

트레드밀운동이 뇌졸중 환자의 걷기기능향상에 관한 문헌연구

강권영¹ · 고태성²

¹단국대학교 일반대학원 특수교육학과 · ²대원과학대학 물리치료과

Effects of Treadmill Training on Gait of Stroke Patients : A Systematic Review

Kwon Young Kang¹ · Tae Sung Ko²

¹*Dept. of Special Education(Physical Therapy), The Graduate School, Dankook University*

²*Dept. of Physical therapy, Daewon Science College*

ABSTRACT

Background : Treadmill training has been proposed as a useful adjunct to conventional physical therapy to restore ability to walk after stroke. The purpose of this study to inform clinical practise by evaluating the research evidence for the effectiveness of treadmill training after stroke. **Methods** : We searched to the effectiveness of any form of intervention for effect of treadmill training by Dankook University electronic library databases of Medline, Embase, Cinahl, Amed and PEDro combined with a hand search of papers published in relevant peer-reviewed journals. Any type of study relevant to the topic published in English during time period from 1980 to 2007 was included. **Results** : The literature search identified 35 studies. The included studies enrolled a total of 374 subjects. 1. Treadmill retraining without partial body weight support might be more effective than no treatment at improving gait velocity, get up and go time, gait endurance and step length symmetry. 2. Treadmill retraining with partial body weight support might be more effective than no treatment in improving step length symmetry, gait velocity, gait endurance and balance. 3. Treadmill retraining might be more effective with partial body weight support than without it at improving gait velocity and motor improvement as measured by The Stroke Rehabilitation Assessment of Movement(STREAM). 4. Treadmill retraining without partial body weight support may be no different from physiotherapy and increase gait velocity to conventional gait therapy. 5. Treadmill retraining with partial body weight support may be no different from physiotherapy for gait velocity, motor recovery and balance. **Conclusion** : The review suggests that although treadmill training of gait, especially with partial body weight support, might improve gait parameters and functional mobility, unless treadmill training is directed at improving gait speed it might be no more effective than conventional physical therapy at improving gait parameters.

Key Words : Hemiplegia; Rehabilitation; Stroke; Treadmill

I. 서론

뇌졸중은 기능적인 손상을 일으키고(Khaw, 1996) 보행 장애를 동반하는데, 보행 장애는 완전한 보행불능과 영구적인 보행능력손실로 구분할 수 있다(Jorgensen 등, 1995; Wade 등, 1987). 뇌졸중 환자의 궁극적인 목표는 보행기능의 향상이다(Bohannon 등, 1991). 재활에 있어서 보행의 재교육과 움직임의 회복에 관한 물리치료의 부분이 비중 있게 차지하고 있다(Gladman 등, 1993). 그럼에도 불구하고 뇌졸중 환자의 22%는 보행기능을 상실하고, 14%는 다른 사람의 도움에 의존한다(Jorgensen 등, 1995). 뇌졸중 환자나 보호자들은 기능적인 향상을 기대하게 되고, 그러기 위해 많은 방법들을 강구한다.

그 중에 부분 체중지지 또는 완전 체중지지를 통한 트레드밀운동이 새롭게 대두되고 있다. 동물실험 연구에서 신경계 손상 이후에 보행훈련에서 트레드밀운동이 효과적으로 나타났다. 완전 척수손상인 고양이의 뒷다리를 고정해주고 트레드밀 위에서 보행패턴을 정상인 고양이와 비교하였다(Barbeau와 Rossignol, 1987). De Leon(1998)은 트레드밀걷기에서의 효과를 실험한 연구에서 운동을 시키지 않은 고양이보다 트레드밀 속력을 높게 훈련시킨 고양이가 유각기에서 향상을 보였다. 그러나 완전척수손상인 사람의 경우에는 트레드밀운동을 할 수가 없었다(Behrmann과 Harkema, 2000; Dietz 등, 1994; Eidelberg 등, 1981). 그물척수로와 전정척수로가 남아있는 짧은 꼬리 원숭이는 트레드밀위에서 뒷다리를 지지하며 걷기가 가능했다(Eidelberg 등, 1981). 임상적 결과에 의하면 신경계 손상으로 체중지지에 어려움을 갖는 환자에 대한 연구에서는 완전히 체중을 지지한 그룹과 점차적으로 체중지지를 줄인 그룹간의 트레드밀운동의 효과적인 방법을 제안했다(Finch와 Barbau, 1986). 또 다른 연구에서는 척수손상 이후 부분체중지지 트레드밀운동이 걷기기능의 향상을 보였다. 그러나 불완전손상 환자의 이상보행패턴의 변화는 없었다(Behrmann과 Harkema, 2000; Wernig와 Muller, 1992). 또한 뇌졸중 이후에 트레드밀운동이 효과적이라는 보고도 있다

(Dobkin 등, 1991; Finch 등, 1991; Hesse 등, 1994). 그럼에도 불구하고 동물실험과 척수손상환자의 결과 추정에서 주의해야 할 점이 있다. 그 중 하나가 발병 초기 약물치료에 의한 기능향상으로 동물실험에서는 효과적으로 약물에 대한 효력이 나타날 수 있다(De Keyser 등, 1999). 동물실험과 사람의 중요한 차이점은 나이와 손상부위에 따라 다를 수 있다. 동물은 어린동물이 실험대상이 되고 사람에서는 노인이 대상이 된다. 비록 그렇다 할지라도 동물실험을 통하여 뇌졸중이나 척수손상환자의 재활치료 프로그램이 연구되고 있다(Pomeroy와 Tallis, 2000).

이와 같은 차이점들은 트레드밀운동의 결과에 영향을 미친다. 이런 관찰들을 통하여 부분체중지지 트레드밀운동이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향에 대한 선행연구들이 이루어졌다. 이런 관찰연구들은 트레드밀운동이 보행의 시공간적 특성의 향상을 발견할 수 있었고(Trueblood, 2001; Hesse 등, 1999; Hassid 등, 1997; Rose 등, 1996; Visintin과 Barbeau, 1989). 근 활동에서 보다 정상적인 시간적 패턴을 만들어(Hesse 등, 1997; Rose 등, 1996; Visintin과 Barbeau, 1989) 중간입각기에서 고관절과 슬관절의 신전이 증가하여 걸음걸이가 향상되었다(Danielsson과 Sunnerhagen, 2000). Marko 등(1997)은 뇌졸중 환자의 트레드밀운동과 일반인의 유산소 트레드밀운동이 근력과 건강에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였다. 3개월간의 유산소 트레드밀운동이 만성 뇌졸중 환자의 하지근력 향상과 건강증진에 효과적이었다((Smith 등, 1998; Macko 등, 2001). 그러나 많은 환자들이 체중지지의 불안정성과 합병증으로 실험에 참여하지 못하였다(Macko 등, 2001). 부분 체중지지를 통한 트레드밀 걷기 운동은 뇌졸중 환자와 척수손상환자에게 에너지소비의 감소와 움직임에 도움이 되었다(Danielsson과 Sunnerhagen, 2000; Felici 등, 1997). 선행연구에서 뇌졸중 후 트레드밀을 이용한 보행운동이 임상적으로 관심을 받고 있는 것으로 보고되었다. 영국의 왕립의과대학의 뇌졸중 임상지침으로 뇌졸중 발병이후 3개월간 걷지 못하는 환자들에게 일반적인 물리치료에 부가적으로 트레드밀운동을 권유하고 있다(Wade와 The Intercollegiate

Working Party for Stroke, 1999). 체중지지를 해주는 장치로 종종 변형된 낙하산 장비나 등산 고정 장치들을 통해 다리의 움직임을 자유롭게 해주는데, 이것은 부분 체중지지를 가능하게 함으로써 한발 입각기 동안 과도한 슬관절 굴곡 없이 하지를 지지해 충분한 체중 지지로 이동을 가능하게 해준다(Hesse 등, 1999; Visintin과 Barbeau, 1989).

트레드밀운동은 마비 쪽 하지의 걸음, 보폭, 체중이동 등 보행에 많은 도움이 된다. 트레드밀운동의 속도는 0.2m/s로 시작해서 0.1m/s만큼씩 향상시키고 가능한 저속을 유지시킨다(Crompton 등, 2001; Wilson 등, 2000). 일반적으로 뇌졸중 환자에게 적용되는 트레드밀운동은 저속으로 시행되어야 한다. 트레드밀과 부속 고정 장치 자체가 고가의 제품이고 많은 인력투입에 전문적인 치료사가 필요하다(Crompton 등, 2001). 그러므로 이런 고가의 장비 구입에 있어서 효과의 정당성을 입증하는 것이 중요하다. 그래서 이 연구의 목적은 뇌졸중 이후 보행에 있어서 부분 체중지지의 유무에 따른 트레드밀운동의 효과에 대한 증거를 조사함으로써 임상치료에 대한 정보를 제공하기 위함이다.

II. 연구방법

단국대학교 전자도서관을 이용하여 학술데이터베이스와 전자저널인 Amed, Cinahl, Medline, Embase, The Cochrane Library와 PEDro를 검색하여 뇌졸중 이후 트레드밀운동에 대한 효과를 보고한 논문을 검색하였다. 검색어는 뇌졸중(Stroke)과 트레드밀(Treadmill), 트레드밀과 편마비(Hemiplegia), 트레드밀운동(Treadmill training), 트레드밀과 재활의학(Rehabilitation)으로 하였다. 각각의 데이터베이스에서 적절한 메쉬(Medical Subject Heading)를 찾아 조사하였다. 메쉬는 미국 국립의학도서관이 제작한 생의학 관련문헌에 대한 주제 분석 리스트이다. 메쉬(MeSH)를 이용함으로써 논문들의 주제 및 내용을 보다 적절히 표현할 수 있으며 의학 문헌 검색 및 색인에 있어

어서 통일성과 일관성을 가질 수 있었다. 1980년부터 2007년 사이에 발간된 학술지 중에서 다음과 같은 기준에 따라 총 35편의 외국논문으로 선정되었다.

- 1) 영문으로 된 학술지일 것
- 2) 대조군과 실험군이 분명히 제시되어 있는 것
- 3) 통계 기법을 사용한 것은 제외
- 4) 출판되지 않은 학술지나 동물이 조사대상인 것은 제외

III. 연구결과

35편의 논문으로 문헌적 고찰연구를 하였으며, 이전에 연구된 문헌적 고찰연구는 없었다. 선정된 논문에서 신경학적 또는 정형외과적 손상으로 보행에 문제가 있는 경우, 심장질환으로 트레드밀운동이 불가능한 경우, 정신적인 문제로 인해 연구수행이 어려운 경우는 대상자를 제외시켰다. 한편, 도움이 있거나 없이 독립적으로 보행이 가능한 경우는 포함 시켰으나 트레드밀 위에서 두 명 이상의 도움이 필요한 환자는 제외시켰다.

결과 측정은 보행관련 평가(Gait Velocity, Functional Ambulation Category, Stride Length, Gait Endurance, Cadence, Step Length, Gait Symmetry), 균형기능 평가(Base of Support, Balance, Get Up and Go), 근 기능 평가(Spasticity, Strength, Electromyogram, Motricity Index)와 운동기능 평가(Functional Independent Measure, The Stroke Rehabilitation Assessment of Movement, Walking Aids Used, Fugl-Meyer)로 하였다.

주된 결과는 다음의 다섯 가지로 구분할 수 있었다.

첫째, 부분 체중지지 없는 트레드밀운동이 보행 속도, 앉았다 일어나 3미터 돌아오는 시간(Get up and go time), 보행 지구력과 보폭의 대칭성에 보다 효과적이었다. 그러나 근긴장도(Ashworth scale)와 근력(Motricity Index)에서는 유의한 차이가 없었다.

둘째, 부분 체중지지를 한 트레드밀운동에서는 보폭의 대칭성, 보행속도, 보행 지구력과 균형에서 보다 효과적이었으나 일상생활에서의 기능은 유의하게 향

상되지 않았다.

셋째, 부분 체중지지를 한 트레드밀운동이 부분 체중지지를 하지 않은 그룹보다 보행속도와 운동기능의 향상이 있었고(The Stroke Rehabilitation Assessment of Movement), 그 효과의 지속성을 보기위해 3개월 후에 사후검정을 하였다.

넷째, 부분 체중지지 없는 트레드밀운동은 보행속도, 보폭 길이, 한발 입각기의 양, 보행리듬과 보장에서 일반적인 물리치료와 차이가 없었다(Laufer 등, 2001). 그러나 Pohl(2002)은 트레드밀운동이 일반적인 보행치료보다 보행속도에서 유의하게 향상되었다고 보고하였다.

다섯째, 무작위 통제 실험연구에서는 부분 체중지지를 한 트레드밀운동은 보행속도, 운동신경의 회복(Fugle-Meyer, Functional Ambulatory Category, Functional Independence Measure)과 균형에서 일반적 물리치료와 유의하게 차이나지 않은 것으로 나타났다. 그러나 단일 사례연구에서는 부분 체중지지를 한 트레드밀운동이 걷기기능, 자세와 균형에서 더 많은 향상을 보였다.

IV. 논 의

이 연구는 뇌졸중 환자의 재활프로그램에서 트레드밀 이용에 대한 임상적 이점을 뒷받침하기 위한 문헌 연구이다. 트레드밀운동은 기능적 개선뿐만 아니라 부분적으로 체중지지를 도와줌으로써 보행 향상을 보인다고 할 수 있다. 트레드밀운동은 효과적으로 사용될 수 있지만 주의 깊게 고려되어야 할 것들이 있다. 직접적인 보행속도의 향상은 있지만, 전반적인 보행기능의 향상과 관련해서 일반적인 물리치료보다 효과적이라고 말 할 수 없다는 점이다. 그러나 대상자 간에 특성의 차이가 있기 때문에 연구된 결과들을 종합하거나 비교하는데 있어서 어려움이 있다.

첫째, 단일 사례 연구에서는 트레드밀운동이 일반적인 물리치료보다 효과적으로 나타난 반면에(Hesse 등, 1994) 무작위 통제실험 연구에서는 효과적이라는

것을 발견할 수 없었다(Nilsson 등, 2001; Teixeira-da-Cunha-Filho 등, 2001; Kosak 등, 2000). 또한 만성 뇌졸중 환자에게 대한 개인적인 특성의 차이점 때문에 부분적으로 결과의 차이를 보였다. 단일 사례 연구에서는 뇌졸중 발병일 평균이 129일(Hesse 등, 1994)과 176.8일(Hesse 등, 1995)이었고, 무작위 통제실험 연구에서는 발병일이 40일(Kosak과 Reding, 2000), 22일(Nilsson 등, 2001)과 15일(Teixeira-da-Cunha-Filho 등, 2001)이었다. 따라서 이후의 연구에서는 급성기 뇌졸중과 만성기 뇌졸중을 분류하여 각각의 효과 입증에 필요 할 것이다. 둘째, 일반적인 운동치료와 트레드밀 운동 중 뇌졸중 환자의 보행에 직접적으로 효과를 입증하고 평가할 수 있는 정확한 평가도구의 개발이 시급하다. 게다가 몇몇 연구결과에서는 두 그룹간의 보행속도에 대한 차이가 없었다는 것이고, 이 두형태의 치료가 보행에 영향을 미치지 못했다는 것은 같은 시간 안에 10미터를 걷는데 있어서 단지 다른 보행패턴을 가졌을 뿐이라 할 수 있겠다. 그러나, Laufer(2001)는 트레드밀운동에서 마비측 발의 한발 유각기 시간이 향상되었다고 보고하고 있으며, Hesse(1994)는 단일 사례연구에서 트레드밀운동 시에 대칭성의 향상을 보고하고 있다. 보행의 대칭성에 대한 측정의 결여는 직접적으로 연구에 대한 해석을 제한할 수 있다. 조사 연구에서 뇌졸중 환자의 치료는 기능향상에 대한 변화량의 측정이 필요하고(Pomeroy와 Tallis, 2000), 특히 특정한 과제수행에 있어서 변화량 측정의 필요성이 대두된다(Nelson 등, 1996). 그러나 도움 없이 걷지 못하는 환자들의 보행을 평가할 때 직접적인 측정 즉, 보행속도, 보폭의 길이, 보행의 리듬 등을 포함시키는 것은 적당하지 않다(Richards와 Olney, 1996). 이후 트레드밀 연구에서는 대칭성을 계산 할 수 있는 보행의 측정방법(Giakas와 Baltzopoulos, 1996)과 기능적 움직임과 도움의 정도 같은 간접적인 보행 측정방법의 개발과 사용이 필요하리라 사료된다.

셋째, 실제적으로 연구결과를 받아들이기 어려운 또 다른 점은 트레드밀운동과 일반적인 물리치료의 한 부분만을 비교한 것과 트레드밀운동과 폭넓은 일반적인 물리치료를 비교한 두 가지의 무작위 통제 실험

협연구이다(Pohl 등, 2002; Nilsson 등, 2001; Teixeira-da-Cunha-Filho 등, 2001). 이 두 종류의 비교에서는 제한점이 있다. 그 중 하나가 일반적인 물리치료와 트레드밀운동의 비교인데, 단지 두 가지만을 비교하였다는 것에 논쟁의 여지가 있고, 보행운동의 방법은 트레드밀운동 하나만이라 인식을 할 수 있는 우려가 있기 때문이다. 그러나, 트레드밀운동은 적당한 도움을 주며 걷는 것과 같은 형태의 운동이고(Laufer 등, 2001), 부분 체중지지를 한 트레드밀운동은 적당한 도움과 함께 무릎 보조기를 하고 걷는 것과 같은 운동 형태이다(Kosak과 Reding, 2000)라고 할 수 있다. 또 다른 하나는 트레드밀운동과 일반적 물리치료의 비교가 너무 포괄적이라는 것이다. 임상에서 일반적 물리치료의 결과를 일반화하고 기술하기에도 논쟁의 여지가 있다. 예를 들어 영국에서의 일반적 물리치료는 보바스 치료를 의미하며(Davidson과 Waters, 2000), 여러 종류의 치료를 포함하고 있다. Pomeroy 등(2001)은 뇌졸중 이후 어깨질환에 대해 175가지의 물리치료 방법을 소개하고 있으며, 서로 다른 물리치료사들은 서로 다른 치료법들을 사용하고 있다고 이야기하고 있다. 게다가 뇌졸중 이후 물리치료가 보행에 직접적인 영향을 미친다는 입증이 충분하지 않기 때문에 치료사들의 노력이 더욱 필요할 때이다. 이렇듯 여기서는 보행운동에서 트레드밀의 효과 입증을 통해 보급의 확대와 보행운동 프로그램의 일반화를 목적으로 하고 있다.

넷째, 이 연구에서는 일반적인 통계적 분류방법과 내용이 부족했다고 할 수 있다. 결과에 대한 해석은 영문으로 된 연구와 널리 알려진 연구만을 대상으로 해서 결과에 대한 선입견이 있었다고 할 수 있다.

V. 결 론

부분 체중지지 유무에 관계없이 트레드밀운동은 보다 효과적이라 할 수 있고, 트레드밀운동의 효과를 입증하는 연구가 아직 부족하다 할 수 있다. 그래서 일반적으로 트레드밀운동 효과를 확실하게 입증할 수 있는 많은 연구가 필요하리라 사료된다. 특히, 무작위

통계 실험연구를 통한 트레드밀운동과 일반적 물리치료를 비교하는 연구가 필요하며, 보행과 기능적 움직임의 회복에 영향을 미치는 요소들에 대한 연구가 필요하다. 뇌졸중 이후 치료방법, 치료기간에 관한 좀 더 깊이 있는 연구 또한 필요하리라 사료된다. 일반적으로 뇌졸중 환자의 보행과 기능향상을 위한 트레드밀운동과 같은 부가적인 운동치료 프로그램의 사용으로 기능향상을 입증할 수 있는 많은 연구가 필요하겠 다. 우선은 학문적으로 트레드밀운동의 효과에 대한 입증이 필요하겠고 그것을 바탕으로 임상에서 실질적인 다양한 운동 프로그램을 실행하고 개발함으로써 현재 병원에서 사용하는 트레드밀 기구와 보조 장치의 보급의 확대와 개발이 시급하다 할 수 있겠다. 또한 트레드밀 기구 사용방법에 대한 치료사들의 정확한 이해와 숙련이 뇌졸중 환자뿐만 아니라 모든 중추신경계 환자들의 기능향상에 관한 운동치료 프로그램에 도움이 되리라 사료된다.

참고 문헌

- Barbeau H, Rossignol S. Recovery of locomotion after chronic spinalisation in the adult cat. *Brain Res.* 412;84-95, 1987.
- Behrmann AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: A series of case studies. *Phys Ther.* 80;688-700, 2000.
- Bohannon RW, Horton MG, Wikholm JB. Importance of four variables of walking to patients with stroke. *Int J Rehabil Res.* 14;246-250, 1991.
- Crompton S, Khemlani M, Batty J. Practical issues in re-training walking in severely disabled patients using treadmill and harness support systems. *Aust J Physiother.* 47;211-213, 2001.
- Danielsson A, Sunnerhagen KS. Oxygen consumption during treadmill walking with and without body weight support in patients with hemiparesis after stroke and in healthy subjects. *Arch Phys Med*

- Rehabil. 81;953-957, 2000.
- Davidson I, Waters K. Physiotherapists working with stroke patients: A national survey *Physiotherapy* 86;69-80, 2000.
- De Keyser J, Sulter G, Luiten PG. Clinical trials with neuroprotective drugs in acute ischaemic stroke: Are we doing the right thing? *Trends Neurosci.* 22;535-540, 1999.
- De Leon RD, Hodgson JA, Roy RR, et al. Locomotor capacity attributable to step training versus spontaneous recovery after spinalisation in adult cats. *J Neurophysiol.* 79;1329-1340, 1998.
- Dietz V, Colombo G, Jensen L. Locomotor activity in spinal man. *Lancet.* 344;1260-63, 1994.
- Dobkin BH, Gregor R, Fowler E. A strategy to train locomotion in patients with chronic hemiplegic stroke. abstract *Ann Neurol.* 30;278, 1991.
- Eidelberg E, Walden JG, Nguyen LH. Locomotor control in macaque monkeys. *Brain Res.* 104;647-663, 1981.
- Felici F, Bernardi M, Rodio A, et al. Rehabilitation of walking for paraplegic patients by means of a treadmill. *Spinal Cord.* 35;383-385, 1997.
- Finch L, Barbeau H. Hemiplegic gait: New treatment strategies. *Physiother Can.* 38;36-41, 1986.
- Finch L, Barbeau H, Arseneault B. Influence of body weight support on normal human gait: Development of a gait retraining strategy. *Phys Ther.* 71;842-856, 1991.
- Giakas G, Baltzopoulos V. Time and frequency domain analysis of ground reaction forces during walking: An investigation of variability and symmetry. *Gait Posture.* 5;189-197, 1996.
- Gladman J, Lincoln N, Barer D. A randomised controlled trial of domiciliary and hospital-based rehabilitation for stroke patients after discharge from hospital. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 55;960-966, 1993.
- Hassid E, Rose D, Commisarow J, et al. Improved gait symmetry in hemiparetic stroke patients induced during body weight-supported treadmill stepping. *J Neurol Rehabil.* 11;21-26, 1997.
- Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A. Restoration of gait in non-ambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil.* 75;1087-93, 1994.
- Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, et al. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke.* 26;976-981, 1995.
- Hesse S, Helm B, Krajnik J, et al. Treadmill training with partial body weight support: Influence of body weight release on the gait of hemiparetic patients. *J Neurol Rehabil.* 11;15-20, 1997.
- Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 80;421-427, 1999.
- Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO, et al. Recovery of walking function in stroke patients: The Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 76;27-32, 1995.
- Khaw KT. Epidemiology of stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 61;333-338, 1996.
- Kosak MC, Reding MJ. Comparison of partial body weight-supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 14;13-19, 2000.
- Laufer Y, Dickstein R, Chefetz Y, et al. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation: A randomised study. *J Rehabil Res Dev.* 38;69-78, 2001.
- Macko RF, Katzell LI, Yataco A, et al. Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. *Stroke.* 28;988-992, 1997.
-

- Macko RF, Smith JV, Dobrovolny CL, et al. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 82;879-884, 2001.
- Nelson DL, Konosky K, Fleharty K, et al. The effects of an occupationally embedded exercise on bilaterally assisted supination in persons with hemiplegia American. *Am J Occup Ther.* 50;639-646, 1996.
- Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A, et al Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: A comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clin Rehabil.* 15;515-527, 2001.
- Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, et al. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients. *Stroke.* 33;553-558, 2002.
- Pomeroy VM, Tallis RC. Need to focus research in stroke rehabilitation. *Lancet.* 355;836-837, 2000.
- Pomeroy VM, Niven DS, Barrow S, et al. Unpacking the black box of nursing and therapy practice for post-stroke shoulder pain: A necessary precursor to evaluation. *Clin Rehabil.* 15;67-83, 2001.
- Richards CL, Olney SJ. Hemiparetic gait following stroke. Part II: Recovery and physical therapy. *Gait Posture.* 4;149-162, 1996.
- Rose D, Harkema S, Dobkin B. A comparison of body-weight-supported treadmill walking and overground walking in patients after stroke. *Neurology Report.* 20;56-60, 1996.
- Smith GV, Macko RF, Silver KHC, et al. Treadmill aerobic exercise improves quadriceps strength in patients with chronic hemiparesis following stroke: A preliminary report. *J Neurol Rehabil.* 12;111-117, 1998.
- Teixeira-da-Cunha-Filho I, Lim PA, Qureshy H, et al. A comparison of regular rehabilitation and regular rehabilitation with supported treadmill ambulation training for acute stroke patients. *J Rehabil Res Dev.* 38;245-255, 2001.
- Trueblood PR. Partial body weight treadmill training in persons with chronic stroke. *NeuroRehabilitation.* 16;141-153, 2001.
- Visintin M, Barbeau H. The effects of body weight support on the locomotor pattern of spastic paretic patients. *Can J Neurosci Nurs.* 16;315-325, 1989.
- Wade DT, Wood VA, Heller A, et al. Walking after stroke: Measurement and recovery over the first three months. *Scand J Rehabil Med.* 19;25-30, 1987.
- Wade D and the Intercollegiate Working Party for Stroke. *National Clinical Guidelines for Stroke.* Royal College of Physicians, London. 1999.
- Wernig A, Mller S. Laufband locomotion with body weight support improved walking in persons with severe spinal cord injuries. *Paraplegia.* 30;229-238, 1992.
- Wilson MS, Qureshy H, Protas EJ, et al. Equipment specifications for supported treadmill ambulation training: A technical note. *J Rehabil Res Dev.* 37;415-422, 2000.
- 논문 접수 일(Date Received) : 2008년 08월 10일
 논문 수정 일(Date Revised) : 2008년 08월 30일
 논문게재승인일(Date Accepted) : 2008년 09월 10일