

# 손 기능에 관한 고찰

대구보건대학 물리치료과

이선명

## A Review of Hand Function

Lee, Sun-Myung,

*Dept. of Physical Therapy, Taegu Health College*

### -ABSTRACT-

The purpose of study to know hand function in order to prevent disability or handicap. The ability to perform precise refined movements of hand is an important human function. Improvement in object manipulation is common goal of therapist. The ability to manipulate an object in the hand is need for many functional tasks, including writing, handling coins, small objects and ADL skills. Therapists have commonly used hand grip and pinch strengths as baseline measures to evaluate hand function.

The patterns of grasps are precision grasp, power grasp, hook grasp, spherical grasp, cylindrical grasp, disc grasp, pinch, three point pinch and tip pinch. And the motion of in-manipulation are finger to palm translation, palm to finger, shift, simple rotation and complex rotation.

The hand function are include to evaluate of ROM, sensation, muscle strength of hand. It used to evaluate of decision of effect and suppose of disability and acceptance of vocation. Good evaluation is need to pre-treatment and baseline of treatment, and help to evaluate of effect on treatment.

---

**Key Words** : hand functions, hand injuries, grasp, prehension, pinch.

## I 서론

손은 기능과 구조가 매우 복잡하고, 잡는 기능뿐만 아니라, 섬세한 기능을 수행하며 감각을 수용하여 세밀한 구별과 정교한 솜씨를 나타낼 수 있는 기관이다(정진우 1990).

손의 주 기능은 조작과 안정, 감각, 표현의 수단으로 사용되고, 일상생활을 하기 위한 필수적인 요소, 보호 및 유지수단으로 구별할 수 있으며, 손의 운동, 잡는 운동, 또는 물건을 손으로 잡을 수 있는 운동 등으로 구별했다(Napier, 1956). 또한 손의 손상과 질환에 따라 다양한 보상적인 움직임이 일어나지만, 그에 대한 평가나 검사를 하기가 쉽지는 않다. 정상 손의 경우 주로 쥐기 운동의 형태에 대한 물체를 사용하는 능력연구는 포괄적으로 큰 단위로 되는 것이 일반적이다(Opitz & Linscheid, 1978).

손의 기능평가는 이러한 다양한 문제점을 알아내는데 필수적인 요소이며, 치료의 첫 단계에서 필요한 요소이다. 그리고 손의 많은 다양한 기능을 검사하기 위한 도구로는 관절가동범위검사(ROM test), Nine Hole Peg Test(Mathiowetz et al, 1985), Simulated Activities of Daily Living Examination(Potvin et al, 1972)를 이용하였다. 그 외 Jepsen Hand Function Test 나 Smith Hand Function Evaluation, Rosenbusch Test of Finger Dexterity (stein & Yerxa, 1990) 등의 방법을 이용하여 검사하기도 한다. 어린 아동의 다양한 손의 움직임에서부터 성인, 노인에 이르기까지 나이에 따른 손의 기능도 차이가 나고, 또한 그 움직임의 형태도 다르게 나타난다고 한다. 이렇듯 손의 모양과 기능은 개인차와 문화적, 사회적인 사용형태에 따라 다르게 사용하는 것이다. 일상생활에서 젓가락과 같은 세밀한 동작을 하는 민족과 포크와 나이프를 사용하는 민족 혹은 도구를 사용하지 않는 민족의 식습관에 대한 손의 기능도 차이가 나는 것을 예상할 수 있다. 이런 요소로 인하여 개발되지 않은 손의 기능은 잘 발달되어지지 않는 것이다. 그러므로 손의 균형적인

발달과 기능의 최대화를 위하여 다양한 치료와 훈련이 요구되는 것이다.

이것은 장애가 있는 경우 뿐 아니라 정상 손의 경우에도 다양한 기능적 방법을 이용한다. 놀이도구의 개발이나 재질의 특성을 이용한 것이 그것이다. 만일 손의 기형이 있는 경우는 보조기나 일상생활보조 도구를 이용하여 관절의 변형이나 기능의 악화를 막을 수가 있을 것이다.

아동의 경우 만 2세 이후가 되면 두 손을 사용하여 움직임을 수행하는 단계이다. 이 경우 두 손의 통합과 조작이 원활히 수행되지 않을 경우 아동의 발달과 성장에 영향을 줄 수도 있을 것이다. 이렇듯, 신체의 균형적인 발전과 치료를 위하여 세부적인 관찰과 평가가 필요한 것이다.

손의 치료 목적은 기능의 회복이다. 질병이나 외상으로 인한 짧은 고정은 손의 기능적인 운동성을 제한하는 요인이 된다(정진우, 1990). 일상 동작의 수행이나 작업의 많은 부분을 차지하는 것이 손이고, 손의 질병이나 손상, 치료 방법을 이해하기 위해서는 먼저 손에 대한 기본적인 지식이 필요할 것이다. 또한 손의 기능적인 움직임의 모양과 작용기전을 아는 것뿐만 아니라 손의 다양한 손상과 질병을 이해함으로써 장애를 최소화할 수 있고, 기능성의 회복을 높이기 위해 전반적인 자료를 통해 논의해 보고자 한다.

## II 본론

### 1. 손의 구조

손의 뼈는 손목의 8개의 뼈와 지절의 19개로 모두 27개로 이루어져 있으며, 손목의 정상 운동 범위는 80° 굴곡(flexion), 70° 신전(extension), 30° 척측외전(ulnar abduction), 20° 요측외전(radial abduction)으로 이루어진다.

손목의 중요한 기능적 인대는 종인대(longitudinal lig.), 요측인대(radial lig.), 척측인대(ulnar lig.), 횡·

경인대(transverse oblique lig.)이다. 근육으로는 내재근과 외재근으로 나누어지게 되며, 모지와 지절간으로 구분된다. 손의 신경 지배는 감각의 손상을 야기할 수 있고, 이것은 숙련된 동작(skilled motor activity) 뿐 아니라 섬세한 촉감 구별(fine tactile discrimination)에 문제를 가져올 수 있다.

## 2. 손의 질환

### 1) 개념

손은 그 구조와 기능이 매우 복잡하여 잘 이해되고 있지 못한 부분이 많은 분야이다.

일반적으로 손의 기능은 운동 기능(motor function), 감각 기능(sensory function), 그리고 복합 기능(combined function)으로 나눈다. 운동 기능은 라켓 등을 잡는 강력파악(power grip), 연필이나 열쇠를 잡는 정밀파악(precision grip), 물통을 나르는 것과 같은 고리파악(hooking)으로 나뉜다. 손은 감각 기능 중 특히 손바닥은 3mm 정도 떨어져 있는 두 점을 식별할 수 있는 정도여서 이러한 운동과 감각 기능을 연결하여 복합 기능이 수행된다.

손에 있는 구조물들은 그 크기가 미세하고, 여기에 중요한 건, 혈관 및 신경이 그물같이 퍼져 있다. 또한 피부 특히 손바닥 쪽 피부는 잡은 물건이 미끌어지지 않고, 마찰력에 잘 견디게 하기 위하여 매우 두터우며, 특수하게 분화된 감각 기관들이 많이 존재한다.

손의 질환에서 가장 강조되어야 할 부분은 기능의 회복이다. 고정 기간이 길면 그만큼 재활 기간도 늘어나게 된다. 일반적으로 손의 상태를 손상이나 고정 이전으로 되돌리기 위하여, 대략 고정 기간의 2~4배 정도가 필요하며, 그것도 고정을 6주 이상 시행하면 불구 상태로 남는 것이 상례이다.

### 2) 골절과 탈구

손의 골절은 매우 흔하여 전체 골절의 약 10%를 차지한다고 한다. 중수골의 골절이나, 근위지골간

(PIP)의 관절탈구, 제1MCP관절의 골절이 있으며, 그 외 PIP의 탈구나 염좌, Mallet finger가 있다. 골절이나 탈구는 외상의 병력이 있는 환자에서 어느 특정 부위를 움직일 때 통증이 심하고, 사방에서 압통이 관찰되거나 변형 또는 기능의 장애가 새로 발생하였다면 의심할 수 있으며, 단순 방사선, CT, MRI 그리고 뼈의 주사 등, 여러 가지 방법을 사용하여 골절선이나 전위(displacement)를 확인하거나, 대사의 증가를 관찰하여 확인할 수 있다.

### 3) 피부의 질환

손에 발생한 피부의 열상(laceration)은 그것이 오염되지 않은 것이라면, 생리식염수를 사용하여 세척 후, 단순한 피부 봉합으로 치료될 수 있다. 그러나 일반적으로 열상이나 관통상 등에서는 신경, 건, 그리고 혈관의 손상이 동반되는 경우가 많아서, 이들의 기능에 대한 임상적 검사를 봉합 이전에 반드시 시행하여야 하며, 특히 손목 주위에 발생한 외상에서는 그 발생 빈도가 흔하여 많은 주의를 기울여야 한다.

### 4) 근육과 건의 질환

신경마비(nerve paralysis)나 근이영양증(muscular dystrophy)등 근육의 고유 질환에 의한 근육의 약화 또는 마비, 반복적인 마찰이나 발육의 이상 또는 류마티스성 관절염에 속박된 염증성 질환, 외상성 절단이나 파열, 그리고 근육이나 건의 유착(adhesion) 등이 있다.

손의 근육은 손을 쥐는 동작과 펴는 동작을 해서 이상이 발견되지 않으면 정상으로 볼 수 있다.

#### (1) 건막염(tenosynovitis)

건막의 염증은 외상, 반복적인 마찰, 류마티스성 질환, 감염 등에서 속박되어 나타날 수 있는 흔한 질환이다. 이환된 건을 능동적으로 수축시키거나 수동적으로 신전 시킬 때 자발통이 야기되며, 이환된 건막을 따라서 세로로 달리는 압통이 있는 것이 일

반적이다. 이 질환은 근육이나 인대의 파열, 전위가 극미한 골절 등과 감별하여야 한다. 감염 등 특정한 선행 질환이 없는 경우에는 국소치료에 임할 수 있는데, 비스테로이드성 소염진통제를 투여하고, 손을 기능적인 위치에서 약 2주간 고정하면 증세의 호전을 얻을 수 있다. 경우에 따라서는 스테로이드제제를 국소 주입하여 효과를 얻을 수도 있다.

수차 재발한 경우나 만성적인 경우, 그리고 건막의 비후가 확실하게 느껴지는 경우 등에서는 수술적 치료를 시행하여 이환된 건막을 제거할 수도 있다.

(2) 협착성 건막염 (stenosing tenosynovitis)

단순한 건막염이 원인적으로 치료되지 못하고 방치되면, 염증이 있던 부위가 섬유화되고 비후되어 건이 지나가는 터널에 협착을 유발시킬 수 있다. 손에서는 건이 터널을 지나가는 어떤 부위에도 발생할 수 있다. 흔히 발생하는 협착성 건막염은 수지의 굴근들이 중수-지간관절의 앞에서 걸리는 방아쇠수지(trigger finger), 그리고 요골의 원위부 외측에서 장무지외전근(abductor pollicis longus) 과 단무지신근(extensor pollicis brevis) 이 문제를 일으키는 de Quervain 건막염이 있다.

(3) 화농성 건막염 (suppurative tenosynovitis)

화농성 건막염은 효과적으로 치료되더라도 건의 유착을 유발하여 영구적인 손의 변형을 초래하기 쉬운 질환이다. 항생제가 도입되기 전에는 흔한 질환이었으나, 현재는 매우 드물게 발견된다. 극심한 동통과 건의 주행과 일치하는 종창과 압통이 있으면 의심할 수 있으며, 혈액검사상 염증수치가 상승하고, 흡인술을 시행하여 농을 확인하면 확진할 수 있다. 일단 진단되면 적당한 항생제를 투여하면서, 응급수술을 시켜야 한다. 시술 후 2~3주간 부목을 사용하여 고정할 수도 있으며, 발병후 3주 이내에 물리치료를 시행하여 손의 강직을 예방하여야 한다.

5) 신경(Nerve)의 질환

이 영역에는 뇌성마비나 소아마비 등 중추신경계의 장애에 기인된 것, 나병이나 중금속중독 등에 의한 말초신경장애, 외상으로 인한 말초신경의 절단이나 기능의 마비, 종양, 내·외 원인에 의한 신경압박(nerve compression), 그리고 원인미상의 신경통(neuralgia)등이 있다.

(1) 수근관 증후군 (carpal tunnel syndrome)

수부에서는 각 신경들이 그 주행 중 어느 부위에서 눌러 운동 및 지각의 이상을 발생하고 손이 저리는 신경증세를 유발할 수 있다. 이 중 정중 신경이 손목의 앞쪽에서 눌러 발생하는 수근관 증후군이 가장 흔하다. 중년이후의 여자에서 호발하며, 골절이나 종양 또는 류마티스성 관절염 등에서 나타날 수 있으나, 대부분의 경우 정확한 원인을 발견할 수 없다.

증세로는 정중신경의 분포영역인 제 1~3지에 감각이 감소하고 저리고 찌르는 듯한 이상감각이 나타나는 수도 있다. 이러한 이상 감각과 통증은 수면 중 무의식적으로 손목을 과잉 굴곡 하거나 과잉 신전 하여 수근관을 좁히게 되어 유발되며, 이 때문에 환자는 잠이 깨어 손을 털거나 눈물을 흘리는 일이 흔하다. 이러한 동통은 주관절이나 견관절로 방사되어 진단이 어려워지는 경우도 있다.

골절이나 종양 등 수근관 증후군을 유발한 원인이 발견되면, 이를 우선적으로 치료하여야 한다. 특별한 원인이 관찰되지 않으면 소염제를 투여하면서 약 2~3주간 석고부목을 착용시켜 증세의 호전을 기대할 수 있다. 야간통만 문제가 되는 경우에는 야간 석고

부목(night splint)을 착용시킬 수도 있다. 또한 초기에는 스테로이드를 국소 주입하여 영속적인 치료가 되는 경우도 있다. 비 수술적 치료가 실패한 경우나 감각의 소실 및 근육의 위축 등 신경증세가 있는 경우에는 수술적감압술(decompression)이 필요하게 된다.

(2) 신경통(neuralgia)

말초신경의 이상으로 참을 수 없는 동통과 이상감각을 호소하는 경우 이를 신경통이라고 칭한다. 신경통은 신경에의 확실한 외상에 기인될 수 있으며, 수부에서는 손목 부위에서 요골 신경과 정중 신경의 손상시 흔히 발생된다. 그러나 신경의 손상 이외에도 타박상 등 여러 종류의 외상, 골조송증, 당뇨병이나 중금속 중독 등과 관계가 있는 각종의 신경염, 그리고 심하면 특별한 이유가 없이 발생하는 일도 있다.

신경의 손상과 관계가 있는 경우에는 스테로이드의 국소 주입이 효과를 나타내는 경우도 있으며, 수술 적으로 손상된 신경을 재건하거나 절제하여도 효과를 나타내는 경우도 있다. 원인이 명확하지 않은 경우에는 전기 자극을 실시하여 탈감각(desensitization)을 시도할 수도 있으며, guanetidine, inderal 또는 reserphine 등의 약제를 사용하여 효과를 보았다는 보고도 있다. 또한 정신치료를 하여 좋은 결과에 도달하는 경우가 있다는 보고도 있다.

6) 혈관의 질환

혈관(vessel)의 질환은 동맥 질환, 정맥 질환, 림프관 질환, 그리고 어느 특정 근육군의 혈류 장애에 기인되는 구획 증후군(compartmental syndrome)으로 대별할 수 있다. 각 범주에 대하여 동정맥루공(arterio-venous fistula) 같은 선천성 기형, 외상, 감염, 염증성 질환, 종양, 노쇠성 질환 및 원인 미상의 질환 등 각종 질환이 발생할 수 있다. 혈관의 질환에서 마지막 단계는 혈관이 막혀서 혈류가 차단되는 것이다.

(1) 동맥의 질환

동맥이 막히면 막힌 이하 부위는 하얗고 창백한 허혈 상태가 되어, 상처를 내어도 출혈이 되지 않으며, 점차 말라가고, 완전한 차단 시 수일간 시간이 경과되면 손은 미이라화(mummification) 되어 깡마르고 까만 괴사 상태가 된다. 동맥의 폐쇄는 각종 외상, 세균 또는 교원질질환 등에 기인한 동맥염, 동맥

경화증(atherosclerosis), 혈전증, 전색증, 그리고 당뇨병 등에서 발생할 수 있는데, 현재 우리나라의 노인 연령층이 증가함에 따라 경화증과 당뇨병에 의한 동맥의 문제가 현저히 증가하고 있는 추세에 있다.

버거병(Buerger's disease)은 교원질 질환에 속발된 것으로 생각되는 원인이 잘 밝혀지지 않은 염증성 동맥염을 말하는데, 중간 크기의 동맥이 잘 막히며, 하지에서 호발하여 족부의 괴사를 일으키는 일이 흔하다. 그러나 손에서도 발생할 수 있다.

레이노 현상(Raynaud's phenomenon)은 소동맥과 모세혈관 및 때로는 소정맥의 간헐적인 연축에 의해 발생한다고 생각되는 현상으로 비교적 흔하며, 분명한 선형 원인이 발견되지 않으면 레이노병(Raynaud's disease)이라고 부른다. 추위에 노출되거나 정서적인 불안에 의해 시작되며, 전형적인 경우에는 손이나 발끝에 허혈 현상에 기인된다고 생각되는 시린 감각을 동반한 동통과 창백에 이어 청색증이 뒤따라오고, 외부 조건이 호전되면 대상성으로 혈류가 증가되어 홍색이 되었다가 정상으로 되돌아가게 된다. 이 질환에서도 심한 경우는 동상이 쉽게 발생하므로 수지의 괴사가 발생하는 일도 있다.

일단 동맥의 주요 혈류가 차단되면 치료는 매우 어려워지므로, 예방이 가장 좋은 치료이다. 우선적으로 원인을 제공하는 질환을 치료하여야 한다. 경우에 따라 비 스테로이드성 소염제나 혈관확장제가 투여될 수도 있으며, 경부에서 교감신경절제술이 시술되거나 혈관의 재건술이 가능한 경우도 있다. 그러나 일단 조직의 괴사가 발생하면 대부분 절단이 불가피하다.

(2) 정맥의 질환

정맥이 어떤 해부학적 구역에 완전 차단되면 수지는 청색증이 발생하며, 부풀어오른다. 상처를 내면 검은 혈액이 느린 속도로 배어 나온다. 이러한 상태를 24시간 이상 방치하면 결국 동맥의 2차적인 폐쇄가 발생하여, 이 후 동맥 부전의 경과를 밟는다. 수부의 정맥에는 정맥주사로 인한 화학적 정맥염

(chemical phlebitis)이 흔히 발생할 수 있다.

### (3) 림프관의 질환

림프관이 의미 있는 정도로 차단되면 그 이하 부위에서 괴사가 발생하는 일은 없으나, 손은 색깔이 변하지 않은 상태에서 부어 올라 종창이 되는데, 이를 림프 부종(lymphedema)이라고 부른다. 오래 방치되면 피하조직에 섬유화가 진행되어 피부가 두텁게 느껴지는 상태가 된다. 림프 부종은 그 외형이 흉하여 환자에게 문제가 되나, 이것보다는 부종이 있는 부위에 세균성 감염이 호발하여 패혈증으로 번지는 경우가 많아 주의하여야 한다.

림프 부종의 효과적인 치료 방법은 없다. 우선 원인과 막힌 정도를 밝혀 그에 따른 치료 방법을 설정하여야 하겠다. 증세의 치료로는 경한 경우 간헐적으로 수술 장갑과 같은 신축성 장갑을 착용시킬 수 있으며, 증세가 심한 경우 가능하면 림프관 재건술을 시도할 수도 있다. 조건이 좋지 않은 경우에는 흡인술(suction)에 의하거나 수술 적으로 피하지방을 제거하여서 증세의 호전을 가져올 수 있다.

### (4) 구획 증후군

이 증후군은 심부근막(deep fascia)으로 둘러싸인 특정 구획에 조직압이 30~60mmHg 이상으로 증가하여, 그 구획 내의 모세혈관과 정맥의 순환을 차단 시켜, 근육 및 신경 등 조직이 괴사되어 발생하는 현상이다. 전완부(forearm)에서 전방근육군이 괴사되고 섬유화되어 발생하는 볼크만 허혈성 구축(Volkman's ischemic contracture)은 대표적인 예이다. 구획조직압의 상승은 골절이나 수술, 기타 외상에 의한 내출혈, 뱀이나 곤충에 물리는 등 독소가 들어가거나 화학 물질들이 주입되어 국소 부종에 의한 이상 종창이 발생한 경우, 연탄가스 중독 등에서 의식 소실에 동반되어 체위를 바꾸지 못하여 발생하거나 석고 붓대에 눌러서 생긴 일정 구획에의 외압의 연속적인 작용 등에 의하여 발생할 수 있다.

### 7) 관절염

관절의 염증은 손에서 가장 흔한 질환이다. 노인 인구가 급증함에 따라 퇴행성관절염(degenerative arthritis)의 빈도는 매우 높으며 다음으로 류마티스성 관절염이 많다. 기타 관절내 골절이나 인대손상 후에 속발된 외상성 관절염이 발생할 수도 있으며, 폐나 간 등 내장기의 질환에서도 손의 관절 내의 종창과 경한 염증성 반응이 동반되는 경우가 많다. 통풍(gout)이나 조직흑변증(ochronosis) 등 일련의 대사성 및 호르몬성 질환에서도 빈번하지는 않으나 관절염이 속발될 수 있다.

#### (1) 퇴행성관절염 (degenerative arthritis)

손에서는 원위지절에 잘 발생하나, 어떤 부위에도 나타날 수 있다. 관절의 주위로 동그랗게 비후된, 방사선상 가시같이 보이는 골, 즉 골극(spur)이 형성되어 원위지절의 후방으로 튀어나오면 이를 헤버딘 결절(Heberden's node)이라고 부른다. 퇴행성관절염에서는 다른 질환이 병발되어 있지 않은 한 모든 검사 소견은 정상 범위 내에 있다. 치료는 통증이 심하여 일상생활에 지장이 있을 정도이면 진통제를 투여할 수 있으며, 경우에 따라서는 이환된 관절에 스테로이드를 주입하면 수개월간 동통의 극적이 호전을 기대할 수 있다. 비수술적 요법이 실패하는 경우에는 관절성형술(arthroplasty)이나 관절고정술(arthrodesis)을 시행할 수 있다.

#### (2) 류마티스성 관절염 (rheumatoid arthritis)

이는 원인이 밝혀지지 않은 만성질환으로, 여러 개의 관절에 다발성으로 발생하여 염증을 일으키고, 그 결과 활액막이 증식하면서 점차 관절과 인접 골에 파괴를 초래하게 되는 질환이다. 진단은 관절의 다발성 동통과 종창, 수면 후 강직(morning stiffness), ESR 등 염증 수치의 증가, RA 인자나 항핵항체(antinuclear antibody)의 양성, 단순방사선상 골다공증과 관절의 파괴, 골주사(bone scanning)에서 관절 주변의 음영 증가, 조직학적 소견들을 종합하

게 된다. 그리하여 이중 2~3개의 소견이 있으면 진단이 가능하게 된다.

류마티스성 관절염의 예후는 매우 다양하여 수개월간 진행한 다음 별 후유 장애를 남기지 않고 소실되는 것도 많으며, 수년간 경과하여 거의 모든 관절에 심한 변형을 일으켜, 일상생활을 어렵게 하는 것도 약 1/4에 이른다고 한다.

원인 치료는 가능하지 않으며, 증세 치료로서 아스피린 등 비스테로이드성 소염진통제를 장기간 지속적으로 투여하여 동통을 감소시키고, 소염시킴으로써 관절의 변형을 극소화하는 것이 있다. 그러나 일단 이러한 약제들이 잘 듣지 않을 경우에는 스테로이드제제, 금염(gold salt)제제, chloroquine 또는 항암제 등도 시도하게 된다. 그리고 일단 활액막의 증식이 심하면 활액막절제술(synovectomy)를 시행하고, 관절의 파괴가 심하면 관절성형술이나 관절고정술을 시행하게 된다.

#### 8) 스테로이드 국소주입

스테로이드의 국소 주입은 외과 및 정형외과 분야에서 가장 많이 시술되는 술기 중의 하나이다. 이 기법은 감염을 제외한 각종 국소질환에서 시도될 수 있는데, 여러 가지 질환에서 동통을 극적으로 감소시킬 목적으로, 그리고 연부조직을 위축시키기 위한 목적으로 사용된다. 그러나 그 작용기전은 잘 알려져 있지 못하다.

일단 시술되면 부작용이 없는 한 약 2~4개월 정도 효과가 지속되며, 이 사이에 원인이 자발적으로 해소되면 좋으나 그렇지 못한 경우에는 증세가 재발되는 것이 상례이다.

적응증은 경한 인대 손상이나 염증, 감염에 기인되지 않은 여러 가지 건막염, 활액막염, 신경통, 그리고 퇴행성관절염이나 류마티스성 관절염 등에서 동통을 정복하기 위하여 사용될 수 있으며, 특히 일과성 질환인 경우에는 1~2회의 주사로서 질환이 경과하는 동안 환자는 편하게 지낼 수 있다. 다른 한가지 적응증은 주요 구조가 늘린 경우 즉 방아쇠 수지

나 de Quervain 병 등 협착성 건막염, 신경이 늘린 수근관증후군 등에서 누른 조직을 위축시켜 증세를 호전시킬 목적이나, 결절종이나 단순골낭종(simple bone cyst) 등 연부조직이나 골 조직의 점액 생성 세포의 기능을 일시 또는 영구히 저하시킬 목적으로 사용될 수 있다.

### 3. 손의 기능

손의 기능중 파악 기능은 수지 및 완관절 뿐 아니라 전완부, 상완부 및 견부의 충분한 근력과 관절 가동력 및 감각이 포함된다. 또한 나이, 성별에도 차이를 가질 수 있으며, 미세 동작과 같은 행위는 협응력과 통합 작용이 잘 이루어져야 한다. 양손에서의 기능은 다양한 회전이 180~360 정도 이루어지는 것으로서 엄지와 다른 손가락의 움직임에 독립성이 있어야한다고 했다. 또한 손안에서의 회전동작은 촉 감각의 구별이 어려운 경우 더 힘든 것으로 나타났다(Charlone et al, 1997).

아동의 경우 손의 기능적인 움직임에는 다음과 같은 동작이 있다.

손 기능의 종류를 일반적으로 4가지로 구분하는데 즉, 파악(prehension), 파악패턴(prehensile pattern), 쥐기(grip), 잡기(pinch) 등이다(Shiffman 1992). 각각의 정의를 보면 prehension은 물체를 잡고 있는 동안 손의 정적인 활동이며, prehensile patterns은 물체를 조작하기 위하여 사용하는 목적적인 행동의 연속으로, grip은 물체를 엄지 또는 손가락, 또는 엄지, 손가락과 함께 손바닥으로 유지되어 질 때 발생하는 것으로, pinch는 손바닥의 접촉없이 손가락 또는 여러 개의 손가락의 조합으로 엄지운동과 협응하여 물체를 조작하도록 사용되어지는 것으로 정의하였다(Shiffman, 1992).

손 기능의 경우 A. Jean Ayres(1974)에 따르면, 손 기능 운동 패턴의 발달은 다음과 같다.

- 1) 목과 눈 움직임의 조절
- 2) 체간의 안정과 균형
- 3) 견갑골과 어깨의 안정과 운동
- 4) 팔꿈치의 움직임

임 5) gross grasp 6) 손목의 위치와 운동 7) grasp 이완 8) 전완 회외, 회내 9) 개개의 손가락 조작으로 나뉘어진다.

각각의 단계는 순차적으로 발달하여 시각의 협응, 감각운동기전에 의존하고, 부분적인 움직임에서 통합적인 전체적인 움직임으로 발전하게 된다.

#### 4. 손 기능의 발달단계

신생아기(0-2개월)에 있어 원시반사(primary reflex) 중 하나는 손바닥에 가해지는 자극에 대하여 손가락을 굴곡 시키는 반응이다. 이것은 물체를 잡아 유지하기 위한 반응은 아니고, 4주정도 되면 진짜 파악반사(true grasp reflex)가 발달된다(Twitchell, 1965).

4주에서 6주정도가 되면 엷드린 상태에서 전반적인 굴곡 패턴을 유지하고, 비대칭적인 양팔꿈치 지탱은 6주에 이루어지며, 3개월정도 되면, 대칭적인 양 팔꿈치 지탱이 이루어진다. 바로 누운 자세에서는 반사적 굴곡을 보이다가 생후 8주에 가면 두 손을 맞잡을 수 있다. 이때 손의 협응(hand-hand coordination)이 이루어지며, 신체지각(body perception)과 신체도식(body scheme)이 형성되기 시작한다(정진우 외, 1994, Jarus & Poremba 1993).

3-4개월이 되면 손가락 굴곡과 내전을 보이고 진짜 파악반사가 완전히 발달되고 손바닥의 원위로 움직이는 물체의 접촉에 의해 자극되어진다(Twitchell, 1965). 여기에는 잡는 단계(catching phrase)와 유지 단계(holding phrase)가 있다. 4개월 반 정도에 누운 자세에서 손, 발, 눈, 입 협응(hand-foot-eye-mouth coordination)이 일어나며, 신체 도식이 완성된다. 이때 잡기반사가 사라지고, 척골편위의 손이 요골쪽으로 잡는 것이 형성된다(정진우 외, 1994, Jarus & Poremba 1993).

5개월이 되면 신전이 더 발달되고, 대칭적인 자세에서 물건을 잡으려고 한다. 손을 펴서 앞으로 뻗을 수 있고, 다리를 만지며 놀 수 있고, 장난감을 가지

고 놀 수도 있다(Bobath, 1980).

6개월에는 시각적으로 물체가 보이면 물체 쪽으로 손을 가져갈 수 있고, 손으로 쥌 물체를 조작할 수도 있다. 엄지와 함께 사용되어지는 파악은 힘이 든다. 수지굴근에 의한 힘의 형성은 수근 신전근의 근활동과 팔꿈치의 안정성을 필요로 한다(Twitchell, 1965).

7-8개월이 되면 pinch 가 이루어지고, 8개월경에는 어깨 회전이 관여하고, 후에 전완이 물체를 손으로 잡기 위해 관여한다. 팔꿈치는 멀리, 가까이 물체를 잡으러 가는 동안 더 유연성을 갖게 된다(정진우 외, 1994, Jarus & Poremba 1993).

9-10개월경에는 손목은 더 유연해지며, 손은 물체를 쥐거나 더듬기 위해 조절한다. 이때 prehension grip이 나타난다(Twitchell, 1965). 가위 쥐기가 서툴게 형성이 되며, 검지손가락은 찌르거나 지적할 수 있다(정진우 외, 1994, Ayres 1974).

11개월에는 pincher grasp의 이완이 있다. 12개월의 경우 피질(cortical) 조절 하에 회외가 나타난다. 12-14개월에 이르면 모든 정교한 손가락 조절기술이 발달되어진다(Ayres 1974).

15개월이 되면 양손에 있어 개개의 손가락을 강하게 사용할 수 있다(Tyldesley & Grieve 1989).

손기능에 관한 기본적인 움직임은 뻗기(reach), 쥐기(grasp), 옮기기(carry), 놓기(release)이고, 좀더 복잡한 기술로는 손안에서의 조작(in-hand manipulation), 양손의 사용(bilateral hand use)이다. 이런 기본 동작을 수행하기 위해서는 시 지각의 감각, 체성 감각, 감각 통합 기능, 인지 기능 등이 필요하다고 했다(Case-Smith, 2001).

쥐기(grasp)의 경우 다양한 형태가 있는데, ① precision grasp - 엄지와 손끝을 이용해서 작은 물체를 쥐는 동작. ② power grasp - 손 전체를 이용하여 무거운 물체를 쥐는 동작. ③ hook grasp - 물건을 옮길 때 쥐는 동작. ④ spherical grasp - 손의 내 외측 근육을 이용하여 공을 쥐는 동작. ⑤ cylindrical grasp - 알루미늄캔을 감싸 쥐는 동작. ⑥ disc grasp - 알루미늄

미늄겐의 뚜껑을 손으로 감싸 쥐는 동작. ⑦pinch - 자물쇠의 열쇠를 쥐는 동작. ⑧three point pinch - 엄지를 포함한 손가락 3개를 이용하여 쥐는 동작. ⑨tip pinch - 작은 공을 쥘 때처럼 손끝을 이용해서 쥐는 동작으로 나눌 수 있다.

손안에서의 움직임으로는 ①finger to palm translation - 손가락에서 손바닥으로 옮기는 동작. ②palm to finger - 손바닥에서 손가락으로 옮기는 동작. ③shift - 손안에서의 옮기는 동작. ④simple rotation - 손안에서 단순한 회전 동작. ⑤complex rotation - 손안에서의 다양한 회전 동작으로 구분할 수 있다.

손 기능에 장애를 가진 환자에게 손 기능은 작업 능력을 위하여 가장 중요한 부분이며, 손 기능을 실제적으로 측정하기 위해서는 일상생활동작 및 작업 표본을 이용하는 평가방법이 필요하다. 일반적으로 손 기능 평가에는 수부 관절가동 영역의 측정, 감각 기능의 평가, 장악력 측정 및 일상생활동작 평가가 있다. 이러한 손 기능의 평가는 장애의 정도뿐 아니라 치료의 효과판정 및 예후측정, 직업의 적합성 여부 등을 객관적으로 평가하는데 유용하게 쓰이고 있다(Hopkins & Smith, 1978; Trombly, 1989). 객관적인 평가는 중요한 치료의 전 단계이며 치료과정의 발전을 나타내는 기준을 제공하며 치료과정 자체의 효과를 판정하는데 도움을 준다. 또한 환자가 동기 유발을 할 수 있는 강한 동기가 될 뿐 아니라 전문가들 사이, 치료사들 사이, 환자들 사이, 환자 가족들 사이에서 나아가서는 이들 모든 사이에서 정확한 의사소통의 수단이 되기도 한다(Kellor et al, 1971; Fess et al, 1981; Swanson, 1984).

정상 성인의 경우 손의 쥐기 모양은 물체의 모양, 재질, 무게에 따라서 그 형태가 달라진다고 했다(Klatzky 외, 1987).

손 기능의 평가시 주로 손의 쥐기(grip)나 손끝으로 누르는 힘(pinch strength)을 측정함으로써 이루어진다(Mathiowetz et al, 1984). 적어도 쥐기 힘(grip strength)은 20lb 이상, 손끝으로 누르는 힘

(pinch strength)은 5-7lb 가 일상생활 동작 수행시 필요하다(Nalebuff & Philips, 1990).

일상 동작 수행과정에서 손의 이용은 해부학적 완전(anatomical integrity), 움직임(mobility),근육의 힘(muscle strength), 감각, 협응, 동기(motivation)이다(McPhee, 1987).

임상에서 상지 및 손 기능의 측정을 위한 검사법으로는 Minnesota 손 기능 검사법과 Purdue 팩보드 검사, Valpar 검사법, Jebsen 손기능검사, Box and Block test, Nine- Hole peg test, EDPA(Erhardt Developmental Prehension Assessment)등이 있다.

Minnesota 손 기능 검사는 짧은 시간 내에 측정하고 양손을 동시에 측정이 가능하나 손 기능의 다양하고 포괄적인 내용이 포함되어 있지 않다. Purdue 팩보드검사, Valpar 검사법은 일상생활 동작보다 주로 직업 적응 능력의 평가를 위해 쓰이는 검사 방법이다. Jebsen-Taylor Hand Function Test는 일상생활에서 사용되는 손 기능을 단계적으로 간편하게 평가하기 위한 도구로서 짧은 문장 쓰기, 카드 뒤집기, 작은 물건 집어서 깡통에 넣기, 먹는 흉내내기, 장미 말 쌓기, 가벼운 깡통 옮기기, 무거운 깡통 옮기기 등 7가지로 구성되어 있다. Box and Block Test는 인지가 낮거나 손의 기능에 약간의 제한이 있는 사람들을 대상으로 간단히 손 기능 및 협응능력을 평가할 수 있는 평가도구이다. EDPA(Erhardt Developmental Prehension Assessment)는 정상아동의 쥐기 발달단계를 도표로 제시하여 발달지연아동의 손 기능 정도를 비교·평가하기 위한 것으로 불수의적인 팔-손의 움직임(involuntary arm-hand pattern movement), 수의적인 움직임(voluntary movement), 쓰기전 기술(pre-writing skill)의 3개 영역으로 구성되어 있다.

손의 기능은 나이가 들어감에 따라 협응 동작이나 손끝으로 누르는 동작(pinch)이나 쥐는 힘(grip strength)이 약화되어 일상생활 수행시 더 많은 시간과 노동력이 필요하다고 했다(Jette et al, 1990).

Hackel et al(1992)은 나이에 따른 손 기능 검사를

하여 나이가 증가할수록 남녀 모두 손 기능이 감소했다고 보고하였으며, 또한 Ranganathan(2001)도 나이가 증가함에 따라 손가락의 힘이나 쥐는 힘(pinch force), 손의 속도, 감각이 떨어지는 것으로 보고했다.

Welford(1958)은 연령에 따라 수행력이 늦어지는 원인으로 운동감각에 대한 검사를 하였으나 연령에 따른 감각 운동 수행력이 늦어지는 것은 아니라고 하였다.

Shiffman(1992)의 연구에 의하면, 강도(strength)와 파악(prehension)의 형태는 나이가 들어감에 따라 변화한다고 하였고, Cole(1991)과 Kinoshita & Kinoshita(1996)은 다양한 재질의 원통을 들어올릴 때 노인의 경우 피부 수용감 혹은 감각의 기능이 감소하여 더 어려운 것으로 나타났다. 또한 Nafees et al(2002)에 의하면, 일상생활의 동작에서 다양한 형태의 병의 모양과 손의 쥐기와 누르기에서 나이가 들어감에 따라 그 기능이 감소하는 것으로 나타났고, 남자보다는 여자가 기능이 우수한 것으로 나타났다. 그 이유는 여자가 남자보다 가정일과 일상적인 일을 하는데 수행력이 더 높은데 있다고 추정했다.

Fisher & Birren(1947)은 산업 근로자를 대상으로 파악력을 검사한 결과 20세 중반에서 가장 크게 나타났으며, 60세에 최대로 감소하였다고 했다. 김용수(1994)등에 따르면 연령이 증가함에 따라 손 기능이 감소하는 것으로 나타났고, 쓰기 항목에서 특히 많은 시간을 필요로 했으며, 작은 물건 옮기기는 남성보다 여성이 더 빠른 것으로 나타났다.

아동의 경우 손바닥에서 손가락으로의 이동은 엄지의 내재근(intrinsic)근육으로 신전근과 opposition 근육을 사용한다. 또한 게임이나 작은 조각이나 동전, 나무토막(peg)을 이용한 상상 놀이를 통해 손 동작의 운동이 더 발달한다(Case-Smith, 1995).

Humphry et al(1995)은 아동의 손 움직임에 따라서 다양한 신체의 움직임과 물건의 이동이 있다고 보고했다. 이와 같은 결과로 아동의 운동형태(motor

pattern)를 발달시키기 위해 다양한 자세를 취하도록 해야 한다고 했다.

Case-Smith(1995)은 아동의 손동작을 발달시키기 위해 감각, 인지, 양측 통합, 운동 계획 능력을 길러 주어야 한다고 했다. 이것은 손의 복잡한 기능 훈련, 예를 들어 옷 입기나 글씨 쓰기 능력 등을 훈련시킴으로써 증가될 수 있다고 했다. 또한 일상생활 동작에서의 새로운 기술의 응용이나 환경의 적용도 필요하다고 했다(Ruth et al, 1995).

Maria, Alberto(2000)에 따르면 손바닥(palmar)과 외측파악(lateral prehension)의 경우 열기(opening), 위치(positioning), 쥐기(grasping), 물체 조작(object manipulation)과 놓기(releasing)이고 Kamakura et al(1980)의 경우는 인지의 신전형태(index finger extension type)를 포함하고, 사지 마비의 환자의 경우 손바닥쥐기(palmar grip)을 사용하는 동작은 컵이나 칼을 질 때이고, 외측 파악(lateral prehension)은 연필이나 포크를 질 때 사용한다.

## 5. 파악과 쥐기유형

손의 여러 가지 다른 형태의 쥐기 또는 파악은 손가락 관절의 특정한 움직임과 손과 전완 근육군의 연합활동들을 통해 일상생활에서 만들어진다. 다양한 물체를 잡기 위한 능력은 손상된 손의 평가에 있어 중요한 부분이 되고, 물체표면의 질감과 형태를 파악함으로써 다양한 방식의 쥐는 방법을 택하게 된다. 본 연구에서는 다양한 쥐기의 형태에 대하여 정리를 하였다.

- 1) 파악(prehension)- Fingertip Prehension: 엄지, 시지 혹은 중지와 접촉하는 것으로 핀, 나사못, 단추등의 작은 물체를 잡는 형태.
  - Palmar Prehension: 공기들, 펜등을 쥐기 위한 형태.
  - Lateral Prehension: 찻잔들기, 열쇠들리기와 같은 형태.

- 2) 쥐기(grasp) - Cylindrical Grasp; 손잡이 없는 접, 망치등을 잡을 때의 형태.
  - Spherical Grasp; 테니스공과같은 작은 공을 잡을 때의 형태.
  - Hook Grasp; 서류가방을 들때와 같은 형태.
- 3) power Grip - Cylinder Grip; 라켓, 주전자 손잡이 등을 잡을 때의 형태.
  - Ball Grip; 원통형손잡이, 머그잔등을 잡을 때의 형태.
  - Hook Grip; 여행가방, 쇼핑가방을 들 때와 같은 형태.
- 4) Precision Grip - Plate Grip; 접시를 들거나 썰 때의 형태.
  - Pinch Grip; 손끝으로 작은 공을 썰 때의 형태.
  - Key Grip; 열쇠를 썰 때와 같은 형태.
  - Pincer Grip; 아주 작은 물체를 썰 때 엄지와 검지를 모은 형태.
- 5) Finger Grip - Pulp Pinch; 엄지와 가운데 손가락으로 물체를 쥐는 형태.
  - Lateral Pinch; 엄지와 가운데 손가락의 요골면으로 잡는 형태.
  - Tripod Pinch; 엄지, 검지, 가운데 손가락으로 물체를 에워싸는 형태.
  - Five-Finger Pinch; 손바닥접촉없이 손가락5개를 사용하여 쥐는 형태.
- 6) Volar Grip - Diagonal Volar Grip; 엄지가 4개손가락으로 대각선방향으로 잡는형태.
  - Transvers Volar Grip; 손의 횡축으로 엄지와 손가락전부를 쥐는 형태
  - Spherical Volar Grip; 엄지와 손가락이 물체를 감싸고 손바닥에 접촉 하는 형태.
  - Extension Grip; 엄지와 4손가락, 손바닥으로 물체를 쥐고 유지할 때 나타나는 형태.
- 7) Precision Handling-Pad to Pad Prehension; 엄지

와 검지를 사용하여 손가락의 지문이 있는 면이 물체를 쥐도록 하는형태.

- Tip to Tip Prehension; 엄지와 검지의 끝을 이용해 종이를 쥐는 형태.
- Pad to Side Prehension; Pad to Pad보다 검지의 손가락 지문면을 더 사용하여 쥐는 형태.

### III 결 론

손의 기능은 일상생활 수행에 필수적인 요소이다. 그러므로 손의 기능을 제대로 평가하고 진단하는 것은 치료의 중요한 부분중의 하나이다. 선천성 질환을 가진 아동이나 산업재해 혹은 질병으로 인한 상지 혹은 손의 손상은 일상생활에 많은 장애를 가져오는 것이 사실이다. 따라서 손 기능의 특성을 아는 것이 치료에 도움이 되는 것은 물론, 장애를 최소화할 수 있는 방법이다. 아동의 경우, 뺨기(reach), 쥐기(grasp), 옮기기(carry), 놓기(Release)의 방법과, 손안에서의 조작(in-hand manipulation), 양손의 사용(bilateral hand use)이다. 또한 시 지각, 체성 감각, 감각 통합 기능, 인지 기능 등에 따라서 다양한 형태를 보이고 있다. 쥐기의 형태는 precision grasp, power grasp, hook grasp, spherical grasp, cylindrical grasp, disc grasp, pinch, three point pinch, tip pinch로 나눌 수 있다.

손안에서의 움직임으로는 finger to palm translation, palm to finger, shift, simple rotation, complex rotation으로 구분할 수 있다.

손 기능 평가에는 수부 관절가동 영역의 측정, 감각기능의 평가, 장악력 측정 및 일상생활동작 평가가 있어 장애의 정도뿐만 아니라 치료의 효과판정 및 예후측정, 직업의 적합성 여부 등을 객관적으로 평가하는데 유용하게 쓰이고 있다(Hopkins 등, 1978; Trombly, 1989). 객관적인 평가는 중요한 치료의 전 단계이며 치료과정의 발전을 나타내는 기준을 제공하며 치료과정 자체의 효과를 판정하는데 도움을 준

다.

손 기능의 평가시 주로 손의 쥐기(grip)나 누르는 힘(pinch strength)을 측정함으로서 이루어진다(Maithiowetz et al, 1984).

강도(strength)와 파악(prehension)의 형태는 나이가 들어감에 따라 변화하고 남녀에 따라서도 다른 값을 보였다.

결론적으로 손의 다양한 기능과 특성을 알아봄으로써 치료와 재활에 도움과 장애를 줄일 수 있을 것이다. 그러나 아직 손의 미세한 손상이나 평가에 대한 연구가 미흡한 실정이므로 앞으로 이에 관한 연구가 필요하다 하겠다.

#### 참 고 문 헌

- 김병성. 손목 및 손의 통증. 가정의학회지, 21(7):820-836, 2000.
- 김용수, 박래준, 김진상. 연령에 따른 손 기능의 변화. 대한 물리치료학회 6(1):121-132, 1994.
- 오경아. 손기능의 발달과정과 파악, 쥐기유형. 대한 물리치료사학회지, 2(3):131-121, 1995.
- 정진우 역, Rene Cailliet. M. B. 저. 손의 동통과 기능장애. 대학서림 17; 1990.
- Ayres AJ. Ontogenetic principles in the development of arm and hand functions: In the development of sensory integrative theory and practice. L. A. Kendall/Hunt Publishing Co, 1974.
- Bobath KA. Neurological basis for the treatment of cerebral palsy. London William Heinemann Medical Books Ltd; 1980.
- Case-Smith J. Occupational Therapy for Children, 4th ed. Mosby; 2001.
- Case-Smith J. Clinical Interpretation of "Development of in-hand manipulation and relationship with activities" Am J Occup Ther, 49(8):772-774, 1995.
- Charlane P, Anne H, Linda TD. In-hand manipulation in young children: Rotation of an object in the fingers. American Journal of Occupational Therapy, 51(7):544-552, 1997.
- Cole KJ. Grasp force control in older adults. Journal of Motor Behavior, 23:251-258, 1991.
- Fess EE, Gettle KS, Strickland JW. Hand splinting principles and methods. St. Louis: Mosby; 1981.
- Fisher MB, Birren JE. Age and hand strength. J. Appl Psychol, 31(5):1947.
- Hackle ME, Wolfe G, Bang SM. Changes in hand function in aging adults as determined by the Jebsen test of hand function. Phys Ther, 72:373-377, 1992.
- Hopkins HL, Smith HD. Willard and Spackman's Occupational Therapy, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Co;564-683, 1978.
- Humphry R, Jewell K, Rogenberger RC. Development of in-hand manipulation and relationship with activities. Am J Occup Ther, 49:763-775, 1995.
- Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, et al. Rehabilitation of the hand. Saint Louis; The C.V. Mosby; 1984.
- Jarus T, Poremba R. Hand function evaluation. A factor analysis study. Am J Occup Ther, 47(5):439-503, 1993.
- Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB. An objective and standardized test hand function. Arch Phys Med Rehabil, 50:311-319, 1959.
- Jette AM, Branch LG, Brltin J. Musculoskeletal impairments and physical disablement among the aged. Journal of Gerontology Medical Sciences, 45:M203-M208, 1990.
- Kamakura N, Matsuo M, Ishii H, et al. Patterns of static prehension in normal hands. Am J Occup Ther, 34:437-445, 1980.

- Kelleor M, Frost J, Silberberg N. Hand strength and dexterity. *Am J Occup Ther*, 25:77-8, 1971.
- Klatzky RL, McCloskey B, Doherty S, et al. Knowledge about shaping and knowledge about object. *Journal of Motor Behavior*, 9:187-213, 1987.
- Maria Claudia Ferrari de Castro and Alberto Cliquet, Jr. Artificial grasping system for the paralyzed hand. *International Society for Artificial Organs*, 24(3):185-188, 2000.
- Mathiowetz V, Weber K, Kashman N. Adult norms for the nine hole peg test of manual dexterity. *Occupational Therapy Journal of Research*, 5:24-38, 1985.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G, et al. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *Journal of Hand Surgery*, 9A:222-226, 1984.
- McPhee SD. Functional hand evaluations: A review. *Am J Occup Ther*, 41:158-163, 1987.
- Napier JR. The Prehensile movements of human hand. *J Bone and Joint Surgery*, 38B:902-913, 1956.
- Nafees R, Julie JT, Martin SR. The relationship between hand strength and the forces used to access containers by well elderly persons. *Am J Occup Ther*, 56(1):78-85, 2002.
- Nalebuff E, Philips CA. *Rehabilitation of the hand: Surgery and Therapy*. 3rd ed. St. Louis, MO: Mosby:929-941, 1990.
- Opitz JL, Linscheid RL. Hand function after metacarpophalangeal joint replacement in rheumatoid arthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 59:160-165, 1978.
- Paytoin OD, Poland JL. Aging process : Implications for clinical practice. *Phys Ther*, 63:41-48, 1983.
- Potvin A, Tourtellotte W, Dailey J, et al. Stimulated activities of daily living examination. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 53:476-486, 1972.
- Ranganathan VK, Siemionow V, Sahgal V, et al. Effects of aging on hand function. *Journal of American Geriatrics Society*, 49:1478-1484, 2001.
- Ruth H, Karren J, Robin CR. Development of in-hand manipulation and relationship with activities. *Am J Occup Ther*, 49(8):763-771, 1995.
- Shiffman LM. Effects of aging on adult hand function. *Am J Occup Ther*, 46:785-792, 1992.
- Stein C, Yerxa EJ. A test of fine finger dexterity. *Am J Occup Ther*, 44:499-504, 1990.
- Swanson AB. *Evaluation of impairment of hand function: Rehabilitation of the hand*. St. Louis: Mosby Co: 1984.
- Tiffin J. *Purdue Pegboard examiner manual*. Chicago : Science Research Associates, Inc, 1968.
- Trombly CA. *Occupational therapy for physical dysfunction*, 3rd ed. Baltimore:Williams & Wilkins Co: 1989.
- Twitchell T. *Normal motor development : In the child with central nervous system deficit*. Washington, D. C. : U. S. Government Printing Office: 1965.
- Tyldesley B, Grieve JJ. *Muscles, nerves and movement. Kinesiology in daily living*. Blackwell Scientific Publications, Inc: 1989.
- Welford AT. *Aging and Human skill*. Oxford University press: 1958.
- <http://www.peoplehk.net/medcity/sonjilwhan.htm>.
- <http://medcity.com/sonjilwhan.html>.

