

경부의 심부근 훈련이 고유수용감각에 미치는 영향

김영민

한국교통대학교 보건생명대학 물리치료학과

The Effect of the Deep Neck Flexor Exercise for the Proprioception in the Neck

Young-min Kim

Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Key Words:

Cervical, Position sense, Proprioception

ABSTRACT

Background: People who have painful neck have reduced proprioception in the neck. Reduced proprioception in the neck is related to the muscle spindle activity in the deep neck flexors. The aim of this study was to know that proprioception in the neck was increased by strengthening exercise of the deep neck flexors. **Methods:** Thirty subjects with chronic neck pain were randomly assigned to the experimental group (n=15) and the control group (n=15). Deep neck flexor muscle exercise with stabilizer were conducted for the study group three times a week for six weeks. Relocation errors in 30 degree rotation to the left were measured three times before and after intervention each. **Results:** Neck disability index were decreased in the experimental group (p<.05) but not in the control group (p>.05). Relocation errors were decreased in the experimental group after intervention (p<.05), but not in the control group (p>.05). **Conclusions:** Proprioception in the neck can be increased by the strengthening exercise of deep neck flexors in the subject with chronic neck pain.

I. 서론

공간에서 머리의 위치 인식에 관한 감각은 전정기관과 시각적 정보에 의한 것 뿐 아니라 경추로부터의 고유수용감각 정보를 요구한다(Hogervorst와 Brand, 1998; Taylor와 McCloskey, 1988). 고유수용감각은 관절운동감각(kinesthesia)과 관절의 위치감각(joint position sense)을 포함하고 있는 것으로(Newcomer 등, 2000; Brumagne 등, 1999; Swinkels와 Dolan, 1998; Lephart 등, 1997) 경부에서 고유수용감각은 2가지 중요한 역할을 수행하고 있다. 첫 번째 역할은 경추의 자세와 운동에 대한 정보를 중추신경계로 제공하는 것이며 2번째 역할은 경추를 위한 안정성과 보호를 제공하는 경부 반사를 시작하는 것이다(Haldeman, 2004).

고유수용감각을 담당하는 감각수용기는 근육, 건, 그리고 관절 구조에 위치한다. 이들 감각 수용기들은 신체적인 변위의 변화와 신체내의 긴장과 힘의 변화를 탐지한다. 위치감각은 주로 일차적으로 근복 내에 위치한 근 방추에 의해 신호를 받으며 피부와 관절수용기는 보조적인 역할을 수행한다(Proske, 2006). 특히 경부의 근육들은 손이나 눈과 함께 다른 신체 근육에 비하여 근 방추의 밀도가 높은 곳 중 하나이다(Kogler 등, 2000).

경부의 위치감각 손상의 원인으로 병리와 외상(Pinsault 등, 2008; Kristjansson 등, 2003; Heikkilä와 Astrom, 1996; Revel 등, 1991), 근피로(Pinsault와 Vuillerme, 2010), 노화(Vuillerme 등, 2008) 등이 보고된 바 있다. 즉, 경부의 편타손상 경험이 있거나(Uremović 등, 2007), 럭비선수와 같이 반복적인 작은 손상에 노출되는 대상자(Pinsault 등, 2010), 그리고 손상 경험이 없는 만성경부통 환자(Pinsault 등, 2008)에서도 위치감각의 감소가 보고되었으며, 최근에는 평상시 목의 자세가 중립이 아닌 자세습관자의 경우에도 경부의 위치감각이 감소되어 있다는 보고도 있는 등(김영민, 2011) 여러

교신저자: 김영민(한국교통대학교, ymkim@ut.ac.kr)
논문접수일: 2013.10.210, 논문수정일: 2013.11.25,
개재확정일: 2013.11.25
이 논문은 2013년도 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임

연구에서 목의 통증과 목의 위치감각의 감소의 연관성을 보여주고 있다.

목의 근육 중에는 심부에 있는 경장근과 목 다열근이 경부의 자세 유지근으로 작용하므로 이들 근육에 위치한 근방추로부터 전달되는 정보에 의해 올바른 경부 자세가 유지된다고 할 수 있다(Bolton, 1998). Kirsch와 Garza(2009)는 만성 경부통 환자들의 경우 경장근의 위축으로 적절한 위치정보를 제공하지 못한다고 하였다.

전일섭(2011)은 머리-목 굽힘 운동시 목의 통증이 없는 그룹은 심부목굽힘근 동원이 우선되는 반면 통증이 있는 그룹은 목빗근의 동원이 우선된다고 하였고, 김재철(2006)은 통증이 없는 그룹이 통증이 있는 그룹에 비해 심부목굽힘근의 수축력이 크고 최대하수축시간도 길었다고 하였으며, Lee 등(2008)은 목을 중립위치로 가져오는 재위치 능력이 통증의 빈도와 관련이 있다고 보고하였다. 이러한 연구의 결과는 목의 위치감각의 문제와 목의 심부근육의 기능과의 연관성을 뒷받침한다.

선행연구에서는 크고 작은 손상으로 인하여, 또는 손상이 없는 만성 경부통 환자를 대상으로 훈련효과를 비교한 반면, 본 연구에서는 경부의 손상경험이 없는 비특이성의 경부통을 호소하는 대학생을 대상으로 목의 심부굽힘근 훈련을 시행한 후 목의 고유수용감각의 향상과 불편감 감소에 효과가 있는지 알아보려고 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 2013년 충북지역에 소재하는 C 대학에 재학 중이며 경부의 통증을 호소하는 학생으로 본 연구의 목적에 동의한 자 중에서 선정하였다. 대상자는 모두 목의 손상 경험이 없이 6주 이상 경부의 통증을 느끼고 있으며 경부장애지수 5점 이상인 자로서, 신경학적 증상이나 운동제한, 감각이상 없는 대상자로 하였다. 경부장애지수 5점 이상인 자를 선정할 이유는 5점 미만은 장애가 없는 것으로 보기 때문이다.

실험군과 대조군은 경부장애지수를 평가하여 5점 이상인 대상자 30명을 선정한 후 무작위로 실험군과 대조군에 각각 15명씩 배정하였다.

2. 심부목굽힘근 운동방법

심부목굽힘근 운동은 스테빌라이저(Chattanooga group, USA)를 이용하여 시행하였다. 스테빌라이저는 계기판의 바늘의 움직임을 통하여 누르는 압력을 직접 보면서 운동을 할 수 있도록 만들어진 압력생체피드백장치

(pressure biofeedback unit)로써 척추의 심부근육의 근력강화를 위한 안정화운동에 주로 사용되는 기구이다.

대상자는 무릎을 90도로 굽히고 바로 누운 자세에서 스테빌라이저의 에어백 부분을 목의 중앙에 위치한 상태에서 얼굴이 지면과 수평이 되도록 하였다(Fig 1). 이 자세에서 공기를 주입하여 에어백의 압력이 20mmHg에 도달할 때 까지 높은 상태를 시작자세로 하고 연구자의 지시에 따라 대상자는 운동을 시행하도록 하였다. 운동의 1단계는 대상자가 목의 표면근이 작용하지 않도록 조심하면서 턱을 당기며 서서히 눌러 에어백의 압력이 22mmHg에 도달하면 연구자가 10까지 세는 동안(10초) 유지하도록 한 후 3~5초간 휴식을 취하는 운동을 10번 반복하였다. 이 운동은 일주일에 3회 6주간 시행하였는데, 대상자가 익숙해짐에 따라 1단계에 2mmHg씩 누르는 힘을 높였고, 대상자의 능력에 따라 최대 5단계인 30mmHg까지 시행하였다.



Fig 1. Deep neck flexor exercise with stabilizer

3. 측정도구 및 측정방법

1) 경부장애지수

평상시 목의 불편함 정도는 경부장애지수(neck disability index; NDI)(Vernon과 Mior, 1991)를 통하여 평가하였다. 경부장애지수는 통증강도, 개인관리, 들기, 책읽기, 두통, 집중력, 일하기, 운전하기, 수면, 여가활동의 10가지 항목에 대하여 불편한 정도를 평가하여 모두 합산한 값을 구하는 것이나 대상자가 학생인 것을 고려하여 운전하기 항목은 제외하고 평가하였다. 각 문항에 대하여 0~5점이 있으며 점수가 높을수록 기능장애가 큰 것을 의미한다.

2) 고유수용성감각

고유수용성감각의 측정은 경부 재위치 오차를 통하여 측정하였다. 측정 방법은 대상자에게 실험의 목적과

내용, 주의사항 등을 전달하고 조용한 방안에서 등반이 있는 의자에 허리를 곧게 펴고 무릎을 90도로 굽혀 앉게 한 후 양 손은 양 무릎 위에 올려놓도록 하였다. 측정시간은 조조경직을 피하기 위하여 잠자리에서 일어난 후 3시간 이상 경과한 후에 실시하였다.

측정도구로는 크롬(CROM: cervical range of motion instrument[Deluxe #302, MedNet])을 사용하였는데, 이것은 경부의 3차원 각도를 측정할 수 있는 장비로 콧등에 고정부가 있고, 귀 위에서 머리 뒤로 벨크로로 고정된 후 측정하고자 하는 운동과 수직방향으로 바라보았을 때 보여지는 측정기의 바늘이 가리키는 각도를 읽어 측정할 수 있다(Fig 2).

재위치 감각 능력의 측정은 좌측회전으로 측정하였는데, 측정방법은 대상자가 아무것도 부착되어 있지 않은 벽쪽의 정면을 향한 상태에서 눈을 감고 왼쪽으로 30도 회전한 각도를 5초간 인식 시킨 후 중립자세로 돌아온 다음 대상자 스스로 고개를 돌려 재위치하도록 하였으며 3회 반복 측정된 오차 값의 평균을 구하였다.



Fig 2. Measurement for rotation angle of the cervical spine

4. 분석방법

연구대상자의 일반적인 특성과 각 변수의 사전 동질성 검정, 그리고 각 변수의 증가량의 그룹별 비교는 독립표본 t검정을 시행하였으며, 경부장애지수와 경부 재위치 오차의 중재 전 후 비교는 대응표본 t검정을 시행하였다. 통계처리는 SPSS 18.0 프로그램을 사용하여 분석하였으며 유의수준은 .05로 하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자는 실험군 15명중 남자 6명, 여자 9명, 대조군 15명중 남자 5명, 여자 10명 구성되었으며 연령은 19~24세로 실험군의 평균연령은 20.87세, 대조군은 21세였다(Table 1). 신장은 실험군 165.00cm, 대조군 166.40cm이었고 체중은 실험군 58.47kg, 대조군 57.53kg이었으며, 체질량지수(body mass index; BMI)는 실험군 21.42, 대조군 20.69이었다. 실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 동질성 검증결과 차이가 없었다(p>.05)(Table 1).

Table 1. General characteristic of subjects

	EG (n=15)	CG (n=15)	t	p
Age(yr)	20.87±1.96 ^a	21.00±1.46	-2.11	.834
H(cm)	165.00±9.62	166.40±9.53	-.400	.692
W(kg)	58.47±9.27	57.53±8.73	.284	.779
BMI(kg/m ²)	21.42±2.47	20.69±1.65	.949	.351

^aMean±SD, EG: experimental group, CG: control group

2. 사전 동질성 검정

중재 전 경부장애지수를 비교하면 실험군의 경우 7.87±2.23인 반면 대조군은 7.87±3.54였으며 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05)(Table 2). 경부 재위치 오차의 경우에는 실험군이 4.40±3.56인 반면 대조군은 2.82±1.86으로 실험군과 대조군간 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05)(Table 3).

Table 2. Comparison of the neck disability index between the groups

	EG (n=15)	CG (n=15)	t	p
Pre	7.87±2.23 ^a	7.87±3.54	.000	1.000
Post	4.47±1.96	6.73±3.77		
Diff	3.40±3.04	1.13±2.80	2.123	.043
t	4.328	1.568		
p	.001	.139		

^aMean±SD, Diff: difference, EG: experimental group, CG: control group

3. 그룹별 경부장애지수 비교

중재 전과 중재 후의 경부장애지수를 비교해보면 실험군의 경우 중재 전 7.87±2.23점에서 중재 후 4.47±1.96점으로 감소하였으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다(p<.01)(Table 2). 대조군의 경우 중재 전 7.87±3.54점에서 중재 후 6.73±3.77점으로 약간 감소하였으나 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>.05)(Table 2). 경부장애지수 변화량의 그룹별 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(Table 2).

4. 그룹별 경부 재위치 오차 비교

중재 전과 후의 경부 재위치 오차를 비교하면 실험군의 경우 중재 전 4.40±3.56에서 중재 후 2.07±1.13으로 감소하였으며 통계학적으로 유의하였다. (p<.05)(Table 3).

대조군의 경우 중재 전 2.82±1.86에서 중재 후 2.11±1.02로 약간 감소하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 아니었다(p>.05)(Table 3). 경부 재위치 오차 변화량의 그룹별 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05)(Table 3).

Table 3. Comparison of the cervical relocation error between the groups

	EG (n=15)	CG (n=15)	t	p
Pre	4.40±3.56 ^a	2.82±1.86	1.520	.143
Post	2.07±1.13	2.11±1.02		
Diff	2.59±3.46	.71±2.29	1.763	.045
t	2.473	1.204		
p	.027	.249		

EG: experimental group, CG: control group

^aMean(°)±SD, Diff: difference

IV. 고찰

1. 연구방법에 대한 고찰

경부의 고유수용감각 또는 위치감각을 측정하는 방법으로 Gray와 Rogan(1996)은 90도(0도와 180도 포함)가 주관적으로 정확하게 판단될 수 있는 유일한 각도라고 한 바 있다. 그러나 관절의 위치감각을 평가하는데 있어 관절운동의 생리적 또는 병적 제한점까지 가는 것은 관절주위조직의 신장이나 압박이 가해지므로 검사결과가 정확하지 않을 수 있다.

또한 검사되는 관절 위에 위치하는 근육의 길이와

긴장도의 차이(Refshauge 등, 1998; Refshauge 등, 1995; Refshauge와 Fitzpatrick, 1995)도 하나의 변수가 될 수 있으며 또한 검사 위치가 중력에 수평적 또는 수직적으로 중력 방향에 얼마나 근접한가 하는 것(Papaxanthis 등, 1998)도 하나의 변수가 될 수 있다. 그리고 선택된 검사 위치로 가져가거나 또는 반복 운동을 하였을 때 근육을 이완할 수 있는 개인의 능력(Wells 등, 1994), 측정하고자 하는 관절의 상태가 특정 다관절 근육에 의존하는가(Refshauge 등, 1998)도 검사 결과에 영향을 미칠 수 있는 요소가 된다. 따라서 주위 조직의 신장이나 압박을 피하기 위해서는 움직임의 끝 범위를 피하는 것이 바람직할 것이며, 또한 회전운동을 측정하는 것이 중력의 영향을 배제한 상태에서 측정되기 때문에 조금 더 정확하게 고유수용감각의 민감도를 측정할 수 있을 것으로 생각된다.

회전운동을 통하여 경부의 재위치 오차를 측정하는 방법에 있어서 Pinsault 등(2008)은 머리를 한쪽으로 최대한 끝 범위까지 회전 한 후 중립의 위치로 돌아오는 방법으로 측정하였고 Uremović 등(2007)은 30도 회전 상태를 인지시킨 후 인지된 위치로의 재위치 능력을 측정하였다. 극단의 회전 위치에서 중립위치로 돌아오는 방법으로 재위치 오차를 측정하는 방법은 개인마다 인지하고 있는 평상시 중립의 자세의 영향을 받기 때문에 고유수용감각 능력의 향상을 측정하기에는 오류가 발생할 수 있기에 올바른 중립자세를 찾는 감각능력을 측정하는 목적에 더 적합한 방법이라고 추측된다.

본 연구에서는 바로 앉은 자세에서 수평면에서의 회전운동을 측정함으로써 중력의 영향을 배제하였고 30도 회전 위치를 선정함으로써 극단의 범위로 가져감으로 인한 근육의 길이나 긴장도에 의한 영향을 배제하였다. 또한 극단의 위치에서 중립을 찾아가는 것이 아니라 30도 회전 상태를 인지시킨 후 중립 위치에서 30도 회전 상태를 찾아가도록 함으로써 평소 자세습관 요인을 배제한 상태에서 고유수용감각의 민감도 변화를 측정하고자 하였다.

측정 방향의 경우 대부분의 연구에서 오른쪽과 왼쪽 방향 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Rix와 Bagust, 2001; Loudon 등, 1997; Heikkilä와 Astrom, 1996; Revel 등, 1991). 따라서 본 연구에서는 여러 번 반복 측정함으로써 피로의 영향과 학습 효과를 배제하기 위하여 수평면에서의 회전 운동을 한쪽 방향으로만 3회 반복 측정함으로써 불필요한 반복동작으로 인한 결과의 오차를 줄이고자 하였다.

2. 연구결과에 대한 고찰

고유수용감각 중 위치감각은 일차적으로 근육 내의 근방추에서 발생하는 신호에 의존하며 피부와 관절수용기는 보조적인 역할을 수행한다(Proske, 2006). 목의 심부에 있는 경장근과 목 다열근은 특히 경부의 자세를 유지하는 근육으로, 이들 근육내의 근방추로부터의 정보에 의해 올바른 자세가 유지되고 있다(Bolton, 1998). 경부에 만성통증을 호소하는 환자들의 경우 고유수용감각의 감소를 나타내며 이것은 이들 근육의 약화와 함께 근방추의 기능이 감소된 것과 관련이 있는 것으로 추측된다. 따라서 본 연구에서는 심부근육의 강화운동을 통하여 이들 근육 내에 있는 근방추를 활성화 함으로써 위치감각의 향상을 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 6주간 심부근육 운동을 시행한 실험군에서 경부장애지수에서 통계적으로 유의한 향상을 나타냈다. 이규창과 이동엽(2010)은 만성 목통증 환자 37명을 대상으로 도구를 이용한 중재와 심부목근육 운동을 시행하는 실험군과 도구를 이용한 중재만을 시행한 대조군으로 나누어 주 3회 시행하고 6주와 12주 후를 비교한 결과 6주 후에는 차이가 없었으나 12주 후에는 심부목근육 운동을 시행한 실험군에서 통증과 목장애지수, 그리고 심부목근육의 지구력이 더 크게 향상되었다고 하였다. 이 연구에서도 심부목근육 운동에 대한 같은 결과를 나타냈으나 이 연구에서는 12주 후에 실험군과 대조군의 차이가 발생한 반면 본 연구에서는 6주의 시행으로 차이가 발생한 것은 이규창과 이동엽(2010)의 연구에서 대조군은 도구를 이용한 중재만을 시행하고, 실험군에는 도구를 이용한 중재에 심부목근육 운동을 추가함으로써 심부목근육 운동을 추가하는 것이 장기적으로 더 큰 효과를 볼 수 있다는 것을 확인한 반면 본 연구에서는 대조군에 아무런 중재를 하지 않고 실험군에만 심부목근육 운동을 시행한 결과를 확인한 것이므로 6주의 훈련만으로도 차이가 발생한 것으로 추측된다.

김성호 등(2010)은 만성 경부통을 호소하는 민간 경비원 21명을 대상으로 경부 안정화운동 그룹과 자세교정 운동 그룹으로 나누고 주 3회 8주간 운동을 시행한 결과 경부 안정화운동 그룹에서 통증강도와 경부장애지수가 증가하였다고 하였다. 이 연구에서의 경부 안정화운동은 본 연구에서 시행한 심부목근육 운동과 같은 방법으로 시행한 것이 아니지만 안정화운동을 통하여 심부목근육의 근력강화가 이루어짐으로서 본 연구에서와 같은 결과를 나타낸 것으로 추측된다. 이명호 등(2011)은 목과 어깨에 통증을 느끼는 여고생 30명을 대

상으로 깊은굽힘근강화 운동군과 근력강화 운동군, 그리고 신장운동교육군으로 나누어 주 5회 8주간 시행한 결과 깊은굽힘근 운동군이 다른 두 군에 비하여 경부장애지수와 통증의 감소가 크고, 전방머리자세도 더 크게 개선되었다고 하였다. 대학생을 대상으로 시행한 본 연구에서도 깊은굽힘근 운동군은 대조군에 비하여 경부장애지수의 향상을 가져옴으로써 운동을 통한 깊은굽힘근의 근력 향상은 경부의 통증과 불편함을 개선하는데 효과가 있는 것으로 추측된다.

본 연구에서는 경부의 심부근육 훈련을 시행한 실험군에서 경부의 재위치 능력의 향상을 나타냈다. 김성호 등(2010)은 만성 경부통을 호소하는 민간 경비원 21명을 대상으로 경부 안정화운동 그룹과 자세교정 운동 그룹으로 나누고 주 3회 8주간 운동을 시행한 결과 스트레칭과 근력강화를 동시에 시행한 경부 안정화운동 그룹에서 관절가동범위, 압통역치, 재위치 감각이 증가하였으나 신장위주의 운동을 시행한 자세교정운동에서는 유의한 차가 없었다고 하였다. 이 연구결과는 본 연구결과와 유사하다고 할 수 있으나 이 연구에서는 불량한 자세를 보이는 학생들의 자세교정에 초점을 둔 훈련을 시행하고 눈을 감고 고개를 한쪽으로 돌렸다가 중립으로 돌아왔을 때 정 중앙에서 벗어난 정도로 재위치 오차를 측정함으로써 중립자세를 취하는 능력을 측정한 것이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 장기간 목의 불편함이나 통증으로 목의 깊은굽힘근의 약화가 예상되는 만성 통증을 가진 대학생을 대상으로 훈련을 통하여 목의 깊은굽힘근을 활성화시키고 시각정보를 차단한 상태에서 목의 고유수용감각에 의존하여 최초 설정된 특정 자세를 목의 감각에 의존하여 찾아보도록 함으로써 고유수용감각의 민감성의 변화를 측정하고자 하였다. 본 연구의 결과 심부목근육 훈련은 목의 움직임의 재위치 오차의 감소를 나타냈고 이는 목의 고유수용감각을 담당하는 근방추가 분포하는 심부목근육의 활성화에 의한 효과로 추측된다.

V. 결론

본 연구는 경부의 심부근 훈련이 고유수용감각에 미치는 영향을 측정하기 위하여 경부장애지수 5이상인 대상자 30명을 실험군 15명과 대조군 15명으로 나누어 실험군에만 6주간 심부근 훈련을 실시하고 훈련 전후 경부장애지수와 목의 회전운동 재위치를 오차를 측정하여 비교하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 경부장애지수는 실험군에서 통계적으로 유의한 감소($p < .05$)를 나타냈으나 대조군에서는 통계적으로

유의한 차이를 나타내지 않았다($p>.05$)

- 경부 재위치 오차는 실험군에서 통계적으로 유의한 감소($p<.05$)를 나타냈으나 대조군에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p>.05$).

이상의 연구 결과로 보았을 때 손상경험이 없는 비특이성 경부통증에 대하여 경부의 심부근 훈련은 목의 불편감 해소에 효과가 있고 고유수용감각이 향상되는 것으로 생각된다. 향후 다양한 연령층을 대상으로 비교 분석하는 추가연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- 김영민. 경부의 외측굴곡 자세습관과 위치감각과의 관계. 대한정형도수물리치료학회지. 2011;17(2):1-9.
- 김성호, 권봉안, 이완희. 경부안정화 운동이 민간 경비원의 목통증, 경부장애지수, 관절가동범위에 미치는 효과. 한국경호경비학회지. 2010;25:89-108.
- 김재철. 경부 통증 유무에 따른 심부 경부 굴곡근의 근력과 지구력 비교. 연세대학교 보건환경대학원 석사학위논문. 2006.
- 이규창, 이동엽. 심부목굽힘근 운동이 만성 목통증 환자의 통증과 기능에 미치는 영향. 한국산학기술학회 논문지. 2010;11(11):4331-4337.
- 이명효, 송주민, 김진상. 목 운동이 고교생의 목어깨 자세와 통증에 미치는 효과. 대한물리치료학회지. 2011;23(1):29-35.
- 전일섭. 머리-목 굽힘 운동시 목통증 유무에 따른 심부 목굽힘근 근동원 비교. 대구대학교대학원 석사학위논문. 2011.
- Bolton PS. The somatosensory system of the neck and its effects on the central nervous system. J Manipulative Physiol Ther. 1998;21(8):553-563.
- Brumagne S, Lysens R, Spaepen A. Lumbosacral position sense during pelvic tilting in men and women without low back pain: test development and reliability assessment. J Orthop Sports Phys Ther. 1999;29(6):345-351.
- Gray R, Regan D. Accuracy of reproducing angles: is a right angle special? Perception. 1996;25(5):531-542.
- Haldeman S. Principles and Practices of Chiropractic. McGraw-Hill Medical. 3rd ed. 2004.
- Heikkilä H, Astrom PG. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with whiplash injury. Scand J Rehab Med. 1996;28(3):133-138.
- Hogervorst T, Brand RA. Mechanoreceptors in joint function. J Bone Joint Surg Am. 1998;80(9):1365-1378.
- Kirsch J, Garza I. Longus colli tendinitis. Headache. 2009;49(5):753-755.
- Kogler A, Lindfors J, Odqvist LM, et al. Postural stability using different neck positions in normal subjects and patients with neck trauma. Acta Otolaryngol. 2000;120(2):151-155.
- Kristjansson E, Dall'Alba P, Jull G. A study of five cervicocephalic relocation tests in three different subject groups. Clin Rehabil. 2003;17(7):768-774.
- Lee HY, Wang JD, Yao G, et al. Association between cervicocephalic kinesthetic sensibility and frequency of subclinical neck pain. Man Ther. 2008;13(5):419-425.
- Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, et al. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med. 1997;25(1):130-137.
- Loudon JK, Ruhl M, Field E. Ability to reproduce head position after whiplash injury. Spine. 1997;22(8):865-868.
- Newcomer K, Laskowski ER, Yu B, et al. Repositioning error in low back pain. Comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. Spine. 2000;25(2):245-250.
- Papaxanthis C, Pozzo T, Vinter A, et al. The representation of gravitational force during drawing movements of the arm. Exp Brain Res. 1998;120(2):233-242.
- Pinsault N, Anxionnaz M, Vuillerme N. Cervical joint position sense in rugby players versus non-rugby players. Phys Ther Sport. 2010;11(2):66-70.

- Pinsault N, Vuillerme N, Pavan P. Cervicocephalic re-location test to the neutral head position: assessment in bilateral labyrinthine-defective and chronic, nontraumatic neck pain patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(12):2375-2378.
- Pinsault N, Vuillerme N. Degradation of cervical joint position sense following muscular fatigue in humans. *Spine.* 2010;35(3):294-297.
- Proske U. Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle Nerve.* 2006;34(5):545-558.
- Refshauge KM, Chan R, Taylor JL, et al. Detection of movements imposed on human hip, knee, ankle and toe joints. *J Physiol.* 1995;488(1):231-241.
- Refshauge KM, Fitzpatrick RC. Perception of movement at the human ankle: effects of leg position. *J Physiol.* 1995;488(1):243-248.
- Refshauge KM, Taylor JL, McCloskey DI, et al. Movement detection at the human big toe. *J Physiol.* 1998;513(1):307-314.
- Revel M, Andre-Deshays C, Minguet M. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(5):288-291.
- Rix GD, Bagust J. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with chronic, nontraumatic cervical spine pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(7): 911-919.
- Swinkels A, Dolan P. Regional assessment of joint position sense in the spine. *Spine.* 1998;23(5):590-597.
- Taylor JL, McCloskey DI. Proprioception in the neck. *Exp Brain Res.* 1988;70(2):351-360.
- Uremović M, Cvijetić S, Pasić MB, et al. Impairment of proprioception after whiplash injury. *Coll Antropol.* 2007;31(3):823-827.
- Vernon H, Mior S. The neck disability index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1991;14(7):409-415.
- Vuillerme N, Pinsault N, Bouvier B. Cervical joint position sense is impaired in older adults. *Aging Clin Exp Res.* 2008;20(4):355-358.
- Wells J, Kurki M, Ruston S. Effect of a concurrent cognitive demand on knee position matching. *Physiotherapy.* 1994;80(11):757-761.