

근육 불균형에 관한 연구

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과
배 성 수
동의의료원 물리치료실
김 병 조

A Study of Muscular Imbalance

Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Taegu University

Kim, Byung-Jo, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Dongeui Medical Center

< abstract >

Muscle imbalance describes the situation in which some muscles become inhibited and weak, which others become tight, losing their extensibility. Muscle imbalance develops mainly between tightness and inhibition.

Although muscle imbalance involves the whole body, the imbalance is more evident or starts to develop gradually and predictably in the pelvic region, where we speak about the pelvic or distal crossed syndrome, and the shoulder girdle, neck region, associated with a proximal or shoulder girdle crossed syndrome.

Evaluation of muscle imbalance in a patient can be from location of the line of gravity in relation to the trunk.

I . 서 론

인체를 구성하는 골격은 한분절 한분절 그 이루는 골격이 나무토막을 쌓아 놓은 것과 흡사하고, 그 구조를 유지하기 위해 연부조직 즉 건, 인대, 근육, 관절낭 등으로 연결되어 있다. 연결된 분절들은 계획된 운동을 일으키고, 서로 연합하여 목적운동을 하게된다. 분절들이 연결하여 사슬(chain)을 형성 하지만, 연부조직의 작용으로 단일 강체가 되기도 한다(그림 1-1)(Norkin과 Lavangie 1992).

미 항공 우주탐사국은 비행전과 후의 조종사들의 체위에 관한 실험을 하였는데 비행후 매우 달라진 것을 발견하게 되었다. 비행사는 발과 체간이 조종석에 고정되어

계기판을 주시하는 상태로 장시간 앉아 있게 되는데 귀환 즉시 검사한 조종사들의 체위는 비행전 자세보다 목, 고관절, 슬관절이 아주 굴곡되어 있었다(Clement와 Lestienne, 1988). 이것은 유기체인 인체가 장시간 한 자세를 유지할 때 감각, 관절면, 고유수용기 등의 정보가 변경되어 일어나며 결과적으로 근육의 불균형을 초래한다고 하였다(Garn과 Newton, 1988).

근육불균형을 일으킬 수 있는 가능성은 앞의 실험에서 나타난바와 같이 장시간의 고정된자세, 근육의 과사용과 저사용, 신경의 장애 등으로 나타날 수 있다(AAOS, 1947). 야구선수 혹은 테니스 선수들은 주로 사용하는 팔의 길이가 길어진다거나 근력이 더 강하다는 보고들이 많이 있다.

* 이 논문은 2001학년도 대구대학교 연구비 지원에 의한 논문임.

오른쪽 편마비 환자의 입이 왼쪽으로 돌아간 것을 관찰할 수 있는데 이것은 얼굴의 좌우측 근육이 동일한 긴장도가 깨어져서 일어난 것이다. 즉 오른쪽 안면근이 마비가 되어 긴장도를 상실하게 됨으로 근 긴장도가 정상인 왼쪽으로 입이 당겨진 것이다. 이것은 인체를 구성하는 근육들이 자세를 똑바로 유지하기 위해 서로 상호간에 균형잡힌 긴장도를 유지한다는 것을 말해주고 있다.

인간은 똑바로 서서 역동적 혹은 정적 활동을 할 수 있어야 하며 자세 조절이 이루어져야 한다. 이와 같은 조절은 인체를 이루는 분절들을 연결하는 근력으로 이루어진다(Nashner 1990 ; Horak, 1990). 예를 들면 선자세를 유지하기 위한 가자미근과 비복근 그리고 전경골근과 비골근의 작용이 EMG상 서로 작용한 것을 알 수 있다(Carlsoo, 1961 ; Soames와 Atha 1981; Gray, 1969). 상기의 근이 서로 균형있는 긴장도를 유지할 때 선자세를 위한 족관절의 작용이 정확하게 생산된다. 어느 한 쪽이 약하든가 통증이 있다든가 할 때 그 균형은 깨어진다. 균형이 깨어질 때를 근육불균형이라 하고, 근육들이 타이트(tight) 해지거나 혹은 신장력을 상실하게 되는 동안 근육들은 약화되고 혹은 억제(inhibited)된 것이다(Janda, 1996). 비록 타이트니스(tightness)로 판명되고 근의 강도의 감소가 일어났는데도 타이트한 근육들은 일반적으로 정상보다 더 강하다. 이것을 타이트니스 약증(tightness weakness)이라고 한다(Janda, 1993).

근육의 불균형은 항상 통증 증후군에 앞서서 나타나게 되고, 타이트니스로 발전되는 경향의 근육들은 장단지근, 슬괘근, 대퇴내전근, 대퇴직근, 장요근, 대퇴근막장근, 이상근, 요방형근, 척추기립근, 대흉근, 소흉근, 승모근 상부근, 견갑거근, 흉쇄유돌근, 짧고 깊은 목신전근, 상지굴곡근이며, 억제로 발전되는 경향의 근육들은 전경골근, 둔부근 전체, 복부근, 견갑골의 하위 안정근, 깊은 목굴곡근, 상지신전근들이다(Janda, 1996 ; Kendall 등, 1993).

Janda(1996)는 근육불균형이 인체전체에서 발생될 수 있지만, 원위교차 증후군(distal crossed syndrome)이라 불리어지는 골반부위와 근위교차 증후군(proximal crossed syndrome)이라 불리는 견갑대에서부터 서서히 발달하고 증상을 나타내기 시작한다고 했다. 근위교차 증후군은 구조적으로 두부 경추부, 견갑골, 견관절을 포함한 견갑대가 포함되며 기능적인 변화는 승모근의 상섬유, 견갑거근, 대흉근에서 타이트니스가 발생하고 목 심부굴곡근, 견갑골의 하위 안정근에서 억제가 나타난다고 했

다. 또한 원위교차증후군은 구조적으로 요추부, 천추, 골반, 대퇴, 경골, 발과 족관절 복합대가 포함된 하운동사슬(lower kinetic chain)이 포함되며(Donatelli와 Walker, 1994 ; 배성수 등, 1999), 기능적인 변화는 고관절 굴곡근들과 척추 기립근들의 타이트니스가 발생되고 복직근과 대둔근의 약증과 억제를 발생시킨다고 했다.

근위교차 증후군과 원위교차 증후군은 운동과 자세를 독특하게 변화시킨다. 근위교차 증후군은 양쪽 견갑골을 상방회전과 외전을 일으키고, 턱을 앞으로 내민 자세(forward head posture, FHP)를 만들게 되며, FHP는 경추 두부(cervicocranial)와 경추 흉추부(cervicothoracic)에 스트레스가 작용하게 한다(Brokie, 1950 ; Ayub 등, 1984 ; Manns 등, 1983 ; Kopell과 Thompson, 1976 ; Penny와 Welsh, 1981). 원위교차 증후군은 골반의 전방경사증가, 고관절굴곡을 증가, 요추 전만의 증가를 일으킨다. 이것은 양쪽 고관절과 요추부에 강한 스트레스를 일으키게 된다(Kendall 등, 1977 ; Rasch와 Burke, 1974 ; Pratt, 1952 ; Tepoorten, 1969, Retzlaff 등, 1974 ; 배성수 등, 1999).

본 연구의 목적은 근위교차증후군과 원위교차증후군에 관련된 근육군과 근육간의 관련성 그리고 유발될 보상작용에 관하여 문헌연구를 하려고 한다.

II. 근위교차 증후군과 관련된 근육

FHP는 근위교차증후군과 관련된 대표적인 예로서 근육불균형으로 발생한 자세변위이다.

FHP의 변형된 자세로는 견갑골이 전인과 거상, 그리고 상방회전, 견관절의 내회전, 증가된 상흉추의 후만, 중경추의 곡선이 감소되어 직선이 되도록 전방경사가 증가되고, 두 개 경추(cranio cervical)는 과신전(backward bending)이 된다(Ayub 등, 1984, Janda, 1996). FHP시 근육과 다른 연부조직의 변화도 일어나게 되는데, 경추체의 후면에는 근수축으로 인해 강한 압축력이 작용하게되어 화셋(facet)관절들이 강하게 압축될 뿐만 아니라 경추의 앞쪽에 있는 굴곡근들은 약화되고 뒤쪽에 있는 신전근들은 타이트니스가오게 된다. 이와 같은 변화에 의해서 추가적인 변화가 일어나는데 그것은 후두하근 즉, 상두사근, 하두사근, 소후두직근, 대후두직근은 짧아지고, 상설골근, 하설골근들은 길어져 설골을 거상시킨다. 긴장이 증가된 상설골근들은 하악골

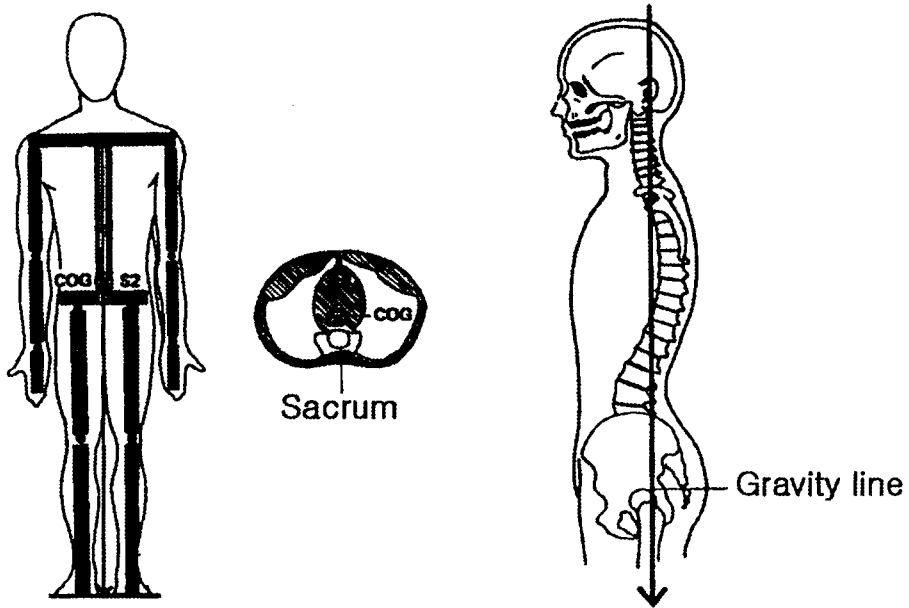


그림1-1. 이상적인 자세의 LOG 위치와 중력중심.

을 후·하방으로 당기게 되고, 하악골과 악골사이의 거리를 증가시킨다(Greenfield, 1994 ; Janda, 1996 ; 배성수 등, 1999). 이렇게 되면 턱을 당기기 위해 측두근, 교작근, 내익상근 등이 수축해야 되며, 측두하악 관절에도 문제를 유발시킨다(Lowe, 1978 ; Lowe와 Johnston, 1979).

설골(hyoid bone)의 거상은 견갑골 상연에 부착된 견갑설골근(omohyoid m.)의 긴장도를 증가시킨다. 머리와 얼굴을 앞으로 내밀고 후두골을 후·하방으로 움직였을 때 승모근의 상섬유와 견갑거근은 짧아진다. 이 근육들이 짧아짐으로 견갑골은 거상된다(Brodie, 1950 ; Janda, 1996).

흉추후만이 증가되었을 때는 견갑골을 외전, 전인시키는 경향이 있으며 승모근의 하섬유와 능형근이 길어지는(lengthen) 경향이 있다. 반면에 전거근, 광배근, 견갑하근, 대원근은 짧아진다. 견갑골의 외전이 증가되면 대흉근과 소흉근이 짧아지고(shorten), 이 근들은 견갑골의 오구들기에 부착함으로써 견갑골을 상완골두 위로 당겨 올리는 경향이 있다. 상완골은 내회전되고, 상완와인대들과 관절낭의 전면은 짧아진다(Kopell과 Thompson, 1976 ; Janda, 1996 ; 배성수 등, 1999).

근육의 긴장도는 선택된 근육의 축진 혹은 억제에 반응하여 변화된다. 즉 근육불균형에 의한 결과로 타이프한 근육의 길항근은 억제된다(Janda, 1978). 승모근하섬유의 약증은 승모근 상섬유와 견갑거근의 짧아짐으로 일어난 것이다. 능형근의 억제는 대원근이 짧아짐으로 일어난 것이다. 증가된 상완골의 내회전은 상완골 내회전근을 짧아지게 하고, 회전근을 길어지게 그리고 억제시킨다. 이와 같은 변화들은 정상적인 근육의 길이가 유지될 때 일어나는 견갑상완 리듬의 변화를 일으킨다(Janda, 1978 ; Norkin과 Levangie, 1992).

또한 극상근, 극하근, 소원근의 약증이 발생되고, 이것은 상완을 거상할 때 작용되는 힘쌍을 변화시킨다. 이 근육들의 기능은 상완골두를 상완와에 밀착 유지시키고, 삼각근이 상완골두를 위로 끌어올리는 것을 대항하게 한다. 상완 거상시 삼각근이 상방향으로 당기는 것이 반복됨으로 상완골두와 오구전봉인대 사이의 연부조직이 서로 접합하게 된다. 이렇게 미세 손상이 쌓이게 되면 회전근개의 건들이 충돌(impingement)이 발생되고 염증성 변화를 일으키게 되어 기능상실과 통증이 유발된다(Penny와 Welsh, 1981 ; Travell과 Simons, 1984 ; Norkin과 Levangie, 1992).

Ⅲ. 원위교차 증후군과 관련된 근육

골반의 변위는 고관절과 요추에 직접적인 변화를 일으키게 된다. 즉 예를 들면 골반의 전방경사는 고관절의 굴곡과 요추의 전반을 일으키게 된다(Norkin과 Levangie, 1992).

골반의 전방경사와 관련된 근육은 요근과 장골근이다. 요근은 12번 흉추와 요추의 횡돌기, 추간판으로부터 시작(Moore, 1992 ; Warwick와 Williams, 1973 ; Pratt, 1952)되어 아래로 내려가다가 장요근건을 형성하여 장골근과 연합하여 장요근이 된다. 장요근은 고관절 앞을 지나 대퇴의 소전좌에 부착하게 된다. 그래서 요근과 장골근은 고관절의 굴곡근으로 작용하게 된다. 요근은 상황에 따라서 요추의 과신전근으로 작용하게 된다. 이와 같이 반대로 작용하는 것을 요근 패러독스(paradox)라고 한다(Rasch와 Burke, 1974). 요근과 장골근의 수축은 고관절을 굴곡시키고 요추를 전·하방으로 당기게 된다(Rasch와 Burke, 1974). 골반의 전방경사를 예방하는 근육은 복직근들의 작용이다. 따라서 복직근의 약화는 골반을 불안정하게 하고, 전방경사가 일어나게 한다. 또한 요추의 과전만을 일으키는 원인이 된다. 이와 같은 작용은 장요근이 고관절의 외회전근으로 충분히 작용할 수 없게 되고, 양쪽균형이 깨어지게 되어 척추의 외측굴곡을 유발하게 된다(Basmajian과 Deluca, 1985 ; Warwick와 Williams, 1973).

대둔근은 전통적으로 두 관절 근육으로 분류되지는 않지만 세밀히 분석하면 천장관절과 고관절을 통과하는 두 관절 근육이다. 장골과 천골 후면에서 기시하고 대퇴골 상단 후면에 부착하며 이 근의 넓은 부분이 ITB(iliotibial tract)에 부착된다(Kendall 등, 1977 ; Rasch와 Burke, 1974).

이상근은 S1~S4의 천골공 앞부분에서 기시하여 대퇴의 대전좌에 정지하며, 고관절 외회전에 주로 작용한다(Tepoorten, 1969). 또한 고관절의 신전과 외전에도 기여를 한다. 이상근은 체간을 골반위에서 받치는 골반 안정근으로 작용하는 10개의 둔부 근육중 하나이다. 그중 7개는 대퇴의 외회전근으로써 봉공근, 외폐쇄근, 내폐쇄근, 상쌍자근, 하쌍자근, 이상근, 대퇴방형근이고, 3개의 내회전근은 중둔근, 소둔근, 대퇴근막장근이다(Tepoorten, 1969).

이상근은 고관절과 천장관절을 통과하게됨으로 양쪽 관절의 운동을 유발시킬 수 있다. 이상근 수축에 의한 천

골의 운동은 천장관절의 경사축에서 일어난다. 만약 오른쪽 이상근이 수축하면 천골의 왼쪽 경사축에서 회전이 일어난다(Retzlaff 등, 1974).

봉공근은 보행시 발끝 밀어 올리기(push-off)를 개시하는 근육으로 매우 중요하다.

박근은 치골궁의 하단부에서 기시하여 경골에 부착하는 근으로써 길고 가는 근이다. 이근은 고관절의 굴곡, 내전에 약하게 작용한다(Gardner 등, 1967).

슬괘근은 대퇴 후면의 근육으로써 반건양근, 반막양근, 대퇴이두근으로 구성되어, 두 관절 근육이며, 고관절 신전, 슬관절 굴곡근으로 작용한다. 대내전근의 일부가 슬괘근을 도와서 고관절 신전에 참여한다(Gardner 등, 1967). 대퇴직근은 임상적으로 대단히 큰 의미를 가지고 있다. 대퇴직근의 장두는 좌골조면에 정지하지만 근섬유의 대부분은 천골조면 인대(sacro-tuberous ligament)와 연결된다(Cathie, 1950). 따라서 천골조면인대의 긴장도는 슬괘근의 타이트니스와 관련되고, 골반의 불균형과 통증에도 관련이 있다.

비복근은 슬관절 아래에 존재하는 유일한 슬관절과 족관절을 통과하는 두 관절근이다. 작용은 슬관절 굴곡, 족관절 저굴, 거골하 관절의 회의를 한다(Root 등, 1977). 또한 슬관절의 과신전을 예방하고 보행 중 가동근으로 작용하는 것 보다 슬관절을 위한 역동적인 안정근 역할을 한다(Norkin과 Levangie, 1992).

Ⅳ. 근위·원위 교차증후군의 관찰분석

앞절에서 분석한 바와 같이 근위·원위 증후군과 관련된 근육들의 불균형은 선자세의 변형을 가져오게 된다. 선자세의 숙련된 관찰분석은 중력선(line of gravity, LOG)을 기준으로 관찰하게 된다(그림1-1).

더 정교한 분석이 필요할 때는 방사선 사진술, EMG 등을 사용할 수 있다. 그러나 숙련된 관찰 분석은 시간적, 경제적인 큰 도움을 허락하며 임상적으로도 굉장히 유용하다. 관찰분석을 위해서는 정상적인 LOG를 중심으로 한 최적의 선자세를 익힐 필요가 있다.

중력은 항상 인체에 작용하기 때문에 이상적인 자세는 분절들이 수직으로 정렬되고 LOG는 모든 관절들의 축을 통과한다(Norkin과 Lavangie, 1992). 정상적인 신체구조는 이상적인 자세를 거의 취할 수가 없으며, 이상적인 자세에 근접하는 자세를 취할 수 있다. Lehmkuhl과

Smith(1996)는 말하기를 정상적인 최적의 선자세에서 LOG는 대부분의 관절축 중심 가까이 지나가게 되고 축 중심을 통과하지 않는다고 했다. 따라서 정상적인 최적의 선 자세에서 중력은 수동인대 장력(passive ligaments tension)과 최소의 근육 활동에 의해 생산되는 균형토크(counter torque)에 의해 평형을 이루게 된다. 표 1-1 은 시상면에서 정상정렬과 반작용력(opposing force)을

정리하였다(Norkin과 Levangie, 1992).

과도한 골반전방경사는 전만을 증가시키고 LOG는 최적의 관절축으로부터 더 멀리 떨어지게 된다. 흉추의 후방 볼록 커브도 증가하여 요추전만과 균형을 맞추기 위한 보상작용으로 후만이 증가하게 된다. 경추부의 전방 볼록 커브도 증가하여 머리가 천추를 잇는 직선보다 앞쪽으로 나오게 된다(그림 1-2).

표 1-1 시상면상에서 정상정렬과 반작용력

관절	중력선	중력선상운동	반작용력	
			수동반작용력	능동반작용력
환추-후두	앞 쪽	굴 곡	1.항인대 2.피개막	목 뒤쪽 근육들
경추	뒤 쪽	신 전	1.전종인대(ALL)	
흉추	앞 쪽	굴 곡	1.후종인대(PLL) 2.황색인대 3.주상인대	신전근들
요추	뒤 쪽	신 전	1. ALL	
천장관절	앞 쪽	굴곡(nutation)	1.천골조면인대 2.천골주상인대 3.천장골인대	
고관절	뒤 쪽	신 전	1.장골대퇴인대	장요근
슬관절	앞 쪽	신 전	1.관절낭의 후부	
족관절	앞 쪽	배 굴		가자미근

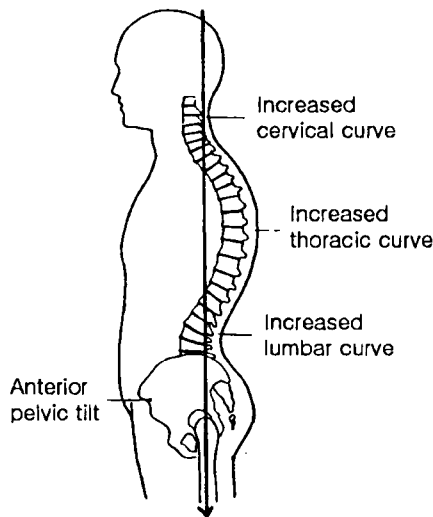


그림 1-2. 과도한 골반 전방경사에 의한 보상작용

요추의 전만이 증가하게 되면 요추부의 후섬유류에는 압축력이 작용하고 전섬유류에는 인장력이 작용한다. 변화된 압축력에 의해서 추간원판 앞부분에는 영양공급이 더 잘되고 후방에는 더 불리하게 되며, 화셋관절에도 압

축력이 작용하게 된다(Adams와 Hutton, 1985; 1986). 표 1-2 에는 신체구조위치 변화에 의한 보상작용을 정리하였다(Norkin과 Levangie, 1992).

표 1-2 신체구조위치 변화에 따른 보상작용.

변 위	압 축	신 연	신 장	단 축
골반전경	1. 추체후면 2. L ₅ -S ₁ 추간판압 증가	1.요추추각증가 2.L ₅ -S ₁ 의전단력 증가 3.L ₅ -S ₁ 의 미끌림증가	1.복직근	1. 장요근
요추전만	1. 화셋관절 2. 추체후면 3. 추간판압증가 4. 추간공협착	1.섬유류의 앞면	1.전종인대	1. 후종인대 2. 극간인대 3. 황인대 4. 요추신전근들
흉추후만	1. 추체앞면 2. 추간판압증가	1.화셋관절낭 2.섬유류후면	1.배부신전근 2.후면인대들 3.견갑골과 관련근육들	1. 전종인대 2. 상복직근들 3. 앞면견갑대근들
경추전만	1. 추체후면 2. 화셋관절들 3. 추간판압증가 4. 추간공협착	1.섬유류앞면	1. 전종인대	1. 후면인대 2. 목신전근들

V. 결 론

인체를 구성하는 골격과 근육 그리고 비수축성구조물들의 연합으로 이상적인 자세는 유지하게 된다. 무엇보다도 근육간의 긴장도가 평형이 될 때 최적의 자세를 유지 할 수 있다. 근육불균형은 근육간의 긴장도 변화로 인해 최적의 균형과 평형이 깨어 질 때 발생하고 근육간의 타이트니스와 억제가 형성된다. 타이트니스와 억제가 서서히 발생되어 교차증후군을 일으킨다. 근육불균형은 인체 어디에서든지 일어날 수 있지만, 골반과 목·견갑대에서 쉽게 일어난다. 골반부위에 발생된 것을 원위 교차증후군이라 하고, 견갑대와 목부에 발생된 것을 근위 교차증후군이라 한다.

근위 교차증후군은 승모근 상섬유, 견갑거근, 대흉근의 타이트니스와 목 굴곡근과 견갑골의 하안정근들의 억제로 발생된다. 원위 교차증후군은 고관절 굴곡근, 척추기립근의 타이트니스와 대둔근, 복직근들의 약증과 억제로 발생 될 수 있다.

근위 교차증후군과 원위 교차증후군이 발생될 때 LOG의 변화로 인해서 수동적 반작용력과 능동적 반작용력의 균형이 깨어져서 근육불균형으로 기능장애와 통증을 유발하게된다.

〈 참고 문 헌 〉

- 배성수, 구희서, 권미지 외 24인 : 정형물리치료학, 대학서림, 서울, 1999.
- Adams MA, Hutton WC : The effect of posture on the diffusion into lumbar intervertebral discs, J Anat 147:121-134, 1986.
- Adams MA, Hutton WC : The effect of posture on the lumbar spine. J Bone Joint Surg, 47B:625-629, 1985.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons : Posture and It's Relationship to Orthopaedic Disabilities, 1947.

- Ayub E, Glasheen-Wrag M, Kraus S : Head posture : A study of the effect on the rest position of the mandible. *J Orthop Sports Phys Ther* 5:179, 1984.
- Basmajian JV, DeLuca CJ : *Muscles Alive*, ed 5. Williams & Wilkins, 1985.
- Brodie AG : Anatomy and physiology of head and neck musculature. *Am J Orthod* 36:831, 1950.
- Carlsoo S : The static muscle load in different work positions : An electro myographic study. *Ergonomics* 4:193, 1961.
- Cathie AG : The influence of the lower extremities upon the structural integrity of the body. *JAOA* 49:443, 1950.
- Clement G, Lestimenne F : Adaptive modifications of postural in conditions of weightlessness, *Exp Brain Res* 72:381-389, 1988.
- Donatelli RA, Walker R : *Lower Quarter Evaluation : Structural Relationships and Interdependence : Orthopaedic Physical Therapy* 2nd ed. Donatelli R, Wooden J, Churchill Livingstone, 1994.
- Garn SN, Newton RA : Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther* 68:1667-1671, 1988.
- Gradner E, Gray D, O'Rahilly R : *Anatomy : A Regional Study of Human Structure*, WB Saunders, 1967.
- Gray ER : The role of the leg muscles in variations of the arches in normal and flat feet. *Phys Ther* 49:1084-1088, 1969.
- Greenfield B : *Upper Quarter Evaluation : Structural Relationships and Interdependence. Orthopaedic Physical Therapy* 2nd ed. Donatelli R, Wooden J Churchill Livingstone, 1994.
- Horak FB : Measurement of movement patterns to study postural coordination, *Proc 10th Annual Eugene Michels Res. Forum, APTA Section on Research*, New Orleans, La. 1990.
- Janda V : *Muscles, Central Neurons Motor Regulation and Back Problems*. In Korr IM(ed) : *The Neurologic Mechanisms in Manipulation Therapy*, Plenum, 1978.
- Janda V: Evaluation of muscular imbalance. in Craig Liebenson(ed): *Rehabilitation of The Spin*, Churchill Livingstone. 1996.
- Janda V: *Muscle Strength in Relation to Muscle Length, Pain and Muscle Imbalance*. in Harms-Rimndahl K.(ed): *Muscle Strength*, Churchill Livingstone. 1993.
- Kendall HO, Kendall FP, Boynton DA : *Posture and Pain*. Robert E Krieger, 1977.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG: *Muscles Testing and function*, 4ed Williams & Wilkins 1993.
- Kopell HP, Thompson WAL : *Peripheral Entrapment Neuropathies*. 2nd Ed. Robert E Krieger 1976.
- Lowe A : Mandibular joint control of genioglossus muscle activity in the cat and monkey. *Arch Oral Biol* 23:787, 1978.
- Lowe A, Johnston W, Torque and jaw muscle activity in response to mandibular rotation in a sample of normal and anterior open bite subjects. *Am J Orthop* 76:565, 1979.
- Manns A, Miralles R, Santander H : Influence of the vertical dimension in the treatment of myofascial pain dysfunction syndrome. *J Prosthet Dent* 50:700, 1983.
- Moore KL : *Clinically Oriented Anatomy*. 3rd ed. Williams & Wilkins, 1992.
- Nashner LM : Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance, *Proc APTA Forum, APTA*, 1990.
- Norkin CC, Levangie PK : *Joint, Structure & Function* 2nd ed. FA, Davis, 1992.
- Penny JN, Welsh WB : Shoulder impingement syndromes in athletics and their surgical management. *Am J Sports Med* 9:11, 1981.
- Pratt WA : The lumbopelvic torsion syndrome. *JAOA* 51:335, 1952.
- Rasch PJ, Burke RK : *Kinesiology Applied*

- Anatomy, Lea & Febiger, Philadelphia, 1974.
- Root ML, Orien WP, Weed JN : Clinical Biomechanix. vol 11, Normal and Abnormal Function of the Foot. Clinical Biomechanics, LA, 1977.
- Rotzloff EW, Berry AH, Haight AS : The piriformis muscle syndrome. JAOA 73:55, 1974.
- Soames RW, Atha T: The role of antigravity muscles during quiet standing in man. Appl Phys 47:159-167. 1981.
- Tepoorten BA : The piriformis muscle. JAOA 69:126, 1969.
- Travell JG, Simons DG : Myofascial Pain and Dysfunction. The Trigger Point Manual, Williams & Wilkins, 1984.
- Warwick R, Willams PL(eds) : Gray' s Anatomy. 35th ed. (B), WB Saunders, 1973.