

만성 무릎 퇴행성관절염 환자의 Q각 변화에 따른 보행의 변화

채정병 · 조현래 · 하남진¹ · 김용훈²

¹마산대학 물리치료과, ²에담 재활의학과 의원, ³대구대학교 재활과학대학원

The Change of Gait as Q-angle in Chronic Knee Osteoarthritis Disease

Jung-byung Chae, PT, PhD, Hyun-Rae Cho, PT, PhD,
Nam-Jin Hwa, MD, PhD¹, Yong-Hun Kim, PT²

Department of Physical Therapy, Masan University,

¹Yedam Physical Medicine & Rehabilitation Clinic,

²Major in Physical Therapy, Department of Rehabilitation Science, Graduate School, Deagu University

<Abstract>

Purpose : To investigate of gait change as Q-angle in chronic knee osteoarthritis patients.

Methods : Participated osteoarthritis disease patients(n=16) and normal adults(n=16). gait measure was used by GaitRite and Q-angle measure was used by tape measurement

Results : SPSS for win version 12 was used for statistic analysis and independent t-test used to find between the two groups. In the comparison of Q-angle between groups were not significant($p > .05$). In the comparison of temporal parameter of gait between groups, the swing phase, stance phase, single support, double support was significant decreased in arthritis groups($p < .05$). In the comparison of spatial parameter of gaits between groups, BOS and step angles were significant increased in arthritis groups($p < .05$), in the velocity, stride length and FAP(functional ambulation profile) were significant decreased in arthritis groups ($p < .05$)

Conclusion : In the osteoarthritis disease patients gait showed temporal, spatial, general gait component variable changes comparison normal adults. therefore, it was seems to very important considerable function at gait training in clinical intervention.

Key Words : Osteoarthritis, Gait Parameter, Q-angle

I. 서 론

무릎관절은 인체에서 가장 긴 대퇴골과 경골사이 에 위치하며 정상 성인에 있어서는 신전 0도에서 굴곡 145도까지의 큰 가동범위를 가지고 있으며, 시상면(sagittal plane)에서의 개폐운동 뿐만 아니라 회전운동이 발생한다. 또한 무릎관절은 인체에서 가장 길고 강한 지렛대의 사이에 위치하여 양 끝에 가해지는 외력이 항상 가중되어 전달되는 관절이다(이현옥 등, 2005).

슬관절의 관상면에서 대퇴골과 경골의 관계를 일반적으로 하지정렬이라 하고, 하지정렬에는 경골장축과 대퇴골간부장축을 연결한 선이 해부학적 축과 대퇴골두, 슬관절, 족관절을 이은 선인 역학적 축이 있다(박래준 등, 2001). Moreland 등(1987)은 대퇴의 해부학적 축과 역학적 축이 이루는 각을 생리적 외반각이라 하였다. 이 각이 170도 보다 적으면 외반슬(genu valgum 또는 knock knee), 반대로 180도에 근접하거나 내측으로 각이 형성되면 이 변형을 내반슬(genu varum 또는 bow leg)이라 한다(이현옥 등, 2005). 또한 무릎관절의 올바른 배열은 대퇴내측 및 외측광근의 근육균형에 의해 좌우되며, 이러한 근육 간에 발생하는 힘은 대퇴사두근각(이하 Q각)에 영향을 미치게 된다(권혁철, 1999).

대퇴사두근의 건과 슬개인대는 슬개골 중심에서 각을 형성하게 되는데 이각을 Q각이라고 한다. Q각은 경골조면에서 슬개골 중심을 연결한 선과 슬개골 중심에서 전상장골극을 연결하는 선에 의해 형성되는 각이다(Livingston 과 Mandigo, 1997). 일반적으로 건강한 정상 성인에서는 Q각이 15도로 보고되고 있으며(Ando, 1993; Dehaven 외, 1980), 정상적인 Q각이 증가되어 나타나면 무릎관절의 움직임에 대한 케도의 문제나 슬개골의 연화증과 같은 이상이 나타나는 빈도가 증가하게 된다(이현옥 외, 2005).

무릎 주위 근육의 불균형은 정상적 Q각의 변화에 영향을 미치게 되며, 정적인 서기자세나 보행 시의 근활성에도 힘의 발생에 대한 역학적 손실을 초래하게 된다. 따라서 양 하지의 기능적 활동에 대한 Q각의 변화는 임상적으로 매우 중요하다(Woodland, 1992). 또한 무릎관절은 하지의 중간관절(intermediate

joint)로써 인접관절인 엉덩이 관절과 발목관절의 배열과 밀접한 관련이 있기 때문에 무릎관절의 바른 정렬과 관련된 평가는 인체의 전체적인 자세조절과 균형조절의 역학적 이점을 평가하는데 있어서도 매우 유용하다.

Messier 등(1991)도 Q각이 16도 이상일 경우, 하지의 균형적 체중지지에 비정상적인 역학적 문제를 초래하여 슬개대퇴동통증후군(patellofemoral pain syndrome)을 야기 시킨다고 하였으며, Kernozek(1993)은 Q각이 커지면 대퇴사두근의 외측장력이 증가되고 슬개골연화증이나 슬개골 외측 아탈구와 같은 병변이 발생되기 쉽다고 보고하였다.

이러한 관절의 역학적 이점의 소실은 관절에서 골관절염의 발생빈도를 높하게 되고 골관절염은 관절 질환 중 가장 흔하게 발생되며 만성 장애를 초래하는 대표적 퇴행성질환이다. 연령이 높을수록 골관절염의 발생률이 증가되어 60세 이상에서는 약 80%가, 75세 이상에서는 80%의 방사선적 소견이 나타나며, 증상이 나타난 과반수는 질병으로 인한 신체적 장애를 가지게 된다(McCarberg와 Herr, 2001). 우리나라의 경우 골관절염 환자는 60세 이상에서 73.03%로 보고되고 있고, 전체 활동제한자의 가장 주된 원인은 관절염으로 39.4%라고 하였다(Korea Institute for Health and Social Affairs, 2006) 특히 체중부하가 무릎에 영향을 많이 미치기 때문에 무릎관절염은 무릎관절의 근육에 기능저하와 균형을 이루는데 문제를 일으킨다(Pandya 등, 2005).

무릎의 퇴행성관절염은 움직임의 제한에 따라 주위 근육의 약화나 관절구축으로 무릎관절의 기형이 발생할 수 있으며 일상생활 동작의 어려움과 통증이 증가되고 무릎관절의 신전과 굴곡을 위한 근력과 지구력의 감소, 또한 움직임 수행력의 속도가 유의하게 감소한다고 보고하였으며(Fisher와 Pendergast, 1997), 만성 무릎퇴행성 관절염 환자를 대상으로 무릎주위 근육들의 근활성도(Tuomas 등, 2009), 활보장(Michael 등, 2006), 보각에 따른 무릎관절의 모멘트(Janie 등, 2008), 삶의 질, 일반적 보행요소(Mary 등 2009) 등 많은 연구들이 보고되어오고 있으나, 실제 무릎관절의 퇴행성관절염 환자들 전두면의 부정렬에 따른 보행요소별 변화에 대한 보고가 없어 본

연구는 무릎 퇴행성관절염의 진단을 받은 환자들을 대상으로 Q각 변화에 따른 보행의 변화를 같은 연령대의 비관절염군과 비교해 보고자 본 연구를 실시하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 2008년 7월부터 2009년 10월까지 부산 소재 ○○재활의학과의원의 외래환자 중 신체적 검진과 방사선을 포함한 WOMAC(Western Ontario and McMaster) 건강 결과 평가를 통해 무릎의 퇴행성관절염으로 의학적으로 진단받은 60세 이상의 여성 중 무릎관절 대치술이 필요하지 않은 연구의 참가에 동의한 16명과 마산 소재 ○○복지관의 각종 프로그램에 참여하고 있는 동일 연령대의 무릎관절에 퇴행성관절염이 발생하지 않은 여성으로 Mary 등(2009)이 무릎관절염 환자의 보행측정을 위한 대상자 선정조건에 동일하게 본 연구에서도 양쪽하지 교대로 계단오르기가 가능한 대상 16명으로 하였으며, 실험군과 대조군으로 참가한 대상자들은 양 하지에 다른 질병이나 병력이 없는 사람, 보행평가에 영향을 줄 수 있는 신경학적 문제로 인한 균형능력과 운동수행능력에 결손이 없는 사람으로 선정하였다.

2. Q각의 측정방법

Q각의 측정방법에는 바로 누운 자세에서 측정하는 방법과 선 자세에서 측정하는 두 가지의 방법이 있다. 체중지지 상태에서의 Q각은 선 자세에서 측정을 해야 하며, 체중부하 상태에서 하지의 배열과 관련된 문제점을 찾아내는데 유용한 방법으로 임상에서 많이 사용되고 있지만 아직까지 이 부분에 대해서는 많은 논란이 있다(Horton, 1989; Woodland, 1992). 본 연구에서는 연구 대상자들의 연령이 고령인 점을 고려하여 안정성과 선 자세에서의 측정 시 발생할 수 있는 신체 흔들림(perturbation)에 대한 Q각 측정의 정확성을 위해 편안하게 치료테이블에 누운 자세에서 Q각을 측정하였으며, 환경에 의한

오차를 줄이고자 소음이 없는 조용한 장소에서 실내 온도는 20°를 유지하였다.

먼저 대상자들에게 바로 누운 자세를 취하게 하고 두 다리를 편안하게 위치하게 한 후 전상장골극과 슬개골 중심점을 연결한 선과 경골조면에서 슬개골 중심을 연결한 선이 교차되는 지점의 Q각을 각도계를 사용하여 측정하였다(이현옥 등, 2005).

대상자들의 좌우 다리 모두를 측정하였으며, 측정의 신뢰를 높이기 위해서 한명의 측정자로 하였으며, 3회를 반복 측정하여 그 평균값을 수집하였다.

3. 보행의 측정

보행의 시간적·공간적 변수를 측정하기 위하여 보행분석장비(GaitRite, MAP/CIR.INC.USA)를 사용하였으며, 보행분석장비는 보도(walkway)활동영역이 폭 61cm, 길이 366cm로 된 전자식 보행 판으로 압력 감지 장치가 달려있는 보행판을 통해 대상자의 자료가 컴퓨터 파일에 생성 저장되어 보행의 시간적·공간적 변수에 대한 정보를 수집 할 수 있는 보행분석기이다. 황보각 등(2004)은 보행 측정에 대한 과정은 전체 대상자들에게 충분히 설명되었고, 먼저 시범을 보인 후 실험 대상자에게 편안한 보행 속도로 걷도록 한 후 속도를 끝까지 일정하게 유지할 수 있도록 하였으며, 보행판 전방 2m에서 검사자의 구두신호에 의하여 보행을 실시하였고 보행은 보행판을 지나 2m까지 간 후 돌아오도록 하였다. 본 연구에서도 이에 근거하여 동일한 방법으로 측정하였으며, 이러한 과정을 3회 실시하여 보행속도, 보행수, 분속수, 순환시간, 보폭, 확보장, 기저면, 단하지 지지기, 양하지 지지기, 유각기, 보각을 측정하여 3회의 평균값을 사용하였다. 검사자 중 한 사람은 실험 대상자의 보행 시 발생할 수 있는 안전사고에 대비하기 위하여 보행에 영향을 미치지 않는 범위에서 함께 걷도록 하였다.

4. 자료 분석

전체 대상자 24명으로부터 수집된 자료의 분석은 window용 spss version 12.0을 사용하였으며, 퇴행성

관절염군과 동일 연령대 정상군과의 보행요소에 대한 분석은 독립표본-t검정을 실시하였다. 통계적 유의수준 α 는 .05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성과 WOMAC 점수 비교

관절염군의 평균나이는 67.25±5.74세였고, 비관절염군은 66.50±4.03세 이었다. 관절염군에서 BMI (body mass index)가 30.78±5.74으로 정상군28.41±4.01보다 다소 높았으나 유의한 차이는 없었다. 관절염군에서 WOMAC(Western Ontario and McMaster)점수에서는 통증 7.44±3.47, 강직 3.74±1.94, 기능 22.12±12.04, 합계 33.29±17.68으로 비관절염군 통증 57.90±9.16, 강직 0.45±1.02, 기능 0.34±1.41, 합계 1.68±5.02으로 유의하게 높게 나타났다($p < .05$). 관절염군의 유병기간은 49.83±9.16개월이었으며, 관절염이 침범된 쪽은 양쪽이 12명, 왼쪽 13명, 오른쪽 12명으로 나타났(Table 1).

2. 관절염군과 비관절염군의 무릎관절의 Q각 비교

관절염군에서 골관절염이 침범된 왼쪽의 경우 Q

각이 17.72±2.23°, 오른쪽 18.03±2.65°로 비관절염의 왼쪽 Q각 16.72±2.28°, 오른쪽 16.86±2.23°보다 높게 나타났으나 모두 유의한 각도의 차이는 보이지 않았다($p > .05$, Table 2).

Table 2. Comparison of Q-angle between subject groups (unit: °)

involvement	OA(14)	Control(16)	p
Lt	17.72±2.23	16.72±2.28	.32
Rt	18.03±2.65	16.86±2.23	.10
Mean±SD			

3. 관절염군과 비관절염군의 보행요소의 시간적 변수 비교

관절염군과 비관절염군의 보행요소의 시간적 변수들을 비교해본 결과 유각기와 입각기에서 관절염군의 침범된 왼쪽 36.20±1.96%, 63.80±1.94%로 비관절염군의 왼쪽 38.26±1.94%, 61.74±1.52%으로 유의하게 낮게 나타났으며($p < .05$), 오른쪽의 비교에서는 두군간에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$). 그리고 단하지 지지기에서 관절염군의 왼쪽 32.70±3.96%, 오른쪽 34.15±1.70%로 비관절염군의 왼쪽 37.26±2.57%, 오른쪽39.10±1.29%에 비해 유의하게

Table 1. Subject characteristic and comparison of WOMAC score between subject groups

	OA(n=16)	Control(n=16)	p
BMI(kg/m ²)	30.78±5.74	28.41±4.01	0.31
age	67.25±5.74	66.50±4.03	0.72
weight(kg)	62.67±7.68	57.90±9.16	0.52
WOMAC pain	7.44±3.47	0.45±1.02	0.00*
WOMAC stiffness	3.74±1.94	0.34±1.41	0.00*
WOMAC function	22.12±12.04	1.68±5.02	0.00*
WOMAC total	33.29±17.68	2.28±6.9	0.00*
period(month)	49.83±9.16		
involvement	both		
	Lt		
	Rt		

OA: osteoarthritis group

Control: non osteoarthritis group

Table 3. Comparison of temporal component of gait between subject groups

Temporal variation		OA	Control	p
Swing phase(%GC)	Lt	36.20±1.96	38.26±1.94	.02*
	Rt	38.52±1.96	38.91±1.44	.21
Stance phase(%GC)	Lt	63.80±1.94	61.74±1.52	.05*
	Rt	60.71±1.08	60.38±1.21	.37
Single support(%GC)	Lt	32.70±3.96	37.26±2.57	.03*
	Rt	34.15±1.70	39.10±1.29	.04*
Double support(%GC)	Lt	28.97±3.84	25.92±2.77	.03*
	Rt	26.75±2.10	23.61±2.10	.02*

Mean±SD

낮게 나타났으며($p < .05$), 양하지 지지기에서는 관절염군의 왼쪽 28.97±3.84%, 오른쪽 26.75±2.10%로 비관절염군의 왼쪽 25.92±2.77%, 오른쪽 23.61±2.10%로 양쪽 모두에서 유의하게 높게 나타났다($p < .05$, Table3).

4. 관절염군과 비관절염군의 보행요소의 공간적 변수 비교

관절염군과 비관절염군의 보행요소의 공간적 변수들을 비교해본 결과 지지기저면에서 관절염군의 침범된 왼쪽 7.62±2.36cm, 오른쪽 7.59±2.09cm로 비관절염군의 왼쪽 7.31±3.08cm, 오른쪽 7.33±2.21cm으로 양쪽모두에서 유의하게 넓게 나타났으며($p < .05$), 보행속도에서는 관절염군 95.63±12.18cm/.0c,으로 비관절염군 113.17±10.24cm/.0c에 비해 유의하게 낮게

나타났다($p < .05$). 활보장에서 관절염군의 왼쪽 109.45±17.54cm, 오른쪽 111절염군의 8.40cm로 비관절염군에 비해 양쪽 모두에서 유의하게 작게 나타났으며($p < .05$), 보각에서도 관절염군의 왼쪽 17.41±4.14도, 오른쪽 16.07±5.68도로 비관절염군에 비해 유의하게 증가하였다($p < .05$).

보행지수에서도 관절염군이 91.56±4.62점으로 비관절염군 95.41±3.46점에 비해 유의하게 낮게 나타났다($p < .05$, Table4).

5. 관절염군과 비관절염군의 일반적 보행요소의 비교

관절염군과 비관절염군의 일반적 보행요소들을 비교해본 결과 보행수와 순환시간은 관절염군과 비관절염군에서 유의한 차이를 보이지 않았으며($p > .05$),

Table 4. Comparison of spatial component of gait between subject groups

Spatial variation		OA	Control	p
BOS(cm)	Lt	7.62±2.36	7.31±3.08	.02*
	Rt	7.59±2.09	7.33±2.21	.04*
Velocity(cm/sec)		95.63±12.18	113.17±10.24	.05*
stride length(cm)	Lt	109.45±17.54	131.12±10.85	.04*
	Rt	111.71±18.40	131.89±10.32	.05*
step angle(deg)	Lt	17.41±4.14	10.11±3.95	.03*
	Rt	16.07±5.68	9.85±3.67	.02*
FAP-score		91.56±4.62	95.41±3.46	.03*

Mean±SD

Table 5. Comparison of general gait component between subject groups

General component of gait		OA	Control	p
Step number		97.43±11.89	103.25±7.28	.28
cycle time(sec)		1.35±0.42	1.25±0.08	.12
step length(cm)	Lt	54.67±10.38	65.45±5.50	.02*
	Rt	55.17±9.72	67.07±4.19	.04*

Mean±SD

보폭에서 관절염군의 침범된 왼쪽 54.67±10.38cm, 오른쪽 55.17±9.72cm로 비관절염군의 왼쪽 65.45±5.50, 오른쪽 67.07±4.19cm으로 양쪽모두에서 유의하게 낮게 나타났다(p<.05, Table5).

IV. 고찰

슬관절염 환자들은, 운동성 소실, 통증, 하지근육의 약화, 관절의 강직, 관절의 변형, 제한된 움직임, 고유수용성 감각기능의 저하가 되어 있다. 또한 보행, 앉은 자세에서 일어날 때, 계단을 오르내릴 때 요구되는 활동에 제한을 받고 있기 때문에 기능적으로 많은 제약이 뒤따르게 된다. 근육의 약화나 비대칭적 근육활동은 불안정한 관절을 유발할 수 있고, 근육을 더욱 사용하지 않게 되어 근 약화를 가중시키며, 특히 대퇴사두근의 약화를 가진다(Ettinger 등, 1994, Sharma 등, 2003). 무릎관절에서의 골관절염의 진행의 정도와 같은 위험인자를 증명하는데 있어서 전두면에서의 하지의 정렬을 측정되어 왔으며(Cicuttini 등, 2004), Q각도 전두면에서 측정되어지며 슬관절의 외반 및 대퇴사두근의 역학적 힘과 관계가 있다고 하였다(Leaveau와 Roger, 1980).

Q각은 선행연구들마다 다소 차이를 보이는데 Hvid 등(1981)은 남성은 15°, 여성은 20° 보다 크면 비정상적이라고 보고하였으며, Hughston 등(1984)은 남성 8~10°, 여성 12~16° 보다 크면 비정상적인 Q각이라 하였다. 김선엽(2005)의 연구에서는 관절염군의 침범된쪽 왼쪽 18.05°, 오른쪽 16.96°로 보고하였으며 여성 골관절염 환자를 대상으로 한 본 연구에서도 관절염이 침범한 왼쪽, 17.72°, 오른쪽 18.03°로 나타났으며, 이는 무릎의 골관절염의 증상의 대부분이 무릎의 외측보다 무릎의 내측에서 많이

발생하기 때문이며 무릎관절의 내측부분의 손상이 전두면에서의 부정렬의 주요 인자라고 하였다(Dearborn 외, 1996). 하지만 본 연구에서는 같은 연령대의 정상군과는 Q각에서 유의한 차이를 보이지 않았는데 노화의 진행에 따른 노인군임을 의미한다.

퇴행성관절염의 관절 연골이나 연골하 부위와 같은 관절 변형이 비정상적인 생체역학과 강한 연결성이 있고, 특히 보행과 연관성이 높다고 하였다(Hurwitz, 2002). 노인의 보행능력을 유지하는 것은 일상생활 중 많은 과제를 독립적으로 수행하는데 매우 중요하다(Judge 1996). 보행분석은 골관절염과 같은 병리적 진행에 영향을 주는 생역학적 인자를 분석하는 중요한 도구이며(Lynn 등, 2007), 연령이 증가할수록, 짧은 활보장, 보행속도의 감소, 발끝때기(toe off)가 약해진다고 보고되고 있다(Burnfield, 2000). 퇴행성슬관절염 환자의 보행도 시간적 보행변수인 보장시간은 정상 노인군에서는 0.62초, 퇴행성슬관절염 환자군에서는 0.66초, 동시지지기는 정상노인군은 25.35%, 퇴행성슬관절염 환자군은 30.62%를 보였고, 입각기와 정규화한 평균속도 간에도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다고 보고하였다(황보각 등, 2004). 본 연구에도 관절염군의 보행속도는 비관절염군에 비해 유의하게 낮게 나타났으며, 동시지지기도 비관절염군에 비해 유의하게 증가하였다. 지지기저면과 발각도에 있어서도 유의한 증가를 보였는데 이는 노화로 인한 운동범위의 감소와 달리 관절염환자의 경우 통증으로 인하여 운동범위가 정상노인여성에 비해 크게 나타난다고 하였다(이정호, 2007)

활보장 요인의 선행연구에서 정진엽(1997)은 노인여성 관절염환자의 활보장 길이가 110cm로 보고되어 본연구의 결과인 111.06cm와 동일한 결과를

보였다. 홍완성과 김기원(2002)의 연구에서는 여성 노인의 활보장 길이는 88.94cm의 결과를 보고하였고, 연령대가 높아지면서 활보장이 감소하는 경향을 보고하여 본연구와는 다르게 나타났으며, 이정호(2007)는 정상 여성노인의 경우 103.09cm, 관절염 환자의 경우 100.3cm의 결과를 보였다고 보고하였으나, 그 결과는 실험방법과 실험대상자의 신장 및 연령에 따라 다소 차이가 있다고 하였다. 기능적 보행 지수는 보행의 실질적인 임상검사로써 신경근적 이상이나 골격근 이상을 가진 환자들의 운동수행에 적용할 수 있다. 기능적 보행성취도 검사는 일반적으로 10~15분 정도 소요되며 환자가 자가-선택-속도 즉, 개인의 평상시 보행율인 자유속도로 보행을 하여 얻어진 객관적인 시간과 거리에 관한 자료를 근거로 환자의 보행을 정량적으로 나타내는 방법이다.

임상적으로 적합성과 신뢰도, 타당도를 가진 검사로 인정받고 있으며 기능장애가 있는 사람의 보행자체의 수행정도와 특정 보행요소의 능력을 사정하는 객관적인 방법으로 임상환경에서 서기에서부터 보조를 받아야 하는 보행이나 보조 없이 수행하는 독립적인 보행을 연속적으로 사정할 수 있으며, 건강한 성인의 기능적 보행성취도 점수범위는 95~ 100점이다(Nelson, 1974). 본 연구에서는 퇴행성 관절염군에서 기능적 보행 지수가 유의하게 감소되어 이는 퇴행성관절염으로 인한 통증 및 강직, 기능의 WOMAC 점수가 더 낮게 나타났기 때문으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 무릎관절의 골관절염으로 진단받은 60대 여성 환자 16명과 같은 연령대의 정상인 여성 16명을 대상으로 Q각과 보행특성을 분석한 결과 신체 분절의 구조적 변화는 신체 기능수행력의 저하를 초래할 수 있으며 이러한 결과를 배경으로 노인성 질환의 임상적 접근에서 구조와 기능을 고려한 효율적인 중재 프로그램의 선택이 필요할 것으로 생각된다.

Acknowledgements

본 연구는 2007년도 마산대학 교내연구비 지원으

로 수행되었음.

참 고 문 헌

- 김선엽. 슬관절 골관절염 환자의 슬관절 주위근의 근력비와 Q-각과의 관계. 한국전문물리치료학회지. 2005;12(1):45-53.
- 권혁철. 20대 정상성인의 대퇴사두근각(Q angle)에 영향을 미치는 요인. 한국전문물리치료학회지. 1999; 6(1):1-14.
- 박래준, 장정훈, 박돈목 외(역). 물리치료대백과사전 물리치료의 기초와 평가. 서울: 나눔의 집. 2001; 1:345-6
- 이정호. 노인여성 관절염 환자의 보행시간에 따른 보행형태 분석. 미간행 서울대학교 대학원 석사 학위논문. 2007.
- 이현옥, 장정훈, 정낙수 외. Brunnstrom's 임상운동학. 영문출판사. 2005.
- 정진엽. 슬관절 전치환술후의 보행분석. 대한정형외과학회지. 1997;32(5):82-93.
- 홍완성, 김기원. 65세 이상 건강한 노인의 보행분석. 대한물리치료학회지. 2002;14(4):59-65.
- 황보각, 김병조, 배성수. GAITRite 시스템 분석을 통한 퇴행성 슬관절염 환자의 보행특성 연구. 대한물리치료학회지. 2004;16(1):113-4.
- Ando T, Hirose H, Inoue M. A new method using computed tomographic scan to measure the rectus femoris-patellar tendon Q-angle comparison with conventional method. Clin Orthop Rel Res. 1993; 289:213-9.
- Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81:1153-77.
- Cicutini F, Wluka A, Hankin J, et al. Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis. Rheumatology. 2004;43:321.
- Dearborn JT, Eakin CL, Skinner HB. Medial compartment arthrosis of the knee. Am J Orthop.

- 1996;25(1):18-26.
- Dehaven KE, Dolan WA, Mayer PJ. Chondromalacia patellae and the painful knee. *Am Fam Physician*. 1980;1:117-24.
- Ettinger WH, & Afble RF. Physical disability from knee osteoarthritis: The role of exercise as an intervention. *Med Sci Sports Exerc*, 1994;26(12): 1435-40.
- Fisher NM, Pendergast DR. Reduced muscle function in patients with osteoarthritis. *Scand J Rehabil Med*. 1997;29(4):213-21.
- Hughston JC, Hergenroeder PT, Courtenay BG. Osteoarthritis dissecans of the femoral condyles. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(9):1340-8.
- Hurwitze DE, Ryals AB, Case JP, et al. The knee adduction moment during gait in subjects with knee osteoarthritis is more closely correlated with static alignment than radiographic disease severity, toe out angle and pain. *Journal of orthopaedic research*. 2002;20(1):101-7.
- Horton MG, Hall TI. Quadriceps femoris muscle angle: Normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Phys Ther*. 1989; 69(11):897-901.
- Hvid I, Andersen LI, Schmidt H. Chondromalacia patellae. The relation to abnormal patellofemoral joint mechanics. *Acta Orthop scand*. 1981;52(6): 661-6.
- Janie LA, Kevin JD, Graham EC, et al. Gait and neuromuscular pattern changes are associated with differences in knee osteoarthritis severity levels. *J Biomechanics*. 2008;41:868-76.
- Judge JO, Davis RB III, Ounpuu S. Step length reduction in advanced age: The role of ankle and hip kinetics. *J Gerontol Med Sci*. 1996;51:303-12.
- Kernozek TW, Greer NL. Quadriceps angle and rearfoot motion: Relationships in walking. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74:407-10.
- Korea Institute for health and social affairs. 2005 national health and nutrition survey. 2006.
- Livingston LA, Mandigo JL. Bilateral within-subject Q angle asymmetry in young adult females and males. *Biomed Sci Instrum*, 1997;33:112-7.
- Lynn SK, Reid SM, Costigan PA. The influence of gait pattern on signs of knee osteoarthritis in older adults over a 5-1 year follow-up period: a case study analysis. *Knee*. 2007;14:8-22.
- Mary BN, Ershela LS, Francis JK, et al. the relationship of Self-reported pain and Functional impairment to Gait Mechanics in overweight and obese persons with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Re*. 2009;90:1874-9.
- McCarberg BH, Herr KA. American Academy of pain Medicine. Osteoarthritis. how to manage pain and improve patient function. *Geriatrics*. 2001;56: 14-24.
- Messier SP, Davis SE, Curl WW, et al. Etiologic Factor associated with patellofemoral pain in runners. *Clinical investigations*. *Med Sci Exerc*. 1991;23(9):1008-15.
- Michael DL, John S, Katherine S, et al. Stride-to-stride variability of knee motion in patients with knee osteoarthritis. *Gait & Posture*. 2006;23:505-11.
- Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. *J Bone Joint Surg*. 1987;69A(8):745-9.
- Nelson AJ. Functional ambulatory profile. *Phys Ther*, 1974;54:1059-65.
- Pandya NK, Draganich L, Mauer A, et al. Osteoarthritis of the knees increases the propensity to trip on an obstacle. *Clin Orthop Relat Res*. 2005; 431:150-6.
- Sharma L, Dunlop DD, Cahue S, et al. Quadriceps Strength and Osteoarthritis Progression in Malaligned and Lax Knees. *Ann Intern Med*, 2003;38:613-9.
- Thomas RJ, Michael AH, Ian J. Toe-out gait in patients with knee osteoarthritis partially transforms external knee adduction moment in to flexion moment during early stance phase of gait. *J Biomechanics*. 2008;41:276-83

Woodland LH, Francis RS. Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing position. Am J Sports med. 1992;2:208-1.