

대한고유수용성신경근촉진법학회 : 제11권 제1호, 2013년 6월
J. of the Korean Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association
Vol.11, No.1, June 2013, pp.35~42

뇌졸중 환자를 위한 물리치료 강도

신재욱¹ · 김재용^{1*} · 김좌준²

¹부산의료원 물리치료실, ²춘해보건대학교 물리치료과

Intensity of Physical Therapy for Stroke

Jae-Wook Shin, PT, MS¹; Jae-Yong Kim, PT^{1*}; Jwa-Jun Kim PT, MS²

¹*Dept. of Physical Therapy, Busan Medical Center*
²*Dept. of Physical Therapy, Choonbae College of Health Sciences*

ABSTRACT

Purpose : This paper reviews intensity of physical therapy for stroke.

Methods : This is literature study with Pubmed, EBSCO, ProQuest, EMBASE and CINAHL.

Results : There were 20 studies that reviewed effects of increased intensity of physical therapy after stroke involving time post-stroke, elements of physical therapy, duration of physical therapy, methods of physical therapy. Ten of the eleven studies, involving time post-stroke, demonstrated significant improvement. Seventeen studies involving upper extremity, lower extremity and mobility demonstrated significant improvement. Five studies involving increased duration of physical therapy demonstrated significant improvement. Studies involving methods of physical therapy showed that mix of different methods is more effective than single method.

Conclusion : Increased intensity of physical therapy improve functional recovery.

Key Words : Stroke, Physical therapy, Exercise therapy, Intensity

I. 서 론

뇌졸중은 후천성 뇌손상의 가장 일반적인 형태이고, 전세계적으로 사망 및 장애를 일으키는 원인 중의 하나이다(Murray와 Lopez, 1997). 뇌졸중 환자는 근육 약화, 운동 기능의 마비, 협응 문제 등으로 인해 손상측 사지의 운동 기능이 현저하게 감소하며, 이로 인해 일상생활의 많은 신체활동들에 제한이 나타난다(Shumway-Cook과 Wollacott, 2007).

뇌졸중 발병 후 운동 기능에 대한 회복은 첫 3개월 이내에 대부분 이루어지지만(Duncan 등, 1992), 만성 뇌졸중 환자에서도 물리치료를 실시하였을 때 기능적 회복이 나타난다고 보고하고 있다(Dean 등, 2000, Ouellette 등, 2004). 이러한 뇌졸중 환자의 기능 개선을 위한 방법으로는 관절가동범위 운동, 근력강화 운동, 유산소 운동 등과 같은 방법들이 있다(Liepert 등, 2000). 또한 근력 강화 훈련(Bourbonnais 등, 2002), 과제 지향적 훈련(Blennerhassett와 Dite, 2004), 트레이드밀 훈련(Visintin 등, 1998; Sullivan 등, 2007) 등이 활용되고 있다.

뇌졸중 환자에서 최대 기능적 회복을 얻기 위한 치료 강도의 설정에 대한 논란은 끊임없이 제기되어 왔다. “강도(intensity)”라는 용어는 하루 동안의 치료 시간 혹은 연속적인 치료 시간으로 정의된다(Keith, 1997). Adler 등(2008)은 고유수용성신경근축진법의 철학에서 집중적인(intensive) 훈련을 통하여 잠재력을 가동화한다고 하였다. 치료 강도는 환자의 순응도, 뇌손상의 정도, 의학적 안정 정도, 인지기능 그리고 기능의 정도 등 다양한 요소들에 의해 달라질 수 있다.

뇌졸중이 운동 조절, 균형, 보행 그리고 지구력을 포함한 다양한 시스템에 문제를 일으키지만 대부분의 뇌졸중 재활과 관련된 연구는 손상과 기능에서 하나 또는 두 가지 중재에 초점을 두며, 환자의 회복 단계에 다양한 요소를 포괄적인 중재로 통합한 연구는 없다(Duncan 등, 2003). 그리고 다양한 훈련 방법들을 보고하고 있지만, 환자의 기능 변화를 일으키기 위해 필요한 운동치료 시간에 대해서는 많은 논쟁이 있다(Kwakkel

등, 2004).

Langhorne 등(1996)은 물리치료의 강도의 차이에 따른 효과를 분석하였으며, 더 강한 치료강도가 일상생활 동작 기능과 손상 감소에서 분명한 개선이 있었음을 보고하였다. Cifu 등(1999)은 재활 서비스의 강도에 대한 기능적 결과를 검정하였으며, 재활 서비스의 강도와 기능적 결과는 연관성이 적다고 하였다. Kwakkel 등(2004)의 메타분석에서 치료 강도 증가가 일상생활 활동과 보행 속도에서 효과가 있었다고 하였다. Galvin 등(2008)은 뇌졸중 후 운동치료 시간 증가가 기능적 회복에 미치는 영향에 관한 메타분석에서 운동치료 시간 증가는 일상생활 동작에서 작지만 유의한 효과를 보였다고 하였다. Pollock 등(2007)의 메타분석 결과를 보면 운동 재학습을 포함한 한 가지 방법의 운동치료 방법을 적용한 경우에는 의미 있는 효과가 없었으나, 여러 치료 방법을 같이 적용한 경우에는 치료를 하지 않은 군과 비교하여 의미있는 치료 효과의 차이를 보였다고 보고하였다.

물리치료 강도와 관련된 많은 연구들이 보고되었지만 환자, 설계, 중재, 비교 그리고 결과 측정 등 연구에 포함되는 요소들의 이질성으로 인하여 임상적으로 적용하기에 많은 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 물리치료 강도와 관련된 다양한 연구를 고찰하여 뇌졸중 환자의 기능 개선을 위한 적절한 물리치료 강도에 대해 알아보려고 한다.

II. 본 론

컴퓨터 전자자료 검색을 이용하여 Pubmed, EBSCO, ProQuest, EMBASE, CINAHL에서 뇌졸중 환자를 위한 물리치료 강도에 관한 논문을 검색하였다.

“Stroke”, “Hemiplegia”, “Physical therapy”, “Physiotherapy”, “Exercise therapy”, “Intensity”, “Additional”, “Augmented”, “Increased duration” 검색어를 혼합하는 방법을 이용하여, 1999년부터 2011년 사이의 국내 및 해외 논문을 검색하였다. 전체 20개의 논문이 검토되었으며 연구자(연구년도),

연구방법 및 연구결과를 정리하면 다음과 같다(표 1).

표 1. 물리치료 강도 증가와 관련된 연구

연구자 (연구년도)	연구 방법	결 과
Kwakkel 등 (1999)	-101명의 급성기 뇌졸중 환자(발병 15일 이내) -실험군 I : 기본치료+팔 훈련 30분 추가 -실험군 II : 기본치료+다리 훈련 30분 추가 -대조군 : 기본치료+마비측 상하지 30분 스프린터 고정 -주5회/20주	-하지 훈련 그룹은 일상생활 활동, 보행 능력과 민첩성에서 대조군보다 개선 -상지 훈련 그룹은 민첩성에서만 개선
Dean 등 (2000)	-12명의 만성 뇌졸중 환자(발병 3달 이상) -실험군 : 마비측 하지 강화와 하지 기능적 훈련(10개의 순환 훈련. 각 단계 5분 1시간 소요) -대조군 : 상지 과제 훈련 -주3회/4주	-실험군에서 다음의 평가 항목 개선 · 6분 걷기 검사 · 앉아서 일어서기 동안 지면 반발력, Step Test
Partridge 등 (2000)	-114명의 뇌졸중 환자 -실험군 : 60분 물리치료 -대조군 : 30분 물리치료	-전체적으로 통계적 차이는 없으나 일부 군에서 강도가 높을 경우에 더 효과가 있는 경향
Platz 등 (2001)	-60명의 뇌졸중, TBI(tramatic brain injury) 환자 -그룹 I : 팔 훈련+결과 지식 제공 -그룹 II : 팔 훈련, 그룹 III : 팔 훈련을 받지 않음 -매일/3주	-팔 훈련 치료를 받은 모든 환자들에게 상지 기능 평가 향상
Slade 등 (2002)	-161명의 뇌졸중, TBI 환자 -실험군이 대조군보다 주당 67% 더 많은 치료시간	-67% 증강 치료군에서 14일 입원기간을 의미 있게 낮추는 결과
Sterr 등 (2002)	-15명의 만성 편마비 -손상된 손의 6시간 CIMT(constraint induced movement therapy)와 3시간 CIMT -매일/2주	-6시간이 3시간 보다 더 큰 효과가 나타남 · The Motor Activity Log · Wolf Motor Functin Test
Duncan 등 (2003)	-92명의 아급성기 외래 뇌졸중 환자 -중재 그룹 : 운동 프로그램은 근력, 균형, 지구력 그리고 손상측을 더 많이 사용하도록 격려하는 프로그램, 치료사에 의해 집에서 감독, 36세션/90분/12-14주 -일반 관리 그룹 : 매 2주마다 연구원이 방문하여 보건 교육, 생체징후 등 관리	-실험군에서 다음의 평가항목 개선 · 근력 · 상하지 운동 조절 · 균형, 지구력 · 상지 기능, 운동성
Lauro 등 (2003)	-60명의 급성기 허혈성 뇌졸중 환자 -실험군 : 집중재활치료, 대조군 : 전형적 치료 -매일/2주	-두 그룹 간 다음의 평가항목 차이 없음
GAPS group (2004)	-70명의 급성기 뇌졸중 환자(3개 치료시설 환자) -실험군 : 전형적인 입원 재활+추가 물리치료(60-80분) -대조군 : 전형적인 입원 재활(30-40분) -주5회/6주	-독립적인 보행에 더 빨리 도달 -Rivermead Mobility Index 개선
김원호 등 (2005)	-58명의 아급성기 뇌졸중 환자(발병 3 6개월) -부가적 운동군 : 일반 재활치료(60분)+추가 치료(60분) -일반 재활치료군 : 물리치료(30분)+작업치료(30분) -주5회/6주	-부가적 운동군에서 다음의 평가 항목 개선 · 균형, 보행 속도 · 슬관절 굴곡, 신전 근력
Vearrier 등 (2005)	-10명의 만성 뇌졸중 환자, 2주 동안 하루 6시간 -1시간(손상 요소 훈련 : 강화, 신장, 유산소) 4시간 15분(기능제한 훈련 : 이동, 보행, 경사로 등), 30분(장애 훈련 : 지역사회 보행, 취미 훈련), 5%(휴식), 피드백(언어, 촉각, 시각) 제공	-선행적 그리고 정적 조절 개선, 체중지지 대칭성 개선, 낙상수 감소
Fritz 등 (2007)	-8명의 만성 뇌졸중 환자(발병 6개월 이상) -2주 동안 하루 3시간 집중적인 운동성 훈련	-BBS(berg balance test)에서 유의한 변화

연구자 (연구년도)	연구 방법	결 과
Langhammer 등 (2007)	-75명의 급성 입원 재활이 끝난 뇌졸중 환자 -집중적인 운동 그룹 : 강도 근력, 균형, 지구력 훈련 -일반 그룹 : 주관적 요구에 따라 필요시 추적 치료 -1년 동안 실시, 검사	-집중 운동 그룹에서 다음 평가 항목 개선 · Motor Assessment Scale · Barthel index, 악력
Pohl 등 (2007)	-155명의 아급성기 뇌졸중 환자(발병60일 이내) -실험군 : 1:1물리치료 25분+보행치료 20분(보행훈련기) -대조군 : 1:1물리치료 45분 -매일/4주간 실시	-실험군에서 치료 후와 6개월 후에 보행 독립성과 Barthel index에서 더 좋은 결과를 보였음
Sullivan 등 (2007)	-80명의 뇌졸중 환자(발병 4개월-5년) -그룹 1 : BWSTT/UE-EX, 그룹 2 : CYCLE/UE-EX -그룹 3 : BWSTT/CYCLE, 그룹 4 : BWSTT/LE-EX -하루에 1시간씩 교대로 실시/주4회/6주	-모든 BWSTT그룹이 보행속도와 거리 개선
최진관 등 (2008)	-30명의 뇌졸중 환자(편마비증상) -실험군 : 복합운동 치료 -대조군 : Bobath 치료 -매일 70분, 주 3회, 12주간	-실험군에서 다음의 평가항목 개선 · 신체조성검사(Venus) · 균형, 보행
최혜정 등 (2008)	-19명의 뇌졸중 환자(편마비증상) -실험군 : NDT(중추신경계발달치료)+core stability training -대조군 : NDT -매일 60분/주5회/6주간	-실험군에서 다음의 평가항목 개선 · PASS · 근력, 근지구력, 유연성
Harris 등 (2009)	-103명의 입원 급성 뇌졸중 환자 -실험군 : 상지 재활운동 반복 실시(GRASP protocol) -대조군 : 교육서적 제공(뇌졸중 회복과 건강정보) -매일60분/주6회/4주간	-실험군에서 다음의 평가항목 개선 · Chedoke arm and hand activity inventory
Ross 등 (2009)	-39명의 급성기 뇌졸중(90%) 또는 TBI(10%) 환자 -실험군 : 1시간 동안 과제 훈련 실시, 주5회/6주 -대조군 : 일반적인 손에 대한 치료 10분(주3회 실시)	-실험군에서 다음의 평가 항목 개선 · ARAT, MMT
Jorgensen 등(2010)	-14명의 외래 편마비 환자(발병 후 3개월 이상) -BWSTT 25분, 유산소 운동:월,수 1시간(상하지 싸이클링), 집진적 저항 훈련:화,목,금 1시간(leg press 등), 기능적 훈련 4, 10주 1시간(보행훈련, 계단훈련, 지역사회 보행 등), 전체 1시간 30분/주5회/12주	-유산소 능력 개선(수축기 혈압과 이완기 혈압 : 10%, 11%감소) -보행 평가 항목 개선

BWSTT : body weight supported treadmill training, UE-EX : upper-extremity ergometry, CYCLE : limb-loaded resistive leg cycling, LE-EX : LE muscle-specific progressive resistive exercise, PASS : Postural Assessment Scale for Stroke, ARAT : Action Research Arm Test, MMT : Manual Muscle Test

표 2. 유병 기간에 따른 연구

급성기		아급성기		만성기	
Kwakkel 등(1999)	+	Duncan 등(2003)	+	Dean 등(2000)	+
GAPS group(2004)	+	김원호 등(2005)	+	Sterr 등(2002)	+
Lauro 등(2003)	-	Pohl 등(2007)	+	Vearrier 등(2005)	+
Harris 등(2009)	+				
Ross 등(2009)	+				

+ : 유의한 효과 있음, - : 효과 없음

1. 유병 기간에 따른 물리치료 강도 효과

검토된 11개의 연구 중 10개가 효과가 있었다(표 2). 급성기에서는 5개의 연구 중 4개, 아급성기와 만성기에

서는 모두 효과가 있었다.

GAPS group(2004)의 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 하는 연구에서 물리치료를 추가시킨 그룹에서 독립적인 보행에 더 빨리 도달한다고 하였다. Duncan

등(2003)의 아급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 하는 연구에서 운동 프로그램을 증가시킨 그룹에서 근력과, 상하지 운동조절, 균형 등에서 개선이 되었다. Vearrier 등(2005)의 연구에서는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 손상요소 훈련, 기능제한 훈련, 장애 훈련을 통해서 균형이 향상되었다. 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 Lauro 등(2003)의 연구에서는 집중 재활치료군은 2주간 치료 강도를 증가시키고 이후에는 일반적인 관리를 계속하였다. 측정은 14일과 180일경에 시행하였으며, 집중 재활치료군이 전형적인 치료군보다 장애와 신경학적 손상 측정에서 개선되었지만 통계학적으로 유의하지 않았다.

2. 치료 부분에 따른 물리치료 강도 증가 효과

검토된 19개의 연구 중 모두 효과가 있었다(표 3). Kwakkel 등(1999)의 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 기본 물리치료에 팔 훈련과 다리 훈련을 추가하였을 때 추가한 두 그룹에서 기능적 개선이 나타났다. 그러나 하지 재활의 더 큰 강도는 일상생활 활동, 보행 능력, 민첩성 등의 기능적 회복을 개선시키지만 상지 재활에서는 민첩성만 개선되었다. Fritz 등(2007)의 연구에서도 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 2주 동안 치료사 감독 하에 보행, 앉아서 일어서기, 계단 오르기, 다양한 균형 훈련, 고유수용성 활동, 신장 운동, 강화 운

표 3. 치료 부분에 따른 연구

상지	하지 혹은 운동성
Kwakkel 등(1999)	Kwakkel 등(1999)
Platz 등(2001)	Dean 등(2000)
Sterr 등(2002)	GAPS group(2004)
Duncan 등(2003)	Vearrier 등(2005)
Langhammer 등(2007)	김원호 등(2006)
Harris 등(2009)	Fritz 등(2007)
Ross 등(2009)	Jorgensen 등(2010)
	Langhammer 등(2007)
	Pohl 등(2007)
	Sullivan 등(2007)
	최진관 등(2008)
	최혜정 등(2008)

+ : 유의한 효과 있음, - : 효과 없음

동, 협응 과제, 운동 재교육 등의 집중 훈련 후에 보행, 균형 그리고 운동성에서 개선되었다.

3. 물리치료 강도 증가 시간에 따른 효과

검토된 5개의 연구 중 모두 효과가 있었다(표 4). Partridge 등(2000)의 연구에서 30분 치료 그룹보다 60분 치료 그룹에서 더욱 효과가 있었고, 다른 연구 (Steer 등, 2002; Slade 등, 2002; GAPS group, 2004; 김원호 등, 2005)에서도 치료 시간을 증가시킨 그룹이 유의한 효과를 보였다. 특히, Sterr 등(2002)의 논문에서는 3시간의 훈련도 효과가 있었지만 6시간의 훈련에서 더욱 큰 효과가 있었다. 또한 Kwakkel 등(2004)의 메타분석에서는 뇌손상 이후 주당 치료시간을 증가시키는 것은 독립성을 회복시키는 비율을 가속시키며, 더욱 집중적인 치료는 뇌졸중 후 6개월 이내에 제공되어야 한다고 하였다. 김연희 등(2009)은 뇌졸중 환자는 적용할 수 있는 범위 내에서 기능 회복에 필요한 충분한 시간의 재활 치료를 받을 것을 권장하였다.

4. 물리치료 방법에 따른 강도 증가 효과

Pollock 등(2007)의 메타분석에서 한가지 운동치료 방법보다, 여러 치료 방법을 같이 적용한 경우가 더 효과적이라고 하였다. Pohl 등(2007)은 뇌졸중 후 60

표 4. 물리치료 시간에 따른 연구

관련 연구	물리치료 시간
Partridge 등(2000)	실험군 : 60분 대조군 : 30분
Sterr 등(2002)	실험군 : 6시간 대조군 : 3시간
Slade 등(2002)	실험군 : 67% 더 많은 치료시간
GAPS group (2004)	실험군 : 60-80분 대조군:30-40분
김원호 등(2005)	실험군 : 90분 대조군 : 30분

+ : 유의한 효과 있음, - : 효과 없음

일 이내의 아급성기 환자 155명을 대상으로 반복 보행 훈련에 대한 효과를 연구하였다. 물리치료 그룹과 보행 치료와 물리치료를 같이 시행한 그룹으로 나누어 비교하였을 때, 보행치료를 같이 시행한 그룹에서 치료 후와 6개월 후에 보행기능이 더욱 개선되었다. 최혜정 등(2008)과 최진관 등(2008)의 연구에서도 한 가지 방법의 운동치료보다 여러 종류의 운동치료를 같이 실시한 그룹에서 기능이 더 개선되었다.

Sullivan 등(2007)은 체중 지지 트레드밀 훈련과 상지 에르고미터 중재 그룹, 하지 저항 싸이클과 상지 에르고미터 중재 그룹, 체중 지지 트레드밀 훈련과 하지 저항 싸이클 중재 그룹, 체중 지지 트레드밀 훈련과 점진적인 하지 운동 중재 그룹으로 나누어 훈련을 시행하였다. 하지 저항 싸이클과 상지 에르고미터 중재 그룹과 비교하여 체중 지지 트레드밀 훈련과 상지 에르고미터 중재 그룹에서 더욱 보행 속도가 증가되었다. 체중 지지 트레드밀 훈련이 포함된 모든 그룹에서 하지 강화 훈련을 같이 시행하든지 시행하지 않든지 보행 속도와 거리가 증가되었다.

물리치료 방법에 따른 강도 증가 효과에서는 여러 가지 방법을 혼합한 것이 한 가지 방법보다 효과적이며, 특별한 물리치료 방법이 포함되었을 때 더욱 기능을 개선시킨다.

III. 결 론

논문 검토를 통하여 살펴본 바와 같이 뇌졸중 환자를 위한 물리치료 강도 증가는 환자의 기능적 회복을 개선시킨다. 전체 유병기간에서 치료 강도 증가가 효과적이며, 치료 부분에서는 상지 그리고 하지 혹은 운동성에서 강도 증가가 효과적이었다. 강도 증가를 위한 물리치료 시간은 증가시키는 것이 효과적이며, 환자가 적용할 수 있는 범위 내에서 시간을 증가시켜야 한다고 하였다. 물리치료 방법에 따른 효과에서는 한 가지 방법보다 여러 가지 방법을 혼합하는 것이 환자의 기능을 향상시키는 것을 알 수 있었다.

그러나 대부분의 의료 기관은 인건비 증가 등을 포

함한 경영적인 부분이 관련되어 있어, 현실적으로 개별 환자에게 치료 강도를 증가시키는 것은 어려움이 있다. 이러한 경영적인 요소에도 불구하고 환자의 기능 개선을 위해 비용 증가 없이 효율성을 증가시키기 위한 방법을 찾아야 할 것이다. 먼저 환자에게 필요한 과제를 치료 프로그램으로 구성하여 적용하는 과제 지향적 훈련이다. 이러한 방법은 치료사를 더욱 효율적으로 활용할 수 있는 그룹 훈련 프로그램으로 적용할 수 있다. 강도를 증가시키기 위한 다른 방법은 일상의 과제를 하루에 6시간 혹은 그 이상으로 수행하게 하는 강제 유도 움직임 치료이다. 마지막 방법은 환자 스스로 운동하는 것을 도와주는 운동기구, 장비 등을 이용하는 것이다.

근거가 높은 물리치료 방법을 임상 여건에 맞는 방법으로 구성하고 환자의 선호도를 통합하여 물리치료 강도를 증가시킬 수 있으며, 이를 통하여 환자의 기능적 회복을 개선시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김연희, 한태륜, 정한영 등. 뇌졸중 재활치료를 위한 한국형 표준 진료 지침. *Brain & NeuroRehabilitation*. 2(1):1-38, 2005.
- 김원호, 박정일, 이세훈 등. 발병 3-6개월의 뇌졸중 환자에서 부가적 운동치료가 하지의 기능수행능력에 미치는 영향. *한국전문물리치료학회지*. 12(2):58-71, 2005.
- 최진관, 김영준, 문성진 등. 운동요법이 뇌졸중 환자의 보행 및 평형성에 미치는 영향. *운동과학*. 17(3):269-278, 2008.
- 최혜정, 정진욱. 6주간의 집중 core stability training이 뇌졸중 환자의 일상활동체력 및 자세조절능력에 미치는 영향. *운동과학*. 17(4):505-514, 2008.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. *PNF in practice: an illustrated guide*. 3rd ed. Heidelberg. Springer. 2008.
- Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and up-

- per limb function early after stroke: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother.* 50(4):219-224, 2004.
- Bourbonnais D, Bilodeau S, Lepage Y et al. Effect of force-feedback treatments in patients with chronic motor deficits after a stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 81(12):890-897, 2002.
- Cifu DX, Stewart DG. Factors affecting functional outcome after stroke: A critical review of rehabilitation interventions. *Arch Phys Med Rehabil.* 80(5):35-39, 1999.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: A randomized, controlled pilot trial 1. *Arch Phys Med Rehabil.* 81(4):409-417, 2000.
- Duncan P, Goldstein L, Matchar D et al. Measurement of motor recovery after stroke. outcome assessment and sample size requirements. *Stroke.* 23(8):1084-1089, 1992.
- Duncan P, Studenski S, Richards L et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke.* 34(9):2173-2180, 2003.
- Fritz SL, Pittman AL, Robinson AC et al. An intense intervention for improving gait, balance, and mobility for individuals with chronic stroke: A pilot study. *J Neurol Phys Ther.* 31(2):71-76, 2007.
- Galvin R, Murphy B, Cusack T et al. The impact of increased duration of exercise therapy on functional recovery following stroke-what is the evidence? *Top Stroke Rehabil.* 15(4):365-377, 2008.
- GAPS group. Can augmented physiotherapy input enhance recovery of mobility after stroke? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 18(5):529-537, 2004.
- Harris JE, Eng JJ, Miller WC et al. A self-administered graded repetitive arm supplementary program (GRASP) improves arm function during inpatient stroke rehabilitation: A multi-site randomized controlled trial. *Stroke.* 40(6):2123-2128, 2009.
- Jorgensen JR, Bech-Pedersen DT, Zeeman P et al. Effect of intensive outpatient physical training on gait performance and cardiovascular health in people with hemiparesis after stroke. *Phys Ther.* 90(4):527-537, 2010.
- Keith RA. Treatment strength in rehabilitation. *Arch phys Med Rehabil.* 78(12):1298-1304, 1997.
- Kwakkel G, Van Peppen R, Wagenaar RC et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke. A meta-analysis. *Stroke.* 35(11):2529-2539, 2004.
- Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JWR et al. Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: A randomized trial. *Lancet.* 354(9174):191-196, 1999.
- Langhammer B, Lindmark B, Stanghelle JK. Stroke patients and long-term training: Is it worthwhile? A randomized comparison of two different training strategies after rehabilitation. *Clin Rehabil.* 21(6):495-510, 2007.
- Langhorne P, Wagenaar R, Partridge C. Physiotherapy after stroke: More is better? *Physiother Res Int.* 1(2):75-88, 1996.
- Lauro AD, Pellegrino L, Savastano G et al. A randomized trial on the efficacy of intensive rehabilitation in the acute phase of

- ischemic stroke, *J Neurol*, 250(10):1206-1208, 2003.
- Liepert, J, Bauder H, Miltner W et al. Treatment: induced massive cortical reorganization after stroke in humans. *stroke*, 31(6):1210-1216, 2000.
- Murray CJ, Lopez AD. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet*, 349(9064):1498-1504, 1997.
- Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF et al. High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. *Stroke*, 35(6):1404-1409, 2004.
- Partridge C, Mackenzie M, Edwards S et al. Is dosage of physiotherapy a critical factor in deciding patterns of recovery from stroke: A pragmatic randomized controlled trial. *Physiother Res Int*, 5(4):230-240, 2000
- Sullivan KJ, Brown DA, Klassen T et al. Effects of task-specific locomotor and strength training in adults who were ambulatory after stroke: results of the STEPS randomized clinical trial. *Phys ther*, 87(12):1580-1602, 2007.
- Platz T, Winter T. Arm ability training for stroke and traumatic brain injury patients with mild arm paresis: A single-blind, randomized, controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(7):961-968, 2001.
- Pohl M, Werner C, Holzgraefe M et al. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke: A single-blind, randomized multicentre trial (DEutsche GAngtrainerStudie, DEGAS). *Clin Rehabil*, 21(1):17-27, 2007.
- Pollock A, Baer G, Langhorne P et al. Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke: A systematic review. *Clin Rehabil*, 21(5):395-410, 2007.
- Ross LF, Harvey LA, Lannin NA. Do people with acquired brain impairment benefit from additional therapy specifically directed at the hand? A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 23(6):492-503, 2009.
- Shumway-Cook A, Wollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 3th (Eds.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- Slade A, Tennant A, Chamberlain MA. A randomised controlled trial to determine the effect of intensity of therapy upon length of stay in a neurological rehabilitation setting. *J Rehabil Med*, 34(6):260-266, 2002.
- Sterr A, Elbert T, Berthold I et al. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: An exploratory study 1. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(10):1374-1377, 2002.
- Vearrier LA, Langan J, Shumway-Cook A et al. An intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. *Gait Posture*, 22(2):154-163, 2005.
- Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke*, 29(6):1122-1128, 1998.