

동적 균형 훈련시시·청각 피드백 (Balance Training System/The Target)의 효과에 관한 고찰

한서대학교 대학원 물리치료과 · 서울보건대 물리치료과¹⁾

이종삼 · 유재응¹⁾

A Literature Review on the effect of Visual and Auditory Feedback
(Balance Training System/The Target) at Dynamic Balance training

Lee, Jong Sam · Yoo, Jae Eung

Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Hanseo University,

Dept. of Physical Therapy, Seoul Health College²⁾

ABSTRACT

Appropriate physical position and balance means giving the least stress and the most useful biomechanically to the body.

As this fails, one would have functional recovery problem regardless of disability.

There reported better effective on Dynamic training rather than Static training for a proper recovery of physical position, and additionally required Sensory Feedback.

Those who have disability of balance, especially Central Nervous System lesion should be provided with variety of Sensory Feedback, and also Dynamic Balance training used by is quite effective.

Key words: Visual and Auditory Feedback, Dynamic Balance training

I. 서론

일상생활에서 올바른 자세유지의 습관은 장애의 유무를 떠나 사람에게 상당히 중요한 부분을 차지한다. 올바른 자세란 중력 및 외력에 대해 생리학적인 신체의 선을 최대로 유지하고 최소의 스트레스만이 가해지는 생체역학적으로 유용한 자세를 뜻한다(Palmer, 1990). 만일 위와 같은 올바른 자세를 유지하지 못했을 때 습관적인 긴장으로 인해 좋지 않은 신체조건을 형성하며, 부적합한 신체기전이 조성되어 일상생활의 잘못된 동작습관으로 인한 유포, 경부통, 건통 등과 같은 동통 유발, 기능장애 등을 초래하게 된다(Bernard, 1978). 또한 중추신경계 손상이나 관절 및 근육질환, 시각 및 전정기관 질환으로 균형수행력에 영향을 미치는 요인에 장애가 생긴다면 기립위 안정성 유지, 체중부하 조절 및 보행능력에 지장을 초래하며 재활에 큰 걸림돌이 될 것이다(이한숙 등, 1996; Geurts 등, 1996).

Bullock(1993)은 좋지 않은 자세를 개선하기 위해서는 올바른 자세로의 교정, 도수적인 치료방법들을 통한 신전운동 및 구조적인 균형유지 훈련 등이 효과적이라고 보고하였다.

인간의 일상생활에 기능적으로 가장 중요한 것은 균형유지 능력으로 인간이 단순히 일상생활을 영위해 가거나 목적 있는 활동을 하는데 가장 기본이 되는 필수요소이다(Cohen 등, 1993). 자세와 균형조절에 영향을 주는 요인에는 근골격계 요인과 신경학적 요인 등이 작용하고 있으며 이러한 각 요인들의 효과적 연관이 크다.

균형은 신경계와 근골격계의 통합이 관여하는 매우 복잡한 기능이며, 특바로 선 자세의 목적을 달성하기 위한 인식과 감각정보의 구조화, 그리고 운동계획과 수행을 포함하는 복잡한 과정으로 주어진 감각환경에서 체중지지면(BOS:base of support)위로 무게중심(COG:center of gravity)을 조절하는 능력이다(Allison, 1995).

인간의 균형은 감각기관을 통하여 신체의 움직임을 감지하여 중추신경계로 입력시켜 감각통합후 근골격계로 적절하게 반응을 수행하는 복잡한 과정을 통하여 달성된다(Nashner, 1989). 이러한 복잡한 과정으로 균형을 유지하기 때문에 연령(Hasselkus 등, 1975), 고유수용성 감각 손실(Fernie 등, 1978), 신경계질환(Newton, 1989), 슬관절 구축(Potter, 1990), 시각

(Doman 등, 1978), 신장(Kilbum 등, 1995), 발의 위치(Nichols 등, 1995), 반응시간(Patla 등, 1989), 다리길이 차이(Mahar 등, 1985)등 다양한 요소가 균형에 영향을 미친다.

균형은 일상생활과 과제수행에 중요한 요소이기 때문에 정형외과나 스포츠의학(Barrack 등, 1994), 이비인후과(Shepard 등, 1995), 노인학(Baloh 등, 1995), 신경학(Lee 등, 1995) 그리고 재활분야(Shumway-Cook 등, 1988)에서 환자평가와 치료시 활용되어왔다.

이러한 자세와 균형의 조절을 위한 치료에서 많이 사용되는 감각 피드백(sensory feedback)은 환자가 의식적으로 감각계 그리고 운동계를 측정할 수 있는 조직적이고 직접적이며 지속적인 감각정보를 공급하는 것이다(Hamman 등, 1992). 또한 일반적인 물리치료 방법보다 감각 피드백시스템(Balance Training System/ The Target)을 이용한 체중이동 훈련이 편마비 환자들의 기립시 비대칭성을 감소시키는데 효과적이다(Shumway-Cook 등, 1988).

뇌성마비의 치료에서 감각 피드백은 대칭적 서기 자세를 향상시키고(Seeger 등, 1981, 1983), 원위근 조절을 증가시키며(Robertson 등, 1984), 머리 조절을 향상시킨다(Wooldridge 등, 1976; Cat-anese 등, 1984).

이 외에도 뇌손상에 의해 평형감각에 장애가 있는 환자의 경우에 감각적 피드백이 효과적임이 알려져 왔고, 정상인 집단에 있어서도 안정성의 한계(LOS:limit of stability) 안에서 몸을 움직이면서(swaying) 균형을 잡게 하는 동적인 균형 훈련에서 시각적 피드백이 효과가 있었다(Armengot 등, 1994).

본 연구에서는 정상 자세와 균형의 조절에 영향을 미치는 요인을 자세하게 논의하고 이에 대한 치료에 매우 효과적인 시·청각 피드백을 이용한 동적 균형훈련(Balance Training System/ The Target)의 효과를 알아봄으로써 임상에서의 평가와 치료에 도움을 주고자 한다.

II. 자세와 균형조절

균형이란 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력으로, 크게 정적균형과 동적균형으로 나누어지는데, 정적균형이란 신체가 움직이지 않

는 상태에서 중력중심을 지지기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이며, 동적균형은 신체가 움직이는 동안 중력중심을 지지기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지할 수 있는 능력을 나타낸다(송주민 등, 1994; Burl et al., 1992; Effen, 1981).

우리가 적절한 균형을 유지하기 위해서는 인체의 흔들림을 최소로 하여 신체의 중력중심을 지지기저면내에 유지하여야 한다(이한숙 등, 1996). 또한 균형은 다양한 감각, 운동, 생역학적 요소의 조화로운 활동이 관여하는 복잡한 과정으로써, 체성감각계, 시각계, 전정계로부터의 중심성 정보가 뇌 중추에서 통합, 조절되어 사지운동의 반사적 조절에 의하여 유지된다. 즉, 신체의 균형유지에 필요한 이 세 가지 중심성 감각은 주위환경에 대하여 체성감각, 시각, 전정 감각으로 이루어져 있으며, 이 외에도 고유수용 감각기관, 소뇌, 청각기관, 인지능력 영역, 근력을 담당하는 근골격계등이 신체의 자세와 균형유지에 관여한다.

Woollacott와 Shumway-Cook(1990)은 정상발달과정에서 자세를 조절하는 감각입력은 시각의존에서 성인에 가까운 형태인 체성감각과 시각입력조합에 의존하는 시기가 4-6세라고 하였고 이 시기를 지나 7-10세가 되어야 성숙한 반응이 나타난다고 하였다.

1. 고유수용성 감각

고유수용성 감각은 근육, 건, 인대, 관절에 있는 기계적 수용체(mechanoreceptor)에서 감지하는 관절과 신체부분의 위치, 관절과 근육의 움직임, 피부와 조직에 가해지는 압력, 관절과 근육의 통증과 온도에 관한 정보로서 이런 정보를 뇌에 보내어 신체를 지지하도록 도와준다(Cheatum 등, 1999). 관절부위에 있는 기계적 수용체는 지속적인 자극에 의한 반응 정도에 따라 quick-adapting(QA)과 slow-adapting(SA) 수용체의 두 종류로 나뉘는데 QA 수용체는 관절부위의 움직임을, SA 수용체는 관절부위의 위치감각에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

발목 관절부위의 손상이 있을 때 이 기계적 수용체가 손상되어 이들로부터의 감각 전달이 소실되고, 이로 인하여 발뒤축 접지기 전후에 발을 부적절하게 던계 뒹으로써 발목관절의 재손상과 기능적 불안정이 발생하게 되는 것이다.

Shumway-Cook과 Horak(1995)은 고유수용성 감각이 균형에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 지지면에 스폰지를 깔아 지지면의 불안정을 유도하여 균형을 측정하였다. 그 결과 모든 조건에서 지지면이 불안정할수록 균형지수가 유의하게 증가함을 보고하였다.

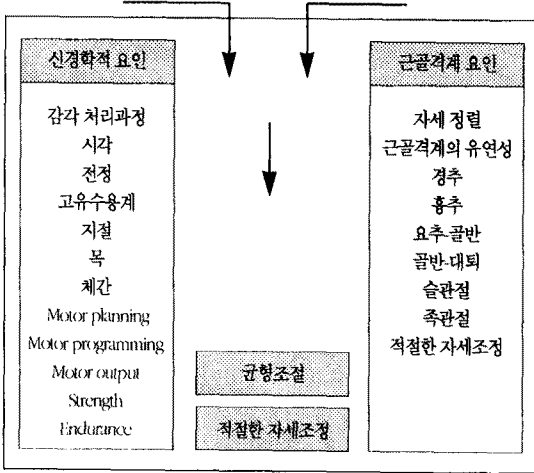
2. 시각

Travis(1945)는 시각이 신체 동요에 50% 관련되어 있으며, Kitamura(1993)등은 시각정보가 파킨슨씨 환자의 자세유지에 영향을 미친다고 하였다. Di Fabio와 Badke(1991)는 편마비 환자에서 시각을 차단했을 때 기립균형이 감소된다고 하였다.

자세 및 균형조절은 시각, 평형감각 그리고 고유수용감각으로부터의 자극이 중추신경계에 의해 처리되어 근, 골격계의 움직임과 조절에 의해 이루어지게 된다. 이때 시각은 고유수용 감각이 변화를 일으키는 상황, 즉, 바닥이 움직이거나 불규칙한 표면에서 중요한 역할을 하게 되어 눈을 감게 되면 균형이 현저히 감소하게 된다고 한다. 즉, 시각은 자세안정을 위한 다양한 감각과정에서 중요한 역할을 한다(Paulus 등, 1984).

일반적으로 정상적인 경우, 시각과 고유수용감각이 균형과 자세를 유지하는데 주요한 감각으로 제시되고 있다. 이 중 시각은 주위 환경으로부터 위험 또는 거리를 인식하고 운동이 일어나는 면과 형태 등의 환경을 묘사하고 운동이 일어나는 한 시점에서 신체의 각 부위의 위치나 요구된 운동의 강도나 난이도 등을 조절할 수 있는 정보를 제공한다(송주민, 1994; Taylor, 1990). 여러 연구에서 시각을 차단하거나 시각의 상태를 제한함으로써 시각이 균형조절에 우위를 차지함을 알아냈다(Dinner 등, 1988; Goldie 등, 1992; Nichols 등, 1995; Richardson 등, 1992)

균형조절에 영향을 주는 요인 (이한숙 등, 1996)



3. 전정기관

전정기관은 태생학적으로 오래된 신경계의 하나로서 신체의 위치와 움직임의 감각하고 지각하는데 중요하게 작용하며, 자세조절에 있어서 중력과 평행하게 적절한 신체배열을 이루는데 중요한 역할을 담당하는데 즉, 이는 수직에 대하여 신체전체의 방위(orientation)을 유지하는데 중요한 역할을 한다. 그리고 신체의 무게중심을 조절하며, 머리를 안정화시키는 데 중요한 역할을 한다(김종만, 1999)

전정감각은 체성감각과 시각 정보로 얻을 수 있는 상황에서는 균형 조절에 있어서 작은 역할 밖에 수행하지 않는 반면, 복잡한 운동 수행에 필수적인 정확한 머리와 눈의 운동 조절에 주로 관여한다. 체성감각과 시각이 차단된 상태에서는 전정감각 밖에 이용할 수 없기 때문에 흔들림이 증가하는 하지만 안정한계 내에 위치한다. 그러나 양측 전정기능 손상시는 흔들림이 커지게 된다.

청각 장애아동의 전정능력에 대한 연구도 많이 실시되어 왔는데 회진식과 열에 의한 전정계 검사를 통해, Rosenbult 등(1960)은 청각장애아동의 25%에서 안전이 없었으며, 23%에서 비정상적인 안전을 발견하였고, 출생전과 출생직후에 얻어진 심각한 유전적인 청력소실이나 청각장애를 가진 대부분의 환자에서는 정상적인 전정기능을 발견하였으나, 출생후 얻어진 대부분의 청력소실에서는 전정기능이 없었으며, 수막염에 의해 청각장애아가 된 경우에도 종종 전정기능이 상실되었을

을 보고하였다.

Rapin(1974)은 전정기능이 대근육운동 발달에 영향을 끼친다고 제안하였으며, 와우각 뿐만 아니라 전정에 손상이 있는 청각장애를 가진 유아들은 머리조절, 독립적 앉기, 걷기 등의 신체발달 능력이 지연된다고 보고하였다.

현재 물리치료사나 작업치료사들은 청각장애치료자의 팀형성에 포함되지 않아서 물리치료사나 작업치료사에 의한 연구는 적을 수밖에 없으며(Potter & Silverman, 1984), 이런 이유로 청각장애자에 관한 연구가 미흡한 실정이다.

4. 기타 요인

이외에도 균형조절에 영향을 주는 요인으로 청력은 경고나 사고와 같은 소리를 명확히 듣는 사람의 능력으로 신체의 균형유지에 도움을 줄 수 있다(이한숙 등, 1996). 시각의 결손에서 소리는 서있는 동안 시각적 피드백의 부족을 보상하며, 약간의 시각적 피드백과 청각의 결합에서 청각적 자극은 시각적 피드백에 의해 제공된 정보를 무시한다(Sakellari 등, 1996)

이승민 등(2000)은 정상아동과 청각장애아동간의 동적균형 수행력을 비교한 연구에서 시각적 감각의 입력이 크게 작용함을 보고하였다.

5. 중추신경계질환이 자세와 균형조절에 미치는 영향

중추 신경계 손상이나 관절 및 근육질환, 시각 및 전정기관 질환으로 균형 수행력에 영향을 미치는 요인에 장애가 생긴다면 기립위 안정성 유지, 체중부하 조절 및 보행능력에 지장을 초래하여 일상생활의 큰 걸림돌이 될 것이다(장기연 등)

균형은 부동성(steadiness)과 대칭성(symmetry) 및 동적 안정성(dynamic stability)의 세 가지 측면으로 세분화할 수 있으며, 부동성은 최소한의 동요로 주어진 자세를 유지할 수 있는 능력이고, 대칭성은 체중지지 요소간의 균등한 체중분배를 기술하는 용어이다. 그리고 동적 안정성은 균형을 잃지 않고 주어진 자세 내에서 움직일 수 있는 능력이다.

뇌졸중 이후에는 균형의 이들 세 가지 요소 모두가 방해를 받아서 뇌졸중 후 이차적으로 편마비가 된 환자는 정적 기립 동안 매우 큰 자세동요와 비마비측 하지로 더 많은 체중을 지지하는 비대칭성, 그리고 체중지지 자세에서 균형을 잃지 않

고 이동할 수 있는 능력의 감소를 보인다. 또한 균형기능은 보행속도, 독립성, 외모 또는 옷입기 동작과 의자차의 이동과 같은 일상생활 동작과도 상관성이 있다고 증명되어 왔다.

그래서 편마비 환자의 재활에 있어서 가장 큰 초점은 마비측 하지에 부하를 증가시킴으로써 균형을 증진시키고 결과적으로 대칭적인 기립자세를 유도하는 것이다(Bobath, 1978; Brunnstrom, 1970; Carr 등, 1983; Shumway-Cook 등, 1988).

이를 종합해보면 편마비 환자의 운동과 관계된 문제점은 비정상적인 신체의 균형, 비대칭적인 자세, 체중을 사방으로 이동하는 능력의 결함 등이며(Carr 등, 1985), 이와같은 문제점은 편마비환자가 기립균형을 유지하고 보행을 하는데 장애를 주고 나아가서는 일상생활동작을 수행하는데 어려움을 준다(권혁철, 1987)

Bohannon과 Larking(1985), 그리고 Dickstein과 Pillar(1984)의 연구에서 편마비환자는 그들의 체중을 옮기는데 거의 80% 정도 비손상측 다리를 통해 지지했고, 그 밖의 연구자들이 측정한 편마비 환자의 환측 하지 체중지지는 28.0%, 30.0%, 38.4%, 40.7% 등으로 비손상측 하지에 비해 낮은 지지율을 나타냈으며, 일반적으로 편마비 환자는 서 있을 때 손상측 하지에 전체 체중의 50% 미만을 지지하는 것으로 나타났다(노미혜 등, 1998).

뇌손상 환자의 이러한 기계적, 일시적 비대칭성은 비손상측 하지의 조절을 통하여 보상적 변화가 생겨 비대칭성을 더욱 증가시키며 비손상측 하지로의 편중된 체중지지는 전반적인 신체의 움직임에 큰 영향을 주게 되며(Hochman 등, 1984), 정상적인 운동패턴의 확립을 방해하고 기능적인 활동을 제한하며 넘어짐의 최대 원인이 된다.

시각장애아동은 시각을 제외한 다른 잔존감각들을 이용하여 주위환경에 대한 개념을 발달시킨다. 그러나 시각에 비해 열등한 감각들임으로 경험의 범위와 다양성에서 제한, 공간에 대한 지식을 요구하는 보행능력의 제한, 정보의 확인에 곤란을 가짐으로 환경과의 상호작용에서 제한을 가진다. 또한 시력상실로 인지기능에 어려움을 갖는다. 시각장애아동과 정상아동의 운동발달을 비교해 보면 서있는 자세 유지하기, 혼자걷기 등에서 지체된다. 이는 공간속에서 자기 신체를 조정하는 영역이 열등한 것이며 대부분 역동적 기능이 가꿈 지체되거나, 대근육 협응이 빈약하고 부적절한 평행반응을 나타

낸다(구희용 등, 1998)

정상인은 모든 상황에서 그들의 균형을 유지하기 위해 일차적으로 시각적 피드백에 의존하지만 시각장애인은 균형을 유지하기 위해 고유수용성감각에 더 의존한다(Gipsman, 1981)

또한 여러 연구는 시각장애인이 듣기를 포함해서 그들의 잔존감각의 사용으로 시력의 상실에 대해 보상하기 때문에 정상인보다 더 나은 청력을 가진다고 보고하였다(Ghesquiere 등, 1999; Miller, 1992; Tinti 등, 1999)

Potter와 Silverman(1984)은 청각장애아동과 정상아동의 비교에서 청각장애아동에서 균형수행력의 감소를 보고하였다.

6. 감각피드백 시스템(Balance Training System/ The Target)을 이용한 동적균형훈련의 효과와 장점

운동기술을 획득하는 방법으로는 피드백의 사용, 훈련의 전이, 정신적 훈련, 연습하기 전의 설명, 전체 과제에 참여하기, 연습에 있어서의 다양성과 내용의 다양성 등을 들 수 있다. 이중 피드백은 두가지 요소, 즉 내적인 요소와 외적인 요소로 나눌 수 있는데(Poole, 1988; Schmidt 1991; Winstein, 1987), 내적 피드백은 근육, 관절, 피부, 시각, 그리고 청각으로부터의 감각정보로서 선천적인 것이며, 외적 피드백은 치료사나 혹은 감각 피드백을 증가시키는 기구같이 외부에 근원을 둔 정보이다.

Ayres(1979)와 Hamis(1971)는 비정상적 움직임을 가진 아동의 일차적 문제 중 하나는 감각 정보의 부적절함이라 하였으며, 감각 피드백 장치들이 시각적 또는 청각적 감각 정보를 제공하여 더 나은 고유수용성 정보를 받아들일게 하고 운동조절 능력 또한 증진시키며, 또한 감각 피드백은 대칭적 서기의 원위부 근육 조절을 증진시키기 위해 사용된다고 하였다.

Dolores 등(1988)은 반복되는 비정상적인 자세가 대상작용과 기형을 초래하며 관절과 근육의 구조적 변화를 일으키므로 이를 교정하기 위해 Biofeedback Seat Insert를 만들어 뇌성마비 아동에게 적용한 결과 똑바로 앉은 자세를 증진시킨다고 보고하였다.

이와 같이 감각 피드백 장치물을 개발·사용함으로써 뇌성마비 아동의 자세를 교정할 수 있으며, 또한 치료방법으로 쓰

일 수 있다.

치료방법 중 감각 피드백을 이용한 신체의 흔들림 훈련은 뇌성마비 아동에게 평형반응, 보호적 신전반응과 같은 효과를 증진시킬 수 있으며, 특히 편마비와 양측성 마비 아동에게는 자신의 체중지지를 스스로 인식시킴으로써 고유수용성 감각을 발달시킬 수 있는 장점이다(Beals, 1969). 감각 피드백 훈련은 뇌성마비 아동 스스로가 치료에 참여하고 올바른 자세를 스스로 인식할 수 있게 하여 줌으로써 그 자세를 계속적으로 유지하게 하면서 정상적 운동발달을 촉진시킨다(김유현 등, 1994). 김유현 등(1994)은 시각 및 청각 피드백을 이용하여 뇌성마비 아동을 훈련한 결과 좌우 대칭적 서기 자세에 효과적이었다고 보고하였다.

서혜정 등(2000)은 뇌성마비 아동을 대상으로 한 시·청각 피드백을 이용한 서기 균형 훈련이 뇌성마비 아동의 선 자세 능력을 향상시킨다는 것을 증명하였으며, 이를 통해 선 자세 뿐만 아니라 보행에도 많은 도움이 될 것이라고 제안하였다.

편마비 환자의 경우 임상에서 체중이동 훈련이 환자의 대칭적인 자세 유지와 보행에 효과가 있을 것이라는 가정하에 이 훈련을 지속적으로 실시해오고 있으며, 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(권오윤, 1999).

III. 결론

균형훈련이 다양한 상태의 환자의 자세유지와 일상생활 동작에 유용한 것은 앞의 여러 선행연구들을 볼 때 너무나 명백하다. 하지만 최근에 연구되는 많은 균형평가, 훈련 도구들은 시각이나 청각등의 감각들이 정상일 경우에 사용될 수 있는 것이어서 시·청각에 다양한 문제가 있는 뇌졸중 환자나 뇌성마비 환자, 시각·청각 장애인들에게는 적용하기 어려운 경향이 있고, 적용할 때에도 일상생활에서 실제로 사용되는 동적인 자세를 평가하고 그 상태에서 훈련하는 도구는 거의 전무한 실정이다.

환자들에게 균형훈련에 실제적으로 도움이 되기 위해서는 휠체어에 앉은 상태, 양발의 위치가 비대칭적인 상태, 엎드린 상태, 볼 위에 앉은 상태 등 동적인 동작을 그대로 표현한 체로 시·청각 피드백을 최대로 이용할 수 있는 균형훈련도구

(Balance Training System/ The Target)가 필요하며, 이러한 도구가 물리치료사들과 환자들에게 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- 구희웅, 김영우, 최향성, 이해균. 시각장애학생 체육과 지도자료. 국립특수교육원, 1998.
- 권오윤, 최홍식. 20대 연령에서 다양한 감각조건에 따른 안정성 한계의 비교. 대한 물리치료사 학회지, 3(2); 129-139, 1996.
- 권오윤. 균형조절기전. 전국 물리치료학과 학생 학술 논집, 9(1); 65-87, 1999.
- 권혁철. 독립보행이 가능한 편마비 환자의 하지체중지지 특성에 관한 고찰. 연세대학교 대학원 석사학위 논문, 1987.
- 김종만. 전정계 물리치료. 서남대학교 김종만교수님 홈페이지, 1999.
- 노미혜, 이충희, 조상현, 김태우. 편마비 환자의 환측 하지 체중부하을 향상을 위한 효과적인 외적 되먹임 빈도. 한국전문물리치료학회지, 5(3); 1-10, 1998.
- 서혜정, 감신, 권혁철, 정동훈. 뇌성마비 아동의 서기 균형 훈련시 간헐적 방법과 지속적 방법에 의한 시·청각 되먹의 효과. 한국 전문물리치료학회지, 7(3); 62-71, 2000.
- 송주민, 박래준, 김진상. 연령에 따른 시각과 청각이 균형수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 6(1); 75-84, 1994.
- 이승민, 김진상, 최진호. 정상아동과 청각장애아동의 전정기능과 동적균형수행력 비교. 대한물리치료학회지, 12(1); 33-40, 2000.
- 이한숙, 최홍식, 권오윤. 균형조절 요인에 관한 고찰. 한국 전문물리치료학회지, 3(3); 82-91, 1996.
- 이한숙, 권혁철, 김진상. 소아용 균형감각검사(PCTSIB)를 이용한 6세 및 7세 아동의 균형수행력 비교. 대한 물리치료학회지, 11(1); 87-93, 1999.

- Allison L. Balance disorders. In: Umphred DA, eds. *Neurological Rehabilitation*.
- Armengot M, Barona R, Basterra J, et al. The Effect of visual feedback exercises on balance in normal subjects. *Acta Otor Espa*. 76(10); 961-5, 1994.
- Baloh RW, Spain S, Socotch TM. Posturography and balance problems in older people. *J. of the American Geriatrics Society*. 43(6); 638-644, 1995.
- Barrack RL, Lund PJ, Skinner HB. Knee joint proprioception revisited. *J. Sport Rehab.*, 3; 18-2, 1994.
- Bernard E. Finneson. *Low back pain*. Toronto Lippincott company, 1978.
- Bobath B. *Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment*. 2nd ed. London, Heinemann, 1978.
- Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys. Ther.*, 65(9); 1323-1325, 1985.
- Brunstrom S. *Movement Therapy in Hemiplegia : Neurophysiological approach*. New York, Harper & Row Publishers, 1970.
- Bullock J. Postural alignment in standing : a repeatability study. *Aust. ortho.*, 1993.
- Burl MM, Williams JG, Nayak US. Effect of cervical collars on standing balance. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 73; 1181-1185, 1992.
- Carr JH, Shepherd RB. *Motor Relearning Programme for Stroke*. Rockville: Aspen Publishers, 1983.
- Carr JH, Shepherd RB. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys. Ther.*, 65(2); 175-180, 1985.
- Catanese A, Sanford GA. Head position training through biofeedback: Prosthesis or cure. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 26; 369-374, 1984.
- Cheatum BA, Hammond AA. Physical activities for improving children's learning and behavior, 1999.
- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys. Ther.*, 73(6); 346-354, 1993.
- Dickstein R, Pillar M. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: Major characteristics and patterns of improvement. *Phys. Ther.*, 64(1); 19-23, 1984.
- Dinner HC, Horak FB, Nashner LM. Influence of stimulus parameter on human postural responses. *J. of Neurophysiology*. 59; 1988-1903, 1998.
- Dorman J, Fernie GR, Holliday PJ. Visual input: its importance in the control of postural sway. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 59; 586-591, 1978.
- Effugen SK. Effect of on exercise program on the static balance of deaf children. *Phys. Ther.*, 61(6); 873-877, 1981.
- Fernie GR, Holliday PJ. Postural sway in amputees and normal subjects. *J. Bone. Joint Surg(Am)*, 60; 895-898, 1978.
- Geurts AC, Ribbers GM, Knoop JA. Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 77; 639-644, 1996.
- Ghesquiere P, Laurijssen J, Ruijsenaars W et al. The significance of auditory study to university students who are blind . *J. of visual impairment & blindness*, 1; 40-45, 1999.
- Gipsman SC. Effect of Visual condition on use of proprioceptive cues in performing a balance task. *J. of visual impairment & blindness*, 2; 50-53, 1981.
- Goldie PA, Evans OM, Bach TM. Steadiness in one-legged stance: Development of a reliable force-platform testing procedure. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 73(3); 348-354, 1992.
- Hamman RG, Longridge NS, Mekjavic I, Mallinson AI. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 73(8); 738-44, 1992.
- Hasseikus BR, Shambes GM. Aging and postural sway in women. *J. Geront.*, 30; 661-667, 1975.

- Howard ME, Cawley PW, Losse GM et al. Correlation of static and dynamic balance indicators to injury history, performance criteria and physical findings in 595 elite college football players. 8th Annual AOSSM Specialty Day, Orlando, FL, Feb., 1995.
- Kilburn KH, Thornton JC. Prediction equations for balance measured as sway speed by head tracking with eyes open and closed. *Occupational & Environmental Medicine*, 52(8); 544-546, 1995.
- Lee RG, Tonolli I, Viallet F et al. Preparatory postural adjustments in Parkinsonian patients with postural instability. *Canadian J. of Neurological Sciences*, 22(2); 126-135, 1995.
- Mahar MK, Kirby RL, MacLeod DA. Stimulated leg-length discrepancy: its effect on mean center-of-pressure position and postural sway. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 66; 822-824, 1985.
- Miller L, Diderot reconsidered: Visual impairment and auditory compensation. *J. of visual impairment & blindness*, 5; 206-210, 1992.
- Nashner LM. Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. *Proceeding of the APTA Forum, Balance*. Nashville, Tennessee, 5-7, 1989.
- Newton RA. Recovery of balance abilities in individuals with traumatic brain injuries. *Proceeding of the APTA Forum, Balance*. Nashville, Tennessee, 5-7, 1989.
- Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys. Ther.*, 75(8); 699-706, 1995.
- Patla AE, Winter DA, Frank JS et al. Identification of age-related changes in the balance-control system. *Proceeding of the APTA Forum, Balance*. Nashville, Tennessee, 43-55, 1989.
- Plamer ML. *Clinical assessment procedures in physical therapy*. Washington Lippincott company, 1990.
- Potter PJ, Kirby RL, Macleod DA. The effect of stimulated knee-flexion contractures on standing balance. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 69; 14-147, 1990.
- Richardson PK, Atwater SW, Crowe TK et al. Performance of preschoolers on the pediatrics clinical test of sensory interaction for balance. *Am. J. Occup. Ther.*, 46(9); 793-799, 1992.
- Robertson DW, Lee WA, Jacobs M. Single motor-unit control by normal and cerebral palsied males. *Dev Med. Child. Neurol.*, 26; 323-327, 1984.
- Sakellari V, Soames RW. Auditory and visual interactions in postural stabilization *Ergonomics*, 39(4); 634-648, 1996.
- Seeger BR, Caudrey DJ, Scholes JR. Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in children with hemiplegic cerebral palsy. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 62; 364-368, 1981.
- Seeger BR, Caudrey DJ. Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in children with hemiplegic cerebral palsy. Long term efficiency. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 64; 160-162, 1983.
- Shepard NT, Telian SA. Programmatic vestibular rehabilitation. *Otolaryngology-Head & Neck Surgery*(Jan), 112(1); 173-182, 1995.
- Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 69; 395-400, 1988.
- Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor control: Theory and practical applications*. 1st ed. Baltimore, Maryland: Williams & Wilkins, 120, 1995.
- Taylor LP: *Taylor's Manual of Treatment*. SLACK Inc, 1990.
- Tinti C, Galati D, Vecchio MG et al. Interactive auditory and visual images in persons who are totally blind. *J of visual impairment & blindness*, 9; 579-583, 1999.
- Wooldridge CP, Russell G. Head position training with the cerebral palsied child: An application of biofeedback techniques. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 57; 407-414, 1976.