경수손상자의
의자차 추진력과 지구력

연세대학교 보건대학원
보건정책 및 관리학과
이 미 영

경수손상자의 의자차 추진력과 지구력

지도 신 지 철 교수

이 논문을 보건학석사학위 논문으로 제출함

2001년 6월 일

연세대학교 보건대학원
보건정책 및 관리학과
이 미 영

이미영의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 ____________________ 인

심사위원 ____________________ 인

심사위원 ____________________ 인

연세대학교 보건대학원

2001년 6월 일

감사의 글

큰 것이건 작은 것이건 무엇을 이루었다는 것은 우리에게 기쁨과 행복을 줍니다. 공부하는 내내 가끔 어려움도 있었지만 즐겁고 재미있었습니다.

이 논문이 완성되기까지 세심한 지도와 배려를 아낌없이 주셨던 신지철 교수님과 어려움에 봉착할 때마다 연구의 방향을 이끌어 주시고 격려해 주셨던 나은우 교수님, 용기를 북돋아 주셨던 김덕용 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 멀리 계시지만 장애인에 대한 사랑과 학문에 대한 열의를 가질 수 있도록 지도해 주셨던 구애련 선생님과 정보인 선생님께 존경과 감사를 드립니다. 또한 바쁘신 와중에도 연구 디자인과 통계처리 등에 있어 적극적인 도움과 조언을 해주신 대학원 통계실의 강대룡 선생님께 정말 감사 드립니다. 기구 사용과 대상자 선정에 도움을 주셨던 국립 재활원의 이범석 선생님, 김원호 선생님과 이왕재 선생에게도 감사의 마음 전합니다.

진정한 삶의 모습과 참다운 재활인의 모습이 어떤 것인지를 몸소 보여주시는 이일영 선생님께 존경과 감사 드립니다. 또한 어려움과 힘듬을 늘 함께 했던 작업치료실의 김행란 선생님, 박훈식 선생님, 김수일 선생님과 여러 가지로 도움을 준 안동녀 선생님과 멀리 영국에서 영문번역에 도움을 주셨던 안동녀 선생님의 언니, 교정 작업을 기꺼이 해주었던 박혜정 선생님, 격려의 말로 응원해 주셨던 이정인 선생님을 비롯한 재활의학과 가족들에게 고마운 마음을 드립니다.

이동의 어려움과 대・소변 문제 등의 어려움에도 불구하고 기꺼이 연구에 참여해 주셨던 '함께 가는 우리' 장애우 분들을 비롯한 경수장애우 분들과 대상자 선정에 도움을 주셨던 '수레바퀴 선교회'분들과 '밀알 선교회'분들께 진심으로 감사 드리며, 마음 안에 재활의 굳은 의지 간직하셔서 행복한 삶을 이끌어 가시길 기도 드립니다.

논문으로 인해 전화 한번 제대로 드리지 못했지만 늘 제 마음 깊은 곳으로 응원을 보내주시는 부모님과 가족들에게 사랑과 고마운 마음을 드립니다.

끝으로 언제나 삶에 대한 벅찬 기쁨과 평화로 이끌어 주시는 사랑하는 주님과 자애로우신 성모님께 이 논문을 봉헌합니다.

2001년 6월

이미영 올림

차 례

표 차 례

그 림 차 례

국 문 요 약

본 연구는 경수손상자의 의자차 손잡이에 가해지는 추진력과 지구력을 측정하여 신경학적 손상 부위별 차이를 평가하고 지속적인 의자차 추진력을 유지하는데 기여하는 요인을 분석하여 경수손상자의 포괄적인 재활에 도움을 주고자, 2001년 3월부터 4월까지 아주대 의료원과 국립재활원 작업치료실에서 BTE work simulator를 이용하여 경수손상자 17명을 대상으로 의자차 추진력과 지구력을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 의자차 추진력 중 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 15.58±8.92 Nm이고, 경수 7번 손상자는 24.20±5.41 Nm, 경수 8번 손상자는 37.43±8.79 Nm로 신경학적 부위가 낮아질수록 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

2. 의자차 추진력 중 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 6.80±4.78 Nm이고, 경수 7번 손상자는 15.55±8.04 Nm, 경수 8번 손상자는 28.68±9.75 Nm로 신경학적 부위가 낮아질수록 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

3. 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 320.07±196.70 Joules이고, 경수 7번 손상자는 845.50±512.27 Joules, 경수 8번 손상자는 898.00±292.74 Joules로 신경학적 부위가 낮아질수록 유의하게 증가하였다($p<0.001$).

4. 직업이 있는 경수손상자들의 의자차 추진력은 직업이 없는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p<0.05$).

5. 실외 의자차 보행을 하는 경수손상자들의 의자차 추진력 중 최대 등척성 힘은 실외 의자차 보행을 하지 않는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p<0.05$).

6. 의자차 미는 운동만을 하는 경수손상자들의 의자차 추진력 중 최대 등척성 힘은 관절 운동을 하는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p<0.05$).

7. 폐활량은 최대 등척성 힘($p<0.001$), 최대 등장성 힘 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실내 의자차 사용 시간은 최대 등장성 힘($p<0.05$) 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실외 의자차 사용 시간은 최대 등척성 힘과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실내외 의자차 사용 시간은 최대 등척성 힘, 최대 등장성 힘 그리고 지구력 일의 양 모두 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.001$).

본 연구의 결과에서 의자차 추진력은 사회 활동과 관계된 요소와 관련이 많아 BTE work simulator 등을 이용한 의자차 추진 훈련은 의자차 추진 능력이 제한되어 사회 활동에 어려움이 있는 경수손상자들의 지역사회 통합을 돕는데 필요한 훈련을 할 수 있을 것으로 생각된다. BTE work simulator는 의자차 추진이 의존적이고 재활치료 시기에 있는 경수손상자들의 의자차 추진 능력과 상지 기능을 향상시키기 위하여 이용할 수 있으며, 조기에 의자차 추진 능력 훈련을 통해 재활을 촉진시킬 수 있다.

이상의 결과로 경수손상자들의 보행 능력 중 가장 큰 비중을 차지하는 의자차 보행 능력은 집 안에서 뿐 아니라 사회 활동과도 밀접한 관련이 있는 요소로 BTE work simulator 등을 이용한 의자차 추진 훈련은 경수손상자들의 삶의 질을 향상시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성

대부분의 척수손상자들은 이동(locomotion)의 한 수단으로 의자차를 이용하는데, 지속적으로 척수손상 상태로 있어야 하는 완전 척수손상자들의 독립적인 이동 능력은 지역사회에서 재활의 중요한 목표이다(Newsam 등, 1996). 수동적으로 의자차를 조작할 수 있는 능력은 의자차를 이용하는 사람들의 독립적인 기능을 위해서 중요한 요소일 뿐만 아니라(Hughes 등, 1992), 숙련된 의자차 기술은 척수손상자에게 자유로움과 이동성을 제공할 수 있다. 의자차를 성공적으로 사용하기 위해서 필요한 요소는 의자차를 이용하는 사람의 능력과 의자차의 특성, 그리고 적합한 의자차를 사용하고 있는지 등이다(Brubaker, 1986). 또한 독립적인 의자차 추진은 심폐기능의 유지와 더불어 근력 증강에도 도움이 되며, 수동식 의자차를 밀어서 좋아진 힘은 transfer와 mat skill과 같은 다른 기능 증진에도 도움이 될 수 있다(Somers, 1991).

현재 수동식 의자차 수행 능력을 평가하기 위한 표준화된 도구로는 단지 주어진 거리를 의자차로 이동할 수 있는 지 여부를 평가하는 방법이 있고 더 자세하게는 이동한 거리를 얼마만큼의 속도로 갈 수 있는 지를 평가하는 방법 등이 있다(Granger 등, 1993). 의자차를 미는 것과 관계된 의자차 손잡이에 적용되는 힘의 측정은 주로 정적인 힘을 측정하는 것으로(Brauer와 Hertig, 1981; Brubaker 등, 1983) force plates와 isokinetic dynamometer에 연결한 외부장치에 의한 연구들이 있어 왔다. 다른 연구로는 의자차

simulator를 이용한 의자차 추진력에 대한 연구로 의자차에 부착된 3차원 force transducer를 통해 의자차 손잡이에 가해지는 힘과 의자차 축에서의 힘을 측정한 연구가 있다(Veeger 등, 1992). 그러나 수동식 의자차를 추진하는 동안 적용되는 힘은 제한적으로 연구되고 있고, 대부분 바퀴 축 주위의 추진력을 측정하는 것으로 제한되어 있다(Rodgers 등, 1994; Ruggles 등, 1994). 더구나 의자차를 추진하는 동안 손잡이에 적용되는 힘을 측정하는 것이 어렵고 신뢰감 있게 평가하는 것이 복잡해서 이 분야에 대한 연구는 드문 실정이다(Veeger 등, 1991; Veeger 등, 1992; Robertson 등, 1996).

의자차와 관련된 국내 연구로 임신영(1993년)은 의자차 에르고미터를 이용한 5주간의 훈련이 척수 손상으로 인한 하지마비 환자의 근력 및 지구력의 증진에 도움이 된다고 하였다. 이한석(1994년)은 의자차 에르고미터를 이용하여 하지마비 환자의 의자차 높이에 따른 생리학적 반응에 대한 차이를 조사하였고, 의자 높이와 정기적인 운동 유무에 따라 생리학적 반응에 유의한 차이가 난다고 하였다. 유병규와 정낙수(1999년)는 하지마비 환자 17명을 대상으로 의자차 에르고미터를 사용하여 심폐 적성과 관련된 생리학적 반응과 생리학적 반응에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과 규칙적인 운동이 심폐기능에 중요한 영향을 미친다고 보고하였다.

그러나 척수손상자에서 의자차 추진과 관련된 힘이나 지구력에 대한 연구는 국내에 드문 실정이다. 그러므로 척수손상자들을 대상으로, 의자차 추진력을 증가시킬 수 있는 재활프로그램 개발의 기초 자료로 의자차 추진력 측정에 대한 연구가 필요하였다.

BTE work simulator는 기존의 치료 기구들과는 달리 작업과 유사한 활동을 꾸며 여러 정보를 치료자와 환자가 얻을 수 있어 보다 효과적인 재활

치료가 가능하게 하였다(Curtis와 Engalitcheff, 1981). BTE work simulator는 환자의 치료, 평가 그리고 일정한 작업의 인간 공학적인 분석을 하는데 이용될 수 있다. 기존의 정적 근력(static strength)만을 주로 측정할 수 있었던 기계들과는 달리 BTE work simulator로는 동적 근력의 측정이 가능하며 나아가서는 지구력의 측정까지 가능하기 때문에 의자차 추진과 같은 기능을 필요로 하는 작업을 모사하여(simulate) 동적 힘이나 동적 지구력 등을 측정할 수 있다. 여러 가지 작업이나 활동과 의자차 추진동작은 동적인 움직임을 요구하기 때문에 동적인 힘의 측정은 정적인 힘보다 기능의 더 좋은 지표가 될 수 있고 동적 지구력의 측정은 주어진 작업을 환자가 얼마나 오래 계속해서 수행할 수 있는지를 측정하는 방법이다. 특히 BTE work simulator는 기존의 바퀴 축에서의 힘을 측정하는 연구들과는 달리 의자차 손잡이에 가해지는 힘을 직접 측정할 수 있는 장점이 있으나 현재까지 BTE work simulator를 이용하여 의자차 추진력과 지구력을 측정했던 연구는 드문 실정이다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 의자차를 사용하는 경수손상자들을 대상으로 BTE work simulator를 이용하여

1) 경수손상자의 의자차 손잡이에 가해지는 추진력과 지구력을 측정하여 신경학적 부위별 차이를 평가하고
2) 경수손상자의 지속적인 의자차 추진력을 유지하는데 기여하는 요인을 분석하고
3) BTE work simulator를 이용하여 의자차 추진 훈련을 하는 모델을 제공하여
4) 지속적인 의자차 추진에 대한 기초자료를 제공하여 향후 경수손상자의 포괄적인 재활에 도움을 주고자 한다.

3. 연구 가설

본 연구의 가설로는

첫째, 정적 및 동적 의자차 추진력과 동적 지구력은 경수손상자의 신경학적 부위에 따라 차이가 있을 것이다.

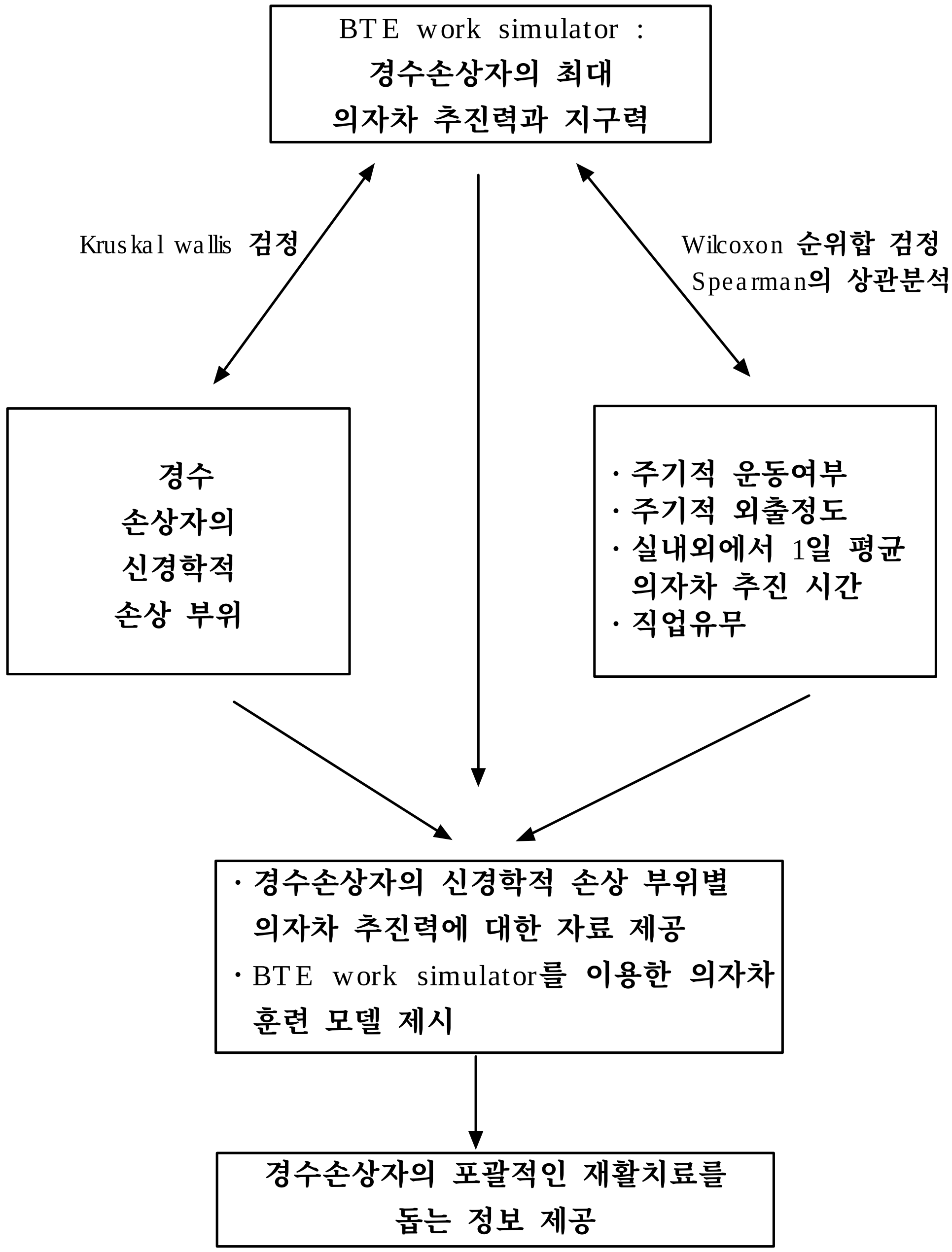
둘째, 직업, 실외 의자차 보행 여부, 주기적인 운동과 외출 여부 등에 따라 경수손상자의 의자차 추진력과 동적 지구력에 차이가 있을 것이다.

셋째, 의자차 사용 기간, 운동 시간, 1일 실내외 의자차 사용 시간 등은 경수손상자의 의자차 추진력과 동적 지구력과 상관 관계가 있을 것이다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구의 틀

경수손상자의 의자차 추진력과 지구력을 측정하고 의자차 추진력에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위하여 BTE work simulator로 정적 및 동적 의자차 추진력과 지구력을 측정하고, 면접 조사를 통하여 주기적인 운동과 외출여부, 의자차 사용 시간, 직업 등의 자료를 모아, 경수손상자의 의자차 추진력과 지구력과의 유의성을 검정하여, 경수손상자의 포괄적인 재활을 돕는 자료를 제공한다.



<그림 1> 연구의 전체적인 모형

2. 연구기간

연구 기간은 2001년 3월 12일부터 3월 17일까지 예비 검사 후, 3월 18일부터 4월 30일까지 아주대 의료원과 국립재활원 작업치료실에서 BTE work simulator를 이용하여 의자차 추진력과 지구력을 측정하였다.

3. 연구 대상

본 연구의 대상은 아주대 의료원과 국립재활원 재활의학과에서 치료를 받고 있거나 경수손상자 모임에서 활동하고 있는 경수손상자로 대상자 모두는 연구에 참여하겠다는 동의서를 낸 사람들이었다. 대상자 선정 기준은 1) 수동적으로 의자차 조작이 가능한 경수 6번부터 8번까지의 남자 환자, 2) ASIA impairment 척도로 A, B인 완전 운동 기능 손상자, 3) 뇌손상 등의 신경학적인 동반 손상이 없는 사람, 4) 수상 후 적어도 1년 이상 실내에서 독립적으로 수동식 의자차 보행을 하였던 사람, 5) 추진력에 영향을 줄 수 있는 상지의 근 골격 계에 손상이 없는 사람, 그리고 6) 20대에서 40대까지의 활동 연령의 사람들이었다.

검사 대상자의 우세손(dominant hand)은 글씨를 쓰거나, 젓가락질을 하거나 칫솔을 잡을 때와, 망치를 쥐거나, 공을 던질 때, 카드를 돌릴 때 등과 같은 일상생활 중 주로 사용하는 손으로 하였으며 이러한 일상생활에서 양손을 모두 쓰는 경우는 어린 시절 주로 사용했던 손을 확인하여 정하였다(문혜원 등, 1998).

4. 면접 조사

연구 대상자들의 의자차 추진력과 지구력을 측정하기 전에 면접을 통해 연구 대상자의 인구 사회학적 특성 즉 손상 원인, 연령, 학력, 직업 유무, 운전 여부, 주기적 외출과 주기적 운동 여부, 실내외용 의자차를 구분해서 쓰는지, 실외에서 의자차를 사용하는지, 일 평균 실내 및 실외 의자차 사용 시간, 의자차 사용 기간, 재원 기간 등에 대한 정보를 수집하였고 각 대상자들의 폐활량은 spirometer(Spiropet; Japan)를 이용하여 측정하였다.

5. BTE work simulator 측정

1) 의자차 돌리는 동작 가상으로 꾸미기

의자차의 바퀴 돌리는 작업을 가상으로 꾸미기 위해서 지름 46cm인 BTE work simulator(Model NO. WS20, Baltimore Therapeutic Equipment Company, Maryland, U. S. A) 141번 large wheel을 이용하였다. 연구에 사용한 의자차는 의자차의 축이 어깨의 주두(olecranon)와 일직선이 되어 있는 표준형 의자차로 대세산업에서 제작한 partner 7000 모델을 이용하였다. 표준형 의자차의 한쪽 바퀴 손잡이(hand rim)를 제거하고 BTE work simulator의 wheel을 제거된 바퀴 손잡이 위치에 고정시켜, 가상으로 의자차 돌리는 동작을 모사(simulate)하였다. 바퀴 축의 중심과 BTE work simulator의 head 중심이 같은 위치에 오게 했고, 의자차 바퀴의 중심과 BTE work simulator의 large wheel의 중심과의 간격은 6cm이었다. 몸통 쪽과 반대쪽 상지의 보상 작용을 막기 위해 가슴부분 겨드랑이 바로 아래를 벨트로 고정시켰고, 반대쪽 상지는 검사하려는 손과 같은 위치의 반대쪽 바퀴에 오게 했다. 바퀴에 걸리는 힘의 부하는 한쪽 BTE work simulator 쪽만 걸리게 되어 한쪽 상지의 수동식 의자차 돌리는 동작을 가상으로 할 수 있게 했다.

2) 의자차 좌석 높이 조절

대상자가 의자차에 앉아서 뒷바퀴의 가장 높은 지점에 손을 가져갔을 때 팔꿈치 관절의 각도가 최적의 추진 효율을 유지하는데 적합한 120도가 되도록 방석을 이용하여 의자차 좌석의 높이를 조절하였다(박은영 등, 1999년).

3) 의자차 돌리는 동작에 친숙해지기

BTE work simulator를 이용한 의자차 가상동작에 대상자들이 친숙해지도록 하기 위해서 3분 동안 BTE work simulator를 이용한 의자차 추진 동작을 연습하게 하였다(Bhambhani 등, 1994년).

4) 의자차 추진력의 측정

① 최대 등척성 힘의 측정

BTE를 이용한 측정의 첫번째 단계로 경수손상자의 신경학적 손상 부위별

환자군들에 따른 최대 등척성 힘을 측정하였다. 최대 등척성 힘의 측정은 정적인 저항에 대항해서 적용되는 힘을 측정하였다. 측정은 3번 측정하여 평균치를 이용하여 검사-재검사의 신뢰도를 높였고, COV(coefficient of variation)가 15% 이상인 경우는 검사를 다시 실시하였다. 각각의 측정은 5초 동안 하게 되고 측정간에 30초씩의 휴식기간을 주었다. 이 단계의 측정을 위해서는 BTE work simulator를 Manual static mode에 맞추거나 Quest의 static menu에서 maximum strength test를 이용해 검사할 수 있으나, 본 연구에서는 Quest soft ware program을 이용해서 최대 등척성 힘을 측정하였다.

② 최대 등장성 힘의 측정

힘의 단계(force level)는 환자에게 편안한 수준의 힘인 최대 등척성 힘의 1/2을 이용해서 등장성(동적) 힘을 측정하였다. 측정은 3번 측정하여 평균치를 이용하여 검사-재검사 신뢰도를 높였고 COV(coefficient of variation)가 15% 이상인 경우는 검사를 다시 실시하였다. 각각의 측정은 최대 힘의 1/2에서 일할 때 7-9초 후에 피로감을 느끼기 시작하기 때문에 10초 동안 하게 되고 측정간에 30초씩의 휴식기간을 주었다. 이 검사는 automatic mode에서 측정하거나 Quest program을 이용하여 측정할 수 있는데, 본 연구에서는 Quest program을 이용하여 최대 등장성 힘을 측정하였다.

5) 의자차 지구력(동적 지구력) 측정

동적 지구력은 주어진 작업을 환자가 얼마나 오래 계속해서 수행할 수 있는 지를 측정하는 방법이다. 지구력은 가상의 의자차 돌리는 작업을 수행한 일의 양으로 측정하였다. 힘의 단계(force level)는 최대 정적 힘의 1/2을 이용해서 측정하였다. 환자의 동적 지구력을 측정하기 위해서는 환자가 일하는 속도율을 조절하는 것이 중요하기 때문에 각 상지가 같은 속도에서 일하도록 하였다. 이때 환자의 수행 속도를 조절하기 위해서 metronome(LUX ;USA)을 이용하였다. 이 검사를 하기 위해서는 BTE work simulator를 manual dynamic mode에 맞춰 놓거나 Quest program을 이용하여 측정할 수 있는데, 본 연구에서는 Quest program을 이용하여 지구력을 측정하였다.

6. 자료처리

최대 등척성 힘과 등장성 힘 그리고 지구력의 측정치는 BTE work simulator에 연결된 Quest soft ware 프로그램을 이용하여 자료를 저장한 후 SAS 통계처리 프로그램을 이용하여 첫째, 각 변수에 대한 기술 통계량을 구하였고 둘째, 비모수적인 검정 방법으로 Kruskal Wallis 검정, Wilcoxon 순위합 검정 등의 통계법을 이용하여 각 변수간의 유의 수준을 알아보았으며, 셋째, Wilcoxon 부호순위검정을 이용하여 각 대상자간의 우세손과 비우세손의 차이에 대한 유의 수준을 알아보고, 넷째, Spearman 순위상관검정을 이용하여 경수손상자의 손상 부위별 의자차 추진력과 지구력에 대한 각 변수와의 상관관계를 알아보았다.

본 연구에서 각 변수의 분석은 대상자의 일반적인 특성은 우세손을 중심으로 하여 기술하였으며, 우세손과 비우세손의 차이에 대한 Wilcoxon

부호순위검정 결과 유의한 차이가 없었으므로<표 1>, 각각의 손을 개별 자료로 하여 직업 유무나 실외에서의 의자차 사용 여부와 주기적인 운동과 외출 그리고 1일 평균 의자차 사용 시간과 의자차 추진력과 지구력에 대하여 분석하였다.

1일 평균 실내 및 실외 의자차 사용 시간은 각각 중앙값을 기준으로 하여 중앙값 미만과 중앙값 이상 두 집단으로 나누어 Wilcoxon 순위합 검정을 하였다.

운동 종류에 따른 차이를 알아보기 위하여 대상자를 관절 운동만을 하는 군과 의자차 미는 운동을 하는 두 군으로 나누어 Wilcoxon 순위합 검정을 하였다.

<표 1> 우세손과 비우세손의 의자차 추진력과 지구력

	신경학적 부위	우세손(n=17)	비우세손(n=15)†	p-value
최대 등척성 힘*	C6	14.78±6.78	16.65±11.83	
	C7	26.85±3.07	22.88±5.99	0.533
	C8	36.28±9.30	43.20	
최대 등장성 힘*	C6	7.07±3.72	6.44±6.48	
	C7	18.16±5.28	14.24±8.27	0.208
	C8	27.16±9.18	36.24	
지구력#	C6	332.50±185.91	266.50±178.79	
	C7	1006.25±584.32	631.25±350.86	0.323
	C8	933.00±120.09	1169.00	

† : 수지절단 1명과 흉수 1번의 자료는 제외함 (단위 : * Nm, # Joules)

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여했던 대상자들의 평균 나이는 32.3세이고 평균 의자차 사용 기간은 60.8개월이었으며 평균 1일 실내 의자차 사용 시간은 6.7시간, 1일 실외 의자차 사용 시간은 3.7시간이었다. 1일 실내 의자차 사용 시간의 중앙값은 8시간이었고 실외 의자차 사용 시간의 중앙값은 5시간이었다<표 2>. 우세손을 중심으로 했을 때 경수 6번 손상자 8명과 7번 손상자 4명, 8번 손상자 5명으로 모두 17명이었다. 본 연구의 손상 부위별 특성은 ASIA impairment scale로 A는 10명이었고, B는 7명이었다. 사고 원인은 교통사고 12명, 추락사고 3명, 운동손상 2명이었다<표 3>.

<표 2> 연구 대상자의 일반적인 특성

변 수	평균±표준편차	범 위	
나이(년)	32.35 ± 5.98	21.00	43.00
재원기간(달)	16.12 ± 13.91	4	48
폐활량(cc)	2529.41 ± 718.39	1300	3800
의자차 사용기간(달)	60.76 ± 59.09	3	240
일 운동 시간	1.10 ± 0.84	0	4
일 실내 의자차 사용 시간	6.71 ± 5.81	0	14
일 실외 의자차 사용 시간	3.66 ± 4.83	0	13
일 실내외 의자차 사용 시간	9.90 ± 5.82	0	16

<표 3> 연구 대상자의 인구 사회학적 특성

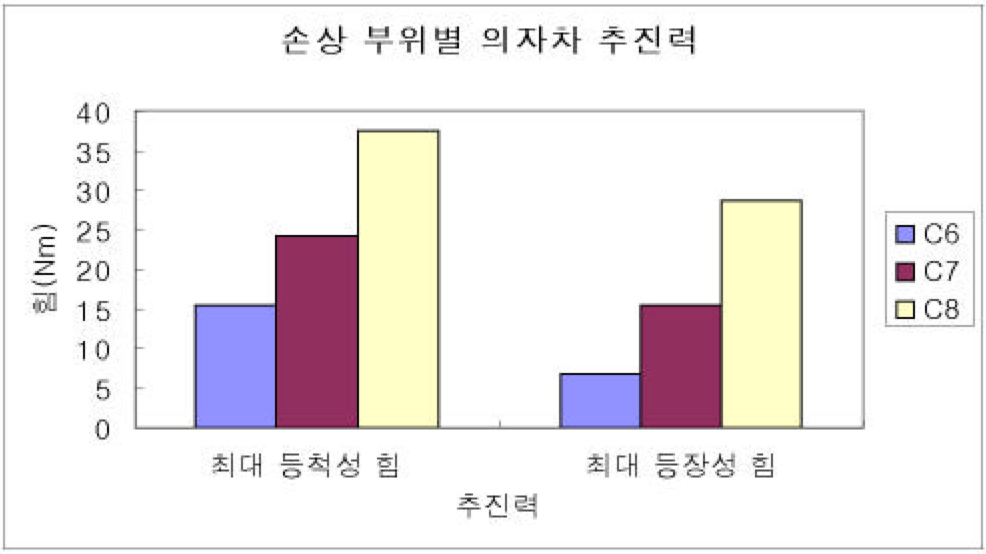
	특　성	명(%)
손상부위	C6	8(47.06)
	C7	4(23.53)
	C8	5(29.41)
ASIA impairment	A	10(58.82)
	B	7(41.18)
손상원인	교통사고	12(70.59)
	추락사고	3(17.65)
	운동손상	2(11.76)
학　력	중졸	2(11.76)
	고졸	8(47.06)
	대졸	7(41.18)
직　업	있다	7(41.18)
	없다	10(58.82)
자 가 용	있다	9(52.94)
	없다	8(47.06)
주기적 외출	한다	11(64.71)
	안한다	6(35.29)
주기적 운동	한다	13(76.47)
	안한다	4(23.53)
실내외용 의자차 구분여부	한다	5(29.41)
	안한다	12(70.59)
실외 의자차 보행	한다	13(76.47)
	안한다	4(23.53)

2. 손상 부위별 의자차 추진력과 지구력

경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 15.58±8.92 Nm이고, 경수 7번 손상자는 24.20±5.41 Nm, 경수 8번 손상자는 37.43±8.79 Nm로 손상 부위별로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

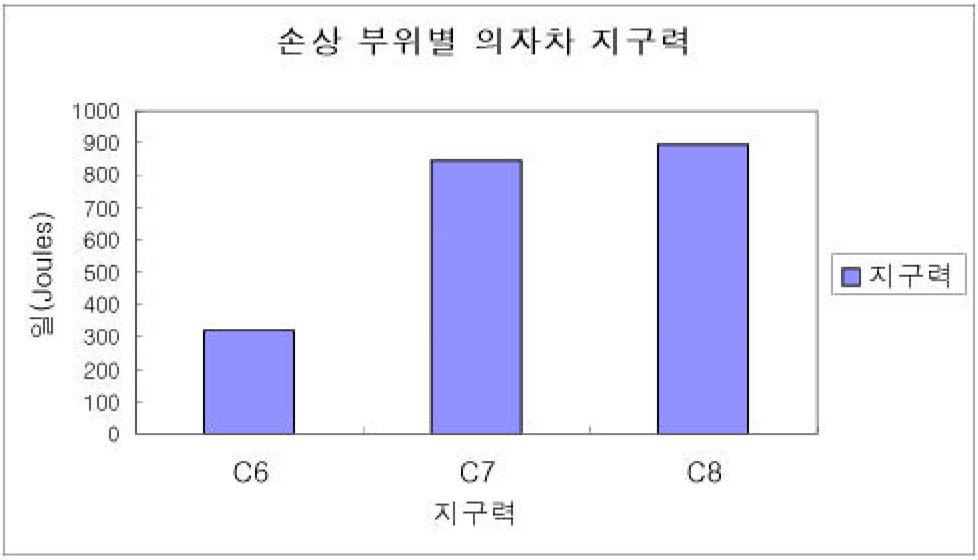
경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 6.80±4.78 Nm이고, 경수 7번 손상자는 15.55±8.04 Nm, 경수 8번 손상자는 28.68±9.75 Nm로 손상 부위별로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$)<그림 2>.

경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 320.07±196.70 Joules이고, 경수 7번 손상자는 845.50±512.27 Joules, 경수 8번 손상자는 898.00±292.74 Joules로 경수 손상 부위별로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$)<그림 3>.



<그림 2> 손상 부위별 의자차 추진력

(**최대 등척성 힘 : 검정통계량** 15.42, p-value 0.0004 **최대 등장성 힘 : 검정통계량** 17.19, p-value 0.0002)



<그림 3> 손상 부위별 의자차 지구력

(**검정통계량** 14.68 p-value 0.0006)

3. 직업에 따른 의자차 추진력과 지구력

현재 직업이 있는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 17.30 Nm, 경수 7번 손상자는 28.60 Nm, 경수 8번 손상자는 41.05 Nm이고, 직업이 없는 경수 6번 손상자는 14.89 Nm, 경수 7번 손상자는 22.00 Nm, 경수 8번 손상자는 30.20 Nm로 최대 등척성 힘은 직업 유무와 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

현재 직업이 있는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 7.21 Nm, 경수 7번 손상자는 22.44 Nm, 경수 8번 손상자는 32.62 Nm이고, 직업이 없는 경수 6번 손상자는 6.64 Nm, 경수 7번 손상자는 12.10 Nm, 경수 8번 손상자는 20.79 Nm로 최대 등장성 힘은 직업 유무와 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$).

현재 직업이 있는 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 277.00 Joules, 경수 7번 손상자는 1003.50 Joules, 경수 8번 손상자는 1083.25 Joules 이고, 직업이 없는 경수 6번 손상자는 315.10 Joules, 경수 7번 손상자는 632.63 Joules, 경수 8번 손상자는 750.50 Joules로 지구력 일의 양은 직업 유무와 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)<표 4>.

<표 4> 직업에 따른 의자차 추진력과 지구력

		직 업	
		있다(n=12)	없다(n=20)
최대 등척성 힘*	C6	17.30±12.20	14.89±7.97
	C7	28.60±2.31	22.00±5.20
	C8	41.05±8.41	30.20±4.10
검정 통계량†		256.00	
p-value		0.0206	
최대 등장성 힘*	C6	7.21±4.36	6.64±5.15
	C7	22.44±5.26	12.10±6.99
	C8	32.62±9.70	20.79±2.40
검정 통계량†		258.00	
p-value		0.0206	
지구력#	C6	277.00±195.80	315.10±178.33
	C7	1003.50±199.31	632.63±503.56
	C8	1083.25±311.17	750.50±6.36
검정 통계량†		301.00	
p-value		0.0518	

† Wilcoxon 순위합 검정 (단위 : * Nm, # Joules)

4. 실외 의자차 보행 여부에 따른 의자차 추진력과 지구력

실외에서 의자차 보행을 했을 때 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 17.90 Nm, 경수 7번 손상자는 25.23 Nm, 경수 8번 손상자는 38.30 Nm이고, 실외 의자차 보행을 하지 않았을 때는 경수 6번 손상자는 11.40 Nm, 경수 7번 손상자는 19.05 Nm, 경수 8번 손상자는 33.01 Nm로 최대 등척성 힘은 실외 의자차 보행 여부에 따라 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

실외에서 의자차 보행을 했을 때 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 8.19 Nm, 경수 7번 손상자는 16.12 Nm, 경수 8번 손상자는 29.92 Nm이고, 실외 의자차 보행을 하지 않았을 때는 경수 6번 손상자는 4.30 Nm, 경수 7번 손상자는 12.68 Nm, 경수 8번 손상자는 22.48 Nm로 최대 등장성 힘은 실외 의자차 보행 여부와는 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

실외에서 의자차 보행을 했을 때 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 341.44 Joules, 경수 7번 손상자는 797.50 Joules, 경수 8번 손상자는 1017.60 Joules이고, 실외 의자차 보행을 하지 않았을 때는 경수 6번 손상자는 237.20 Joules, 경수 7번 손상자는 550.00 Joules, 경수 8번 손상자는 746.00 Joules로 지구력 일의 양은 실외 의자차 보행 여부와는 유의한 차이는 없었다($p>0.05$)<표 5>.

<표 5> 실외 의자차 보행 여부에 따른 의자차 추진력과 지구력

		실외 의자차 보행 여부	
		한다(n=24)	**안한다**(n=8)
최대 등척성 힘*	C6	17.90±10.18	11.40±4.18
	C7	25.23±5.34	19.05±1.20
	C8	38.30±9.53	33.01
검정 통계량†		84.00	
p-value		0.0387	
최대 등장성 힘*	C6	8.19±5.27	4.30±2.53
	C7	16.12±8.57	12.68±5.40
	C8	29.92±10.36	22.48
검정 통계량†		90.00	
p-value		0.0709	
지구력#	C6	341.44±206.40	237.20±86.10
	C7	797.50±479.37	550.00±301.23
	C8	1017.60±306.87	746.00
검정 통계량†		94.00	
p-value		0.0644	

† wilcoxon **순위합 검정** (**단위** : * Nm , # Joules)

5. 실내 의자차 사용 시간에 따른 의자차 추진력과 지구력

하루 평균 실내 의자차 사용 시간이 8시간 이상인 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 15.20 Nm, 경수 7번 손상자는 24.95 Nm, 경수 8번 손상자는 33.70 Nm이고, 하루 평균 실내 의자차 사용 시간이 8시간 미만인 경수 6번 손상자는 15.86 Nm, 경수 7번 손상자는 22.70 Nm, 경수 8번 손상자는 41.17 Nm로 실내 의자차 사용 시간과 최대 등척성 힘은 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).

하루 평균 실내 의자차 사용 시간이 8시간 이상인 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 7.81 Nm, 경수 7번 손상자는 15.87 Nm, 경수 8번 손상자는 25.63 Nm이고, 실내 의자차 사용 시간이 8시간 미만인 경수 6번 손상자는 6.04 Nm, 경수 7번 손상자는 12.41 Nm, 경수 8번 손상자는 31.72 Nm로 실내 의자차 사용 시간과 최대 등장성 힘은 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

하루 평균 실내 의자차 사용 시간이 8시간 이상인 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 346.17 Joules, 경수 7번 손상자는 801.88 Joules, 경수 8번 손상자는 987.33 Joules이고, 실내 의자차 사용 시간이 8시간 미만인 경수 6번 손상자는 272.75 Joules, 경수 7번 손상자는 665.00 Joules, 8번 손상자는 957.33 Joules로 실내 의자차 사용 시간과 지구력 일의 양은 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$)<표 6>.

<표 6> 실내 의자차 사용 시간에 따른 의자차 추진력과 지구력

		일 평균 실내 의자차 사용 시간	
		8시간 미만(n=15)	8시간 이상(n=17)
최대 등척성 힘*	C6	15.86±8.11	15.20±10.69
	C7	22.70±8.02	24.95±4.05
	C8	41.17±10.30	33.70±6.72
검정 통계량†		240.00	
p-value		0.7915	
최대 등장성 힘*	C6	6.04±3.64	7.81±6.21
	C7	12.41±7.09	15.87±10.03
	C8	31.72±11.68	25.63±8.57
검정 통계량†		220.00	
p-value		0.3079	
지구력#	C6	272.75±135.20	346.17±227.57
	C7	665.00±533.51	801.88±440.32
	C8	957.33±223.86	987.33±410.23
검정 통계량†		248.00	
p-value		0.2765	

† Wilcoxon 순위합 검정　　　　(단위 : * Nm, # Joules)

6. 실외 의자차 사용 시간에 따른 의자차 추진력과 지구력

하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 이상인 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 27.70 Nm, 경수 7번 손상자는 29.13 Nm, 경수 8번 손상자는 38.30 Nm이고, 하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 미만인 경수 6번 손상자는 10.73 Nm, 경수 7번 손상자는 22.56 Nm, 경수 8번 손상자는 33.10 Nm로 최대 등척성 힘은 일 평균 실외 의자차 사용 시간과 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 이상인 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 12.67 Nm, 경수 7번 손상자는 20.91 Nm, 경수 8번 손상자는 29.92 Nm이고, 하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 미만인 경수 6번 손상자는 4.56 Nm, 경수 7번 손상자는 12.65 Nm, 경수 8번 손상자는 22.48 Nm로 최대 등장성 힘은 일 평균 실외 의자차 사용 시간과 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 이상인 경수 6번 손상자의 지구력 일의 양은 502.25 Joules, 경수 7번 손상자는 984.00 Joules, 경수 8번 손상자는 1017.60 Joules이고, 하루 평균 실외 의자차 사용 시간이 5시간 미만인 경수 6번 손상자는 225.00 Joules, 경수 7번 손상자는 680.33 Joules, 경수 8번 손상자는 746.00 Joules로 지구력 일의 양은 일 평균 실외 의자차 사용 시간과 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)<표 7>.

<표 7> 실외 의자차 사용 시간에 따른 의자차 추진력과 지구력

		일 평균 실외 의자차 사용 시간	
		5시간 미만(n=20)	5시간 이상(n=12)
최대 등척성 힘*	C6	10.73±3.64	27.70±5.55
	C7	22.56±5.21	29.13±1.89
	C8	33.10	38.30±9.54
검정 통계량†		67.00	
p-value		0.0402	
최대 등장성 힘*	C6	4.46±2.22	12.67±4.47
	C7	12.65±9.31	20.91±4.49
	C8	22.48	29.92±10.36
검정 통계량†		78.00	
p-value		0.2241	
지구력#	C6	225.00±89.74	502.25±194.32
	C7	680.33±487.82	984.00±273.67
	C8	746	1017.60±306.87
검정 통계량†		119.00	
p-value		0.8170	

† Wilcoxon 순위합 검정 (단위 : * Nm, # Joules)

7. 주기적 운동에 따른 의자차 추진력과 지구력

주기적 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 14.89 Nm, 경수 7번 손상자는 23.53 Nm, 경수 8번 손상자는 38.30 Nm이고, 주기적인 운동을 하지 않는 경수 6번 손상자는 17.30 Nm, 경수 7번 손상자는 26.20 Nm, 경수 8번 손상자는 33.10 Nm로 주기적인 운동과 최대 등척성 힘은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

주기적 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 6.64 Nm, 경수 7번 손상자는 13.71 Nm, 경수 8번 손상자는 29.92 Nm이고, 주기적인 운동을 하지 않는 경수 6번 손상자는 7.21 Nm, 경수 7번 손상자는 17.17 Nm, 경수 8번 손상자는 22.48 Nm로 주기적인 운동과 최대 등장성 힘은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

주기적 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 315.10 Joules, 7번 손상자는 678.68 Joules, 경수 8번 손상자는 1017.60 Joules이고, 주기적인 운동을 하지 않는 경수 6번 손상자는 277.00 Joules, 경수 7번 손상자는 989.00 Joules, 경수 8번 손상자는 746 Joules로 주기적인 운동과 지구력 일의 양은 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)<표 8>.

<표 8> 주기적 운동에 따른 의자차 추진력과 지구력

		주기적인 운동	
		한다(n=24)	안한다(n=8)
최대 등척성 힘*	C6	14.89±7.97	17.3±12.20
	C7	23.53±5.47	26.20±5.76
	C8	38.3±9.53	33.10±0
검정 통계량†		137.00	
p-value		0.8447	
최대 등장성 힘*	C6	6.64±5.15	7.21±4.36
	C7	13.71±10.30	17.71±1.05
	C8	29.92±10.36	22.48±0
검정 통계량†		132.00	
p-value		1.0000	
지구력#	C6	315.10±178.33	277.00±195.80
	C7	678.68±487.52	989.00±267.27
	C8	1017.60±306.87	746.00
검정 통계량†		136.00	
p-value		0.8869	

† Wilcoxon 순위합 검정 (단위 : * Nm, # Joules)

8. 운동 종류에 따른 의자차 추진력과 지구력

의자차 미는 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 27.70 Nm, 경수 7번 손상자는 28.15 Nm, 경수 8번 손상자는 38.48 Nm이고, 관절 운동을 하는 경수 6번 손상자는 10.73 Nm, 경수 7번 손상자는 22.23 Nm, 경수 8번 손상자는 35.35 Nm로 운동의 종류에 따라 최대 등척성 힘은 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

의자차 미는 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 12.67 Nm, 경수 7번 손상자는 10.76 Nm, 경수 8번 손상자는 26.9 Nm이고, 관절 운동을 하는 경수 6번 손상자는 4.46 Nm, 경수 7번 손상자는 16.69 Nm, 경수 8번 손상자는 29.57 Nm로 운동의 종류에 따라 최대 등장성 힘은 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

의자차 미는 운동을 하는 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 502.25 Joules, 7번 손상자는 678.00 Joules, 경수 8번 손상자는 1220.50 Joules이고, 관절 운동을 하는 경수 6번 손상자는 225.00 Joules, 경수 7번 손상자는 795.38 Joules, 경수 8번 손상자는 848.25 Joules로 운동의 종류에 따라 지구력 일의 양은 유의한 차이가 없었다($p>0.05$)<표 9>.

<표 9> 운동 종류에 따른 의자차 추진력과 지구력

		운동의 종류	
		관절 운동(n=22)	의자차 미는 운동(n=10)
최대 등척성 힘*	C6	10.73±3.64	27.70±5.55
	C7	22.23±5.53	28.15±2.14
	C8	35.35±7.57	38.48±10.26
검정 통계량†		230.00	
p-value		0.0087	
최대 등장성 힘*	C6	4.46±2.22	12.67±4.47
	C7	16.69±8.93	10.76±8.86
	C8	29.57±10.38	26.90±11.93
검정 통계량†		191.0	
p-value		0.2999	
지구력#	C6	225.00±89.74	502.25±194.32
	C7	795.38±453.06	678.00±513.32
	C8	848.25±214.26	1220.50±340.12
검정 통계량†		264.00	
p-value		0.0536	

† Wilcoxon 순위합 검정 (단위 : * Nm, # Joules)

9. 주기적 외출에 따른 의자차 추진력과 지구력

주기적 외출을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등척성 힘은 18.23 Nm, 경수 7번 손상자는 24.60 Nm, 경수 8번 손상자는 41.05 Nm이고, 주기적 외출을 하지 않는 경수 6번 손상자는 10.80 Nm, 경수 7번 손상자는 23.64 Nm, 경수 8번 손상자는 30.20 Nm로 주기적 운동과 최대 등척성 힘은 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

주기적 외출을 하는 경수 6번 손상자의 평균 최대 등장성 힘은 8.49 Nm이고 경수 7번 손상자는 10.96 Nm, 경수 8번 손상자는 32.62 Nm이고, 주기적 외출을 하지 않는 경수 6번 손상자는 3.76 Nm, 경수 7번 손상자는 19.97 Nm, 경수 8번 손상자는 20.79 Nm로 주기적 외출과 최대 등장성 힘은 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

주기적 외출을 하는 경수 6번 손상자의 평균 지구력 일의 양은 359.11 Joules, 7번 손상자는 805.00 Joules, 8번 손상자는 1083.25 Joules이고, 주기적 외출을 하지 않는 경수 6번 손상자는 205.40 Joules, 경수 7번 손상자는 688.00 Joules, 경수 8번 손상자는 750.50 Joules로 주기적 외출과 지구력 일의 양은 유의한 차이가 없었다(p>0.05)<표 10>.

<표 10> 주기적 외출에 따른 의자차 추진력과 지구력

		주기적인 외출	
		한다(n=20)	**안한다**(n=12)
최대 등척성 힘*	C6	18.23±10.09	10.80±3.25
	C7	24.60±4.86	23.64±6.65
	C8	41.05±8.41	30.20±4.10
검정 통계량†		166.00	
p-value		0.2201	
최대 등장성 힘*	C6	8.49±5.18	3.76±1.57
	C7	10.96±6.43	19.97±10.03
	C8	32.62±9.70	20.79±2.40
검정 통계량†		189.00	
p-value		0.7407	
지구력#	C6	359.11±201.25	205.40±36.81
	C7	805.00±544.64	688.00±332.14
	C8	1083.25±311.18	750.50±6.36
검정 통계량†		180.00	
p-value		0.2871	

† wilcoxon **순위합 검정** (**단위** : * Nm , # Joules)

10. 나이, 재원기간, 폐활량, 의자차 사용 시간, 1일 운동 시간, 1일 실내외 의자차 사용 시간과 의자차 추진력과 지구력 일의 양과의 상관 관계

나이는 최대 등장성 힘과 유의한 역상관 관계가 있었고($p<0.05$) 재원기간은 최대 등장성 힘 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.05$). 폐활량은 최대 등척성 힘($p<0.001$), 최대 등장성 힘 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실내 의자차 사용 시간은 최대 등장성 힘($p<0.05$) 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실외 의자차 사용시간은 최대 등척성 힘과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실내외 의자차 사용 시간은 최대 등척성 힘, 최대 등장성 힘 그리고 지구력 일의 양 모두 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.001$)<표 11>.

<표 11> 의자차 추진력과 지구력에 영향을 주는 변수들의 상관 관계

변 수	Spearman의 상관계수 : r		
	최대 등척성 힘	최대 등장성 힘	지구력 일의 양
나 이	- 0.1981	- 0.3509*	- 0.2777
재원 기간	0.3213	0.3933*	0.3423*
폐활량	0.6241***	0.4789**	0.4403**
의자차 사용 기간	0.1370	0.1567	- 0.0830
일 운동 시간	- 0.0043	- 0.0117	- 0.1358
일 실내 의자차 사용 시간	0.3136	0.3636*	0.4357**
일 실외 의자차 사용 시간	0.6081**	0.3593	0.1030
일 실내외 의자차 사용 시간	0.6367***	0.5895***	0.6078***

* $p<0.05$ ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

Ⅳ. 고찰

1. 연구 방법에 대한 고찰

수행능력(performance)을 향상시키기 위한 가장 좋은 운동은 작업 자체로, 운동이 연습하려고 하는 활동과 비슷하면 할수록 운동은 그 활동에 도움이 된다(Joynt, 1988). 따라서 작업치료사들은 환자가 퇴원 후 노출될 수 있는 작업환경을 가능한 실제와 같게 시도해 왔다. 그 동안 lathes와 drill press와 같은 다양한 기구들이 재활을 촉진하려고 시도되어 왔지만 이러한 접근법들은 제한된 병원 공간과 산업장비의 고비용으로 넓게 이용되지는 못했다(Powell 등, 1991). Curtis와 Engalitcheff는 이러한 제한점을 극복하기 위하여 1979년에 Baltimore에 있는 Union Memorial Hospital에서 BTE work simulator를 고안해 냈다.

BTE work simulator는 작업에 필요한 동작을 simulation하여 객관적인 자료를 얻어낼 수 있으며 특수 근육의 근력 강화만을 가능하게 했던 기존의 기구들과는 다르게 복잡하고 협응된 상지의 움직임을 필요로 하는 손상전의 직업을 가상으로 꾸며 직업훈련이나 일상생활 훈련 및 평가를 할 수 있도록 하는 기구이다. BTE work simulator는 다양한 작업활동을 재현할 수 있는 19개의 도구가 부착되어 있어 환자가 장애 이전에 직장에서 하던 일을 최대한 비슷하게 수행하는 훈련을 받을 수 있도록 제작되었다. 이 기계의 조절판에 표시되는 힘과 일의 양, 그리고 운동시간 등을 화면을 통해 볼 수 있어 치료자와 환자가 적절하게 정보를 교환하고, 환자에게 되먹임을 줄 수

있으며, 환자는 작업장에서 실제로 일하는 느낌을 가져 직장의 복귀율을 증가시킬 수 있다(Curtis와 Engalitcheff, 1997).

BTE work simulator는 대상자의 능력을 양적으로 측정할 수 있고 점진적으로 어려운 작업이나 강도로 진행할 수 있으며 기계 사용의 위험률이 적고 한 방향으로 뿐만 아니라 양 방향으로 저항을 주어야 하는 작업을 모사(simulate)할 수 있을 뿐만 아니라 작은 공간에서 큰 작업을 모사할 수 있고 사용하는데 있어 위험률이 적고, 정적이고 동적인 수행작업의 힘과 기능을 평가할 수 있다는 이점으로 평가와 치료 목적으로 이용할 수 있다(Kennedy와 Bhambhani, 1991).

BTE work simulator는 등척성 힘뿐만 아니라 등장성 힘을 측정하는데, 등장성 힘은 근육의 교대적인 수축과 이완을 필요로 하는 관절의 움직임을 포함한다. 많은 작업들은 동적인(dynamic) 움직임을 요구하기 때문에 등장성 힘의 측정은 등척성 수축(isometric contraction)보다 기능의 더 좋은 지표가 될 수 있다(Berlin과 Vermette, 1985). 등장성 힘(dynamic power)의 측정은 정해진 시간 동안 특정한 작업을 빠르게 수행할 수 있는 환자의 능력을 측정하는 방법이고, 동적 힘의 측정은 정적 힘보다 의자차를 돌리는 능력에 더 좋은 지표가 될 수 있다. 또한 동적인 힘은 기능적인 능력과 제한에 관한 가치 있는 정보를 제공하고 일정한 기간이 지나고 비교했을 때 힘의 향상의 정도를 알기 위한 지표로 이용할 수 있다.

본 연구에서는 BTE work simulator를 이용하여 의자차를 이용하는데 필요한 상지의 동적인 힘과 지구력을 측정하고 의자차 추진 훈련에 대한 모델을 제공하고자 하였다. 기존의 의자차 추진력을 측정했던 도구들 중 의자차 에르고미터를 제외한 다른 기구들은 단지 추진력만을 측정하는

것으로 평가 후에 치료로 진행될 수가 없는 반면, BTE work simulator는 평가 후에 의자차 추진력과 지구력을 증가시키는 치료 프로그램을 이용할 수 있고 추후 평가를 계속할 수 있다는 데 큰 의의가 있다.

본 연구에서는 연구대상자를 ASIA impairment 척도로 A와 B인 완전 운동기능 손상자로 선정하여 몸통과 하지의 운동 기능이 의자차 추진력에 영향을 줄 수 있는 변수를 제거하였다. 또한 의자차 좌석의 높이에 따라 biomechanics가 변하고, 의자 높이가 증가함에 따라 VO_2, ventilation, 심박수에서의 증가를 보이며(Hughes 등, 1992), 팔꿈치 각도가 120도 일때 최적의 효율을 유지할 수 있기 때문에(Van der Woude 등, 1989; 이한석, 1994) 본 연구에서는 방석을 이용하여 의자차 좌석의 높이를 조절하여 팔꿈치의 각도가 120도가 되도록 하였다.

의자차 축의 위치는 여러 가지 방법으로 의자차 추진력에 영향을 줄 수 있다. 의자차 축이 앞으로 나갈수록 안정감은 떨어지지만 회전 저항(rolling resistance)을 감소시키고 추진 효율을 증진시킨다고 하였고(Brubaker, 1986), 경사진 곳에 있을 때 아래로 내려가려는 경향을 감소시킨다고 하였다(Boninger 등, 2000). 본 연구에서는 의자차 축의 위치가 연구 대상자들의 추진력에 영향을 주는 것을 없애기 위하여 의자차 축이 주두(olecranon)에 일직선인 표준형 의자차를 이용하였다.

2. 연구 결과에 대한 고찰

의자차를 앞으로 추진시키는 힘은 견관절의 굴근, 내전근, 그리고 외회전근의 동작에 의하여 주로 일어나며, 몸통의 굴곡과 신전의 동작

(Nawoczenski 등, 1987) 그리고 의자차 손잡이를 쥐는 손의 악력과 신체 지구력에 의하여도 영향을 받는다.

그동안 연구되었던 의자차 추진에 대한 결과를 보면 다음과 같다. Ruggles 등(1994)은 25세에서 32세 사이의 건강한 성인을 대상으로 Cybex Isokinetic Machine에 연결된 롤러 시스템을 이용하여 세가지 타입의 의자차의 평균 최대 힘(peak torque)과 의자차 손잡이를 한번 밀 때의 일의 양을 측정하였다. 의자차 추진 힘은 46, 60, 59 foot pounds이고 일의 양은 59, 84, 84 Joules이었고 Cybex Isokinetic Machine을 이용해 의자차 추진 동안의 추진력과 일의 양을 측정하는 방법을 제공했다. Robertson 등(1996)은 의자차 추진 동안의 추진력과 관절 운동학을 연구하기 위하여 stationary wheelchair dynamometer를 이용하여 의자차를 사용하였던 4명과 의자차 경험이 없는 사람 4명을 비교하였다. 결과는 바퀴의 안쪽으로 가해지는 힘(radial force)은 평균 34 N에서 39 N이었고 손잡이 접촉면에 가해지는 힘(tangential force)은 평균 66 N에서 95 N이었으며 어깨의 움직임이 팔꿈치와 손목보다 더 컸다. Boninger 등(1997)은 수동식 의자차를 사용하는 운동선수들을 대상으로 표준형 의자차에 SMART wheel을 부착해서 의자차 추진동안의 바퀴중심에서의 3차원의 추진력을 연구하여 의자차 추진으로 발생할 수 있는 상지 손상의 원인에 대한 요인을 밝히고자 하였고 손잡이 접촉면(tangential force)의 힘은 1.3 m/s의 속도에서 45.9 N, 2.2 m/s 속도에서는 62.1 N이 측정되었다. Dallmeijer 등(1998)의 연구에서는 수동식 의자차를 이용하는 척수손상자의 손잡이에 적용되는 힘을 측정하기 위해 에르고미터를 이용하였다. 결과는 moderate intensity(30-50% PO_{max})에서 사지마비는 28.1 N, 하지마비는 46.8 N이고 high intensity(60-80% PO_{max})에서 사지마비는

37.0 N, 하지마비는 69.8 N으로 측정됐다.

본 연구에서는 경수 손상 부위별 의자차의 정적, 동적 추진력과 지구력을 측정하여 손상 부위별 측정치를 추정한 결과 경수손상자의 손상 부위에 따라 의자차 추진력과 지구력에서 유의한 차이를 보였다. 기존의 의자차 추진력과 지구력 측정을 연구했던 방법들이 다양하고 단위가 틀려 본 연구의 결과를 비교하긴 어려웠다. 의자차 추진력과 지구력에 대한 정보는 수동식 의자차를 추진하는데 있어 상지의 기계적인 효율을 향상시키고 이해하는데 필요한 자료로 이용될 수 있다.

또한 직업이나 실외 의자차 보행여부, 실·내외 의자차 사용 시간, 주기적인 운동과 외출, 그리고 운동의 종류가 의자차 추진력과 지구력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과 직업 유무에 따라 등척성 힘과 등장성 힘에서 유의한 차이가 나타났고, 실외 의자차 보행여부와 실외 의자차 사용 시간과 운동의 종류 등은 등척성 힘에서 유의한 차이가 났다. 그러나 실내 의자차 사용 시간과 주기적인 운동과 외출은 의자차 추진력이나 지구력에 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않아 의자차 추진력은 직업이나 실외 의자차 보행 및 실외 의자차 사용 시간 등의 사회 활동과 관계된 요소에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

주기적인 운동과 의자차 추진력 사이에 의미 있는 차이는 보이지 않았지만 운동의 종류가 정적인 의자차 추진력에 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 연구 대상자들의 운동의 종류로는 주로 관절운동과 경사로에서 의자차 미는 운동을 하고 있었다. Engel과 Hildebrant(1973)는 하반신 마비 환자들에 있어 일상생활에서의 의자차 사용은 체력을 향상시킬 수 없으며 건강을 유지하기에도 충분하지 못하지만 정기적인 의자차 운동을 수행한 경우

이들의 최대하 운동시 심박수가 14-16% 감소하였으며, 트레드밀을 이용한 의자차 운동시에는 산소소비량이 9-15% 감소하였다고 하였다. Zwiren과 Bar-or(1975)는 의자차 운동 경기 선수에게 상지 에르고미터를 이용하여 최대 및 최대하 운동 부하 검사를 시행하여 이들의 최대 산소 섭취량이 정상 운동 선수와 같은 수준임을 보고하여 의자차 의존 장애인도 적절한 훈련을 통하여 운동 능력의 향상이 가능함을 보고하였다.

국내의 경우 수상 시기부터 의자차를 사용하기 전까지의 기간이 아직 긴 편이고 또 이 기간 동안 많은 일상생활활동을 보호자나 간병인이 대신해 주는 경우가 많아(윤석주 등, 1997) 경수손상자들의 재활이 늦어지고 있다. BTE work simulator는 의자차 추진이 의존적이고 재활치료시기에 있는 경수손상자들의 의자차 추진 능력과 상지 기능을 향상시키기 위하여 이용할 수 있으며 조기에 의자차 추진 능력 훈련을 통해 재활을 촉진시킬 수 있다. 또한 의자차 추진력이 사회 활동과 관계된 요소와 관련이 많아 BTE work simulator를 이용한 의자차 추진 능력 훈련은 의자차 추진 능력이 제한되어 사회 활동에 어려움이 있는 경수손상자들의 지역사회 통합을 돕는데 필요한 훈련을 할 수 있다는 장점이 있다. 특히 직업은 거의 모든 개인에게 있어서 매우 중요한 위치를 차지하는 활동으로 직업재활은 경수손상자들에게 어려움이 많으면서도 반드시 필요한 재활 영역이라 할 수 있지만 보행 능력이 제한된 중증 장애인 중에서도 경수손상자들의 보행 능력은 직업 재활의 하나의 장벽이라 할 수 있다. 경수손상자들의 보행 능력 중 가장 큰 비중을 차지하는 의자차 보행 능력의 훈련은 집안에서 뿐 아니라 사회 활동과도 밀접한 관련이 있는 요소로 BTE work simulator등을 이용한 의자차 추진 능력의 훈련은 경수 손상자들의 삶의 질의 향상을 도울 수 있으리라 생각된다.

3. 연구의 제한점

연구의 제한점으로는 첫째, 의자차 추진력은 양쪽 상지를 이용한 활동인데 BTE work simulator로는 한쪽 상지만을 가상으로 꾸밀 수 있어 연구 결과에 영향을 끼쳤으리라 생각된다. 둘째, 연구대상자 선정의 어려움으로 인해 대상자 수가 적어 일반화하기 어렵고 선택 변수(selection bias)가 개입되었다는 것이다. 셋째, 선행 연구의 결과(Berlin과 Vermette, 1985)로 알 수 있듯이 남녀 성별에 대한 차이가 있을 것이므로 본 연구의 결과를 남녀를 포함한 전체 경수손상자의 결과로 해석하기 어렵다는 것이다. 넷째, BTE work simulator를 이용한 의자차 추진에 관한 정상치가 없어 실제로 경수손상자의 추진력이 얼마나 저하되어 있는가를 알기 어렵다는 것이다. 다섯째, 본 연구에서 사용한 의자차가 평소 연구 대상자들이 사용하는 의자차가 아니어서 익숙하지 않은 상태로 측정이 되어 변수로 작용할 수 있다는 것이다.

향후 연구로는 BTE work simulator를 이용한 같은 연령의 정상 성인의 의자차 추진력을 측정하고 남녀에 있어서의 차이를 알아보는 연구와 같은 신경학적 손상 수준이라도 완전마비와 불완전마비의 힘과 지구력에 있어서의 차이 등에 대한 추진력에 대한 연구가 필요하겠다.

V. 결론

경수손상자의 의자차 추진력을 알아보기 위하여 2001년 3월 12일부터 4월 30일까지 아주대 의료원과 국립 의료원 재활의학과 작업치료실에서 BTE work simulator를 이용하여 17명의 경수손상자를 대상으로 의자차 추진력과 지구력을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 경수손상자의 최대 평균 등척성 힘, 등장성 힘 그리고 지구력은 신경학적 부위가 낮아질수록 유의하게 증가하였다($p < 0.001$)

2) 직업이 있는 경수손상자들의 의자차 추진력은 직업이 없는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

3) 실외 의자차 보행을 하는 경수손상자들의 의자차 추진력 중 최대 등척성 힘은 실외 의자차 보행을 하지 않는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

4) 의자차 미는 운동을 하는 경수손상자들의 의자차 추진력 중 최대 등척성 힘은 관절 운동만을 하는 손상자들에 비하여 손상 부위별로 유의하게 높았다($p < 0.05$).

5) 폐활량은 최대 등척성 힘($p < 0.001$), 최대 등장성 힘 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p < 0.01$). 1일 실내 의자차 사용

시간은 최대 등장성 힘($p<0.05$) 및 지구력 일의 양과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실외 의자차 사용 시간은 최대 등척성 힘과 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.01$). 1일 실내외 의자차 사용 시간은 최대 등척성 힘, 최대 등장성 힘 그리고 지구력 일의 양 모두 유의한 순상관 관계가 있었다($p<0.001$).

이상의 결과로 의자차 추진력과 관계 있는 요인으로는 직업과 실외 의자차 보행여부 등으로 주로 사회 활동과 관계 있어 BTE work simulator등을 이용하여 지속적으로 의자차 추진능력을 유지하고 향상시키는 것은 경수손상자들의 사회 활동을 도울 수 있고 나아가 경수손상자들의 삶의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

1. 문혜원, 나은우, 이일영 등. BTE Work Simulator와 Jamar Dynamometer를 이용한 정상인의 악력, 측면 파악력 및 삼점 파악력 의 측정.아주의학 1998; 3(2): 137-146
2. 박은영, 조상현, 이영희 등. 의자차 정추진 방식과 역추진 방식에서 상지 근전도 신호와 생리적 부담지수의 비교. 대한재활의학회지 1999; 23: 559-571
3. 유병규, 정낙수. 척수손상으로 인한 하반신마비 환자의 최대운동부하시 생리학적 반응. 한국전문물리치료학회지 1999; 6(2): 56-66
4. 윤석주, 유지현, 하태현 등. 수동식 의자차 사용자에서의 상지 신경 포착증. 대한재활의학회지 1997; 21: 888-895
5. 이한석. 척수손상 환자에서 의자차 추진의 생리학적 반응에 관한 연구. 연세대학교 보건대학원 석사 논문, 1994
6. 임신영. 척수손상으로 인한 하지마비 환자에서 의자차 에르고미터의 효과. 연세대학교 대학원 석사 논문, 1993
7. Berlin S, Vermette J. An exploratory study for work simulator norms for grip and wrist flexion. Vocational Evaluation and Work Adjustment Bulletin 1985, 61-65
8. Bhambhani Y, Esmail S, Brintnell S. The Baltimore therapeutic equipment work simulator: Biomechanical and physiological norms for three attachments in healthy men. Am J Occup Ther 1994; 48: 19-25

9. Boninger ML, Cooper RA, Robertson RN, et al. Three dimensional pushrim during two speeds of wheelchair propulsion. Am J Phys Med Rehabil 1997; 76(5): 420-426

10. Boninger ML, Baldwin M, Cooper RA, et al. Manual wheelchair pushrim biomechanics and axle position. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 608-613

11. Brauer RL, Hertig B. Torque generation on wheelchair handrims. Proceedings 1981 biomechanics symposium, ASME/ASCE Mechanics Conference, Colorado. New York: American Society of Mechanical Engineers, 1981, pp 113-116

12. Brubaker CE, Ross S, McLaurin CA. Effect of seat position on handrim force. Proceedings 5th Annual Conference on Rehabilitation Engineering, Houston, TX, 1983, p 111

13. Brubaker CE. Wheelchair prescription: an analysis of factors that affect mobility and performance. J Rehabil Res Dev 1986; 23(4): 19-26

14. Curtis RM, Engalitcheff J. A work simulator for rehabilitating the upper extremity-preliminary report. J Hand Surg 1981; 6: 499-501

15. Dallmeijer AJ, Van der Woude LH, Veeger HE. Effectiveness of force application in manual wheelchair propulsion in persons with spinal cord injuries. Am J Phys Med Rehabil 1998; 77(3): 213-221

16. Engel P, Hildebrant G. Longterm spiroergometric studies of paraplegics during the clinical period of rehabilitation. Paraplegia 1973; 11: 105-110

17. Granger CV, Hamilton BB, Linacre JM, et al. Performance of the functional independence measure. Am J Phys Med Rehabil 1993; 72: 84-89

18. Hughes CJ, Weimar WH, Sheth PN, et al. Biomechanics of wheelchair propulsion as a function of seat position and user-to-chair interface. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73(3): 263-269

19. Joynt RL. Therapeutic Exercise. In DeLisa JA (ed.): Rehabilitation Medicine: Principles and Practice. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1988, pp 346-371

20. Kennedy LE, Bhambhani YN. The Baltimore therapeutic equipment work simulator; Reliability and validity at three work intensities. Arch Phys Med Rehabil 1991; 72: 511-516

21. Nawoczenski DA, Rinehart NE, et al. Spinal cord injury: concepts and management approaches, Baltimore, Williams & Willkins, 1987, 99-121

22. Newsam CJ, Mulroy SJ, Gronley JK, et al. Temporal-spatial characteristics of wheelchair propulsion. Level of spinal cord injury, terrain, and propulsion rate. Am J Phys Med Rehabil 1996; 75(4): 292-299

23. Powell DM, Zimmer CA, Antoine MM, et al. Computer analysis of the performance of the BTE work simulator. Burn Care Rehabil 1991; 12(3): 250-256

24. Robertson RN, Boninger ML, Cooper RA, et al. Pushrim forces and

joint kinetics during wheelchair propulsion. Arch Phys Med Rehabil 1996; 77: 856-864

25. Rodgers MM, Gayle GW, Figoni SF, et al. Biomechanics of wheelchair propulsion during fatigue. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 85-93

26. Ruggles DL, Cahalan T, An KN. Biomechanics of wheelchair propulsion by able bodied subjects. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75: 540-544

27. Somers MF. Spinal cord injury functional rehabilitation. Connecticut: Appleton & Lange, 1991, pp 177-185

28. Van der Woude LH, Veeger DJ, Rozendal RH, et al. Seat height in handrim wheelchair propulsion. J Rehabil Res Dev 1989; 26(4): 31-50

29. Veeger HEJ, Van der Woude LH, Rozendal RH. Within cycle characteristics of the wheelchair push in sprinting on a wheelchair ergometer. Med Sci Sports Ex 1991; 23: 264-271

30. Veeger HEJ, Van der Woude LH, Rozendal RH. Effect of handrim velocity on mechanical efficiency in wheelchair propulsion. Med Sci Sports Ex 1992; 24: 100-107

31. Zwiren LD, Bar-or O. Responses to exercise of paraplegics who differ in conditioning level. Med Sci Sports Ex 1975; 7: 94-98

ABSTRACT

The Force and Endurance during Wheelchair Propulsion in Persons with Cervical Cord Injuries

Mi Young Lee
Graduate School of
Health Science and Management
Yonsei University

(Directed by Professor Ji Cheol Shin, M. D., Ph D.)

This study was carried out to help the comprehensive rehabilitation of cervical cord injuries by measuring propulsion force and endurance on their wheelchair hand-rims, predicting the differences between neurological levels and analysing the factors which contributed to maintain the wheelchair propulsion force.

The BTE work simulator was used on 17 cervical cord injuries to test the force and endurance during wheelchair propulsion in the occupational therapy room of the National Rehabilitation Center and the Ajou University Hospital.

The results were as follows:

In general wheelchair propulsion force and endurance showed significant differences between neurological levels and types of the life style. And the lower the level were the strength and endurance were higher.

1) The mean maximum isometric strengths of C6, C7, C8 were 15.58±8.92 Nm, 24.20±5.41 Nm, 28.68±9.75 Nm ($p<0.001$).
2) The mean maximum isotonic strengths of C6, C7, C8 were 6.80±4.78 Nm, 15.55±8.04 Nm, 28.68±9.75 Nm ($p<0.001$).
3) The mean endurance of C6, C7, C8 were 320.07±196.70 Joules, 845.50±512.27 Joules, 898.00±292.74 Joules ($p<0.001$).
4) The wheelchair propulsion force of cervical cord injuries showed statistically significant differences between those with and without jobs ($p<0.05$).
5) The outdoor wheelchair users showed significantly high maximum isometric strengths compared to the indoor users ($p<0.05$).
6) The maximum isometric strengths were significant high among the wheelchair propulsion exercise group compared to the ROM exercise only group ($p<0.05$).
7) The vital capacity significantly correlated to the maximum isometric strength ($p<0.001$), the maximum isotonic strength

and the endurance ($p<0.01$). The daily indoor wheelchair usage highly correlated with the maximum isotonic strength ($p<0.05$) and the endurance ($p<0.01$). The daily outdoor wheelchair usage also showed a strong correlation with the maximum isometric strength ($p<0.01$). The daily indoor/outdoor wheelchair usage is significantly correlated to the maximum isometric strength, the maximum isotonic strength and the endurance ($p<0.001$).

The BTE work simulator can be used to improve the wheelchair propulsion ability and skills of cervical cord injuries during rehabilitation period. Also it can accelerate the rehabilitation process through wheelchair propulsion exercises in an early stage. In addition the wheelchair propulsion exercise using the BTE work simulator is advantageous to cervical cord injuries integrating into the community with less difficulties. The wheelchair propulsion exercise is one of the most important rehabilitation procedures for the cervical cord injuries to improve their indoor and outdoor community activities. The wheelchair propulsion exercise using the BTE work simulator can improve the quality of life of cervical cord injuries.