

운동 트레이닝과 카이로프랙틱의 복합처치가 전방 머리 자세와 거북목 대상자의 악력과 경추부 근력에 미치는 영향

김영환[†] · 김재호

경희대학교 체육대학원 스포츠의학과

Effects of Exercise Training and Chiropractic on Grip Strength and Cervical Muscle Strength of Subjects with Forward Head Posture and Turtle Neck

Young-Hwan Kim, PhD[†] · Jae-Ho Khil, PhD

Dept. of Sports Medicine, Graduate School Physical Education, Kyung Hee University

Received: April 26, 2017 / Revised: May 1, 2017 / Accepted: May 8, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Forward head posture and turtle neck are common musculoskeletal disorders of the cervical vertebrae. The purpose of this study was to investigate the effects of combined exercise training and chiropractic on the grip strength and cervical muscle strength of subjects with forward head posture and turtle neck.

METHODS: The subjects were divided into two groups: forward head posture (n=9) and turtle neck (n=9). Both groups performed combined exercise training and chiropractic. The subjects were instructed about the exercise training once a week. This training was performed for 30 minutes every day for 8 weeks, and the chiropractic was performed for 15 minutes once a week. The cervical muscle strength and grip strength were measured. Two-way repeated measured ANOVA was

performed for statistical analysis.

RESULTS: In changes to the left grip strength, the main effect over time was significant, but the interaction effect and the main effect in the groups were not significant. In changes to the right grip strength, no difference was found to be statistically significant. In changes to the cervical muscle strength, no difference was found to be statistically significant. **CONCLUSION:** The increases of grips strengths and cervical muscle strength in forward head posture group were greater than turtle neck group but there were not found to be statistically significant.

Key Words: Cervical muscle strength, Forward head posture, Grip strength, Turtle neck syndrome

I. 서론

척추의 정상적인 만곡(Curve)은 태아 때부터 시작된 다. 이 시기에 흉추 후만(Thoracic kyphosis)을 통해 내부 장기를 보호하게 되고, 출생 후 걷게 되는 과정을 통해 요추 전만(Lumbar Lordosis)이 이루어지며 직립 자세를

[†]Corresponding Author : hwarang297@hanmail.net

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

유지하고자 보상적 만곡을 유지하게 된다. 즉, 태어난 후 8~10년 동안의 성장과정을 거치면서 성인과 비슷한 척추의 만곡이 형성되는 것이다(Korean Society of Oriental Rehabilitation Medicine, 2011). 이렇게 형성된 척추 만곡은 축성 압력에 대항하며 척추에 가해지는 체중의 무게중심을 잡고, 탄성을 부과하는 기능을 가지게 된다(Pal와 Sherk, 1988). 반면 하부 경추의 과굴곡(Hyperflexion)과 상부 경추의 과신전(Hyperextension) 등에 의하여 목 부위에 근골격계 스트레스가 전달될 수 있으며 이것은 여러 가지 병증으로 나타날 수 있다(Garrett 등, 1993). 목과 어깨 및 상지의 신체구조물들은 체중의 약 1/7을 차지하는 머리의 무게를 지탱하기 위해서 항상 일정한 긴장도를 유지하고 있지만 전방 머리 자세(Forward head posture, FHP)에서는 정상적인 자세보다 중력의 수직방향으로 약 3.6배의 압력이 경추에 가해지기 때문에(Sauter 등, 1991) 머리와 목 주변 연결 부위의 구조적 변화가 진행되며(Harrison 등, 2003), 상지교차증후군(Upper Crossed Syndrome)과 같은 근·골격계의 균형 장애를 유발한다(Moore, 2014).

앞은 자세로 하루에 4시간 이상의 집중적인 영상 단말기를 사용하는 작업을 가진 사무직 근로자들은 정상적인 척추 자세의 유지가 어려워지고, 무의식적으로 머리를 앞으로 향한 채 장시간 구부정한 자세를 취하면서 경추의 전만을 증가시키고, 이는 VDT 증후군(Visual display terminal syndrome)과 같이 근골격계 질환의 주 원인이다(Kim, 2003). 컴퓨터 사용시간이 증가할수록 두개척추각이 유의하게 증가하며(Lee와 Jung, 2009), 체간과 책상 사이 거리의 증가는 전방머리 자세를 유발한다(Lee, 2013). 인체의 가장 이상적인 자세는 시상면(Sagittal plane)에서 보았을 때 인체 수직선이 복사뼈(Malleolus) 약간 안쪽을 지나서 무릎 중앙선을 거치고 고관절 중앙의 약간 후방을 지나면서 어깨관절을 통과하게 될 때 외이도(External auditory canal) 선상에 연결되는 자세이다(Haughie 등, 1995). 이렇게 전방 머리 자세로부터 발생하는 경추 질환이 있는 환자에게서 흔히 나타나는 대표적인 자세 변형(Hickey 등, 2000)이 거북목 증후군(turtle neck syndrome)이다.

경추의 정상적인 전만의 감소 때문에 변형된 전방

머리 자세는 근골격계를 원인으로 인하여 경추의 후만곡이 형성된 거북목과 구분된다. 즉, 경추의 부정렬이 이루어지는 과정으로 정상적인 경추의 만곡에서 전만이 상실되는 전방 머리 자세를 거쳐서 거북목이 되며 이것은 경증과 중증으로 나눌 수 있다. 이러한 경추의 부정렬을 신경학적으로 분석하면 신경학적인 근육분절(Myotome)의 경추부 7번과 8번 신경은 손가락과 손목의 굴근력을 관장하며(Khill와 Gong, 2005), 약력은 체력 요인 중 근력측정을 대표로 가늠할 수 있는 요소로 팔근력(완력, $r = .84$), 다리근력(각력, $r = .76$), 등허리근력(배근력, $r = .75$)과 높은 상관관계가 있다(Yoo 등, 2006).

이러한 근골격계의 균형 장애를 해소하기 위한 방법으로써 카이로프랙틱(Chiropractic)과 운동 트레이닝(Exercise training)은 효과적인 방법론이다. 특히 카이로프랙틱은 병의 증상 치료에 얽매이기 보다는 의과학적으로 근본적인 원인을 찾아서 인체를 한 부분이 아닌, 전체적인 관점으로 접근하는 의학적 학문이기 때문이다(Dishman 등, 2002).

따라서 본 연구는 거북목 증상을 보이는 대상자들에게 경추부 신경전달 충동에 영향을 줄 수 있는 동일한 측정 기준을 적용하여 전방 머리 자세와 거북목으로 분류한 후, 두 그룹에게 정상적인 경추 정렬 회복에 효과적인 운동 트레이닝과 카이로프랙틱을 8주 동안 복합 처치 하였다. 경추 정렬의 차이로 인한 약력과 경추부 근력의 변화를 비교 분석함으로써 경추의 정렬 상태가 경추부 근력과 약력에 미치는 영향을 분석하여 경추의 정렬에 따른 증상의 차이를 확인하고 명확한 연구의 필요성을 제시하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구 대상자는 경기도 소재 K대학에 재학 중이거나 인근에 거주하고 있는 남녀로서 전방머리 자세 증상을 보이는 20대 18명으로 선정하였다. 실험 참가를 희망하는 자는 연구목적, 연구방법, 측정과 평가에 대한

설명을 듣고, 충분히 이해하였음을 확인한 후에 실험 참가 동의서와 개인정보 활용에 동의한 자들을 1차 대상자로 선정하였다. 1차 참가희망자들을 대상으로 인근 정형외과를 방문하여, X-ray를 촬영한 후 정형외과 전문의의 진단결과 거북목에 포함되며 경추의 정렬 상태가 전방 머리 자세와 거북목에 해당되는 경우를 2차 선별 하였다. 본 실험에 참가를 희망하였지만 경추(Cervical)의 정렬 상태가 정상이거나 만성질환, 약물복용, 척추질환, 최근 6개월 이내의 사고 경력이 있는 경우, 정형외과전문의의 진단 소견을 참고하여 카이로프랙틱이나 운동 트레이닝의 처치에 위험성이 있거나 개인의 사정으로 참석이 어려운 경우는 대상자에서 제외하였다. 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Participant Characteristics (N=18) (M±SD)

Group	Year (age)	Height (cm)	Weight (kg)
FHP (n=9)	28.33±4.27	168.67±6.51	68.03±11.98
TN (n=9)	25.78±2.77	169.67±10.17	71.11±17.65

FHP: Forward head posture, TN: Turtle neck

2. 측정 장비

대상자의 일반적 특성을 파악하기 위해 체성분 분석기(X-scan plus, JAWON medical, Korea)를 이용하였으며, 대상자의 악력을 측정하기 위해 디지털 악력기(T.K.K. 5101, TAKEI, JAPAN)를 이용하였다. 대상자의 경추부 근력을 측정하기 위해 바이오피드백 스테빌라이저(Stabilizer Pressure Biofeedback Muscle testing Device, Chattanooga Inc., USA)를 이용하였다.

3. 실험 방법

참가 전 촬영 장비 및 제원은 진단용 X선 발생장치(DXG-325R-RS 형식)이며 검사대상자의 안정을 위해 최소한의 X선량을 이용하여 촬영하였다. 촬영 방식은 C-spine AP로 70kVP, 30mAs, 거리 100cm, 촬영테이블에 눕혀서 경추의 전후를 촬영하였으며 C-spine Lateral 방식으로는 80kVP, 30mAs, 거리 180cm 조건으로 촬영테이블에 서서 경추 측면을 촬영하였다. 전문의의 진단과 평가를 기준으로 전방머리전위(Forward head displace-

ment)와 경추전만각(Cervical lordosis angle: CLA)을 분석하여 전방 머리 자세(FHP, n=9)와 거북목(TN, n=9)그룹으로 나누어 8주 동안 진행되었다. 운동 트레이닝 전 대상자들은 체성분, 신장, 체중을 측정하였다.

준비운동(Warm-up exercise)은 발목을 돌려서 풀어주는 것으로 시작해서 무릎과 허리, 목과 어깨의 유연성을 유연성을 증가시킬 수 있도록 10분 동안 실시되었다. 정적스트레칭(Static stretching)을 천천히 6-60초 정도 유지하고(Beaulieu, 1981; Peterson과 Renstrom, 1986), 근 긴장을 천천히 진행시켜 뻣뻣 반사를 억제하고 근육을 이완시킬 수 있도록 하였다(Anderson과 Burke, 1991). 본 운동(Main exercise)은 로카바도 운동(Rocabado exercise)을 응용하여 실시하였다. 양발을 모으고 두 엄지를 세운 채 주먹을 쥐 상태로 바로 선 시작 자세에서 숨을 내쉬면서 두 엄지가 외측으로 향하도록 팔을 돌려 어깨와 가슴을 펴고 턱은 살짝 아래로 당겨 내리며 복부에 힘을 주어 척추 쪽으로 밀어 넣고 엉덩이 근육에도 힘을 준 상태에서 5초간 유지한 후 시작자세로 돌아오게 하는 동작을 5회 반복하였다(Go, 2016). 마지막 10분 동안은 동적 스트레칭(Dynamic stretching)으로 근육을 늘어나게 한 자세에서 반동(Bouncing movement)을 반복적으로 시행하여 근 긴장이 발생하고 근육이 늘어나는 범위를 축소할 수 있도록 하였다(Beaulieu와 John, 1981; Ciullo와 Zarins, 1983). 운동자각도(Rate of Perceived Exertion: RPE)를 기준으로 저강도 운동을 실시하였으며, 실험 시작에서는 4주까지는 Moderate (13-14)로 실시하였고, 5주에서 8주까지는 Vigorous (15-16)한 단계 높여서 대상자들에게 동기부여와 성취감으로 실험에 대한 지속적인 참여가 가능과 함께 운동 트레이닝의 효과가 높아질 수 있도록 하였다. 정리 운동(Cool-down exercise)으로 정적 스트레칭을 10분 동안 실시하였다. 운동 트레이닝은 주 1회 30분 동안 교육하였으며, 매일 1회씩 반복 실시할 수 있도록 권고하였다.

카이로프랙틱 교정 방법은 Palmer Gonstead Technique 중 하나로 피검자를 틀어진 가시돌기가 위로 향하게 엎드려 눕게 한 후 시술자의 접촉 손을 틀어진 경추의 횡돌기에 접촉 후 시계 방향 또는 반시계 방향으로 낮은 진폭과 빠르게 회전시키는 척추교정 방법을 택하여 실시하였다.

대상자의 악력은 카이로프랙틱 적용 후 30분의 안정

시간을 두었으며 1회 측정 후 3분 휴식하며 3회 측정하였고 파악력을 높이기 위해 구령(Oral facilitation)을 붙였다. 악력검사자세는 1981년 미국 수부 치료사 협회(America Society of Hand Therapists, ASHT)에서 제시한 파악력 검사를 위한 표준화된 피검자의 측정 자세인 똑바로 선 자세에서 견관절을 내전 하고 중립으로 회전한 상태에서 주관절을 굴곡 시키고 손목관절을 중위로 한 자세를 채택하였다.

경추부 근력 측정 시, 대상자가 바로 누운 상태에서 머리를 자연스럽게 유지하도록 하고 경추부의 하부 공간에 압력 바이오피드백 장비를 설치하였다. 경추부와 장비 사이의 공간을 줄이고 밀착시킬 수 있도록 20mmHg의 압력에서 시작하였고(Kim 등, 2005), 대상자가 머리를 들지 않은 상태에서 턱을 당기며 머리를 끄덕이며 3초간 유지한 때 압력을 측정하였다. 1회 측정 후 3분 휴식하였고 총 3회 측정하여 평균을 구하였다.

4. 자료처리 방법

연구 대상자의 수는 G*Power 3.1 프로그램을 사용하여 Repeated measures, within -between interaction 측정을 위하여 유의수준 .05, 집단 수 2, 검정력 80%를 구하였을 때 필요한 표본수를 구하였고, 탈락자를 고려해서 각 그룹별 9명으로 총 18명을 선정하였다. SPSS 23.0 for Windows 프로그램을 이용하여 각 변인 별로 평균과 표준편차를 산출 하였으며 반복 측정에 의한 이원분산

분석(Repeated measures two-way ANOVA)을 실시하였다. 그룹 간 상호작용을 검증하고, 상호작용 이 있을 경우 집단 간의 차이에 대한 검증을 위해 독립 표본 t-검사, 집단 내 시기에 따른 변화 검증을 위해 대응 표본 t-검사를 실시하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준(α)은 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 복합 처치 적용에 따른 좌우측 악력 변화 비교 결과

FHP 그룹과 TN그룹의 복합 처치 전후 좌측 악력 비교 결과, 그룹과 시기의 상호작용 효과, 그룹 간의 주효과가 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시기 간 주효과에서 유의한 차이가 나타났다. 우측 악력 비교 분석 결과, 그룹과 시기의 상호작용 효과, 그룹의 주효과, 시기의 주효과 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 2).

FHP 그룹에서 운동 트레이닝과 카이로프랙틱 복합 처치 결과, 좌측의 악력은 적용 전 36.23 ± 10.51 에서 적용 후 측정 결과 38.55 ± 12.63 으로 6.40% 만큼 향상되었으며, 우측의 악력은 적용 전 36.28 ± 11.85 에서 적용 후 38.57 ± 13.80 으로 6.31% 향상되었으나 좌측과 우측 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다.

TN 그룹에서 운동 트레이닝과 카이로프랙틱 복합

Table 2. The changes of grip strength according to combined exercise

Item	group	pre	post	$\Delta\%$	<i>p</i>	
Left-GS (kg)	FHP	36.23±10.51	38.55±12.63	6.40	Group	.422
	TN	32.52±10.29	33.97±9.52	4.46	Time	.030*
					Group*Time	.586
Right-GS (kg)	FHP	36.28±11.85	38.57±13.80	6.31	Group	.895
	TN	36.09±12.08	37.24±10.96	3.19	Time	.125
					Group*Time	.600

* $p < .05$: Primaryeffectorinteraction,

$\Delta\%$ = (post-pre)/pre*100,

GS: Grip strength, FHP: Forward head posture, TN: Turtle neck

Table 3. The changes of cervical muscle strength according to combined exercise

Item	group	pre	post	Δ%	p	
CMS (kg)	FHP	26.11±12.87	31.74±13.62	21.56	Group	.353
					Time	.294
	TN	33.41±14.11	34.15±8.26	2.21		
					Group*Time	.417

Δ% = (post-pre)/pre*100,

CMS: Cervical muscle strength, FHP: Forward head posture, TN: Turtle neck

처치 결과, 좌측의 악력은 적용 전 32.52±10.29에서 적용 후 측정 결과 33.97±9.52으로 4.46Δ% 향상 되었으며, 우측의 악력은 적용 전 36.09±12.08에서 적용 후 37.24±10.96으로 3.19Δ% 향상되었으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았다.

2. 복합 운동 적용에 따른 경추부 근력 비교 결과

FHP 그룹과 TN그룹의 복합 처치 전후 경추부 근력 비교 분석 결과, 그룹과 시기의 상호작용 효과, 그룹의 주효과, 시기의 주효과 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

FHP 그룹에서 운동 트레이닝과 카이로프랙틱 복합 처치 결과, 경추부 근력은 적용 전 26.11±12.87에서 적용 후 31.74±13.62으로 21.56Δ% 향상 되었으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

TN 그룹에서 운동 트레이닝과 카이로프랙틱 복합 처치 결과, 경추부 근력은 적용 전 33.41±14.11에서 적용 후 34.15±8.26으로 2.21Δ% 향상 되었으나 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IV. 고 찰

본 연구는 경추 만곡의 정도를 기준으로 경추의 경증 변형인 전방 머리 자세 그룹과 중증 변형인 거북목 그룹으로 나누어 두 그룹에게 카이로프랙틱과 운동프로그램을 복합 처치 적용 후, 좌우측 악력과 경추부 근력의 변화를 알아보았다.

전방 머리 자세에서 좌측과 우측의 악력은 운동 전 측정에서 비슷한 수준을 보였으며, 복합 처치 후 측

정 결과에서도 각각 좌측 6.40Δ%과 우측 6.31Δ% 향상되었다. 복합 처치에 따른 악력 비교 결과, 좌측의 악력은 상호작용효과, 그룹의 주효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 시기의 주효과에서 유의한 차이가 나타났다. 우측의 악력은 상호작용효과, 그룹의 주효과, 시기의 주효과 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면 거북목의 복합 처치 전 측정에서우측의 악력이 좌측의 악력보다 높게 나타났으며, 복합 처치 후 측정 결과 좌측은 4.46Δ% 향상되었고 우측 악력은 3.19Δ% 향상되었다. 좌측의 악력이 우측의 악력보다 향상되면서 좌우측의 악력이 우측의 악력에 균형을 맞추려는 경향을 보였다. 두 그룹의 경추 정렬이 보이는 차이는 좌측악력만 시기의 주효과에서 유의한 차이가 나타났고 경증의 전방 머리 자세에서는 좌우측 악력이 균형을 나타냈지만 중증의 거북목은 좌측악력이 우측악력에 비하여 낮게 나타났다. 경추의 정렬이 변화는 전방 머리 자세에서 악력의 향상이 비슷한 수준에서 나타났지만 거북목은 좌측악력의 변화가 조금 더 증가 하였다. 결국 경추의 전만이 감소된 그룹은 좌우측의 악력이 비교적 균형을 이루며 비슷한 수준의 향상을 보였지만 경추의 후만이 생성된 그룹은 좌측의 악력이 우측의 악력 보다 낮게 나타났지만 우측 보다 조금 더 향상되는 경향을 보였다. 이는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만, 운동 트레이닝과 카이로프랙틱의 복합 처치가 경추의 후만이 생성된 그룹의 우측악력 보다 좌측악력을 향상시키면서 악력의 균형을 향상시키는데 기여했다고 사료된다.

복합 처치에 따른 경추부 근력 비교 결과, 두 그룹 모두 그룹과 시기간 상호작용, 그룹의 주효과, 시기의

주효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전방 머리 자세에서 경추부 근력이 21.56%의 변화를 보이는 반면 거북목에서는 2.21%의 변화를 보였다. 이는 유의한 차이는 없었으나, 운동 트레이닝과 카이로프랙틱의 복합 처치는 전방 머리 자세의 경추부 근력을 향상시키는데 도움을 준 것으로 사료된다. 결국 경추의 전만이 상실된 전방 머리 자세와 후만이 생성된 거북목의 경추 정렬은 통계적인 상호작용을 보이면서 유의미한 효과를 보이지는 않았지만 경추 정렬의 전만과 후만의 차이는 경추부 근력의 차이로 나타난 것으로 보인다.

본 연구의 가설과 같이 거북목 증상을 보이는 실험 참가자들의 경추 정렬의 차이는 악력과 경추부 근력의 차이를 보인다. 따라서 거북목 증후군, 전방 머리 자세, 거북목 등의 용어를 혼용하는 연구 보다는 거북목 증후군 증상을 보이는 이들을 전방 머리 자세와 거북목으로 구분하여 연구할 필요성이 있다고 할 것이다. 다만 실험참가자가 적었고 대조군과 비교가 없는 것은 본 연구의 제한점으로 향후 대조군과의 비교를 필요로 하며 많은 참가자들을 대상으로 다양한 연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 결론

정상적인 경추의 전만이 작아지는 전방 머리 자세는 좌우측 악력의 차이를 보이지 않았고 복합 처치 후 좌우측 악력이 균형 있게 향상되었지만 경추의 후만이 생성되는 거북목은 좌측악력이 우측 악력에 비하여 낮게 나타났으며 복합 처치 후 좌측의 악력이 우측에 비하여 조금 더 향상되면서 좌우의 균형이 맞춰지려는 경향이 나타났다. 거북목 증상을 보이는 전방 머리 자세와 거북목에 대한 복합 처치 전후 비교 결과 경추의 만곡변화에 따라서 악력과 경추부 근력은 차이를 보였다. 또한, 경추부 근력은 경추의 전만이 상실되는 일자목과 후만이 형성된 거북목에서 차이가 나타났다. 따라서 전방 머리 자세와 거북목은 경추 정렬의 차이에 의한 만곡을 기준으로 구분하여 연구해야 할 필요성이 있다.

References

- Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin sports med.* 1991;10(1):63.
- Beaulieu JE. Developing a stretching program. *Phys Sportsmed.* 1981;9(11):59-69.
- Ciullo JV, Zarins B. Biomechanics of the musculotendinous unit: relation to athletic performance and injury. *Clin sports med.* 1983;2(1):71.
- Dishman DJ, BallKA, Burke J. Central motor excitability changes after spinal manipulation, a trans cranial magnetic stimulation study. *JMPT.* 2002;25(1):1-9.
- Garrett TR, Youdas JW, Madson TJ. Reliability of measuring forward head posture in a clinical setting. *JOSPT.* 1993;17(3):155-60.
- Go DI. Cervical disc conquest. Republic of Korea. Prunsol. 2016.
- Harrison DE, Harrison DD, Bets JT, et al. Increasing the cervical lordosis with chiropractic biophysics seated combined extension-compression and transverse load cervical traction with cervical manipulation: nonrandomized clinical control trial. *J Manipulative Physiol Ther.* 2003;26(3):139-51.
- Haughie LJ, Fiebert IM, Roach KE. Relationship of forward head posture and cervical backward bending to neck pain. *J Man Manip Ther.* 1995;3(3):91-7.
- Hickey ER, Romndeau MJ, Corrente JR, et al. Reliability of the cervical range of motion (CROM) device and plumb line techniques in measuring resting head posture (RHP). *J Man Manip Ther.* 2000;8(1):10-7.
- Khil JH, Gong MS. Sports chiropractic. Republic of Korea. Happy and Books. 2005;52-3.
- Kim HG. The effect of ankle muscle strengthening exercise on the balance adjustment ability of the elderly using elastic band. Master's Degree. Dankook University. 2003.
- Kim KB, Chie EK, Wu HG, et al. Treatment outcome of metastatic carcinoma of cervical lymph node from

- an unknown primary. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol.* 2005;23(3):137-42.
- Korean Society of Oriental Rehabilitation Medicine. Department of Oriental Rehabilitation Medicine. Republic of Korea. Gunja Publishing Company. 2011.
- Lee KS, Jung HY. Analysis of the Change of the Forward Head Posture According to Computer Using Time. *J Korean soc phys med.* 2009;4(2):117-24.
- Lee WH. Effect of Distance Between Trunk and Desk on Forward Head Posture and Muscle Activity of Neck and Shoulder Muscles During Computer Work. *J Korean soc phys med.* 2013;8(4):601-8.
- Moore MK. Upper crossed syndrome and its relationship to cervicogenic headache. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014;27(6):414-20.
- Pal GP, Sherk HH. The vertical stability of the cervical spine. *Spine.* 1988;13(5):447-9.
- Peterson L, Renstrom P. Sports injuries: their treatment and prevention. UK. Martin Dunitz. 1986.
- Sauter SL, Schleifer LM, Knutson SJ. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Hum Factors.* 1991;33(2):151-67.
- Yoo SH, Kim HD, Song JK, et al. New physical measurement assessment. Republic of Korea. Daekyung Books. 2006.