

온습포와 연부조직 가동술이 뇌성마비의 슬괵근 유연성 증가에 미치는 영향

노효련 · 이대희¹ · 강동연²

삼성특수아동센터, ¹동아대학교 의료원 물리치료실, ²부산대학교 대학원

Application of a Heat Pack and Soft Tissue Mobilization on Hamstring Muscle of Flexibility in Subjects with Cerebral Palsy

Hyo-Lyun Ro, PT, Ph.D, Dae-Hee Lee, PT, Ph.D¹, Dong-Yeon Kang, PT, MA.²

Samsung Pediatric Institute, ¹Department of Physical Therapy, Dong-A University Medical Center,
²Graduate School of Busan National University

<Abstract>

Purpose : The hamstring muscle has an important role in standing, walking and other functions related to daily living. Most people with Cerebral Palsy(CP) have muscle tightness, especially in the hamstring, which may cause abnormal alignment in the lower extremities. To investigate an effective treatment for hamstring muscle tightness by observing the effects of heat pack or Soft tissue mobilization(STM) on hamstring muscles.

Methods : Thirteen-two volunteers with CP aged between 9 and 13 years(M±SD: 11±1.46), were recruited and divided into four groups of four: (1) the STM for people with Spastic CP group, (2) the heat pack(HP) for people with Spastic CP group, (3) the STM for people with Mixed CP group, and (4) the heat pack for people with Mixed CP group. All received treatment three times per week for six weeks. A inclinometer was used to measure for hip flexion & knee extension joint range motion(ROM).

Results : The ROM of hip flexion & knee extension were improved at the STM and HP for people with Spastic CP groups. The ROM and hip flexion were improved at the STM and HP for people with Mixed CP groups. The amount of increase ROM are differenced by the types of CP.

Conclusion : STM and heat pack, both are effective for people with CP especially for Spastic CP.

Key Words : Cerebral palsy, Flexibility of hamstring, Heat pack, Soft tissue mobilization.

I. 서 론

뇌성마비는 신경학적 손상(Bleck, 1987; Tachdjian.

교신저자 : 노효련, E-mail:hyolyun2000@yahoo.co.kr

논문접수일 : 2009년 6월 7일 / 수정접수일 : 2009년 7월 14일 / 게재승인일 : 2009년 7월 25일

1990)과 근육의 약화(Akataki 등, 1996; MacPhail와 Kramer 1995) 뿐 아니라 관절 가동범위의 제한과 같은 다양한 운동장애를 가지게 된다. Gage(1994)와 Matsuo 등(1986)에 의하면 뇌성마비들은 한관절 근육(one joint muscle)보다 두관절 근육(two joint muscle)의 제한으로 인한 관절가동범위의 제한이 더 많이 발생한다고 하였다. 뇌성마비는 슬괵근(hamstring muscle)의 단축과 고관절 굴곡의 장애(Hiroaki 등, 1998)를 가지며 경직성으로 인하여 슬관절 굴곡 기형을 가지게 된다(Wei-Ning 등, 2004). 또한 슬괵근의 단축(tight hamstrings)은 뇌성마비에게서 비정상적인 보행패턴의 요소 중 하나인 것은 잘 알려져 있다(Andi 등, 2006).

슬괵근은 두관절 근육(two joint muscle)으로 반막양근(semimembranosus), 반건양근(semitendinosus), 대퇴이두근(biceps femoris)으로 구성되어 있다. 슬괵근(hamstrings)은 슬관절의 굴곡근(flexor)인 동시에 대퇴의 신전에 대한 활동도 한다(진용혁 등, 2006). Hiroaki 등(1998)은 고관절 굴곡과 슬관절 신전자세일 때와 고관절과 슬관절 동시굴곡일 때 슬괵근의 길이가 최대라고 하였다. 이러한 슬괵근의 특성은 앉은 자세(sitting position)에도 많은 영향을 미치게 되는데, 슬괵근의 단축(shortening)을 가지고 있는 경우에는 앉은 자세에서 골반대(pelvic girdle)의 후방회전(posterior tilt)을 만든다(Donald, 2002). Cibulka 등(1986)은 천장관절(sacroiliac joint)의 기능장애는 슬괵근의 긴장도(strain) 때문이라고 하였다. 보행할 때 슬괵근의 동시 등척성적인 수축은 초기 입각기 때 슬관절의 안정성을 제공하고, 말기 유각기에서는 원심성적인 수축으로 정강이의 감속을 이룬다(Whitehead 등, 2007).

관절가동범위(range of motion)는 두 관절 근육이 이완하고 있을 때 최대한의 굴곡과 신전하였을 때 관절각의 범위라고 정의한다(American Academy of Orthopedic Surgeons, 1965). 그러므로 관절가동범위의 제한은 관절주위의 한관절 근육과 결합조직의 제한 때문만은 아니며 두관절 근육의 길이는 관절의 가동범위에 큰 영향을 미친다. 예를 들면, 슬관절 신전의 정도는 고관절 굴곡과 동반하므로 결론적으로 고관절이 완전히 신전하면 슬관절의 범위는

감소하게 된다. 그러므로 관절의 가동범위를 평가할 때는 상호 관계하는 인접한 두 관절을 함께 고려해야 한다(Andi 등, 2006). Anderson과 Burke(1991)는 유연성(flexibility)를 근육, 건, 인대와 뼈의 영향을 받아 관절이나 관절 그룹의 가능한 움직임의 범위라고 정의하였다. 슬괵근의 유연성을 평가하는 방법에는 능동 하지직거상법(active straight leg raising: ASLR), 수동 하지직거상법(passive straight leg raising: PSLR), 요부를 편평하게 한 자세에서의 수동 하지직거상법(passive straight leg raising with back flat: PSLRB)과 능동 슬관절신전법(ankle knee extension: AKE) 수동 슬관절신전법(passive knee extension: PKE), 골반의 전방경사각도 측정법(hip joint angle)이 있다. 이중 바로 누운자세(supine position)에서 하지를 직거상(straight leg raising: SLR)시키는 방법은 슬괵근 유연성 평가 중 가장 일반적으로 사용되는 방법으로 일명 라세그(Lasegue) 검사법이라고도 한다(김선엽, 1999).

온습포, 파라핀욕, 자외선치료는 표면열의 종류로 적용되어지고 있다(이승주 외, 2005). 이러한 표면열은 물리치료사들이 적용하기 쉽고 경제적이므로 많이 사용되어지고 있다. 선행연구들에서 표면열과 저강도의 정적인 스트레칭을 함께 적용하면 스트레칭을 단독으로 적용하였을 때 보다 어깨와 고관절 근육의 신장성을 증가시킨다고 하였다. 또한 온습포(heat pack)와 가동술(manipulation)을 적용하여 슬괵근의 유연성을 증가시킬 수 있다고 하였다(Cibulka 등, 1986). 연부조직가동술(soft tissue mobilization)은 표피부터 심부까지 근막층의 수동적인 움직임을 이용하는 기술로 운동치료 및 전기치료와 함께 적용되어진다(손영하와 안중국, 1992).

두 관절 근육인 슬괵근이 다양한 자세에 미치는 영향과 중요성에 비교하면 그 연구는 비교적 적은 편으로 국내에서는 김선엽(1999)의 슬괵근의 유연성 평가에 관한 연구와 김경 등(2008)의 슬괵근 유연성과 요통에 관한 연구, 뇌성마비의 슬관절 굴곡과 슬괵근의 외과적 수술(김성재와 김남현, 1979)이 있다. 국외 연구로는 Matthew(2006)의 스트레칭과 가동술(mobilization)이 슬괵근과 천장관절에 미치는 영향, Wei-Ning 등(2004)의 뇌성마비의 이동과 슬괵근 길

이, Whitehead 등(2007)의 정상인의 보행에서 슬괵근 단축의 영향, Andi 등(2006)은 뇌성마비의 슬괵근 길이 연장술 이후 기간에 따른 효과에 관한 연구들이 있다. 이러한 연구는 정상인에서 슬괵근 단축으로 인하여 야기되는 문제에 대한 연구와 외과적 수술이나 측정에 관한 연구들로서 뇌성마비아에서의 슬괵근의 유연성을 증가시키는 방법적인 제시는 부족하다.

그러므로 본 연구에서는 임상에서 흔히 적용되어지는 물리치료 중재 방법을 통하여 뇌성마비의 슬괵근의 유연성을 향상시킬 수 있는 임상적인 방법을 제시하고자 한다. 이에 따라 슬괵근에 온습포(heat pack)와 연부조직가동술(soft tissue mobilization)을 적용한 후 누운자세(supine position)에서 하지를 수동으로 직거상(straight leg raising: SLR)시켜서 고관절의 굴곡 각도를 측정하고 슬관절의 굴곡과 신전 각도를 측정하여 뇌성마비아에서 슬괵근 유연성의 향상정도를 알아보았다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구에서는 B시에 소재하고 있는 장애인 생활시설에서 거주하고 있는 경직형(spasticity type)과 혼합형(mix type) 뇌성마비인으로, 이들이 거주하고 있는 생활시설의 보호자와 담당 물리치료사의 실험 참가 동의를 얻어 선정하였다. 일반적으로 경직성 뇌성마비에서 관절가동범위 장애나 근육단축(shorting)이 주로 발생하는 것으로 알려져 있으므로(Bobath,

Table 1. Experimental group

Exp 1	n=8	Spasticity type + STM
Exp 2	n=8	Spasticity type + Heat pack
Exp 3	n=8	Mix type + STM
Exp 4	n=8	Mix type + Heat pack

1984) 경직형(spasticity type) 뇌성마비 16명과 혼합형(mix type) 뇌성마비 16명을 대상으로 하였으며 이들은 모두 보행이 불가능하며 외과적인 수술이나 처치를 받은 적이 없었다. 실험군은 온습포군(heatpack group; 남자 9명, 여자 7명)과 연부조직가동술군(soft tissue mobilization group; 남자 7명, 여자 9명)으로 분류하였다<Table 1>. 실험군 간의 뇌성마비유형과 연령은 통계학적으로 차이가 없었다<Table 2>.

2. 연구도구 및 연구절차

본 연구의 연구기간은 6주 간으로, 대상자 선정 시 하지 직거상 검사시 80° 이하인 경우를 장애를 가진 사람으로 하였으며(Kendall 등, 1993) 3년 이상 뇌성마비를 치료한 경험이 있는 물리치료사 2인이 6주 동안 매주 3회 치료를 실시하였다. 실험기간 동안 본 연구의 치료법만 적용하였으며 하지에 다른 치료방법이나 활동은 적용하지 않았다. 중재방법은 생활시설 내에 소재하고 있는 물리치료치료실에서 이루어졌으며 온습포군은 25분~30분 동안 슬괵근 부위에 온습포를 시행하였으며(이승주 외, 2005), 연부조직 가동술군은 20분 동안 슬괵근 근육에 연부조직 가동술 중 구부리기 기술(bending technique)을 시행하였다(손영하와 안중국, 1992)(Figure 1). 중

Table 2. Characters of subjects

		(N=32)		
	분 류	Heat pack (n=16)	STM (n=16)	P
Age		10.75±1.48*	11.00±1.85*	.770
Sex	Male	9	7	-
	Female	7	9	-
CP type	Spasticity type	8	8	-
	Mix type	8	8	-

* M±SD



Figure 1. Application STM on hamstring

재 후에 즉각적으로 인클라이노미터(inclinometer; USA, Preston)를 사용하여 관절각도를 측정하여 기록지에 기입하였다.

3. 측정 방법

고관절 굴곡에 대한 관절가동범위 측정은 양와위

에서 슬관절의 신전이 유지된 상태에서, 고관절 대전자를 축으로 하고 고정자는 체간과 평행으로 하고 가동자는 대전자와 대퇴골 외과의 중심을 연결하는 가상의 선에 배치하여 측정하였다. 이때 슬관절은 신전상태를 유지하여 슬딕근의 신장이 발생하도록 하였다. 슬관절 신전에 대한 관절가동범위 측정은 복와위에서 슬관절을 축으로 고정자는 대퇴골의 중심에 유지하고 가동자는 하퇴골 중심에 유지하여 측정하였다 (이재학 등, 1996).

4. 통계처리 방법

수집된 자료를 기호화하여 윈도우용 SPSS 15.0 프로그램을 이용하여 전산처리하였으며, 연구목적과 연구변수의 특성에 따라 다음과 같이 분석하였다. 중재 전후의 슬관절과 고관절의 관절가동범위 정도는 Wilcoxon 부호 순위 검정, 뇌성마비 유형과 치료방법에 대하여서는 Kurskal-Wallis의 일원배치분산 분석을 실시하였다. 통계적 유의수준은 $p < .05$ 수준

Table 3. Before, after comparison in ROM

		Before treatment (M±SD)	After treatment (M±SD)	Wilcoxon Z (degree)
Exp 1	Lt hip flexion	7.5±8.01	18.5±6.78	0.011*
	Rt hip flexion	20.0±13.62	35.75±5.67	0.011*
	Lt knee extension	153.75±10.26	175.75±1.38	0.011*
	Rt knee extension	161.25±16.20	178.75±2.31	0.011*
Exp 2	Lt hip flexion	22.50±5.97	36.25±6.01	0.011*
	Rt hip flexion	16.25±11.57	33.50±13.90	0.026*
	Lt knee extension	171.66±5.16	180.0±0	0.008*
	Rt knee extension	168.33±14.37	180.0±0	0.017*
Exp 3	Lt hip flexion	45.00±10.0	63.75±17.87	0.011*
	Rt hip flexion	43.75±2.31	55.00±13.09	0.033*
	Lt knee extension	175.0±5.34	180±0	0.046*
	Rt knee extension	173.0±8.75	180.0±0	0.063
Exp 4	Lt hip flexion	37.50±17.11	57.50±19.08	0.011*
	Rt hip flexion	33.75±14.82	59.25±17.04	0.011*
	Lt knee extension	168.75±13.29	180.0±0	0.063
	Rt knee extension	178.75±2.31	180.0±0	0.157

* $p < .05$

으로 설정하였다.

III. 연구결과

본 연구는 뇌성마비아에서 슬괵근의 유연성 증가를 위한 중재방법을 알아보하고자 한 것으로 슬괵근의 유연성 정도를 측정하기 위하여 수동 하지직거상법(passive straight leg rasing: PSLR)의 자세에서 고관절 굴곡과 슬관절 신전의 관절가동범위를 측정하였다. 그 결과는 아래와 같다.

1. 고관절과 슬관절의 관절가동범위 비교

모든 실험군에서 중재 전과 후의 고관절 굴곡과 슬관절 신전의 관절가동범위를 비교하였다. 실험군 1과 실험군 2에서는 좌우의 고관절의 굴곡 가동범위와 슬관절 신전가동범위가 유의미하게 증가하였다($P<.05$). 실험군 3에서는 고관절 굴곡 가동범위와 좌측 슬관절 신전 가동범위는 유의미하게 증가하였으나($P<.05$) 우측 슬관절 신전가동범위는 유의미하게 증가하지 않았다. 실험군 4에서 고관절 굴곡가동범위는 유의미하게 증가하였으나 슬관절 신전가동범위는 유의미하게 증가하지 않았다<Table 3>.

2. 뇌성마비 유형과 중재방법에 따른 관절가동범위의 차이

뇌성마비 유형과 중재방법에 따른 관절운동범위

의 증가정도를 비교하였다. 중재방법과 고관절신전 증가정도에서는 유의미하지 않게 나타났다. 즉 중재방법에 따라 고관절 관절가동범위 증가 정도에는 차이가 없었다. 우측 슬관절 신전에서는 중재방법에 의하여 차이가 나타나지 않았으나 좌측 슬관절 신전에서는 중재방법에 따라 증가정도가 차이가 나타나서 연부조직 가동술 군에서 증가정도가 높았다 <Table 4>.

3. 뇌성마비유형에 따른 관절가동범위의 차이

뇌성마비 유형에 따라서는 고관절 굴곡과 슬관절 신전의 관절가동범위의 증가정도가 유의미하였다 ($p<.05$). 즉 뇌성마비 유형에 따라 관절가동범위의 증가정도가 차이가 나타나서 경직형 뇌성마비 유형에서 관절가동범위증가가 높았다<Table 5>.

V. 논 의

본 연구는 뇌성마비아에서 슬괵근의 유연성을 증진시킬 수 있는 방법을 모색하고자 하였다. 이에 따라 뇌성마비 유형 중 경련성과 혼합형을 대상으로 온습포와 연부조직 가동술을 각각 적용하였다. 슬괵근 유연성 정도를 측정하기 위해, 중재 전과 후에 고관절 굴곡과 슬관절 신전의 관절가동범위를 비교하였다.

뇌성마비는 태아기 또는 유아기의 미성숙한 뇌의 병변으로 인한 비진행성 장애로 자세발달과 움직임에

Table 4. Comparison in ROM on treatment method

		Lt hip flexion	Rt hip flexion	Lt knee extension	Rt knee extension
Treatment method	χ^2	1.288	.092	4.555	.000
	P	.256	.761	.033*	1.000

* $p<.05$

Table 5. Comparison in ROM on CP type

		Lt hip flexion	Rt hip flexion	Lt knee extension	Rt knee extension
CP type	χ^2	17.950	14.395	6.394	11.948
	P	.000*	.000*	.011*	.001*

* $p<.05$

영향을 미치고 활동의 제한을 가져오고(Verschuren 등, 2007) 뇌의 병변에 따라 여러 가지 장애 유형을 나타낸다. 일반적으로 혼합형은 경직성과 무정위성을 동반한 경우를 의미하지만(김종만과 이충휘, 2001) 경직성과 운동실조증을 동반한 경우에도 사용한다. 경직성 뇌성마비는 가장 높은 빈도로 출현하는 뇌성마비 유형이다(노효련과 김중선, 2002) 상위운동 신경원의 손상으로 중추에서의 억제 기능이 소실되어 신장반사의 과흥분의 결과로 근육약화, 협응의 상실, 근긴장도의 변화, 반사패턴의 변화와 같은 운동장애를 나타낸다. 굴곡근이나 신전근의 경련(spasm)으로 인하여 지속적인 고정된 자세 때문에 구축(contracture)이 발생하고 장기간의 구축으로 변형이 초래된다(김종만과 이충휘, 2001).

두관절근인 슬괵근의 단축은 요통, 천장관절의 기능 장애뿐 아니라 고관절 굴곡제한을 가져오는데(Matthew, 2006), 뇌성마비에게서는 이러한 문제가 더욱 두드러지게 나타나서 자세이상, 보행 및 기립 자세의 문제 뿐 아니라 앉는 자세의 이상과 같은 다양한 문제들을 안겨준다. 보행이 불가능한 경우라 하더라도 착탈의 등과 같은 일상생활활동에도 장애를 주어서(이소영, 2002) 슬괵근의 단축은 여러 가지 문제를 제공한다.

Matthew(2006)는 슬괵근의 유연성을 증가시키는 연구에서 슬괵근의 스트레칭과 슬괵근 스트레칭 후 천장관절의 가동술을 실시하였더니 두 경우 모두에서 유연성이 증가하였으나 스트레칭 후 천장관절의 가동술 그룹에서 슬괵근의 유연성의 효과가 높았다고 하였다. William과 Jean(1994)에 의하며 슬괵근의 유연성을 증가시키기 위하여 30초 동안의 스트레칭이 가장 효과적이며 30초~60초 사이의 스트레칭에서도 30초 동안의 스트레칭보다 유연성의 증가 정도가 크게 나타나지 않는다고 하였다. 반면 Teresa와 Louise(1995)는 수동관절운동과 보조기 착용이 슬괵근의 관절가동범위 증가에 영향을 미치지 못하였다고 하였다. Claudia 등(2001)에 의하면 족관절(ankle joint)의 저측굴곡(plantar flexion)에서 스트레칭 전에 온습포와 7분 동안 초음파(ultrasound)를 적용하였을 때 관절가동범위의 증가를 보였으나 초음파를 적용한 경우가 유연성에 가장 효과가 있었다

고 하였다. 본 연구에서는 경련성 뇌성마비군에 온습포와 연부조직가동술을 적용하였을 때 양측의 고관절의 굴곡과 슬관절 신전 관절가동범위가 증가하였으나 혼합형 뇌성마비군에 온습포와 연부조직가동술을 적용하였을 때 고관절 굴곡 범위는 증가하였으나 슬관절의 신전 관절가동범위는 온습포군에서는 증가하지 않았으며 연부조직가동술군에서는 좌측의 슬관절신점 범위만 증가하였다. 또한 본 연구에서는 관절가동범위의 증가하는 정도는 뇌성마비 유형과 관련성이 높은 것으로 나타났다. 이는 경직성 뇌성마비는 관절의 구축의 문제가 많이 나타나지만 혼합형 뇌성마비군에서는 일반적으로 관절 구축의 문제가 적게 나타나는 뇌성마비의 특성 때문으로 보인다. 따라서 온습포와 연부조직가동술 두 경우 모두 경직성 뇌성마비에 있어서 슬괵근의 유연성을 증가시키는 것으로 보인다.

Bobath(1984)에 의하면 뇌성마비의 근골격계의 문제는 뇌손상으로 인한 이차적인 문제로 원시반사와 비정상적인 자세패턴을 억제하는 치료가 우선되면 근골격계의 문제로 부수적으로 해결된다고 하였다. 따라서 근골격계의 문제에만 집중하여 치료하는 것을 바람직하지 않다고 하였다. 그러나 여러 연구에서 근골격계의 접근만으로도 뇌성마비의 골격근의 기능 향상을 감소되었다는 보고를 하고 있다. 김영지 등(2002)과 조미숙과 박래준(2005)은 뇌성마비아에게 전기치료를 실시하였을 때 근육의 유연성 증진과 근력강화가 이루어진다고 주장하였고 오태영(2004)은 뇌성마비 하지에 수술이나 약물치료를 한 그룹보다 가동기법을 적용한 그룹에서 대운동 기능평가가 유의하게 증가하였다고 하였다. 함정은(2005)은 뇌성마비 아동에게 스포츠마사지를 적용하여 반사능력과 기초운동 조절능력의 향상이 이루어졌다고 하였다. 고명숙 등(2005)은 뇌성마비아에게 하지의 근력강화운동을 실시하여 보행 및 일상생활 동작 영역의 일부가 향상되었다고 보고하였다. 국소 열적용은 모세 혈관압의 상승이 나타나고 열적용 영역하의 근육은 이완되는데 중온(neutral warmth)은 경직 감소에 사용되어진다고 하였다 이러한 영향들은 척수의 반사궁을 거쳐 자율신경계에도 영향을 미친다고 하였다(이승주 등, 2005). 본 연구에서는

기능적인 평가가 함께 이루어지지는 않았지만 온습포와 연부조직가동술을 통하여 슬괵근의 유연성이 향상됨이 나타났다. 따라서 온습포와 연부조직 가동술은 뇌성마비의 골격근의 유연성 증가에 유용한 중재방법이라고 보여진다.

VI. 결 론

본 연구는 뇌성마비아에서 슬괵근의 유연성을 증진시킬 수 있는 물리치료 방법을 모색하고자 경련성 뇌성마비와 혼합형 뇌성마비를 대상으로 온습포와 연부조직 가동술을 각각 적용 후 고관절 굴곡과 슬관절 신전 관절가동범위의 변화 정도를 측정하여 아래와 같은 결론을 얻었다.

첫째, 온습포와 연부조직 가동술은 경련성 뇌성마비의 슬괵근 유연성 증가에 유용한 중재 방법으로 나타났다.

둘째, 뇌성마비 유형에 따라 슬괵근의 유연성 정도의 증가정도는 차이가 났는데, 경직형 뇌성마비에서 그 증가하는 정도가 높게 나타났다.

셋째, 슬괵근의 유연성은 온습포와 연부조직 가동술과 같은 중재방법 간에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

넷째, 슬괵근의 유연성의 증가정도는 중재 방법보다는 뇌성마비 유형에 의해 차이가 나타났다.

본 연구에서는 온습포와 연부조직가동술 적용 후 즉각적인 평가를 실시하였으므로 몇 시간 또는 하루 이후의 시간이 지났을 때의 지속효과에 대한 것은 의문으로 남아있다. 또한 뇌성마비는 개인의 차이와 일반적인 건강상태, 감정과 환경에 의해서도 근육의 경직정도가 달라지므로 이러한 차이가 연구 결과에 많은 영향을 준다고 본다. 따라서 추후 연구에서 치료가 종료된 후의 즉각적인 검사 뿐 아니라 다음 몇 시간 후 또는 치료시간 개시 전의 검사와 표본수를 늘린 광범위하며 좀 더 면밀한 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 고명숙, 유은영, 정민예. 뇌성마비아동의 근력강화운동이 보행과 일상생활동작에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2005;6(5):137-44.
- 김경, 한진태, 유재응. 슬괵근 스트레칭 운동방법이 성인의 허리 유연성 증가에 미치는 영향. 운동과학. 2008;17(2):243-50.
- 김선엽. 슬괵근 유연성 평가에 관한 연구. 대한정형물리치료학회지. 1999;5(1):39-51.
- 김성재, 김남현. 뇌성마비 환자의 슬관절 굴곡에 대한 근위슬괵근 유리술. 대한정형외과학회지. 1979;14(4):621-7.
- 김영지, 오정립, 김재윤 등. 기능적 전기자극과 원격외선 복합작용이 뇌성마비 환자의 족저골곡근 경직에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2002;14(2):19-28.
- 김종만, 이충휘. 신경계 물리치료학. 서울. 정담. 2001.
- 노효련, 김중선. 물리치료대상 뇌성마비아 가족의 요구 조사. 대한물리치료학회지. 2002;14(2):11-8.
- 손영하, 안중국. 연부조직 유동성 기술. 서울. 대학서림. 1992.
- 오태영. 관절가동기법이 양 하지 뇌성마비 아동의 하지 기능에 미치는 영향. 대구대학교. 미간행 박사논문. 2004.
- 이소영. 경직성 뇌성마비환아에서 선택적 후근 절제술의 효과. 전남대학교. 미간행 석사학위논문. 2002.
- 이승주 외. 수치료학. 서울. 현문사. 2005.
- 이재학, 함용운, 장수경. 측정 및 평가. 1996; 서울, 대학서림.
- 조미숙, 박래준. 복부근육의 기능적 전기자극이 경직형 뇌성마비인의 복직근 활동량과 호흡능력 및 발성에 미치는 효과. 언어치료연구. 2005;14(3):147-65.
- 진용혁, 서영석, 박선화 등. 인체해부학. 서울. 청구문화사. 2006.
- 함정은, 오기숙. 스포츠마사지가 뇌성마비아동의 반사능력 및 기초운동조절 능력에 미치는 영향. 한국스포츠리서치. 2005;16(6):263-72.
- Akasaki K, Mita K, Itoh K et al. Acoustic and

- electrical activities during voluntary isometric contraction of biceps brachii muscles in patients with spastic cerebral palsy. *Muscle Nerve*. 1996; 19:1252-7.
- American Academy of Orthopedic Surgeons, Committee for the Joint Motion. *Method of Measuring and Recording Joint Motion*. Chicago: American Academy of Orthopedic Surgeons. 1965;5-86.
- Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*. 1991;10:63-86.
- Andi G, Glen B, Paul C et al. Gait analysis outcomes of percutaneous medial hamstring lengthenings in children with cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2006; 24S:S98-S289.
- Bobath B., & Bobath, K.. *Motor development in the different types of cerebral palsy*. Oxford. Butterworth - Heinemann Ltd. 1984.
- Bleck E.. *Orthopaedic Management in Cerebral Palsy*. London: Mac Keith Press. 1987; 17-64,216-81.
- Cibulka M.T., Rose S.J., Delitto A et al. Hamstring muscle strain treated by mobilizing the sacroiliac joint. *Phys Ther*. 1986;66(8):1220-3.
- Claudia A K., Carrie R. R., Michael E C et al. Effect of Superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar Flexors. *Physical Ther*. 2001;81(6): 1206-14.
- Donald A.N.. *Kinesiology of the musculoskeletal system*. Singapore. Mosby. 2002.
- Hiroaki K, Nobuharu S, Kumi A et al. Geometrical analysis of hip and knee joint mobility in cerebral palsied children. *Gait & Posture*. 1998;8: 110-6.
- Gage JR. From the past to the future as a 'less traveled road'. *Gait Posture*. 1994;2:3941.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Muscles testing and function*. Baltimore. Williams and Wilkins. 1993.
- MacPhail HEA, Kramer JF. Effect of isokinetic strength training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1995;137:763-75.
- Matsuo T, Tada S, Hajime T. Insufficiency of the hip adductor after anterior obturator neurectomy in 42 children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 1986;6:686-92.
- Matthew F. Effect on hamstring flexibility of hamstring stretching compared to hamstring stretching and sacroiliac joint manipulation. *Clinical Chiropractic*. 2006;9:21-32.
- Tachdjian MO. *Pediatric Orthopedics*. Philadelphia. Saunders. 1990;1605-757.
- Teresa MS, Louise AM. Low-Load, Prolonged Stretch in the Treatment of Knee Flexion Contractures in Nursing Home Residents. *Physical Therapy*. 1995;75(10):886-97.
- Verschuren O, Ketelaar M, Gorter JW. Exercise Training Program in Children and Adolescents With Cerebral Palsy. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 2007;161(11):1075-81.
- Wei-Ning C, Athanasios I. Tsirikos et al. Distal hamstring lengthening in ambulatory children with cerebral palsy: primary versus revision procedures. *Gait & Posture*. 2004;19:298-304.
- Whitehead CL, Hillman SJ, Richardson AM et al. The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects, *Gait & Posture*. 2007; 26:90-6.
- William D. B., Jean M. I. The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscles. *Physical Therapy*. 1994;74(9):845-52.