였다.

Lundberg등(1978)은 슬관절 후방 신경 (posterior nerve)이 지배하는 부위를 선택적으로 전기자극한 결과, 그 부위의 골지건 기관 (GTOs)의 Ib 구심성신경에 의한 반사적 반응이 일어났다고 하였다. 결론적으로 후방 관절 신경 (posterior articular nerve)이 굴곡근의 촉진과 신전근의 이완에 관여한다고 보고 하였다. 즉 관절 감수기를 통해 입력된 자극이 다연접 신경원간 연결 (multisynaptic interneuron connection)을 통해 감마 원심성 (gamma efferent) 신경 뿐만 아니라 알파 운동신경 (alpha motor neuron)들에게도 영향을 준다는 것을 입증했다.

## 2) 관절각도의 감지기 (detectors)로서 관절 감수기

관절 감수기가 관절이 위치한 각도를 인식하는 역할을 한다는 것은 1900년대 부터 알려져 있는 사실이다. 관절의 구심성 신경섬유도 운동을 조절하는 상위 중추와 마찬가지로 관절의 위치를 인지하는 역할을 한다는 증거는 예를 들어 무릎관절의 구심성 신경이 대뇌 피질과 소뇌까지 전달되는 것에도 있다.

SA (slowly adapting) 감수기는 Wyke의 I형, III형과 유사하며, 관절의 정적 (static)인 자세에 대한 감지를 주로 하며, 이에 반해 RA (rapidly adapting) 감수기는 동적 (phasic) 감수기로서 II형 감수기와 관련이 깊다고 할수 있다.

SA 구심성 섬유는 대개 관절이 특정 각도에 위치할 때 250 impulses/sec 이상의 전위를 일으킨다. 이 신경은 안정시 10에서 150 impulses/sec의 전위를 발생한다. 이에 반해 RA 섬유는 관절의 움직임에 대해 10 impulses/sec나 그 이하의 전위를 나타낸다.

루피니 감각기와 유사한 모양의 I형 감수기는 주로 운동의 방향과 속도를 감지하며, 파시니안 감각기와 유사한 II형 감수기는 작은 움직임이나 가속 (accelerating)되는 운동을 인식한다. III형 (GTOs와 비슷) 감수기는 운동의 방향과 관절의 자세에 대한 감지를 하는 기능을 한다.

## 3) 운동감각 (kinesthesia)

운동감각이란, 관절 위치 (joint position)의 구별 능력, 신체 부위의 상대적 무게 (relative weight)에 대한 인식 능력, 그리고 운동의 방향, 크기, 속도 등의 요소가 포함된 관절의 움직임등으로 정의할 수 있다.

Browne (1954)은 수동 운동이나 관절의 위치 감각 (position sense)은 관절낭에 가해지는 긴장도의 변화를 감지함으로써 알수 있고, 능동운동은 관절이나 근육에 있는 구심성 (afferent) 감지기에 의해 알 수 있다고 하였다. 결국 관절과 피하 신경조직에 입력으로 관절의 위치 감각을 알아내고, 여기에 근육에 있는 감수기에 입력이 더욱 가중되어진다고 할수 있다 (Gandevia와 McClosky, 1976).

## III. 관절 가동운동 (joint mobilization)

관절 가동운동 기술은 관절 가동범위를 기준으로 크게 단계적인 진동 기술 (graded oscillation techniques)과 지속적 신장 기술 (sustained stretch techniques)로 구분할 수 있다. 단계적 진동 기술은 Maitland에 의해 제시되었고, 후자는 Kartenborn에 의해 정의되어졌다.

부드러운 진동 (gentle oscillations) 자극은 물리치료에서 뿐만 아니라, 현재 카이로프랙틱 (Chiropractors)이나 골병리학 (Osteopaths)분야에서도 관절 가동범위를 증가 시키기 위한 목적으로 사용되어지고 있다.

### 1. 단계적 진동 기술 (graded oscillation techniques)

Maitland는 관절 가동운동시에 적용하는 치료량 (dosage)을 단계적으로 구분하여 Grade I에서 Grade IV까지 4단계로 구분하였다. 이 구분방법은 현재 도수치료분야에서 가장 일반적으로 사용되어지고 있는 구분방법으로 생리학적 (physiological) 운동이나 부수적 (accessory) 운동시에 적용할 수 있다. 간단히 등급을 설명하면 다음과 같다.

1) Grade I

관절 가동범위의 시작 범위(begin range)에 서 작은 강도(small amplitude)로 적용하는 수 준을 의미한다.

2) Grade II

관절 가동범위의 시작 부분에서 중간범위까 지 큰 강도(large amplitude)로 적용하는 방법 이다.

3) Grade III

관절 가동범위의 중간 범위에서 제한이 나타 나는 범위 직전까지 큰 강도(large amplitude) 로 나타난 조직에 저항해서 적용하는 수준을 말한다.

4) Grade IV

관절의 제한범위 부분에서 조직의 저항에 대항 해서 작은 강도(small amplitude)로 반복적인 진동을 이용하여 시행하는 운동의 수준을 의미 한다.

임상적으로 Grade I과 Grade II는 주로 관절 의 동통의 경감을 위해 일차적으로 사용된다. 이러한 등급으로 가해진 진동자극은 관절의 기 계적 감수기를 자극해 중추신경계로 전달되는 동통자극을 발생시키는 유해자극기(nociceptors) 를 억제하는 역할을 한다. 이에 비해 Grade III 와 Grade IV는 주로 관절의 강직(stiffness)에 신장자극을 주기 위해 사용되어 진다.

2. 지속적 신장 기술(sustained stretch techniques)

이 방법은 주로 견인(traction)기술을 적용할 때 가해주는 힘을 구분하는데 이용한다. 등급 은 3단계로 구분하는데 Grade I에서 Grade III 까지이다.

1) Grade I(느슨함. loosen)

Grade I은 관절낭 내부에 거의 스트레스를 가하지 않는 정도의 작은 강도(small amplitude) 인 신연력(distraction)을 적용하는 수준으로,

주로 동통을 감소시키기 위해 사용되는 등급이 다.

2) Grade II(긴장, tighten)

관절 주위의 조직이 신장될 수 있는 정도의 신연이나 미끄러짐을 일으키는 수준을 말하며, 이러한 자극을 "taking up the slack"이라고 표 현하기도 한다. 이 등급의 신연은 임상적으로 관절에 어느정도의 등급으로 치료할 것인가를 결정하기 위해 일차적으로 적용하는 등급이다. 또한 동통이 억제된 다음에 적용하는 등급이 다.

3) Grade III(신장, stretch)

Grade III는 관절낭이나 관절 주위의 조직들 이 충분히 신장될 정도의 신연 또는 미끄러짐 운동을 일으키는 수준을 말한다. 이 등급의 자 극은 joint play에 운동범위를 증가시키기 위한 목적으로 사용되어진다.

이 지속적 신장 기술은 단계적 진동 기술에 생 리적운동과 부수적운동 모두에 적용하는 것에 반해 관절내 운동 즉 joint play운동에만 적용 하는 등급이다.

위의 두 등급단계를 비교하자면, 진동 등급 I, II(Maitland)와 신장 등급(Kaltenborn)과 비 슷하게 관절낭이나 주위의 조직에 신장력을 가 해주지 않는 범위에서 적용하는 기술이며, 진 동 등급 III, IV와 신장 등급 III은 가해주는 강 도나 관절 가동범위의 제한 부분에서 신장력 (stretch force)을 가해준다는 점에서 유사하 다 고 할 수 있다.

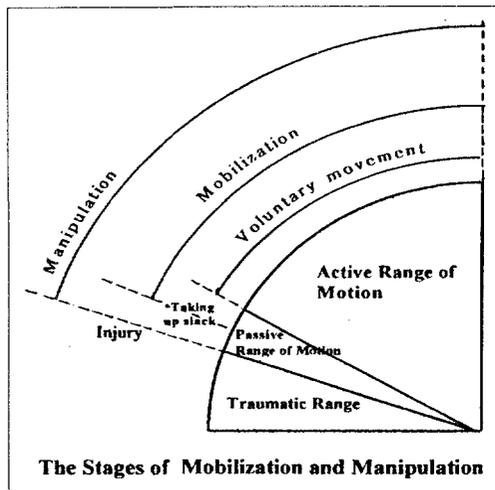
3. 관절 가동운동의 효과

관절 가동운동은 크게 두가지 목적으로 적용 될 수 있다. 하나는 동통과 근 방어(muscle guarding)을 감소시키는 신경생리학적 효과 이며, 다른 하나는 구축(contractured)된 조직을 신장(stretch)시키거나 파열시키는 등의 기계적 (mechanical) 효과를 얻기 위해 사용할 수 있 는 기술이다. 이러한 효과들은 결국 환자에게

서 능동운동의 가동성에 증가를 가져다 줄수 있다(Paris, 1979).

관절의 가동범위를 증가시키기 위한 목적으로 사용되어지는 이 관절 가동운동의 생리학적인 영향은 Melzack과 Wall(1965)이 제시한 관문 조절설(gate control theory)의해서도 설명되어질 수 있다. 즉 굵기가 굵은 고유수용성 신경을 자극하므로써, 작고 자극 전도속도가 느린 섬유로 주로 전달되는 동통 전달자극이 지나가는 관문을 닫게 하여 동통과 근 경축을 일으키는 악순환의 고리를 차단하는 효과를 얻게 한다는 것이다. 여기서 우리는 관절주위에 분포되어 있는 고유수용감각기의 역할에 대해 이해해야 할 것이다. Wyke와 Freeman(1967)은 이러한 관절주위에 분포하고 있는 관절감수기의 존재와 그 역할에 대해 제시하였다.

관절의 안정성(stability)을 담당하고 있는 관절 주위조직에 분포되어 있는 관감수기를 가장 적절히 자극할 수 있는 방법은 진동자극을 가해주는 것이다(Paris, 1979). 관절 가동운동(mobilization)과 도수촉진(manipulation)의 운동범위에 대한 차이를 그림으로 표현한 것이 그림6이다.



**그림6.** 관절 가동운동(mobilization)과 도수촉진(manipulation)을 적용하는 관절 가동범위

#### IV. 관절 감수기와 가동운동(mobilization)

관절의 가동운동은 관절 주위에 있는 감각기를 자극할 수 있다. 이러한 과정은 신경생리학적 측면과 역학적인 측면에서 설명할 수 있다. 먼저 신경생리학적으로 설명하자면, 진동(oscillation)운동이나 미끄러짐(gliding)운동은 I형과 II형 관절 감수기를 자극하여 손상된 관절에서 나타나는 동통이나 근방어(muscle guarding)을 경감시킬 수 있다. III형 감수기는 억제(inhibitory) 감수기로서, 관절의 가동성을 증가시키기 위해 관절 가동범위의 끝 부위에서 강한 신장(stretch)기술이나 thrust기술을 적용하여 이 감수기를 자극(firing)할 수 있다. Thrust기술은 억제 효과를 얻을 수 있는 기술로 근육의 이완(relaxation)을 가져올 수 있다. Grimsby(1995)는 관절의 가동범위에 따라 관절 감수기를 선택적으로 자극할 수 있다고 하면서 관절 가동범위에 따른 감수기의 분포를 표1로 표현하였다.

**표1.** 관절 가동범위에 따른 관절 감수기의 분포

	Type of Receptors	Range of Motion
Rest	I	Rest
Elastic range	I, II	Begin of Range
Plastic range	II	Mid Range
	I, III	End of Range
Microtrauma	IV	

Rupture

대부분의 사람들은 스스로 허리나 목 또는 여러 관절을 움직이다가 자연적으로 혹은 인위적으로 관절에서 “뚝!”하는 소리를 나는 경험을 하게 된다. 이때로 그러한 자극은 III형 감수기를 자극하게 되고 대부분의 사람들은 그 결과 관절의 가동성이 증가되거나 관절부위의 동통이 감소 되는 것을 인식하게 된다. 하지만 이

러한 방법은 일시적인 시원함이나 가동범위의 증가를 가져다 줄 수는 있으나, 결국 관절에 불안정성을 유발시켜 악영향을 미치게 된다(Paris, 1979, 김선엽, 1995).

관절 가동운동의 적응증은 위에서 언급한 동통의 경감이나 근방어의 억제, 조직의 신장등이 대표적인 경우이다. 이러한 관절 가동운동 기술에도 적용시에 매우 신중을 기해야 할 질환과 금기증이 있다. 금기증은 악성종양, 결핵, 골수염, 골다공증, 골절, 인대 파열, 급성 관절염 등과 심각한 신경학적 증상을 나타내고 있는 수핵탈출증 환자 등이며, 척추전위증(spondylosis)이나 척추전방전위증(spondylolisthesis)과 척추측만증(scoliosis) 등의 환자는 매우 신중하게 적용해야 한다. 또한 상기도 호흡계(upper respiratory tract) 감염환자나 인대가 느슨해지는 임신말기와 임신초기의 임신부들도 피하는 것이 좋다.

## V. 요약

지금까지의 내용을 요약하면 먼저, 인체의 각 관절 주위에는 관절의 움직임과 위치를 파악하는 감지기 역할을 하는 기계적 감수기가 있다. 이러한 감수기는 크게 네가지로 구분되어지는데 대개 I형 감수기, II형 감수기 등의 용어를 사용한다. 각각의 감수기의 특성(표 2.)

을 알아보면, 루피니(Ruffini)감각기와 유사한 모양을 하고 있는 I형 관절감수기는 주로 운동의 속도(speed)와 방향(direction)을 감지(detection)하며, 파시니안(Pacinian)감각기와 유사한 형태를 하고 있는 II형 관절감수기는 매우 작은 움직임에 대한 감지를 하는데, 예를 들어 속도가 가속(acceleration)되는 것과 같은 움직임 등을 알아낸다. 이외에 골지건과 비슷한 모습을 하고 있는 III형 관절감수기는 운동의 자세(position)와 방향에 대한 정보를 전달하게 된다(Carpenter, 1990).

관절의 자세 유지 혹은 안정성 즉, 정적(static) 운동에 주로 관여하는 I형 관절감수기와, 역동적(dynamic)인 운동에 감지를 주로 하는 II형 관절감수기는 진동(oscillation)자극에 잘 촉진된다. 이러한 자극은 동통이 심하게 발생된 관절에 나타나는 근육의 과긴장(hypertonicity)과 동통을 경감시킬 수 있다. III형 관절감수기는 억제(inhibitory)감수기라 할 수 있는데, 골지건(golgi tendon organ)의 기능과 매우 관련이 깊다. 이 감수기는 관절의 가동범위를 기계적인 자극으로 증가시키기 위해 관절의 가동 끝범위에서 강한 신장(strong stretch)이나 thrust 기술로 감수기를 촉진할 수 있다. 이러한 자극은 결국 근육에 이완을 얻게 할 수 있다.

위에서 언급한 관절 주위의 조직에 분포한 특별한 기계적 감지를 환자들의 임상 증상에

**표2.** 관절 감수기의 특성, 분포 위치와 가동운동의 영향

Receptors	Type	Location	Fired by	Adapting time	Threshold
Type I	Static, Dynamic	Capsule(superficial layers)	Oscillation, progressive or graded	Slow	Low
Type II	Dynamic	Capsule(deeper layers), articular fat pads	Oscillation, progressive or graded	Rapidly	High
Type III	Dynamic, Inhibitive	Ligaments	Stretch or thrust	Very slow	High
Type IV	Nociceptive	Fibrous capsule, articular fat pads, ligaments, blood vessels walls	Injury	Non	High

따라 선택적으로 자극하는 치료를 적용할 수 있다면, 현재 물리치료사들이 적용하고 있는 관절 가동운동을 좀더 전문적인 수준으로 수행할 수 있을 것이다.

### 인용문헌

- 김선엽. 견관절 장애와 관절 가동운동. 한국전문물리치료학회지. 1995;2(2):108-118.
- Browne K, Lee J, Ring PA: The sensation of passive movement at the metatarsophalangeal joint of the great toe in man. *J Physiol.* 1954;126:448-458.
- Burgess P, Clark F. Characteristics of knee joint receptors on the cat. *J Physiol.* 1969;203:317-335.
- Carpenter RHS. Physiological principles in medicine. Neurophysiology. 2nd ed. Edward Arnold, 1990:106-114.
- Cookson JC, Kent BE. Orthopedic manual therapy- an overview. part 1: the extremities. *Phys Thera.* 1979;59(2):136-146.
- Donatelli R, Wooden MJ. Orthopaedic physical therapy. Churchill Livingstone. New York, 1989:7-10.
- Eklund J, Eklund G, Skoglund S. On the reflex effects from the knee joint of the cat. *Acta Physiol Scand.* 1960;50:167-174.
- Eyring EJ, Murry WR. The effect of joint position on the pressure of intra-articular effusion. *J Bone Joint Surg.* 1964;46:1235-1241.
- Freeman MAR, Wyke BD. Articular reflexes at the ankle joint: an electro myographic study of normal and abnormal influences of ankle joint mechanoreceptors upon reflex activity in the leg muscles. *Brit J Surg.* 1967;54:990.
- Gandevia SC, McClosky DI. Joint sense, muscle sense and their combination as position sense, measured at the distal interphalangeal joint of the middle finger. *J Physiol.* 1976;260:387-407.
- Grimsby O. Modern manual therapy of the extremities. a course workbook. 4th ed. The ola grimsby institute, 1995.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise. foundations and techniques. 3th ed. FA Davis, Philadelphia, 1996:183-232.
- Lundberg A, Malmgren K, Schomberg E. Role of joint afferents on motor control exemplified by effects on reflex pathways from Ib afferents. *J Physiol.* 1978;284:327-343.
- Melzack R, Wall PD. Pain mechanism: a new theory. *Science.* 1965; 150: 971-979
- Newton RA; Joint receptor contributions to reflexive and kinesthetic response. *Phys Ther.* 1982;62(1):22-29.
- Paris SV. Mobilization of the spine. *Phys Ther.* 1979;59(8):988-995.
- Smith LK, Weiss El, Lehmkuhl LD. Brunnstrom's clinical kinesiology. 5th ed. F.A. Davis, 1996:95-96.