

Figure 2. The Structure of The Cervical Vertebrae and Suboccipital Muscle.
(a) Atlas (C1) and Axis (C2) Vertebrae. (b) Sub Occipital Muscle.
(taken by authors)

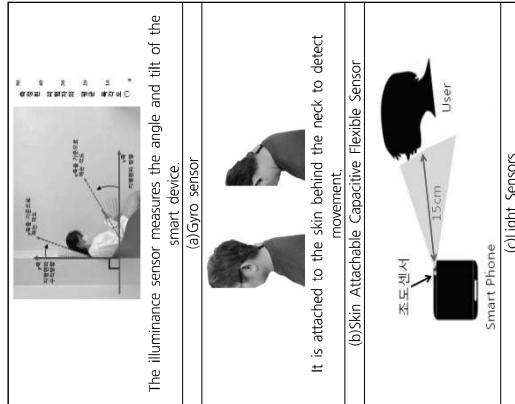


Figure 4. Sensor Types in Previous Studies.
(a) Gyro Sensor. (b) Skin Attachable Capacitive Flexible Sensor. (c) Light Sensors
(a) Park et al., 2021, p. 1; (b) Leong et al., 2022, p. 2; (c) Kim et al., 2015, p. 2)

기준값이 이하로 떨어질 때 알림을 주는 방식이다(Kim et al., 2015)(Figure. 4 – c) 이를 제품들은 등에 적용이 불편하게 되거나 기울기만을 측정하는 등의 기능을 가진 센서들이다. 본 연구에서 사용된 스트레치 센서는 초기 저항을 가지고 있으며, 스트레치 센서가 신경말에 따라 저항값이 변화할 수 있도록 신경성에 높은 직물을 사용하여 면화면 수치 값을 계산하는 방식을 사용하였다(Jang, Park, & Kim, 2021). 신장성이 좋은 직물을 사용하여 초기 저항을 보유하고 신장에 따라 저항이 변화되는 특성을 이용하여, 저항의 변화는 길이의 변화로 인식하여 그에 따른 수치를 계산해 나타내는 방식을 사용한다(Chun, Kim, & Kim, 2021). 전자제작공학 대비 더욱 효율적이며 제조 비용이 저렴하고 간단한 제작 방법으로 길이와 넓이를 조절할 수 있는 Soft Platform 스트레치 센서는 면화면의 길이를 측정하는 데 매우 유용하며 다양한 분야에서 활용 가능하다(Kwak, 2021). 센서의 성능을 평가하기 위해 개인저울을 사용하였는데, 이는 센서의 민감도를 나타내는 중요한 지표로서 활용된다(Roh, 2016).

신행 연구들은 주로 기울기나 거리와 같은 단순한 측정 방법을 사용하여 연구 대상자의 상태나 움직임을 개선하는 것보다는 단순히 기울기에 대한 정도를 제공하는 형식으로 기능을 두었다. 하지만 이 연구에서는 간편하게 의류에 헌서를 부착하여 사용자의 편의성을 고려하였으며, 경주와 흥주 및 운동 관계를 다양한 각도로 측정할 수 있다. 따라서 가장 크게 변화하는 각도와 구간을 파악하고 적용하여 꾸드백을 줄 수 있다.

III. 연구 방법 및 절차

1. 스트레치 센서의 부착 위치

블라디미 앤타(Vladimir Janda)의 이론으로 알려진 신체 불균형 중, 하나인 청부 교차 증후군(Cupper-Crossed Syndrome)에 관한 내용에 따르면, 청부 교차 증후군은 균형의 불균형으로, 극복 불교정과 자체 이성을 포함한다

3. 현재 개발된 제품들과 선행논문

현재 거북목 관련 제품의 개발이 활발히 이루어지고 있는데, 이와 관련된 선행 연구를 살펴보면, 기울기 값을 측정하는 차이로 센서를 이용하는 방법이 일반적으로 사용되고 있다(Park et al., 2021)(Figure 4 – a). 두 번째 선행 연구로는

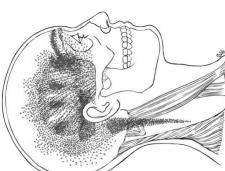


Figure 3. Trigger Point(TP) Referred Pain Pattern (red).
(Janet, 2013, p493)

(Travell & Simons, 1999), 불라디미 앤타의 이론을 기반으로 한 스트레칭 프로그램, 물리치료 및 IASTM(개기조직)이 완 기술의 효과와 비료, 자복목 및 등근 아래 고정 운동, 악화된 근육 강화 운동 및 하부 강화 운동프로그램에 대한 다양한 연구들이 있다. 불라디미 앤타의 이론을 기본으로 한 다양한 연구들을 포함하며, 상부 교차 주후근 환자들의 기동법의 근육 통증 및 기능 개선에 대한 역할 등이 있다. 불라디미 앤타의 접근법에 기본한 스트레칭 프로그램이 기동법학 및 통증 변화에 미치는 영향을 소개하였다 (Kim & Kim, 2015). 상부 교차 주후근으로 인한 목 통증 환자의 통증 및 경계 개선을 위한 일상적인 물리치료와 IASTM의 효과를 비교하였다(Mahmood, Afzal, Ahmad, Arif, & Ahmad, 2021). 불라디미 앤타의 교차 주후근 이론을 기반으로 여성 컴퓨터 사용자의 자복목, 등근 아래, 후만 증 등을 효과적으로 교정 운동을 제시하였다(Javazi, Sedaghati, & Darestansard, 2019). 불라디미 앤타의 교차 주후근 이론 기반으로 만성 허리통증 환자에게 약해진 근육에 경향이 있는 스트레칭으로 효과를 증명하였다(Kang & Kim, 2019).

상부 교차 주후근의 이론으로 전방 마리 자세를 가진 목 통증 환자에게 불안정한 자지 면에 대한 하부 강화 운동프로그램이 목 기능장애, 자체 정렬에 미치는 영향을 조사하는 내용의 연구(Park & Lee, 2022) 등 국내외 많은 연구 및 논문들이 위 이론을 인용하였다.

불라디미 앤타의 이론에 따르면 신경학적 장애와 만성 근골격계 통증이 있는 환자들은 상위 운동 뉴런(Upper Motor Neuron)에서 발전할 수 있는 근육 패턴과 유사한 근육 불균형이 있다. 이러한 근육 불균형은 중추신경계(CNS)에 의해 조절되며, 진장된 근육은 유풀어진 근육의 주도적이다. 또한, 이러한 근육 불균형은 악화(wreakness)와 진장된 대형근(갈등근, Antagonists)의 상호작용(Reciprocal inhibition)로 인해 발생한다. 개인별로 간장과 악화의 정도는 다양하지만, 대부분은 비슷하게 나타나며, 이 패턴은 자체 변화와 관절 기능장애 및 퇴화를 유발할 수 있다는 것이 이론적 배경이다(Figure 5 - a). 이 연구에서는 상부 교차 주후근의 대표적인 증상 중 하나인 자복목(Forward head syndrome)과 이와 반대로 흑주(vertebrae)의 후후(kyphosis)를 다루었다(Zarenski, 2012) (Figure 5 - b).

본 연구에서는 경추와 흑주의 상관관계를 확인하고 경추 외에 흑주증에 변형이 가장 심한 흑주(T1~5)에 스트레칭 시사를 부착하여 흑이터를 확인하고자 한다.

2. SWCNT 수용액을 사용한 치료제작

이 모색되고 있다. E-band으로 전도성 코팅하여 세척 저항성을 높이는 등 전도성의 내구성을 높이기 위한 연구도 진행되고 있다. 결론 선30은 흑주의 각 분절에 맞게 설계되었으며, 가복목 모양으로 청주 앞으로 내밀 때 멀티로운 흑주 1번 부터 깔개 30mm, 흑주 1~2번으로 50mm, 흑주 1~5번을 결제는 100mm길이로 총 3가지의 길이로 제작된다(Table 1).

첫 번째 실험은 결이 험성을 선정할 수 있는 실험이다. 실험 후 폐당기(Padder, DL-2500N, DAELIM lab)를 이용하여 SWCNT의 전도성 임자율 험성을 시험한 후, 서로를 건조기(Dryer, DLS-6600, DAELIM lab, Korea) 100 °C에서 5분간 건조하였으며, 최종적으로 서로를 실온(20 °C)에서 24시간 건조해 전도성 시료를 생성하는 공정을 완료하였다. 스트레칭 센서 선정은 가복목 각도별로 흑주의 움직임에 따라 설정되었으며, 폭 10mm의 E-band 샘플을 길이 30mm, 50mm, 100mm를 차례로 실험을 진행하였다. 폭과 같은 과정을 통해, 가복목 흑주근 혈행을 위한 스마트 흑이터를 개발에 필요한 기초적인 차료를 수집하고 분석하였다.

Table 1. Design of Materials and Comparison Methods for Stretch Sensor

Item	30mm length	50mm length	100mm length	
Image				T1-T5 T1-T12 T1-15
Organization	Polyester 70%	Polyester 70%	Polyester 70%	Polyester 70%
Composition	3 Line Pattern	5 Line Pattern	5 Line Pattern	Polyurethane 30%
Width	10mm	10mm	10mm	10mm

Table 2. Size Table of Women's Clothing

Size Chart	Free
Body Length	64cm
Chest Width	80cm
Sleeve Length	58cm
Shoulder	35cm

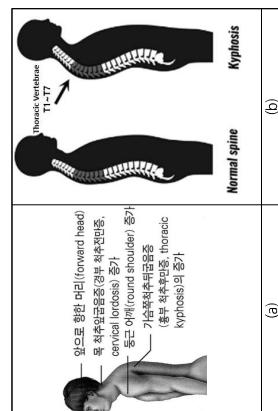


Figure 5. The Structure of The Cervical and Thoracic Vertebrae
(a) UC5 (Upper Crossed Syndrome), (b)Normal Spine & Thoracic Kyphosis
(aiPhil page, 2012, p 53; (b)taken by authors)

본 연구에서는 의류에 척추 뼈판을 3가지 형태로 신체화하여 실험하였다. 케이지율(Gauge factor)이 가장 크고, 이는 혼성(Hysteresis)이 가장 작은 E-band 체도율을 사용하여 의류에 부착하는 실험을 진행하였다. E-band 체도율은 일반 폴리에스터 직물에 척 번째 척추 척수 첨전사기(Heat Transfer Machine) 두 번째 척수 스프레이(General Trim Adhesive) 세 번째 척수 필름(PU film)을 사용하는 총 3가지 방법으로 부착하였다(Figure 6).

이번 연구는 경추(Cervical vertebrae)와 층수(Thoracic vertebrae)간의 상관관계만을 중점적으로 조사하기 위해 단일 척수에만 조건으로 진행하였다. 동일한 의류 세계 각각에 척수 100mm 길이 스프레이 헌서 3가지를 다른 방법으로 부착하였다.

첫 번째 핫蜷트 척수(Hot-melt adhesive)를 사용하여 열전사기(Heat Transfer machine, IS-530, INNOSTA)로 척수를 부착하였으며, 두 번째로 척수 스프레이(General Trim Adhesive, PN7700, 3M), 세 번째 척수 필름(PU film)을 사용하여 양풀 부분만 부착하였다(Figure 6).

4. 가복목의 동작 평가 기준

재활의학 석사 캐티스한스라즈박사 연구에 따르면 청주가 받는 하중은 목을 대상한 각도로 구부릴 때 증가한다(Hansraj, 2014). 성인의 머리는 중립 위치에서

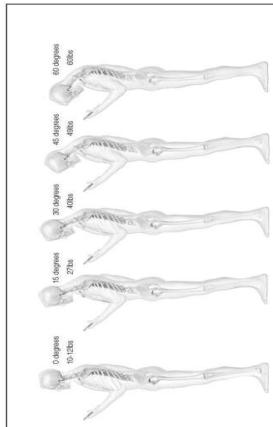


Figure 7. The Weight Seen by the Spine Increases When Flexing the Neck at Various Degrees. (Hansraj, 2014, p2)

Position	Neutral	15°	30°	45°	60°	90°
Fors To Cervical Spine	10-20s.	27s.	49s.	69s.	Not Measurable	



Figure 8. The Weight Seen by the Spine Increases When Flexing the Neck at Various Degrees. (Hansraj, 2014, p2)

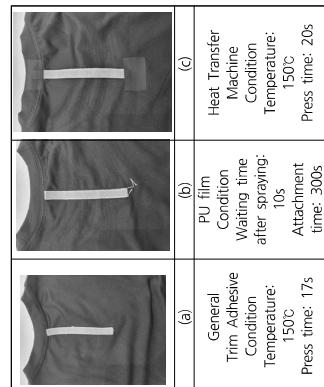


Figure 6. Sensor Attachment Methods.
(a) General Trim Adhesive, (b) PU Film General Trim Adhesive,
(c) Heat Transfer Machine
(taken by authors)

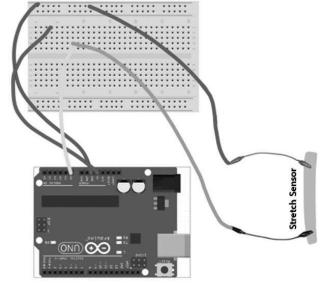


Figure 9. Textile Sensor Measurement Using Arduino
(taken by authors)

5. 아두이노로 Sensor Value 산출

본 연구에서는 인장 액률 센서의 성능을 평가하기 위해 인장 액률 센서를 Figure 11과 같이 아두이노와 연결하여 Sensor Value를 측정했다. Sensor Value는 아두이노에 가해진 SV를 아두이노 1023까지의 범위로 설정하여 헌서값의 변화를 측정하는 것이다. 인장 액률 헌서를 둘러거나 줄이면 체형이 변하고, 아두이노는 이 상황 변화를 Sensor Value 값으로 반환한다. Sensor Value는 아두이노의 시리얼 플로터(Serial Plotter)에서 액률 헌서를 둘렀을 때의 최대 점과 액률 헌서를 원래대로 돌아왔을 때의 최저점을 빼 것을 계산하여 구하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 헌서 성능 평가

헌서의 변형율인 ϵ (strain value)은 심유가 압축되는 방향으로 와력이 가해지자 최초 길이 10인 심유가 2/1만큼 변형 때의 길이 변형율 $\Delta L/L_0$ 을 의미한다.

$$GF = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} = \frac{\Delta R/R}{\epsilon}$$

GF : 계기치율(Gauge Factor)

R : 최초 저항(Initial Resistance)

ΔR : 저항 변화量(Applied Resistance)

L : 최초 길이(Initial Length)

ΔL : 길이 변화량(Applied length)

ϵ : 길이변형율(Strain Value)

CNT 블랙프로트를 이용하여 100mm의 전도성 헌서를 제작하고 UTM 기기를 이용하여 GF 계이지를 측정하였다. UTM으로 300번 반복하여 인장 실험을 통해 계이지를 그레프를 도출하였으며, 스트레치 헌서를 의류에 부착하고 경주의 움직임에 따라 후수의 움직임을 분석한 결과, 실제 등뼈가 굽어지는 각도는 그지만 길이는 걸지 않은 것으로 확인하였다. 미세한 오차는 있지만 ±1.6cm를 벗어나지 않는 것으로 확인하였다. 이 결과를 바탕으로, 최대 평균 저항 변화율과 고정된 길이 변화율(20%) 깊은 식에 대입하여 계이지율을 계산하였다(Chun et al., 2021).

전도성 헌서를 제작하여 UTM을 300번 반복 실험하여 다음과 같은 바구성을 보여주었으며, 이번 인장 실험을 통해 계이지를 그레프 주에 1000~1040의 값을 확대하여 다음과 같은 그레프를 구하였다(figure 10).

계이지를 그레프는 처음 계이지값이 높았지만 시간이 지남 수록 안정화되었으며, 1000번 이상의 깊이에서는 일정한 수준의 헌터 깊을 보였다(Figure 13).

내구성에서 만감도의 저항값이 터스티얼 헌서의 길이가 기복폭 자체로 인해 늘어남에 따라 길이 늘어나는 것을 확인하였다. 하지만 저항 표준편차가 헌서의 길이가 30% 이상 늘어나면서 커지는 것을 확인하였다(Figure 11).

거북목 자체에서 헌서의 스트레치 헌서가 100mm의 20% 인 20mm미만으로 들어났으며, 실험에서 길이 ±16mm으로 확인하였다.

2. 터스티얼 헌서 부착 방법이 헌서 감도에 미치는 영향

100mm로 선적된 3개의 헌서를 압상에 부착하였으며, 부착 방법으로 열전사기(Heat Transfer Machine), 접착 스프레이(General Trim Adhesive), 접착 펄프(PU film)을 사용하여

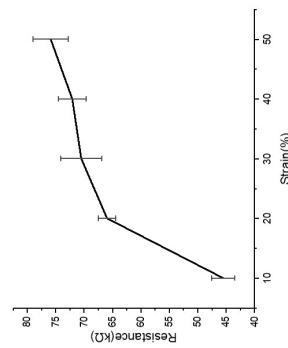


Figure 11. Characteristics of the Durability and Sensitivity
(taken by authors)

본 연구에서는 100mm 흥주1(T1)-흥주5(T5)은 흥주의 것은 움직임에 들어나고, 첫 번째 헌서 30mm는 아두이노의 구간에서 유지하지 못하였다. 아두이노 헌터 최소값은 최소값 789 최대값 817 이었으며, 두 번째 헌서 50mm에 첫 번째 헌터 최소값 892 최대값 834로 편차가 상대값 851로 확성이 떨어졌다. 반면에 100mm는 최소값 846 최대값 851로 편차가 적었으며 움직임에 따라 헌터 값이 잘 변화되어 헌터가 가장 쉽게 실험에 사용할 수 있는 정도의 헌터가 나왔다(Figure 12).

가장 안정적으로 헌서의 헌터 값을 보여주는 (c) 접착펄프(PU film) 부착 방법으로 이후 실험을 진행하였다.

3. 터스티얼 헌서의 길이가 헌서 감도에 미치는 영향

거북목의 각도별로 움직임이 다르기 때문에 스트레치 헌서 길이를 흥주·분체·구간에 따라 동일한 방법으로 길이 50mm, 100mm 헌서를 제작하였다.

본 연구에서는 단계별로는 30회 동안 약 900개의 헌터가 측정되었으며, 샘플링 주파수는 30Hz로 설정하였다. 거북목 각도별로 스트레치 헌서를 부착한 37개 헌터의 의류를 입고, 단계별로 경주 각도를 0°에서 60° 까지 5단계로 헌터를 증정한 값을 한 그레프로 표기하였다. 그래프로 볼 수 있도록 0° ~15° 까지는 변화량이 많았으며, 15° ~45° 구간 즉, 30° 전후로 큰 폭으로 늘어나는 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 30° 전후에서 가장 많은 변화가 나타났다는 결론을 얻었다(Figure 14).

4. 100mm 헌서 헌터 실험 결과

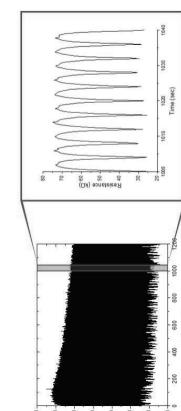


Figure 10. Characteristics of the Durability
(taken by authors)

며, 헌서 오차가 커졌다.

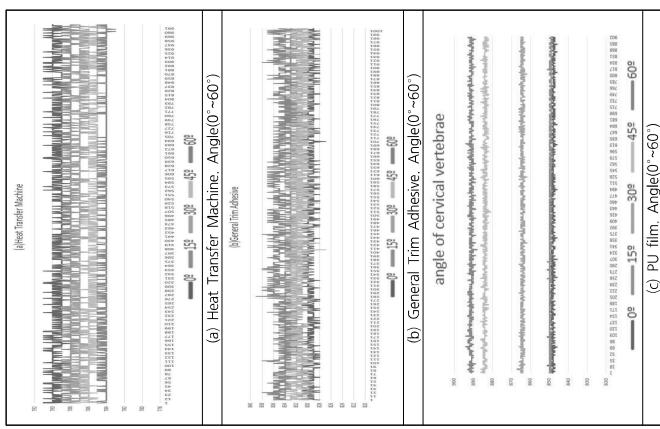


Figure 12. Cervical Angle Comprehensive Graph (a)Heat Transfer Machine (b) General Trim Adhesive (c) PU Film
(taken by authors)

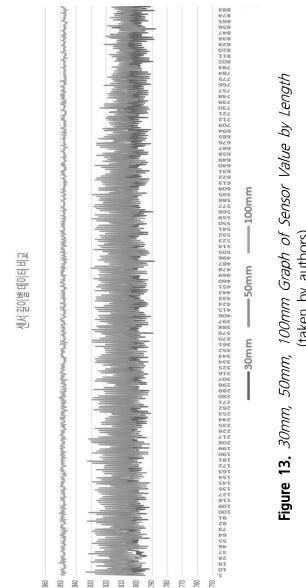


Figure 13. 30mm, 50mm, 100mm Graph of Sensor Value by Length
(taken by authors)

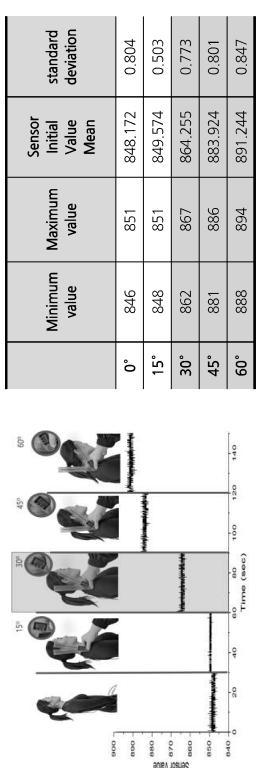


Figure 14.
(a)Angle of Cervical vertebrae (b)Sensor Value Minimum, Maximum Value
(taken by authors)

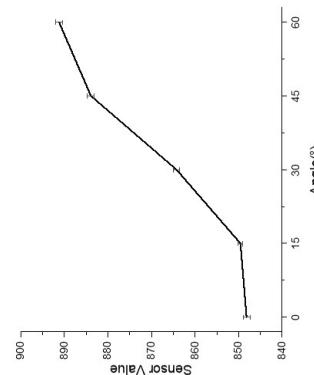


Figure 15.
Sensor Values and Standard Deviation by Angle
(taken by authors)

0°에서 최소값(Minimum value)은 846 최대값(Maximum value)은 851, 15°에서부터 각각 848, 851, 30°에서는 862, 867, 45°에서는 881, 886, 60°는 888, 894의 값을 측정하였다. 5개 각각 테이터의 평균(Sensor initial value mean) 및 표준편차(Standard deviation)는 0°~60°까지 각 0.804, 0.503, 0.073, 0.301, 0.847이 산출됐다. 선사는 전방 머리 자세에서 정수의 각도가 커짐에 따라 평균값이 커졌으며, 30조 차례를 유지하는 동안의 선

시간은 변동성이 아주 적었다. 그로 인해 표준편자는 적었음을 확인할 수 있었다(Figure 15). 표준편자는 테이터의 변동성을 나타내는 지표로, 값이 각 을수록 테이터가 그레프상에서 밀집되어 있음을 의미한다. 분석 결과, 표준편차 그레프를 확인해 보면 전체 그레프에서 30° 전후에서 변형량이 큰 것을 Figure 15 그레프에서 확인할 수 있었다. 이는 정수 각도가 30° 전후에서 흥주에도 큰 변화를 일으키는 것을 알 수 있었다.

V. 결론

본 연구는 기복목 예방을 위해 경주와 흥주 간의 관계를 이용한 새로운 실험 방법을 제안하고 있다. 본 연구의 연구들은 기복목의 각도별 진형 상태를 파악하는 것이 아니고 자이로 센서나 각도센서를 주로 경주의 기울기 기반으로 향상된 연구에서는 스트레치 선설성을 활용하여 거북목의 진형 상태를 각도별로 파악하는 방법을 도입하였다. 이는 신뢰도가 높은 텍스타일 센서를 개발하여 의류에 부착하는 것으로 스트레치 선설값을 활용하여 거북목의 진형 상태를 각도별로 정량화하였다.

일상 생활에서 많은 사람들이 머리와 목을 앞으로 내밀고, 어깨를 앞으로 만는 등, 근육과 함께 자세로 오랜 시간을 유지하는 경향이 있다. 이에 따라 자연스럽지 않은 자세가 유지되며, 경주와 흥주의 철렁이 깨지고 거북목이 형성된다. 앞으로 내밀려 머리와 목의 자세는 근육과 관절에 부담을 주고, 오랜 시간 동안 이러한 자세를 유지하다 보면, 청주와 흥주의 근육과 팔관절이 염증과 관절이 염증과 통증과 통증 증가를 초래할 수 있다. 거북목은 경주와 흥주의 철렁이 변형되는 상태이다. 머리와 목의 앞으로 내밀려 앉아 경주와 흥주의 철령도 허리와 벌렁된다. 이는 척추의 안정성을 해치고, 정상적인 움직임에 지장을 줄 수 있으며 기복목은 신체 기능에도 영향을 미칠 수 있다. 정상적인 경주와 흥주의 철령은 신경 천남과 혈액 순환에 이상을 초래하지 않는다. 그러나 거북목으로 인해 철령이 깨지면 신경과 혈액의 유통적인 흐름이 방해되어 두통, 어지러움, 어깨와 팔의 통증, 피로 등의 증상이 나타날 수 있다.

본 연구는 상부 교차 경주(Upper-Crossed Syndrome)을 기반으로 거북목 예방을 위해 경주와 흥주 간의 관계를 이해하기 위한 실험을 수행하였다. 연구를 위해 세 가지 길이의 스트레치 선서를 개발하여 의류에 부착하고, 블라인드 테스트로 3가지 방법으로 부착하였으며, 그중 접착 필름(PU film)으로 평가 실험하였다. 의류에 부착된 스트레치 선서를 이용하여 흥주 1~5번의 움직임을 관찰하였다. 실험은 미국 누율 척추 수술 및 척혈의학 센터의 캐비스 헌스터즈 연구팀이 제작한 방법에 따라, 0°부터 60° 까지 15° 간격으로 진행되었고, 각도별로 30회 동안 촬영되었다. 실험 결과로 경주의 범위가 척주의 철령을 무너뜨려 거북목으로 변형될 때, 30° 척주의 각도에서 흥주의 움직임이 크게 변형되는 것을 확인했다. 이러한 자세가 계속되면 목과

어깨 근육이 긴장하고 피로를 느끼며, 머리, 목, 어깨 주변에 뼈근염과 냉수통, 두통 등이 발생할 수 있으나, 어깨와 목의 움직임이 제한될 수 있다. 이러한 관찰 결과는 기복목 발생 위험을 예측하고 예방하기 위한 중요한 지표로 활용될 수 있다. 따라서, 이후에는 30° 척주의 각도에 도달하면 예방 조치를 취할 수 있는 알림을 제공하고, 간단한 스트레칭이나 몸을 움직이는 같은 휴식을 통해 목을 정상 철령로 되돌리고 어깨를 누르는 방법을 인내할 수 있다. 이러한 예방 조치들은 거북목 예방에 효율적일 것으로 사료된다.

이번 연구는 척용자 스스로 기도별 변화를 확인함으로써 거북목 증상을 예방하기 위한 계기를 마련하는데 그 의의를 두고 있다. 연구 대상은 표준 신체 사이즈와 균형 철현이 없는 사람들로 한정되었으나, 균형 철현이 있는 사람들에 대한 연구도 필요하며 그 부분에 체현이 있다. 더 많은 참여자를 포함한 학제팀 연구가 필요하다고 여겨진다; 다른 의학 연구들은 거북목 환자들이 흥주와 경주의 민국을 유지하는데 더 집중하여 치료하고 있다고 한다. 따라서, 등근 이와 거북목 사이의 관계에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 이에 따라 향후 연구에서는 다양한 산황을 고려하여 거북목 특성을 분석하고, VDT 흥주군 예방에 적용할 수 있는 연구를 계획하고자 한다.

References

- Chun, S., Kim, S., & Kim, J.. (2021). Development of wrist tunnel syndrome prevention smart gloves using cm-based textile fabric sensor: Focusing on mouse use. *Science of Emotion & Sensibility*, 24(4), 117–128. doi:10.14695/KJSOS.2021.24.4.117
- Hansai, K. K. (2014). Assessment of stresses in the cervical spine caused by posture and position of the head. *Surg Technol Int*, 28(5), 277–279.
- Health Insurance Review & Assessment Service [HIRAS]. (2021). *Health insurance treatment data*. Korea: Author. Retrieved 2023. May .02 from https://www.hira.or.kr/hbsDunny.do?gmid=HIRAA020045020002&ordSeqIno=446bdBfBfN0-231&pageIno=1&pgIndex=2#none.
- Israelki, J. (2012). Assessment and treatment of muscle imbalance: The janda approach. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56(2), 158.
- Janet G. D. (2013) *Travell, simons & simons' myofascial*