

경추 보조기의 종류에 따른
균형 감각에 대한 분석

연세대학교 보건대학원

보건정책 및 관리학과

최 익 환

경추 보조기의 종류에 따른
균형 감각에 대한 분석

지도 박 창 일 교수

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2001년 6월 일

연세대학교 보건대학원

보건정책 및 관리학과

최 익 환

최익환의 보건학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 박 창인 인

심사위원 신 기천 인

심사위원 김 덕용 인

연세대학교 보건대학원

2001년 6월 일

감사의 글

논문이 진행되면서 훌륭한 논문은 되지 못하더라도 부끄러운 논문이 되지 않도록 해야겠다고 다짐을 했는데 부족한 것이 너무나 많습니다.

바쁘신 중에도 부족한 저의 논문이 완성되기까지 깊은 관심과 자상한 지도를 해주신 박창일 교수님 그리고 논문 전체를 세심한 지도와 조언을 해주신 신지철 교수님과 김덕용 교수님께 깊은 감사말 드립니다.

학업의 기회와 석사과정을 마칠 수 있도록 항상 격려와 많은 배려를 아끼지 않으신 강세윤 교수님과 고영진 교수님, 그리고 학업에 전념할 수 있도록 마음을 다해 도와준 김남주에게 진심으로 감사드립니다.

검사를 위하여 보조기 제작과 준비 과정을 성의껏 지도해주신 정형외과 장안 교수님, 검사를 흔쾌히 허락해주신 이강우교수님, 검사를 위하여 연휴와 휴일에도 쉬지 않고 저녁 늦게까지 도와주신 유수진 선생님과 서울보건대학 물리치료과 학생들에게 감사드립니다.

논문의 구성부터 완성될 때까지 본인의 논문처럼 바쁜 시간 속에서도 힘든 시간들을 같이하며 냉철한 조언과 따뜻한 마음을 써준 김종현 선생님, 영문 초록을 기꺼이 도움을 준 문승국 선생님, 여러 번의 교정에도 바쁜 일을 뒤로한 채 성의껏 도와준 김재성 선생님과 제현순 선생님, 그리고 논문에만 몰두할 수 있도록 도와준 동료들에게 진심으로 감사드립니다.

논문을 준비하면서 모자란 능력만큼 하느님은 저에게 많은 사람을 보내주신다는 것을 깨달았습니다.

그리고 오늘이 있기까지 항상 극진한 사랑과 보살핌으로 변함없이 믿어주시고, 사랑 가운데 항상 기도해주신 어머니께 이 학위가 작은 보답이 되었으면 합니다.

마지막으로, 논문이 한 장 한 장 완성되어 갈 때마다 항상 옆에서 격려해주고 사랑으로 함께 해준 아내에게 감사의 마음을 전하며, 휴일에 많은 시간을 같이 해주지 못한 아빠를 항상 사랑해준 소중한 딸 한나, 유나에게 부족하지만 이 논문을 내어놓습니다.

차 례

국문 요약	iii
I. 서 론	1
1. 연구의 배경	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 가설	4
II. 연구 대상 및 방법	6
1. 연구 기간	6
2. 연구 대상	6
3. 연구 방법	6
4. 연구의 틀	15
5. 분석 방법	16
III. 연구 결과	17
1. 감각 체제 검사 결과 비교	17
2. 감각 분석 검사 결과 비교	18
3. 운동 조절 검사 결과 비교	21
4. 적응력 검사 결과 비교	24
IV. 고 찰	26
V. 결 론	32
참고 문헌	34
부 록	37
영문 초록	45

표 차례

표 1. Latin square design	8
표 2. Comparison of equilibrium scores	17
표 3. Comparison of sensory analysis	19
표 4. Comparison of weight symmetry at backward movement	20
표 5. Comparison of weight symmetry at forward movement	21
표 6. Comparison of adaptation scores(upward)	23
표 7. Comparison of Adaptation Ratio(upward)	23
표 8. Comparison of adaptation scores(downward)	25
표 9. Comparison of Adaptation Ratio(downward)	25

그림 차례

그림 1. EquiTest system component	6
그림 2. EquiTest system and six conditions of sensory organization test	10
그림 3. 연구의 틀	14

국문 요약

경추 보조기와 자세 균형에 관련된 연구는 현재까지 Halo vest cervical orthosis 착용 시 균형 감각의 저하에 대해서 정적인 검사 방법인 한발 들기 검사 방법을 이용한 연구 등(Richardson 등, 2000; Mcpartland 등, 1997)이 있었다. 그러나 경추 보조기가 정적인 자세와 동적인 자세에서 시각계, 전정계, 체성 감각계에 미치는 영향이나 운동 조절 능력, 운동 적응력에 대하여 연구된 바는 없다. 그러므로 본 연구의 목적은 흔히 사용되는 Philadelphia collar와 경부의 움직임에 대해 제한 효과가 큰 Minerva cervical orthosis 착용후 정상 성인에서 정적인 자세와 동적인 자세 유지 검사를 시행했을 때 자세 유지에 중요한 감각 체제인 시각계, 전정계, 체성 감각계에 미치는 정도와 운동 조절 능력, 운동 적응력을 정량적으로 살펴보고자 한다.

전정 기능의 이상이 없고 이명의 기왕력이 없으며, 양안 시력(교정시력 포함)이 1.0 이상이며, 중추 또는 말초 신경계에 병변이 없고, 골절이나 관절염의 기왕력이 없는 21세에서 29세 사이의 정상 성인 남·녀 30명을 대상으로 하였다.

이들 피검자를 동적 자세 측정기(Computerized dynamic posturography)의 일종인 EquiTest[®](NeuroCom, international Inc.; USA)를 이용하여 보조기 미 착용 시와 Philadelphia collar 착용 시, Minerva cervical orthosis 착용 시에 각각 감각 체제 검사(Sensory organization test)와 운동 조절 검사(Motor control test), 적응력 검사(Adaptation test)를 시행하여 평균 평형 점수, 무게 중심의 치우침, 적응력 점수 등을 측정하였고 이에 따라 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 감각 체제 검사 결과 시각계, 전정계, 체성 감각계의 모든 실험 조건에서 각각의 평균 평형 점수(mean equilibrium score)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

2. 전정비(vestibular ratio)와 시각비(visual ratio)에서 각각의 보조기 착용시에 감소 경향을 보였다. 체성 감각비(somatosensory ratio)와 시각 선택비(visual preference ratio)에서는 보조기 착용 여부에 따른 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

3. 운동 조절 검사 결과 전방 이동이나 후방 이동시 경추 보조기 미착용 상태나 각각의 보조기 착용시 모두 무게 중심이 오른쪽으로 치우쳐서 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 적응력 검사 결과 적응력의 비율이 감소한 경향을 나타냈으나 통계적으로 유의한 수준의 감소는 보이지 않았다.

본 연구 결과 경추 손상시 고정용 목적으로 흔히 사용되는 Philadelphia collar와 Minerva cervical orthosis가 20대 정상 성인을 대상으로는 통계적으로 유의한 감소를 보이지 않았지만 고정성이 높을수록 균형이 떨어지는 경향을 보였다. 그러므로 경추 보조기 착용 시 젊은 층의 성인에서는 평형에 대한 측면을 크게 고려하지 않아도 될 것으로 여겨진다. 그러나 경추 보조기 착용이 필요한 경우가 대부분 고령이거나, 경추 손상 환자임을 고려하여 볼 때 향후 이들에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

I. 서 론

1. 연구의 배경

우리 나라는 1960년대 이후 급속한 산업 성장을 이루면서 산업재해, 교통사고, 스포츠 손상 등이 급속히 증가하였다. 이 가운데 교통 사고의 90% 이상이 경추 손상 환자로서 경추 골절 및 탈구 환자가 매년 증가하는 경향을 보이고 있다(김철민, 1999).

척추 손상 시에 착용하는 경추 보조기(Cervical Orthosis)는 머리의 무게를 경감하여 동통을 감소시키고, 목의 움직임을 제한하여 연부 조직의 치유를 촉진시키는 역할을 수행한다. 경추 보조기는 오랜 시간동안 사용 재료와 구조가 개발되었고, 질환의 병리적 기전의 개념 변화에 따라 수없이 개선되어 왔다(Alberts 등, 1998; Chandler 등, 1992).

경추 보조기는 경부의 움직임에 대한 제한 효과는 거의 없으나 정신적 안정을 제공하고 착용감이 편해서 많이 사용되는 Thomas collar와 아래턱과 후두부를 고정하여 Thomas collar보다 경추부의 운동 제한 정도가 큰 Philadelphia collar가 있다. 그밖에, Philadelphia collar보다 경추 고정 효과가 높은 Cuirass orthosis, Minerva cervical orthosis가 있으며, 운동 제한 정도가 가장 큰 보조기로 두개골을 띠고 고정하고 당김대와 견갑대, 원위 고정부를 이용하여 경추를 고정하는 Halo vest cervical orthosis가 있다(김진호 등, 1990; Johnson 등, 1977).

척추 손상 환자에게 고정성이 큰 Halo vest cervical orthosis를 착용시킨 후 보행을 살펴보면 임상적으로 균형 장애가 나타나는 것을 관찰할 수 있다. 이는 척수 및 척수 신경근 손상으로 인한 근력 저하 및 균형 감각의 저하나 상실에 기인할 수 있

으나, 또 다른 이유로 보조기에 의해 경추가 고정되어 보행 균형 유지에 장애가 생긴다는 연구 보고가 있다(Richardson 등, 2000). 이 둘 연구에 의하면 보조기를 착용한 경우, 경부의 움직임이 제한되어 근육내에 있는 고유수용감각기가 제대로 역할을 수행할 수 없고, 내이(Inner ear)의 전정 기관(Vestibular apparatus) 역시 적절한 위치에 있지 않으며, 보조기 무게로 인해 무게 중심이 높아지므로 자세를 유지하는데 경추 보조기가 부정적인 영향을 준다고 한다.

인체가 공간에서 균형을 유지하는 능력은 일상 생활 동작을 수행하거나 걷기, 그 밖에도 여러 가지 작업을 수행하는데 필수적이다. 자세 및 균형 조절은 시각, 평형 감각 그리고 고유수용감각으로부터의 자극이 중추신경계에서 처리되어 근골격계의 움직임과 조절에 의해 이루어지게 된다(Lephart 등, 1998). 이때 시각은 고유수용감각이 변화를 일으키는 상황 즉, 바닥이 움직이거나 불규칙한 표면에서 중요한 역할을 하게 되어 눈을 감게 되면 균형이 현저히 감소하게 된다고 한다. 일반적으로 시각과 고유수용감각이 균형과 자세를 유지하는데 중요한 감각으로 제시되고 있다(Diener 등, 1984). 평형 감각은 주변 환경과 몸의 변화에 따른 머리의 위치 변화를 감지하게 되는데 시각과 고유수용감각의 기능이 원활하면 자세와 균형을 유지하는데 큰 역할을 하지 않게 된다고 한다(Nashner 등, 1990).

균형을 평가하는 방법에는 Caloric test, Galvanic test, Nylen-hallpike maneuver test, Get-up test, Stabilometry, Fukuda's stepping test, Postural stress test, 보행 관찰 등이 있는데, 이 중 정량적으로 평가하는 방법으로는 신체의 무게 중심 또는 압력 중심을 측정하여 자세 안정도를 반영하는 동적자세측정기(computer dynamic posturography)가 최근 많이 이용되고 있다(Alund 등, 1993; Monsell 등, 1997; Renaud 등, 1998; Shepard, 1989; Wolfson 등, 1992).

현재까지 균형에 영향을 주는 요인에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있다. 연

령이 증가할수록 시각이 균형 수행력의 감소에 큰 영향을 끼친다는 연구(Bohanon 등, 1984)가 있으며, 시각을 차단하거나 시각의 상태를 제한함으로써 시각이 균형 조절에 어떠한 영향을 주는지에 관한 연구도 실시되었다(Dornan 등, 1978). 그밖에 체중 지지면을 다르게 하여 전정 기관의 기능과 체성 감각을 제한하였을 때의 균형 수행력의 감소를 밝혀냈다(Di Fabio 등, 1995).

경추 보조기와 자세 균형에 관련된 연구는 현재까지 Halo vest cervical orthosis 착용 시 균형 감각의 저하에 대해서 정적인 검사 방법인 한발 돌기 검사 방법을 이용한 연구 등(Richardson 등, 2000; Mcpartland 등, 1997)이 있었으나 경추 보조기가 정적인 자세와 동적인 자세에서 시각계, 전정계, 체성 감각계에 미치는 영향이나 운동 조절 능력, 운동 적응력에 대하여 연구된 바는 없다. 그러므로 본 연구에서는 흔히 사용되는 Philadelphia collar와 경부의 움직임에 대해 제한 효과가 큰 Minerva cervical orthosis 착용후 정상 성인에서 정적인 자세와 동적인 자세 유지 검사를 시행했을 때 자세 유지에 중요한 감각 체제인 시각계, 전정계, 체성 감각계에 미치는 정도와 운동 조절 능력, 운동 적응력을 정량적으로 살펴보고자 한다. 그리고 실험 결과 경부의 움직임을 크게 제한할수록 고유수용감각기에 미치는 영향이 확인될 경우, 경추 손상 환자에게 보조기 선택 적용시 고려 사항이 될 수 있으며, 보행을 포함한 일상 생활 동작 중 균형 상실로 넘어질 가능성에 대비하여 위험한 동작을 제한하도록 환자 및 보호자를 교육하고, 쉽게 넘어져 다치지 않도록 환경을 개선하는데에 대한 이론적 배경을 마련하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 경추 보조기 중 경추 고정 정도가 다른 Philadelphia collar와 Minerva cervical orthosis를 착용했을 때 자세 균형 유지를 위한 고유수용감각기인 시각계, 전정계, 체성 감각계에 미치는 영향을 알아보고, 그 결과를 토대로 경추 손상 환자에게 보조기 선택 적용시 기초 자료를 제공하며, 보조기 착용 환자에게 균형 상실에 대한 주의를 제시하고 환경을 개선하여 재활 치료 과정에 도움이 되고자 한다.

이를 위한 세부적인 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 보조기 미 착용 시, Philadelphia collar 착용 시와 Minerva cervical orthosis 착용 시 감각 체계에 미치는 정도를 알아본다.
- 2) 보조기 미 착용 시, Philadelphia collar 착용 시와 Minerva cervical orthosis 착용 시 운동 조절에 미치는 정도를 알아본다.
- 3) 보조기 미 착용 시, Philadelphia collar 착용 시와 Minerva cervical orthosis 착용 시 운동에 대한 적용력 정도를 알아본다.

3. 연구의 가설

본 연구의 가설은 다음과 같다.

- 1) Philadelphia collar 착용 시와, Minerva cervical orthosis 착용 시 이들 보조기를 착용하지 않았을 때에 비해 시각계와 전정계, 체성 감각계등 감각체계에 영향을 미칠 것이다.
- 2) Philadelphia collar 착용 시와, Minerva cervical orthosis 착용 시 이들 보조기를 착용하지 않았을 때에 비해 감각 저하로 인해 운동 조절이 떨어질 것이다.
- 3) Philadelphia collar 착용 시와, Minerva cervical orthosis 착용 시 이들 보조기를 착용하지 않았을 때에 비해 감각 저하로 인해 운동에 대한 적용력이 떨어질 것이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 기간

연구 기간은 2001년 4월 2일부터 동년 4월 6일까지 예비 실험을 하였고, 2001년 4월 16일부터 동년 5월 6일까지 본 실험을 하였다.

2. 연구 대상

연구 대상은 전정 기능의 이상이 없고, 이명의 기왕력이 없으며, 양안 시력(교정 시력 포함)이 1.0 이상이고, 중추 또는 말초 신경계에 병변이 없으며, 골절이나 관절염의 기왕력이 없는 21세에서 29세 사이의 정상 성인 남·녀 30명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 24세였으며, 남자 18명, 여자 12명으로 오른손잡이가 28명이었다.

2. 연구방법

연구 대상이 보조기틀 착용하지 않은 조건, Philadelphia collar를 착용한 조건, Minerva cervical orthosis를 착용한 조건하에서 동적자세측정기(computerized dynamic posturography)인 EquiTest[®] 5.02 System (NeuroCom international Inc., USA; 이하 EquiTest라 약함)을 이용하여 감각 체제와 균형을 정량적으로 평가하였다. 실험에 사용된 EquiTest는 시각적으로 균형을 유지하는 것을 억제하기 위한 주

위 배경벽(visual surround), 검사 중 넘어질 때 부상을 방지하기 위한 고정틀, 전후 상하로 움직일 수 있는 발판(dual force plate), 발판의 움직임을 측정하는 변환기, 그리고 자료를 분석하는 컴퓨터로 이루어져 있다(그림 1).

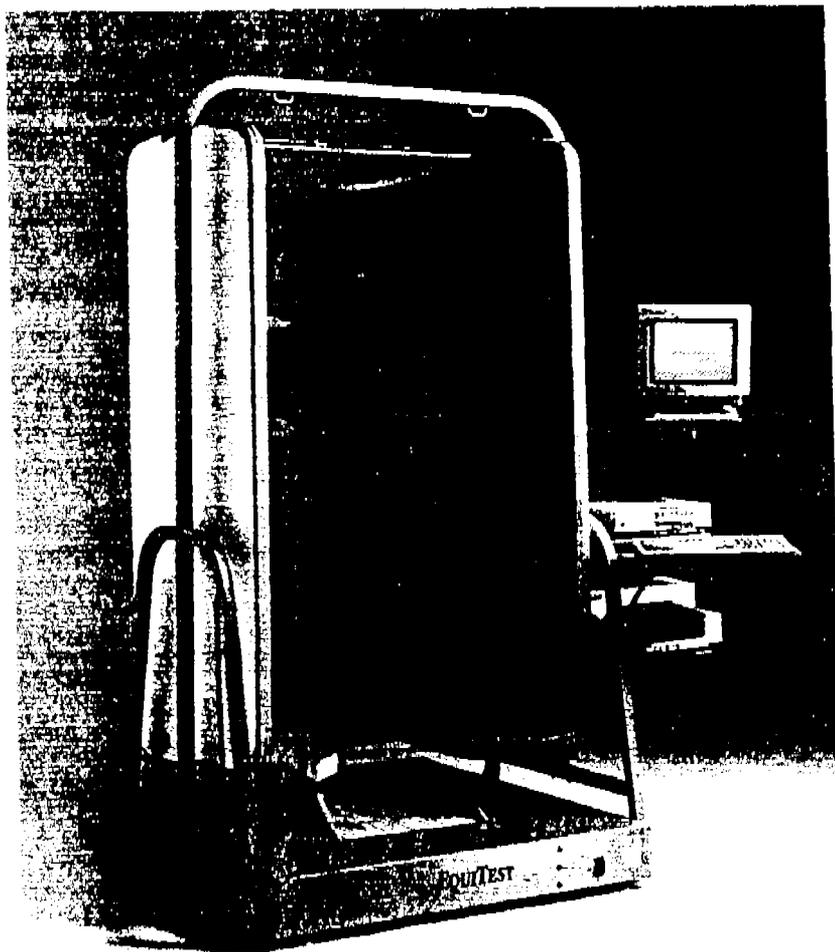


그림. 1 EquiTest System component

실험에 앞서 균형에 영향을 줄 수 있는 환경적 요인과 생리학적 요인을 최소화하기 위하여 실험실 온도를 22 - 25℃, 습도는 50 - 60%로 유지하였고 복장은 간편하게 착용하였으며, 신발의 높이로 인한 차이를 배제하기 위하여 맨발로 실시하였다. 그리고 정상적인 전정계의 기능을 위하여 피검자의 고개를 똑바로 하고 전방의 벽면을 보게 하였고, 양팔은 팔짱을 끼게 하여 팔로 균형을 잡는 보상 작용을 최소화하였다.

실험 시 EquiTest 검사에 대해 적응 부족으로 발생하는 오차를 줄이기 위해 보조기를 착용하지 않은 상태와 각각의 보조기를 착용한 상태에서 각각 1회씩 적응 훈련을 하였다. 또한 보조기 미 착용 시, Philadelphia collar 착용 시, Minerva cervical orthosis 착용 시의 세 가지 조건에 대하여, 검사의 순서에 따른 검사 경험 이 다음 검사에 미치는 영향을 배제하기 위하여 라틴 정방형 실험 설계(latin square design)방법에 따라 순서를 정하여 실험을 진행하였다(표 1).

Æ 1. Latin Square Design

Subject	Order of experiment		
	Normal	Philadelphia collar	Minerva cervical orthosis
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	2	3
4	1	2	3
5	1	2	3
6	1	3	2
7	1	3	2
8	1	3	2
9	1	3	2
10	1	3	2
11	2	1	3
12	2	1	3
13	2	1	3
14	2	1	3
15	2	1	3
16	2	3	1
17	2	3	1
18	2	3	1
19	2	3	1
20	2	3	1
21	3	1	2
22	3	1	2
23	3	1	2
24	3	1	2
25	3	1	2
26	3	2	1
27	3	2	1
28	3	2	1
29	3	2	1
30	3	2	1

실험 방법은 보조기 미 착용 시와 Philadelphia collar 착용 시, Minerva cervical orthosis 착용 시 각각에 대하여 감각 체제 검사(sensory organization test)와 운동 조절 검사(motor control test), 적응력 검사(adaptation test)를 시행하였다.

(1) 감각체제 검사 방법

감각 체제 검사는 다음 6가지 조건을 1회 20초씩, 각각 3회 반복하여 검사하였다 (그림 2).

Condition		Vision	Support	Patient Instructions
[1]		Normal	Fixed	Stand quietly with your eyes OPEN
[2]		Absent	Fixed	Stand quietly with your eyes CLOSED
[3]		SwayRef	Fixed	Stand quietly with your eyes OPEN
[4]		Normal	SwayRef	Stand quietly with your eyes OPEN
[5]		Absent	SwayRef	Stand quietly with your eyes CLOSED
[6]		SwayRef	SwayRef	Stand quietly with your eyes OPEN

그림 2. Equitest system and six conditions of sensory organization test

(1) 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 한다. (2) 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있게 한다. (3) 발판이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고 주위 배경벽을 움직인다. (4) 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다. (5) 눈을 감고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다. (6) 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경벽이 움직이고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.

위의 6가지 조건에서 몸의 중심이 움직이는 각을 측정하여 평형 점수를 구하였다. 서 있는 상태에서의 몸의 중심이 흔들리는 각은 최대각이 12.5도(전방 6.25도, 후방 6.25도)이다. 그 각이 0도이면 가장 안정된 상태로써 100점, 12.5도면 넘어지기 직전의 상태로써 0점을 부여하였다. 조건 1은 눈을 뜨고 서 있게 함으로써 균형을 잡는데 필요한 시각계, 전정계, 그리고 체성 감각계의 기능을 측정한다. 조건 2는 눈을 감고 서 있게 함으로써 시각 정보가 없는 상태일 때 전정계와 체성 감각계의 기능을 측정한다. 조건 3은 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경벽을 움직임으로써 부적절한 시각 자극(sway referenced vision)을 줄 때, 이를 억제하고 전정계와 체성 감각계를 측정한다. 조건 4는 눈을 뜨고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울임으로써 부적절한 체성 감각(sway referenced somatosensation)이 주어질 때 시각계와 전정계를 이용하여 평형을 유지하는지 측정한다. 조건 5는 눈을 감고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울임으로써 시각 정보가 없이 부적절한 체성 감각 상태에서 전정 기능을 측정한다. 조건 6은 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경벽을 움직이며, 발판을 상하로 비스듬히 기울임으로써 부적절한 시각 및 체성 감각 상태에서 전정 기능을 측정한다. 조건 3과 6, 혹은 조건 6만의 이상은 두부 손상의 후유증으로 인한 어지럼증 발생시 나타날 수 있고(Black과 Nashner, 1985), 조건 2, 3, 5, 6의 이상은 전정계와 체성 감각계의 장애가 있을 때 나타난다(Nashner와 Peters, 1990). 전정계 그리고 전정계 주위의 중추신경계에 이상이 있을 때 감각 체계 검사상 여러 감각 기능의 이상이 나타날 수 있다(Horak 등, 1990). 조건 4, 5, 6의 이상은 체성 감각계의 장애가 있을 때 나타난다(Hamid 등, 1991). 또 위의 6가지 조건에서 나온 값을 이용하여, 다음과 같이 4가지의 감각 분석(Sensory analysis)을 시행하였다.

가) 전정비(Vestibular ratio, VEST) : 전정계의 기능을 검사하기 위하여 조건 5의 평형 점수를 조건 1의 평형 점수로 나눈 것이다. 즉 구심성 시각 자극이 없고 부정확한 체성 감각의 조건시 균형 유지를 위하여 전정계를 이용하는 능력을 검사하는 것이다(VEST = 조건5/조건1).

나) 시각비 (Visual ratio, VIS) : 시각계의 기능을 검사하기 위하여 조건 4의 평형 점수를 조건 1의 평형 점수로 나눈 값이다. 즉 불안정한 체성 감각의 조건시 시각계와 전정계가 동시에 기능을 할 때 시각계가 전정계보다 더욱 예민하다는 이론에서 비롯된 것으로 시각계의 기능을 검사한다(VIS = 조건4 / 조건1).

다) 체성 감각비(Somatosensory ratio, SOM) : 체성 감각계의 기능을 검사하기 위하여 조건 2의 평형 점수를 조건 1의 평형 점수로 나눈 값이다. 구심성 시각계의 기능이 없을 때 체성 감각이 전정계보다 더 우위에 있다는 이론에서 비롯된 것으로 체성 감각계의 기능을 검사한다(SOM = 조건2 / 조건1).

라) 시각 우선비: (Visual preference, PREF) : 부적절한 시각의 영향을 어느 정도 억제할 수 있는지를 검사하는 것으로 조건 3과 6의 평형 점수의 합을 조건 2와 5의 평형 점수의 합으로 나눈 값이다(PREF = 조건3+조건6 / 조건2+조건5).

운동 조절 검사는 발판을 사용함으로써 다음 6가지 조건을 시행하여 양발에 걸리는 체중의 대칭 정도를 측정하였다. 다음과 같은 6가지 조건에서 두 개의 발판을 동시에 앞으로 또는 뒤로 움직인다.

- (1) 5cm/sec 속도로 300msec 동안 발판을 뒤로 움직인다.
- (2) 10cm/sec 속도로 300msec 동안 발판을 뒤로 움직인다.
- (3) 15cm/sec 속도로 400msec 동안 발판을 뒤로 움직인다.
- (4) 5cm/sec 속도로 300msec 동안 발판을 앞으로 움직인다.
- (5) 10cm/sec 속도로 300msec 동안 발판을 앞으로 움직인다.

(6) 15cm/sec 속도로 400msec 동안 발판을 앞으로 움직인다.

이러한 6가지 조건에서 양발에 걸리는 체중의 대칭 정도를 측정하였는데 양측이 완전히 대칭이면 100, 그리고 힘이 완전히 우측으로 치우치면 200, 완전히 좌측으로 치우치면 0으로 하여 점수를 기록하였다.

적용력 검사는 발판을 Toes up(8도) 5회, Toes down(8도) 5회 시행하여, 발판이 움직일 때마다 균형을 유지하기 위하여 발에 힘이 가해지는 잠복기를 각각 구하였고 첫 번째 시도뿐 기준으로 다섯 번째까지의 점수와 변화된 정도를 비율로 구하여 적용력을 측정하였다. 각 검사시 발판의 회전은 균일한 진폭(8도)과 동일한 작용 시간(400msec)하에서 시행하였으며, 피검자가 미리 움직임을 예상하여 대처하지 못하도록 각 실험간의 시간 간격을 3초~5초 간격으로 시행하였다.

각각의 감각 체계 검사, 운동 조절 검사, 적용력 검사 결과들은 컴퓨터의 전산처리를 통하여 자동적으로 점수화 되어 결과를 얻었다.

3. 연구의 틀

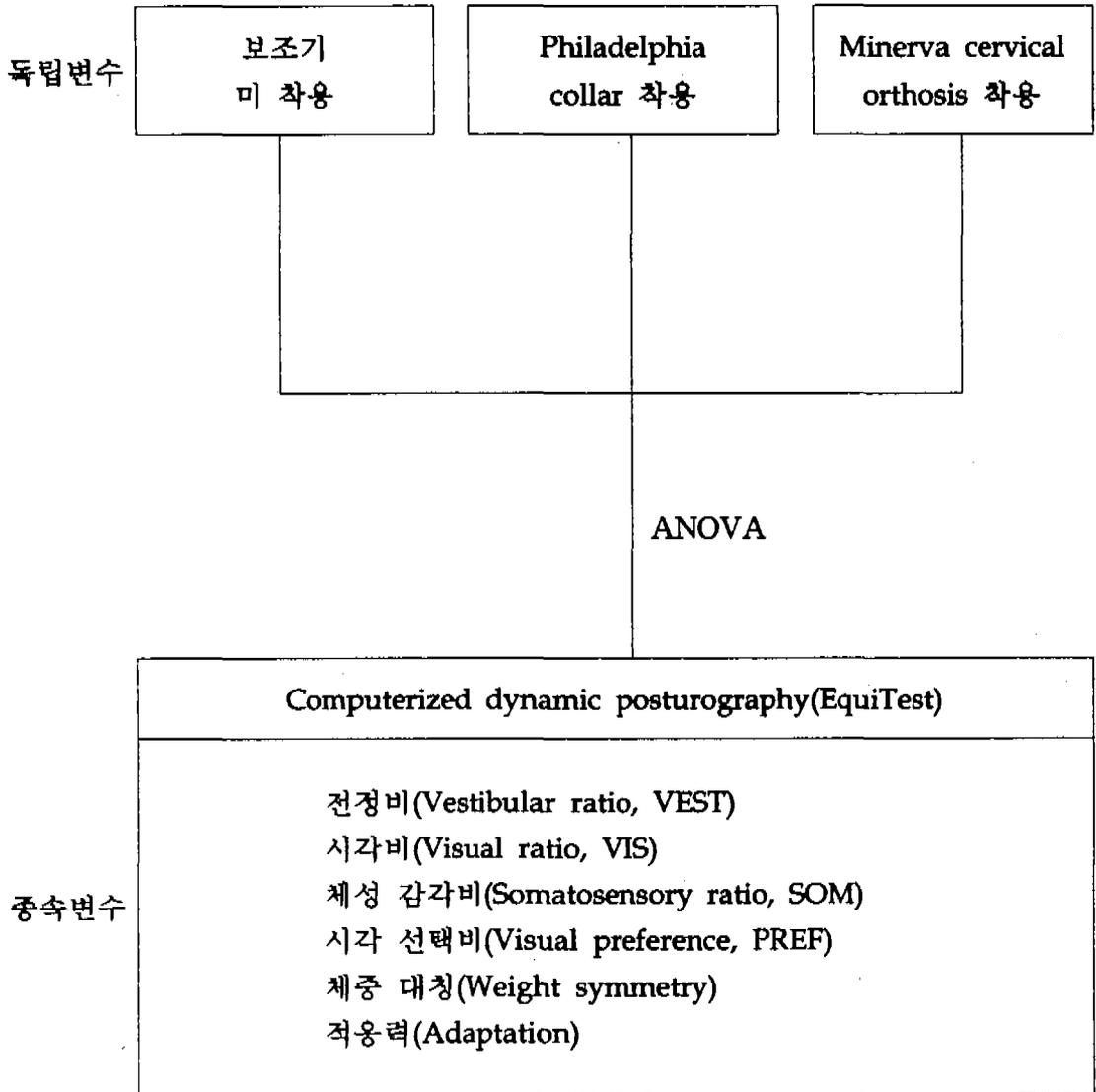


그림 3. 연구의 틀

4. 분석 방법

경추 보조기 미 착용 시와 Philadelphia collar 착용 시, Minerva cervical orthosis 착용 시에 대하여 각각의 Equitest의 측정값인 감각 체제 검사, 운동 조절 검사, 적용력 검사의 값을 SPSS 10.7을 이용하여 ANOVA로 통계처리를 하였으며, 보조기 미 착용, Philadelphia collar 착용, Minerva cervical orthosis 착용간의 세부 차이는 Duncan으로 사후 검정을 실시하였다. p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적 의의가 있다고 정의하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 감각 체제 검사 결과 비교

조건 1부터 조건 6까지 각 실험 조건의 평균 평형 점수를 비교하여 보면 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있는 실험(조건 2)에서 보조기 미 착용 시 평균 91.40점, Philadelphia collar 착용 시 평균 90.79점, Minerva cervical orthosis 착용 시 평균 90.87점으로 균형 감각 소실의 정도가 가장 적은 경향을 보였고, 주위 배경벽은 고정되고 눈을 뜬 상태에서 발판이 상·하로 움직이는 실험(조건 4)에서는 보조기 미 착용 시 평균 75.83점, Philadelphia collar 착용 시 평균 70.46점, Minerva cervical orthosis 착용 시 평균 67.38점으로 균형 감각 소실의 정도가 가장 큰 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그밖에 4가지 조건에서도 통계적으로 유의한 차이를 관찰할 수 없었다(표 2).

표 2. Comparison of Equilibrium Scores

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
1	92.22 ± 2.79	90.63 ± 4.99	90.32 ± 3.69
2	91.40 ± 2.67	90.79 ± 5.95	90.87 ± 3.44
3	92.17 ± 2.70	89.59 ± 5.33	89.51 ± 6.64
4	75.83 ± 12.74	70.46 ± 15.39	67.38 ± 14.98
5	65.69 ± 12.20	60.38 ± 13.11	58.47 ± 11.15
6	63.70 ± 16.02	57.30 ± 17.89	56.06 ± 12.87

Values are mean ± standard deviation(score)

2. 감각 분석 검사 결과 비교

전정비(vestibular ratio)는 보조기 미 착용 시 평균 0.71점, Philadelphia collar 착용 시 평균 0.67점, Minerva cervical orthosis 착용 시 평균 0.64점으로 보조기의 고정 정도가 클수록 감각이 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없

었다. 시각비(visual ratio)도 보조기 미 착용 시 0.82점, Philadelphia collar 착용 시 0.78점, Minerva cervical orthosis 착용 시 0.74점으로 고정 정도가 클수록 감각이 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 체성 감각비(somatosensory ratio)와 시각 선택비(visual preference ratio)에서는 보조기 착용여부 및 보조기 종류간의 의미 있는 차이를 보이지 않았다(표 3).

3. Comparison of Sensory Analysis

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
VEST ¹⁾	0.71±0.13	0.67±0.15	0.64±0.12
VIS ²⁾	0.82±0.13	0.78±0.16	0.74±0.16
SOM ³⁾	0.99±0.03	1.00±0.05	0.99±0.04
PREF ⁴⁾	0.99±0.08	0.97±0.08	0.98±0.10

Values are mean±standard deviation(%)

1) VEST : Vestibular ratio

2) VIS : Visual ratio

3) SOM : Somatosensory ratio

4) PREF : Visual Preference

3. 운동 조절 검사 결과 비교

후방 이동 검사에서 낮은 속도(5cm/sec)로 300msec 동안 후방 이동시 보조기 미 착용시 평균 105.67점, Philadelphia collar 착용 시 평균 107.67점, Minerva cervical orthosis를 착용 시 평균 110.67점으로 세 가지 경우 모두 오른쪽으로 무게 중심 이동이 나타났으며, 보조기를 착용한 경우와 보조기의 고정 정도가 클 수록 오른쪽으로 무게 중심 이동이 컸으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 4).

중간 속도(10cm/sec), 빠른 속도(15cm/sec)에서도 보조기 미 착용 시에 비해 보조기를 착용한 경우와 보조기 중 Minerva cervical orthosis 착용한 경우에 오른쪽으로 무게 중심 이동이 큰 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(표 4).

표 4. Comparison of Weight Symmetry at Backward Movement

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
SB ¹⁾	105.67 ± 8.89	107.67 ± 11.94	110.67 ± 12.95
MB ²⁾	111.33 ± 10.17	109.00 ± 10.88	112.13 ± 10.33
LB ³⁾	112.21 ± 10.55	112.67 ± 10.53	113.35 ± 9.35

Values are mean ± standard deviation(score)

- 1) SB : Slow backward
- 2) MB : Medium backward
- 3) LB : Large backward

전방 이동 검사에서 낮은 속도(5cm/sec)로 300msec 동안 전방 이동시 보조기를 착용하지 않은 경우 평균 101.12점, Philadelphia collar를 착용한 경우 평균 104.14 점, Minerva cervical orthosis를 착용한 경우 평균 108.33점으로 오른쪽으로 무게 중심 이동이 나타났으며, 보조기를 착용한 경우에는 오른쪽으로의 무게 중심 이동이 컸으나 통계적으로는 유의하지 않았다.

중간 속도(10cm/sec), 빠른 속도(15cm/sec)에서도 보조기 미 착용 시에 비해 보조기 착용 시, 보조기 중 Minerva cervical orthosis 착용 시 오른쪽으로 무게 중심 이동이 큰 경향을 보였으나 통계학적 유의 있는 차이는 없었다(표 5).

표 5. Comparison of Weight Symmetry at Forward Movement

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
SF ¹⁾	101.12 ± 9.13	104.14 ± 14.32	108.33 ± 11.96
MF ²⁾	105.33 ± 11.32	104.67 ± 13.22	108.23 ± 14.02
LF ³⁾	106.03 ± 14.53	105.67 ± 13.82	109.00 ± 13.03

Values are mean ± standard deviation(score)

- 1) SF : Slow forward
- 2) MF : Medium forward
- 3) LF : Large forward

4. 적응력 검사 결과 비교

Toes up 검사에서 보조기를 착용하지 않은 경우 총 5회 실험에서 첫 번째 검사에서 평균 61.73점, 다섯 번째 검사에서는 평균 49.63점으로 평균 19.60%의 감소를 보였으며, Philadelphia collar를 착용하였을 경우 첫 번째 검사에서 평균 67.07점, 다섯 번째 검사에서는 평균 53.40점으로 평균 20.38%의 감소를 보였으며, Minerva cervical orthosis를 착용하였을 경우 첫 번째 검사에서 평균 78.20점, 다섯 번째 검사에서는 평균 55.87점으로 평균 28.55%의 감소를 보였으나 보조기 착용 유무 및 보조기 간의 통계학적 유의 있는 차이는 없었다(표 6), (표 7).

⌘ 6. Comparison of Adaptation Scores(upward)

Trials	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
1st	61.73 ± 11.71	67.07 ± 12.28	78.20 ± 25.71
2nd	56.10 ± 10.57	61.90 ± 13.44	62.87 ± 14.09
3rd	51.57 ± 8.71	56.97 ± 9.87	60.83 ± 13.39
4th	50.60 ± 7.11	54.33 ± 8.67	57.50 ± 11.69
5th	49.63 ± 9.01	53.40 ± 8.59	55.87 ± 12.26

Values are mean ± standard deviation(score)

⌘ 7. Comparison of Adaptation Ratio(upward)

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
Adaptation	19.60 ± 8.03	20.38 ± 8.64	28.55 ± 10.01

Values are mean ± standard deviation(%)

Toes down 검사에서 보조기틀 착용하지 않은 경우 총 5회 실험에서 첫 번째 검사에서 평균 48.77점, 다섯 번째 검사에서는 평균 37.17점으로 평균 23.79%의 감소를 보였으며, Philadelphia collar를 착용하였을 경우 첫 번째 검사에서 평균 51.13점, 다섯 번째 검사에서는 평균 39.33점으로 평균 23.08%의 감소를 보였으며, Minerva cervical orthosis를 착용하였을 경우 첫 번째 검사에서 평균 53.37점, 다섯 번째 검사에서는 평균 39.63점으로 평균 25.74%의 감소를 보였으며 보조기 착용 유무 및 보조기 간에 통계학적 유의 있는 차이는 없었다(표 8), (표 9).

⌘ 8. Comparison of Adaptation Scores(downward)

Trials	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
1st	48.77 ± 9.01	51.13 ± 11.09	53.37 ± 13.72
2nd	41.53 ± 9.14	41.10 ± 7.31	45.80 ± 11.01
3rd	39.50 ± 9.19	40.20 ± 9.44	43.10 ± 14.09
4th	38.67 ± 8.50	38.37 ± 6.57	41.60 ± 8.45
5th	37.17 ± 9.94	39.33 ± 7.88	39.63 ± 8.37

Values are mean ± standard deviation(score)

⌘ 9. Comparison of Adaptation Ratio(downward)

Condition	Normal (n=30)	Philadelphia collar (n=30)	Minerva cervical orthosis (n=30)
Adaptation	23.79 ± 9.01	23.08 ± 9.56	25.74 ± 11.0

Values are mean ± standard deviation(%)

IV. 고 찰

자세 및 균형을 유지하는 것은 일상 생활에서 기능적인 활동을 수행하는데 매우 중요한 요소이다. 균형이란 안정된 신체틀 유지하도록 하는 특별한 신경 생리학적 과정을 말하며 (Baron, 1985; 차은종 등, 1995), 감각 기관을 통하여 인체의 움직임을 감지하고 그 정보를 중추 신경계로 보내 통합한 후 근골격계에서 반응하도록 하는 일련의 복잡한 과정을 거쳐 유지된다(Nashner와 Peters, 1989).

감각 기관중에서 특히 체성 감각계, 시각계, 그리고 전정계로부터의 구심성 정보가 중요한데 신체의 균형 유지에 필요한 이 세 가지 구심성 감각은 중력과 주위 환경에 대하여 시각, 전정, 그리고 피부, 근육, 관절 등에 위치하는 체성 감각계로 구성되어 있다(Ghez, 1991; Diener 등, 1984).

균형의 기본 개념은 신체의 무게 중심(center of gravity)의 위치가 항상 지지면 위에 있게 된다는 이론에서 시작한다. 신체의 무게 중심 위치는 양발 사이의 중심과 수직선상에 있을 때 가장 안정된 상태로 이때는 균형을 잡기 위하여 움직임을 수정할 필요가 없으나, 신체의 무게 중심 위치가 균형의 한계 근처에 있을 때는 재빠른 수정이 필요하며 넘어질 위험성도 증가한다. 신체 중심의 위치가 안쪽에 위치하도록 하기 위해서는 감각계와 운동계의 조절이 필요하며 감각은 시각, 전정, 체성 감각의 구심성 자극을 통하여 조정된다. 이 때 두뇌는 정확한 지각 정보는 수용하고, 부정확한 지각 정보는 무시하여 지각이 혼동되지 않도록 조절한다. 예를 들면 시야에 움직이는 물체가 있으면 시각은 부정확한 정보가 되며, 지지면이 움직이면 체성 감각은 부정확한 정보가 된다. 이런 상황에서는 전정계가 시각이나 체성 감각보다 우위에 있게 된다. 그러나 지지면과 시야가 안정된 상태일 때는 시각과 체성

감각이 오히려 전정계보다 균형 유지와 주위 환경에 대한 변화에 훨씬 민감하다. 체성 감각은 신체의 빠른 변화에 훨씬 민감하며, 시각은 느린 변화에 더 예민하다 (김재일, 1997).

1985년 Nashner와 Peters는 지지면을 움직이도록 조작하여 컴퓨터 동적자세측정법(Computerized dynamic posturography)을 개발하였는데, 이 동적자세측정법은 시각계, 전정계, 체성 감각계 등 구심성 자극을 조합하여 감각계와 운동계를 개별적 혹은 종합적으로 분석하고 이상(Abnormality) 정도를 정량화 할 수 있는 방법이다. 현재 가장 많이 쓰여지는 동적자세측정검사 장비인 EquiTest[®]로는 감각 체제 검사(sensory organization test)와 운동 조절 검사(motor control test)와 적응력 검사(adaptation test) 등을 시행할 수 있다. 감각 체제 검사는 여러 감각 조건을 변화시켜 시각, 전정, 체성 감각 중 적절한 구심성 자극을 얼마나 잘 이용하고 부적절한 구심성 자극은 얼마나 억제하는지 밝혀내는 검사법으로, 균형 유지 상태를 알 수 있고, 감각 기능의 상태를 개별적으로 분석 가능하며, 치료 중 회복되는 정도에 대하여 반복 검사를 시행하여 알 수도 있다(황지혜 등, 2000). 본 연구의 감각 체제 검사결과, 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있는 실험(조건 2)에서는 보조기 미 착용 시 평균 91.40점, Philadelphia collar 착용 시 평균 90.79점, Minerva cervical orthosis 착용 시 평균 90.87점으로 균형 감각 소실의 정도가 가장 적은 경향을 보였다. 이는 보조기의 착용이 가만히 서 있는 경우에는 자세 균형에 거의 영향을 주지 않는 것으로 생각된다. 또한 주위 배경벽이 고정되고 눈을 뜬 상태에서 발판이 상·하로 움직이는 실험(조건 4), 눈을 감고 서 있는 상태에서 발판이 상·하로 움직이는 실험(조건 5), 눈을 뜨고, 배경벽이 움직이면서 발판이 움직이는 실험(조건 6) 결과 보조기 미 착용 시에 비해 Philadelphia collar 착용 시가 Philadelphia collar 착용 시에 비해 Minerva cervical orthosis 착용 시 모두 평균

점수가 감소하는 경향을 보여 균형 감각 소실의 정도가 가장 큰 경향을 보였으나 통계적으로는 유의한 차이는 없었다. 감소하는 경향은 보조기로 경추를 고정하는 정도가 커질수록 경추부의 체성 감각 기능이 제 기능을 발휘하지 못했을 가능성이 있을 것으로 사료되며, 또한 발판의 움직임으로 흐트러진 머리의 위치를 바로 잡고자 할 때 이용될 수 있는 전정 기능 역시 보조기 착용으로 충분한 기능을 발휘하지 못했을 가능성이 있다. 그러나, 본 연구에서 통계적으로 유의한 수준의 차이를 보이지 않았던 이유는 정상 성인, 특히 젊은층을 피검자로 실험을 하여 안정된 자세로 다시 회복할 수 있는 균형 유지의 범위가 넓었을 것으로 생각되며, 이로 인해 각 실험 조건에서 각각의 감각 차단 정도가 피검자들에게 충분하지 않았을 가능성도 배제될 수 없다.

균형을 유지하는데 관여하는 구심성 자극을 개별적으로 알아볼 수 있는 감각 분석(Sensory Analysis) 중 체성 감각비(somatosensory ratio), 시각비(visual ratio), 전정비(vestibular ratio), 시각 선택비(visual preference ratio) 등을 측정하였는데, 감각 분석 결과에서 보조기를 착용하지 않은 경우와 착용한 경우간의 통계적 유의성은 확인되지 않았으나 각각의 측정치를 보면 일정한 경향이 있었다.

감각 체계 검사상 1), 2), 3)의 실험 조건에서는 발판이 고정되어 있는데 이 때에는 발에서부터 시작되는 체성 감각계의 작용이 균형 유지에 중요한 역할을 수행하기 때문에 이상 소견을 발견하기 어려우나 발판이 움직이는 단계인 4), 5), 6)의 실험 조건에서는 이상이 발견될 가능성이 증가하며 특히 5, 6의 실험 조건에서는

- 1) 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 한다.
- 2) 발판과 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 감고 서 있게 한다.
- 3) 발판이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고 주위 배경벽을 움직인다.
- 4) 주위 배경벽이 고정된 상태에서 눈을 뜨고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.
- 5) 눈을 감고 서 있게 하고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.
- 6) 눈을 뜨고 서 있게 하고, 주위 배경벽이 움직이고, 발판을 상하로 비스듬히 기울인다.

적절한 체성 감각과 시각을 차단해서 전정 기관의 기능을 독립적으로 판정하는데 도움을 줄 수 있다.

전정비를 보면 경부의 움직임 제한하는 정도가 커질 때 그 값이 감소하는 추세를 보였는데 앞서 설명한대로 보조기 착용으로 인해 경추부의 움직임이 제한되어 자세가 흐트러진 후에 머리가 중력에 대해 올바른 위치를 취하지 못하고 전정 기능이 정상적으로 작용하지 못했기 때문으로 여겨진다. 이는 눈을 감고 외발 들기 검사를 할 때 머리를 바로 한 경우에 비해 고개를 한 쪽으로 기울이면 훨씬 더 빨리 균형을 상실하게 되는 상황과 유사하게 이해될 수 있다(Richardson 등, 2000; McPartland 등, 1997). 시각비 역시 보조기 착용 시에 감소 추세를 보였는데, 이는 보조기를 착용하지 않은 경우에 비해 자유로이 시야를 유지할 수 있는 정도, 특히 넘어지려는 순간에 반사적으로 바닥을 쳐다보게 되는 동작이 제한되어 나타난 결과로 생각된다. 시각 선택비는 세 집단간에 차이를 보이지 않았는데 이는 세 집단간에 부적절한 시각의 영향을 억제하는 수준의 차이가 없을 것이라는 기존의 가정에 일치한다. 그러나 예상과는 달리 감각 분석 결과 체성 감각비가 유의한 수준은 물론이고 약간의 차이도 보이지 않았다. 이는 아마도 체내의 체성 감각중 경부의 체성 감각이 억제되더라도 기타 부위의 관절로부터 오는 위치 감각 신호에 의해 보상되기 때문일 것이다. 이런 결과도 Halo vest cervical orthosis에 관한 연구의 결과와 상반되는 내용이지만 균형 상실에 대한 검사 방법의 차이, 다른 경추 보조기 사용으로 인한 경부의 제한 정도의 차이, 실험군의 연령 등의 차이 때문에 유발되는 문제들 때문으로 사료된다. 그러므로 향후 고령의 경추 손상 환자를 대상으로 연구를 시행한다면, 척수 손상으로 관절의 위치 감각 신호가 정상적이지 못해 경부의 체성 감각이 보조기에 의해 억제된다면, 보조기가 미치는 영향이 클 수 있을 것으로 사료된다.

운동 조절 검사는 발판을 움직여 나타나는 자세의 반응을 기록하는 것으로 주어진 자극에 대하여 피검자의 의지와는 상관없이 반사에 의하여 나타나는 반응을 측정하는 것으로(Jacobson 등, 1993), 본 연구 결과 전방 이동과 후방 이동시 모두 우측으로 무게 중심이 치우치는 경향을 보였다. 이는 피검자가 모두 오른손잡이이기 때문으로 여겨지나 추후 이에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

적용력 검사는 Toes up과 Toes down을 각각 5회씩 시행하여 발판이 움직일 때 균형을 유지하기 위하여 발에 힘이 가해질 때까지의 시간을 측정한 것으로 반복적으로 예기치 못한 발판의 변화에 대해 잘못된 체성 감각 정보를 억제하는 능력을 알아보는 것이다. 즉 자극에 대한 적용 능력을 보는 것으로 적용력이 떨어지면 전정계의 이상이나 혹은 균형과 관련된 중추 신경계 또는 근골격계의 이상을 의미하며 균일하지 않은 표면에서 서기 혹은 걷기 능력의 평가와 장애 치료 결과의 판정에 도움을 준다(Jacobson 등, 1993). 본 연구 결과 Toes up 검사에서 전반적으로 보조기를 착용하지 않은 상태보다는 보조기를 착용한 경우에 잠복기가 길어져 적용력이 떨어지는 경향을 보였으며, Philadelphia collar 착용 시 보다는 고정성이 높은 Minerva cervical orthosis 착용 시 잠복기가 길게 나타나 적용력이 떨어지는 경향을 보였다.

이를 종합하여 볼 때 보조기 미 착용 시보다 보조기 착용 시에 그리고 Philadelphia collar 착용 시 보다는 고정성이 높은 Minerva cervical orthosis 착용 시 감각 체계인 시각계, 전정계, 체성 감각의 감각이 전체적으로 감소하는 경향이 있었지만 통계적으로 유의한 감소는 없었다. 그리고 운동 조절 역시 보조기의 고정성이 높을수록 감소하는 경향이 있었지만 통계적으로 유의한 감소는 나타나지 않았다. 운동 적용력에서도 고정성이 높은 보조기가 적용력이 떨어졌으나 통계적으로 유의한 감소는 아니었다. 정적인 상태에서 Halo vest cervical orthosis가 자세 균형에 미치는

연구(McPartland 등, 1997)에서는 자세 균형에 미치는 이유가 보조기의 무게와 보조기를 착용하므로 인한 무게 중심의 상승이 큰 요인으로 작용하였을 것으로 제시한 바 있어 본 연구에서 사용되었던 Philadelphia collar와 Minerva cervical orthosis는 무게가 적고 Halo vest cervical orthosis보다 고정성이 떨어져 감각 체계에 큰 영향을 미치지 않았던 것으로 여겨진다. 그리고 본 연구는 운동 조절력이 높은 20대의 정상 성인을 대상으로 검사하였으므로 향후 실제 보조기 착용이 많은 고령이나 경추 손상 환자를 대상으로 고정성이 높은 보조기를 착용한 연구를 한다면, 감각 체계와 운동 조절, 운동 적응력 감소가 더욱 클 가능성이 있을 것으로 사료된다. 또한 향후에 감각 체계의 시각계, 전정계, 체성 감각계에서는 큰 영향을 미치지 않았지만 감각 체계가 통합적으로 작용하는 보행에서는 고정성이 높은 보조기를 착용하고 보행을 할 경우, 보조기가 시각이나 전정계 감각 체계에 미치는 감소 경향들이 누적되어 실제 보행에 얼마나 영향을 미치는지에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 연구를 수행하는데 있어서 몇가지 제한점이 있었다. 첫째, Minerva cervical orthosis를 각각의 검사 대상자에게 맞춤 제작하지 못하고 남·녀 각각 대, 중, 소로 제작하였으므로 거즈(gauze) 등으로 고정성을 높여야 했으며, 둘째 피검자의 수가 적었고, 셋째 경추 손상 환자를 피검자로 측정하지 못했다.

V. 결 론

정상 성인 30명을 대상으로 동적 자세 측정기를 이용하여 경추 보조기 미 착용 시, Philadelphia collar 및 Minerva cervical orthosis 착용 시에 각각 감각 체제 검사(sensory organization test)와 운동 조절 검사(motocontrol test), 적응력 검사(adaptation test)를 시행하여 평균 평형 점수, 무게 중심의 치우침, 적응 점수 등을 측정하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 감각 체제 검사 결과 조건 1부터 조건 6까지 각각의 평균평형점수(mean equilibrium score)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

2) 감각 분석 검사(Sensory Analysis test)결과 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 전정비와 시각비에서 보조기 착용 시에 감소하는 경향을 보였다. 체성 감각비와 시각 선택비(visual preference ratio)에서는 보조기 착용 여부에 관계없이 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

3) 운동 조절 검사 결과 전방 이동이나 후방 이동시 경추 보조기 미 착용 상태, 보조기 착용 상태 모두에서 무게 중심이 오른쪽으로 치우쳐서 나타났고, 보조기 착용 여부 및 보조기 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

4) 적응력 검사결과 Toes up과 Toes down 검사 시 적응력의 비율이 감소하는 경향을 보였으나, 통계적으로는 유의한 감소를 보이지 않았다.

본 연구 결과 경추 손상시 고정술 목적으로 흔히 사용되는 Philadelphia collar와 Minerva cervical orthosis가 20대 정상 성인을 대상으로는 통계적으로 유의한 감소를 보이지 않았지만 고정성이 높을수록 균형이 떨어지는 경향을 보였다.

경추 보조기 착용 시 젊은 층의 성인에서는 평형에 대한 측면을 크게 고려하지

않아도 될 것으로 여겨진다. 그러나 경추 보조기 착용이 필요한 경우가 대부분 고령이거나, 경추 손상 환자임을 고려하여 볼 때 향후 이들에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 김재일. 동적자세측정기를 이용한 정상 한국인 112명의 자세 측정 결과. 대한신경과 학회지 1997; 15: 576-585
- 김진호, 오경환, 정진우. 보조기학과 외지학. 대학서림 1990; 219-225
- 김철민. 우리 나라 산업재해에 따른 보상 및 체계에 따른 연구. 서울대학교 석사 학위 논문 1999; 32-33
- 차은중, 송춘희, 이태수, 이경무, 김남균, 김연희. 임상 응용을 위한 평형판(balance plate) 시스템의 개발. 대한재활의학회지 1995; 19: 773-781
- 황지혜, 김상용, 김현숙, 이강우, 김승호. 만성 발목 염좌 환자에서 자세 균형 조절 기능. 대한재활의학회지 2000; 24: 776-783
- Alberts LR, Mahoney CR, Neff JR. Comparison of the Nebraska collar, a new prototype cervical immobilization collar with three standard models. J Ortho Trau 1998; 12: 425-430
- Alund M, Ledin T, Odkvist L, Larsson SE. Dynamic posturography among patients with common neck disorders: a study of 15 cases with suspected cervical vertigo. J Vest Res 1993; 3: 383-389
- Baron JB. History of posturography. In : Igarashi M, Black FO eds. Vestibular and visual control on posture and locomotion equilibrium, New York, Kager Publications 1985; 54-59
- Black FO, Nashner LM. Postural control in four classes of vestibular abnormalities. In : Igarashi M, Black FO, eds. vestibular and visual control on posture and locomotor equilibrium, New Youk, Karger Publications 1985;

- Bohannon, R.W., Larkin, P.A., Cook, A.C., Gear, J., and Singer, J. Decrease in timed balance test score with aging. *Phys Ther* 1984; 64: 1067-1070
- Chandler DR, Nemejc C, Adkins RH, Waters RL. Emergency cervical-spine immobilization. *An Emer Med* 1992; 21: 1185-1188
- Diener HC, Dichgans J, Guschlabauer B, Mau H. The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia. *Brain Res* 1984; 296: 103-109
- Di Fabio RP, Badke MB. Relationships of sensory organization to balance function in patients with hemiplegia. *Phys Ther* 1990; 70: 542-548
- Dornan, J, Fernie GR, and Holliday PJ. Visual input : its impotence in the control of postural sway. *Arch Phy Med Rehabil* 1978; 59: 586-591
- Ghez C. Postrue, In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM eds, *Principles of neural science*, Third Edition, New York, Elsevier 1991; 596-602
- Hamid MA, Hughes GB, Kinney SE. Specificity and sensitivity of dynamic posturography. *Acta Otolaryngol(stockb)* 1991; 65: 596-600
- Horak FB, Nashner LM, Dinner HC. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res* 1990; 82: 167-177
- Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM. *Handbook of balance function testing*, St. louis, Mosby Year Book 1993; 308-334
- Johnson RM, Hart DL, Simmons EF, et al. Cervical orthoses: A study comparing their effectiveness in restricting cervical motion in normal subjects. *J Bone Joint Surg [Am]* 1977; 59: 332-341

- Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL. Proprioception of the ankle and knee. *Am J Sports Med* 1998; 25: 149-155
- McPartland JM, Brodeur RR, Hallgren RC Chronic neck pain, standing balance, and suboccipital muscle atrophy-A pilot study. *J Manip Physio Thera* 1997; 20: 24-29
- Monsell EM, Furman JM, Herdman SJ, Konrad HR, Shepard NT. Computerized dynamic platform posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117: 394-398.
- Nashner LM, Peters JF. Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. In: Arenberg IK, Smith DB, eds. *Neurologic Clinics*, Vol 8, Philadelphia, WB Saunders 1990; 331-347
- Richardson JK, Ross ADM, Riley B, Rhodes RL. Halo vest effect on balance. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 225-227
- Renaud KJ, Kovacsovics B, Vreyhem M, Odjvist LM, Ledin T. Dynamic and randomized perturbed posturography in the follow-up of patients with polyneuropathy. *Arch Med Res* 1998; 29: 39-44
- Richardson JK, Ross ADM, Riley B, Rhodes RL. Halo vest effect on balance. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 255-257
- Shepard NT. The clinical use of dynamic posturography in the elderly. *Ear Nose Throat J* 1989; 86: 940-957
- Wolfson L, Whipple R, Derby CA, P Amerman, Murphy T, Tobin JN, Nashner LM. Dynamic posturography study of balance in healthy elderly. *Neurology* 1992; 42: 2069-2075

부 록

EQUITEST TESTS NUMERIC SUMMARY SAMSUNG MEDICAL CENTER DEPARTMENT OF REHAB. MEDICINE VESTIBULAR REHAB. LAB.

Patient: kim ok sun
Age: 24
ID: n-2
Height: 160 cm

Referred By:
Sway-Referenced Gain: 1.00 Operator ID: 206167

File: 000452A_RAW
Date: Apr 28 2001
Time: 13:44

Sensory Organization Test Results

Condition	Equilibrium			Strategy			COG Alignment					
	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1		Trial 2		Trial 3	
1	90	98	94	91	98	98	-0.2, 0.9	0.2, 1.0	0.3, 1.4	0.3, 1.4	0.3, 1.4	0.3, 1.4
2	94	97	94	96	98	97	0.4, 1.4	0.5, 1.2	0.5, 1.2	0.5, 1.2	0.5, 1.2	0.5, 1.2
3	96	93	94	98	98	98	0.5, 1.2	0.5, 1.7	0.5, 1.5	0.5, 1.5	0.5, 1.5	0.5, 1.5
4	82	80	79	83	91	91	0.4, 1.1	0.6, 0.9	0.7, 0.9	0.7, 0.9	0.7, 0.9	0.7, 0.9
5	73	72	84	86	90	87	0.8, 1.8	0.8, 1.4	0.8, 1.3	0.8, 1.3	0.8, 1.3	0.8, 1.3
6	36	57	54	74	85	97	0.5, 1.4	0.9, 1.1	0.9, 1.4	0.9, 1.4	0.9, 1.4	0.9, 1.4

6Composite = 76

Motor Control Test Results

Transition	Weight	Latency		Response Strength		Strength
	Symmetry	Left	Right	Left	Right	Symmetry
Small B	111	120 (4)	120 (4)	4	5	111
Medium B	110	120 (4)	120 (3)	12	16	114
Large B	107	120 (3)	130 (3)	14	19	118
Small F	107	130 (4)	130 (4)	8	8	114
Medium F	109	120 (4)	120 (2)	9	8	100
Large F	112	120 (4)	120 (4)	10	10	100

Composite = 121

Trial	Adaptation	
	Toes Up	Toes Down
1	86	57
2	89	66
3	71	51
4	63	37
5	66	42

Test Notes:

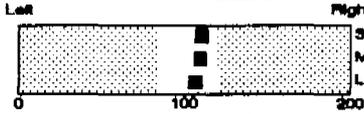
MOTOR CONTROL TEST
SAMSUNG MEDICAL CENTER
 DEPARTMENT OF REHAB. MEDICINE
 VESTIBULAR REHAB. LAB.

Patient: kim ok sun
 Age: 24
 ID: n-2

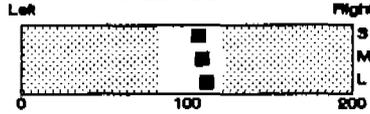
Referred By:
 Sway-Referenced Gain: 1.00

File: 000462A.RAW
 Date: Apr 29 2001
 Time: 13:44
 Operator ID: 295157

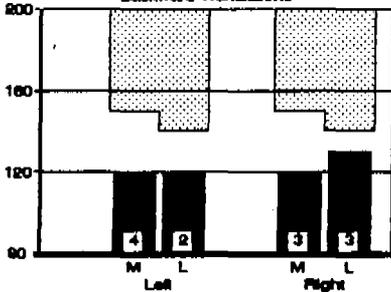
Weight Symmetry
 Backward Translations



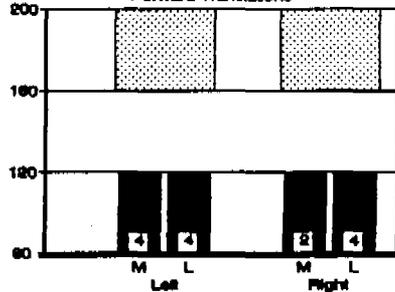
Weight Symmetry
 Forward Translations



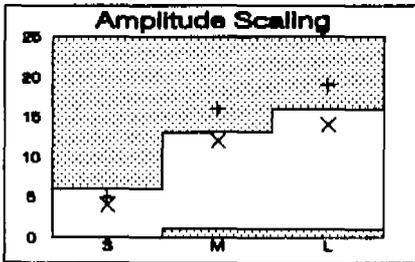
Latency (msec)
 Backward Translations



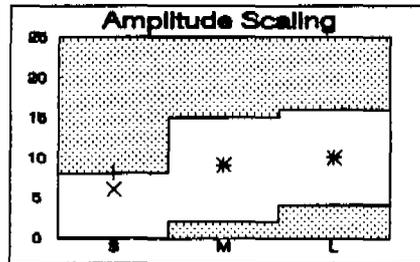
Latency (msec)
 Forward Translations



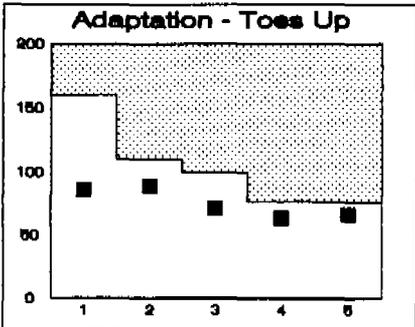
Amplitude Scaling



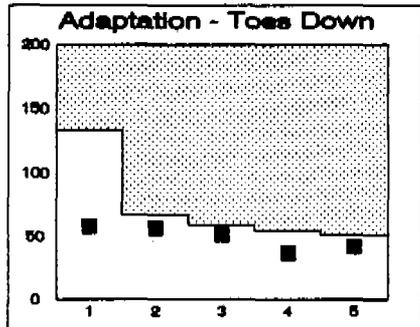
Amplitude Scaling



Adaptation - Toes Up



Adaptation - Toes Down



EquiTest © Version 5.08 Copyright © 1992-98 NeuroCom © International Inc. - All Rights Reserved
 TEST NOTES: NeuroCom Data Range: 20 - 66; Data from EquiTest Version 5.08

SENSORY ORGANIZATION TEST ANALYSIS
SAMSUNG MEDICAL CENTER
 DEPARTMENT OF REHAB. MEDICINE
 VESTIBULAR REHAB. LAB.

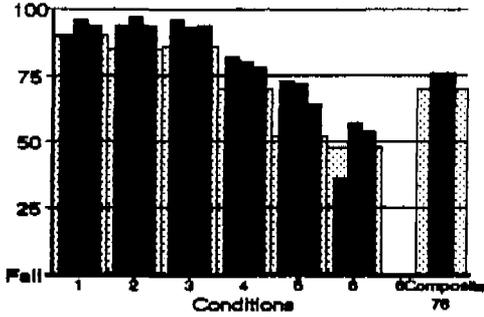
Patient: kim ok sun
 Age: 24
 ID: n-2

Referred By:
 Sway-Referenced Gain: 1.00

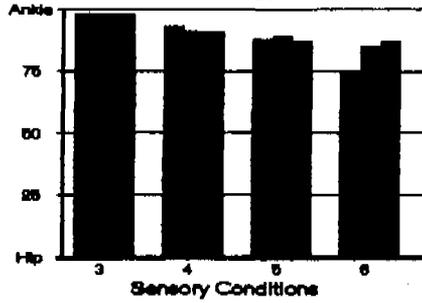
Operator ID: 295187

File: 000458ARAW
 Date: Apr 28 2001
 Time: 13:44

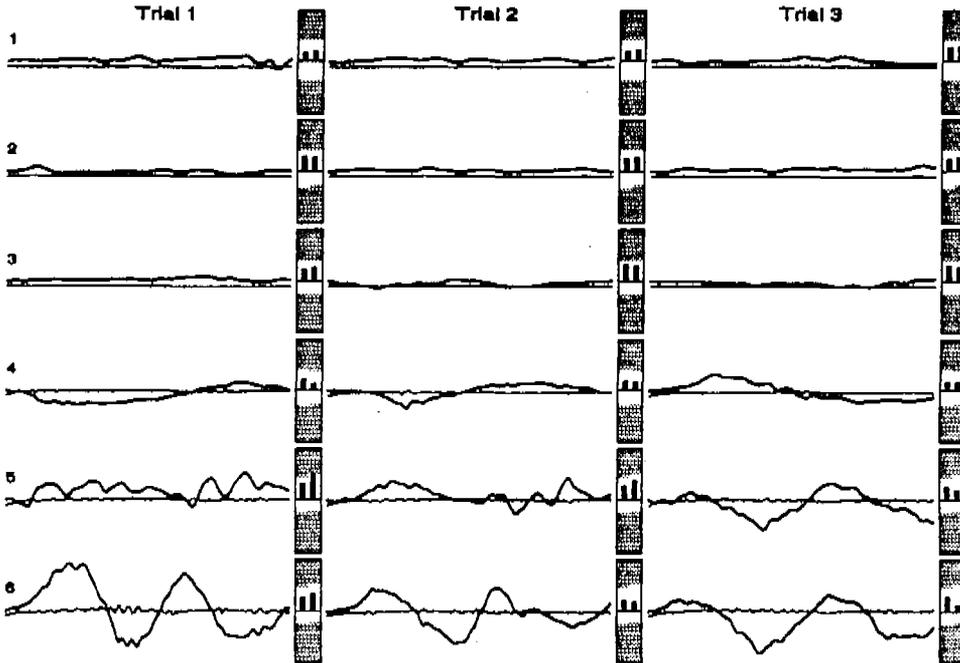
Equilibrium Score



Strategy



Sway, Shear, and Alignment Data



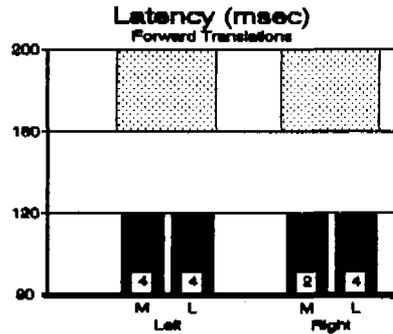
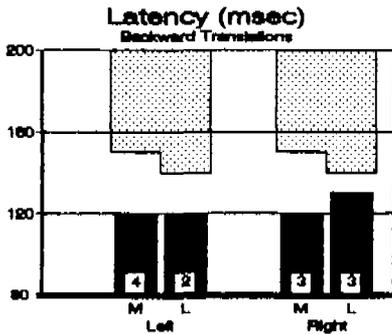
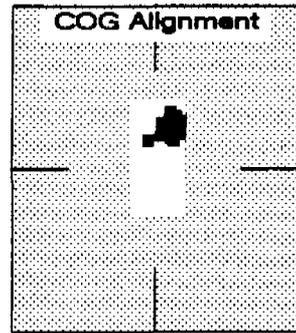
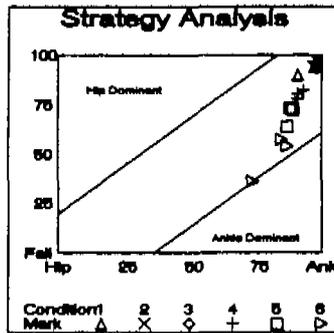
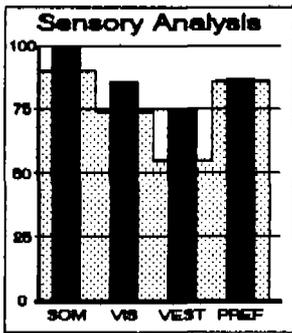
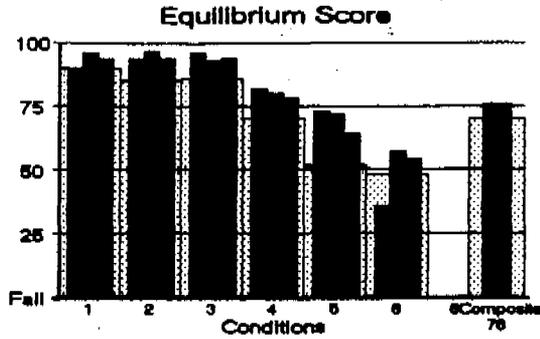
EquiTest © Version 5.08 Copyright © 1992-98 NeuroCom © International Inc. - All Rights Reserved
 TEST NOTES: NeuroCom Data Range: 20 - 50; Data from EquiTest Version 5.08

EQUITEST SUMMARY
SAMSUNG MEDICAL CENTER
 DEPARTMENT OF REHAB. MEDICINE
 VESTIBULAR REHAB. LAB.

Patient: kim ok sun
 Age: 24
 ID: n-2

Referred by:
 Sway-Referenced Gain: 1.00 Operator ID: 295157

File: 000458A.RAW
 Date: Apr 29 2001
 Time: 13:44



EquiTest © Version 5.08 Copyright © 1992-99 NeuroCom © International Inc. - All Rights Reserved
 TEST NOTES: NeuroCom Data Range: 80 - 99; Data from EquiTest Version 5.08

= ABSTRACT =

Effect of different cervical orthosis on equilibrium

Hwan-ik Choe
Graduate School of
Health Science and Management
Yonsei University

(Directed by Professor Chang-il Park, M.D., Ph. D.)

Until recently, only studies pertaining to the effects of cervical orthosis on the posture balance were study of Halo vest cervical orthosis wear on balance using a qualitative measure of unipedal balance test (Richardson et al.,; Mcpartlant et al., 1997). However effects of cervical orthosis on visual system, vestibular system, somatosensory system, motor control ability and motor adaptability during static and dynamic posture control have not been completely studied. The purpose of this study was to determine the effects of commonly worn Philadelphia collar and Minerva cervical orthosis, which has the greatest restriction on cervical motion on components required to maintain static and dynamic posture in normal individuals. This included the study of effects in visual system, vestibular system, somatosensory system, motor control ability and motor adaptability.

The study subjects were 30 healthy male and female individuals between the ages of 21 and 29 who had no vestibular impairment or history of tinnitus, visual acuity 1.0 or better on both eyes (including corrected vision), no central or peripheral neurological lesions, and no history of fracture or arthritis. For each subject, the measurements were taken using EquiTest (NeuroCom, international Inc.; USA) a type of computerized dynamic posturography under 3 different conditions; no orthosis used, with Philadelphia collar, and with Minerva cervical orthosis. The mean equilibrium score, shift on the center of mass, and adaptation score were measured by Sensory organization test, Motor control test, and Adaptation test. The results were as follows:

1. Sensory organization test showed no statistically significant difference in mean equilibrium score on visual, vestibular and somatosensory system in all three conditions.
2. Vestibular ratio and visual ratio tended to decrease when orthosis was worn. Somatosensory ratio and visual preference ratio did not show significant difference whether cervical orthosis was worn or not.
3. During the motor control test, the center of mass shifted to the right upon forward or backward movements, but there was no statistical significance whether orthosis was used or not.
4. Adaptation test showed decreasing tendency in adaptation ratio with either orthosis worn but was not statistically significant.

The result of this study showed that within healthy adults population, the use of Philadelphia collar or Minerva cervical orthosis which are generally used for immobilization during cervical injury had no statistically significant effect on equilibrium but had tendency to decrease with more restricting orthosis.

This implies that effect on equilibrium is not a significant factor when

using a cervical orthosis in young adult population. However considering the fact that people who require cervical orthosis are usually elderly population or patients with cervical injury, further comprehensive study in this population is warranted.