

뇌졸중 후 하지의 근골격계 문제

가톨릭대학교 의과대학 성바오로병원 재활의학교실

김근태 · 정명은

Musculoskeletal Problems in Lower Extremity after Stroke

Keon-tae Kim, M.D. and Myung Eun Chung, M.D., Ph.D.

Department of Rehabilitation Medicine, St. Paul's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea

Stroke is a leading cause of disability in the elderly. Among complications of stroke, musculoskeletal problems are common, thereby causing improper gait biomechanics, development of pain, and limitation in performing activities of daily living. Post-stroke hip fractures and greater trochanteric pain syndrome are common complication near hip joint. Knee osteoarthritis can be accelerated by altered biomechanics of post-stroke period, that is associated with ambulation levels. Stiff knee gait and genu recurvatum can be developed after stroke and usually contribute to abnormal gait patterns, due to weakness or spasticity of various muscles, and they need to control or compensate affected muscle activities. In case of ankle and foot problems, foot varus deformity is caused by imbalance between muscles that control ankle movement, while claw toes and the persistent extension of the great toe are mainly due to overactivity of muscles that moves toes, and mainstay of treatment is to control inappropriate activities of affected muscles. It is important to make the exact therapeutic decision and establish the rehabilitation plan through the early evaluation of lower extremity musculoskeletal problems that affect the mobility and ambulation. (**Brain & NeuroRehabilitation 2016; 9: 13-19**)

Key Words: Lower extremity, Musculoskeletal problem, Stroke

서 론

뇌졸중은 노인의 장애에 영향을 미치는 중요한 원인이다. 뇌졸중으로 인한 장애에는 지속적인 신경학적 장애 뿐 아니라 신체적 기능저하(deconditioning) 또한 포함된다.¹ 2004년 McLean 등²의 연구에 따르면, 뇌졸중 생존자를 대상으로 한 합병증에는 우울증(26%), 어깨 통증(24%), 낙상(20%), 그리고 요로감염(15%) 외에 허리와 고관절 통증(5%), 소화기관 장애(4%), 폐렴(2%) 등이 포함되었으며, 2009년 Kuptniratsaikul 등¹의 연구에서는 근골격계 통증(32.4%), 배변 및 배뇨와 관련된 문제(31.5%), 감염(16.5%), 우울증(13.8%) 그리고 불안(5.8%) 등의 순으로 나타났다.

그 중 근골격계 문제는 그 빈도가 29~32.4%로 흔하게 나타나며,^{1,3} 근력이나 운동 조절의 저하, 경직의 증가나

근긴장 저하 등에 의해 사지의 역학이상(improper mechanics of the limbs)이나 부적절한 보행양상 등이 나타나게 되고, 이는 통증의 증가와 보행 혹은 일상생활 동작의 제한을 일으킨다.³ 본 종설에서는 뇌졸중 이후 하지에서 나타날 수 있는 근골격계 문제에 대해 고관절, 슬관절, 족관절 및 발에서 나타날 수 있는 질환으로 나누어 기술하여 뇌졸중 이후의 환자들의 통증 조절 및 재활 훈련에 있어 도움이 되고자 한다.

본 론

1) 고관절의 문제

(1) 고관절 골절(hip fracture)

고관절 골절의 발생률은 남녀 모두에서 나이가 들수록 기하급수적으로 증가한다. 이러한 골절 발생의 빠른 증가는 나이에 따른 대퇴골 근위부의 골밀도 감소와 고관절 골절 원인의 90%를 차지하는 낙상의 증가에 기인한다. 골절은 뇌졸중 이후의 환자들에서 발생하는 중요한 합병증으로, 그 중에서도 고관절 골절은 일반 인구에 비해 뇌졸

Correspondence to: Myung Eun Chung, Department of Rehabilitation Medicine, St. Paul's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Wangsan-ro 180, Dongdaemoon-gu, Seoul 02559, Korea
Tel: 02-958-2307, Fax: 02-968-2307
E-mail: coltrane@catholic.ac.kr

증 환자에서 2~4배 많이 발생하는 것으로 알려졌다.⁴ Peszczynski 등⁵이 150명의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 편마비 뇌졸중 환자 중 28명(18.7%)에서 고관절 골절이 있었으며, 그 중 대부분의 골절은 편마비 쪽으로 발생하였다. Mulley 등⁶의 연구에서는 1456명의 대퇴골 경부 골절 환자 중 57명이 편마비가 있었으며, 그 중 50명은 편마비 측, 나머지 7명은 건측 골절이 있었다. 고관절 골절의 발생은 불안정한 정신상태 및 자세에 기인하며, 편마비 측 팔다리에 골다공증이 쉽게 발생하기 때문에 생각되었다. 이외에도 족관절의 내반첨족 변형으로 인해 보행 중 발가락이 바닥에 걸리거나, 중둔근(gluteus medius)의 약화를 보상하기 위해 편마비 쪽으로 몸을 기울이는 경향을 보여 낙상이 일어나기 쉬운 점 등이 골절의 위험인자로 알려졌다.⁷

뇌졸중 발병 후 1년이 경과한 환자들을 대상으로 한 연구에서 보행 정도와 골밀도 간의 독립적인 관계가 입증되었으며, 휠체어만 타는 환자들은 이전에 비해 마비측의 골밀도는 10%, 건측의 골밀도는 5% 감소한 반면, 23명의 보행 가능한 환자들에서는 마비측에서 3%의 골밀도 감소를 보였다. 이는 이동성의 감소 및 체중 지지가 마비측 하지의 골소실과 관계가 있다는 증거를 제시한다.⁸ 이중에너지 방사선 흡수 계측법(dual energy X-ray absorptiometry)을 통한 검사를 통해 편마비 측의 상지 및 근위부 대퇴골 부위가 골소실에 가장 취약함이 나타났고,⁹ 생화학적 표지자를 통한 검사에서 골형성(bone formation)의 표지자는 감소하는 반면 골재흡수(bone resorption)의 표지자는 초기에 증가하는 양상으로 골재형성(bone remodeling)의 불균형이 나타났다.¹⁰

뇌졸중 환자에서 고관절 골절은 일상생활, 특히 실내 활동 중에 일어나는 경향이 강했으며 여성, 고령, 낮은 간지 정신상태검사 점수, 뇌졸중 전 의존도가 고관절 골절의 발생률과 유의하게 관련된 인자로 밝혀졌다.^{11,12}

뇌졸중 후 고관절 골절에 기여하는 가장 중요한 두 가지 인자로 골밀도 감소와 마비측으로 넘어지려는 경향을 들 수 있고, 이에 따라 고관절 골절을 예방하기 위해 가장 중요한 것은 낙상과 골소실을 방지하는 것이다. 낙상이 일어날 때 골반으로 직접 충격이 가해지는 경우 골절의 발생이 약 30배 증가하게 되어, 직접 충격을 방지하기 위해 골반 보호장구를 착용하여 충격을 흡수하도록 하는 방법, 편마비 측으로 낙상 시 앞으로 회전하여 손 부위로 착지하거나 뒤로 회전하여 엉덩이로 착지하는 방법, 낙상 방지를 위한 근력 및 심폐지구력 증진 등이 제시되고 있고, 또한 칼슘 및 비타민 D 제제 등의 투약을 통한 골소실 방지를 들 수 있다.^{10,13-17} 그러나 여러 연구들을 메타분석한 결과, 고관

절 골절을 방지하기 위한 여러 상기 연구 중 여성 뇌졸중 환자에서 비타민 D를 보충한 것 만이 낙상 발생의 위험도 및 고관절 골절의 발생을 유의하게 감소시켰다.¹⁸

(2) 대전자통증증후군(greater trochanteric pain syndrome)

대전자통증증후군은 하지통증의 가장 흔한 원인이며, 대전자 부위 및 허벅지 측면의 통증을 표현하는데 사용된다. 초기에는 고관절 측면 부위의 압통을 동반한 만성적이고 간헐적인 통증에 대해 전자점액낭염(trochanteric bursitis)이라는 용어를 사용하였으나, 이 부위의 통증은 점액낭의 국소적 염증 뿐 아니라 다른 여러 원인에 의해 발생할 수 있기 때문에, 대전자통증증후군으로 통칭하는 것이 증상을 설명하는데 더 적절하다 할 수 있다.¹⁹ 중둔근이나 소둔근(gluteus minimus), 또는 그들의 건부착점 등에서 염증이거나 파열 등이 발생하거나, 장경인대 긴장이나 과용에 의한 마찰손상 등이 이에 포함된다.²⁰

대전자통증증후군은 고관절통증이 있는 60대 인구 중 약 14.3%에서 발생하는 것으로 알려져 있으며,²¹ Segal 등²²의 연구에서 편측 대전자통증증후군의 발병률은 여성에서 8.5%, 남성에서 6.6%로 보고되었다.

대전자통증증후군의 증상은 이환된 쪽으로 누워있거나 장시간 서 있는 경우, 이환된 부위의 다리를 꼬고 앉을 때, 계단을 오르거나 달리기 등 충격량이 가해지는 활동을 할 때 발생하며, 흔히 고관절을 능동 외전 및 수동 내전 시키거나 압통 부위를 촉진할 때 심해진다. 이 부위는 요추의 피부분절(L2-4)과 해부학적으로 겹쳐지며 방사되는 양상에 따라 허리디스크 등에 의한 증상과 구분이 어려울 수 있어 신경학적인 증상을 배제하기 위해 근육 위약이나 감각이상, 심부건반사 등의 검사를 통한 배제가 필요하나,¹⁹ 대전자통증증후군에서도 중둔근의 위약이 관찰될 수 있다.²³ 진단을 위한 영상학적 검사 중 단순촬영을 통해 대전자의 불균일한 표면이나 건석회화, 골관절염이나 골절로 인한 통증을 배제할 수 있으며,²³ 자기공명영상 촬영은 뼈와 연부조직의 병태생리를 관찰할 수 있으므로 진단에 가장 유용하다.²⁴ 초음파는 자기공명영상에 비해 접근성이 나 비용, 부위에 따른 비교분석이 용이하다는 이점이 있으며 국소점액낭을 관찰하거나 중둔근 및 소둔근의 병태생리와 석회화 등을 관찰할 수 있다는 장점이 있다.²⁵

대부분의 대전자통증증후군은 생활습관 교정 및 운동 치료, 체중감량, 비스테로이드성소염제 투약 등 보존적 요법에 의해 대부분 호전되며, 보존적 치료에 반응이 불충분할 경우 스테로이드 및 국소마취제 투여 등의 단독 및 병합 치료에 의해 약 90% 이상에서 호전을 기대할 수 있다.²⁶ 이외에도 체외충격파요법(low-energy shock wave therapy)이 보존적 요법에 비해 시각통증지수(VAS)와 영

덩이관절기능점수(harris hip score) 호전에 있어 우세함이 밝혀졌고,²⁷ 치료에 반응이 없거나 재발이 심한 경우에 내시경적 치료를 포함한 외과적 치료를 통해 그 효과를 기대할 수 있다.²⁸ Rompe 등²⁹의 연구에서 이상근(piriformis) 및 장경인대 스트레칭, 스쿼트(Squates), 둔근 근력강화 등 개인운동과 3주기의 체외충격파 요법, 스테로이드 주사 등 세 가지 치료의 효과를 비교하였고, 1달 후의 통증 호전에는 스테로이드 주사가 가장 효과적이었으나 15개월 후의 비교에서는 개인운동을 시행한 환자군의 통증 호전율이 80%로, 74%의 체외충격파 요법 및 48%의 스테로이드 주사보다 효과적인 치료로 나타났다.

2) 슬관절의 문제

(1) 골관절염(osteoarthritis)

골관절염은 유병률이 나이와 함께 증가하기 때문에 뇌졸중과 쉽게 동반된다. 슬관절의 골관절염은 통증, 뻣뻣함 및 관절가동범위 제한과 근육의 위약을 초래하기 때문에 노년에 보행제한을 초래한다. 특히 뇌졸중 환자에서는 마비, 비정상 근긴장, 감각소실과 운동장애 등의 생체역학적 변화로 인해 골관절염이 더욱 가속화될 수 있으며, 그 병합 효과로 신체장애는 더욱 배가된다.³⁰ Tracy 등³¹의 연구에서, 뇌졸중 환자에서 무릎의 골관절염은 입원환자 재원기간의 증가와 관련이 있었으며, 퇴원 후에도 일상생활활동의 정도와 연관이 있는 것으로 나타났고, Pinar 등³²의 연구에서는 뇌졸중 환자에서 보행 수준의 정도와 휴식 시 무릎 통증 및 영상학적으로 진단된 무릎 골관절염의 정도가 유의한 관계를 보여, 무릎 통증과 무릎 골관절염이 뇌졸중 발병 후 기능적 회복에 있어 고려해야 할 중요한 요소임이 알려졌다.

무릎 골관절염의 치료에서 일차적으로 가장 선호되는 것은 비스테로이드성 소염제로 아세트아미노펜과 비교해 통증 호전에 있어 더 효과적이었으며,³³ 이외에도 비스테로이드성 소염제 및 캡사이신을 국소적으로 사용하거나 관절강 내 스테로이드 주사로 짧은 기간 통증 회복 및 기능 회복을 기대할 수 있었다. 관절강 내 히알루론산 주사 치료의 효과는 연구마다 차이가 있어 명확하게 밝혀지지 않았다. 이외에도 선택적 노르아드레날린 및 세로토닌 재흡수 억제제인 돌록세틴(duloxetine)이 위약군에 비해 통증 감소에 효과적이라는 보고가 있었다.³⁴ 증상이 심하며 상기 치료에 반응이 없는 경우 관절대체수술(joint replacement surgery)을 고려할 수 있으며, 관절경수술은 무릎 골관절염 환자의 치료에 효과적이지 않다는 보고가 있었다.³⁵

(2) 뻣뻣한 무릎보행(stiff knee gait)

뻣뻣한 무릎보행은 뇌졸중, 외상성뇌손상, 척수손상, 뇌성마비 및 다발성경화증 등 중추신경계의 병변 이후 흔히 나타난다. 이는 보행주기의 유각기(swing phase)에서 무릎 굴곡이 저하되거나 지연되는 증상으로 나타나 이로 인한 에너지 소모의 증가에 의해 부적절한 보행양상으로 이어진다.³⁶ 뻣뻣한 무릎보행은 대퇴직근(rectus femoris)의 경직이 가장 중요한 기전으로, 이로 인한 무릎 신전상태의 증가와 엄지발가락이 들리는 순간(toe-off)의 무릎 굴곡속도(knee flexion velocity)의 감소로 인해 유각기의 최대 무릎 굴곡(peak knee flexion)의 감소를 가져온다.³⁷ 이를 보상하기 위해 다리를 휘돌아 걷는 걸음(hip circumduction)이나 골반상승(pelvic elevation), 반대측 하지의 뒹꾸기(vaulting) 등이 나타나며 이는 효과적이거나 효율적이지 않다.³⁸

치료로는 가장 중요한 원인인 대퇴직근의 경직의 완화를 위해 보툴리눔 독소 주사치료 및 외과적 시술을 통해 대퇴직근의 활성을 줄이는데 초점을 둔다. 대퇴직근의 보툴리눔 독소 주사는 뇌성마비 환자의 경직 완화 및 성인의 뇌졸중에 의한 뻣뻣한 무릎보행에서도 효과적인 치료로 사용되며, 이는 무릎 굴곡의 유의한 증가를 보여 유각기의 무릎 굴곡을 개선시키고 보행 시 에너지소모를 줄일 수 있어 안전하며 수월한 보행을 가능케 한다.³⁹ 또한 족관절 보조기(ankle foot orthosis)를 사용하였을 때, 최대 무릎 굴곡각도가 유의하게 증가하였으며, 건축 다리의 보폭 및 보행 속도 증가를 보였다.⁴⁰ 이외에도 근이식술을 동반한 대퇴직근건절술(rectus femoris muscle tenotomy)을 비롯한 외과적 치료는 뇌성마비 환자에서 최적의 치료 방법으로, 이는 효과적인 무릎 굴곡의 증가를 가져온다.⁴¹

(3) 전반슬(genu recurvatum)

전반슬은 입각기에 무릎이 최대신장(full extension) 및 과신장(hyperextension) 되는 것으로 정의하며, 이는 뇌졸중 후 편마비 환자의 40~68%에서 나타난다.⁴² 역학적인 측면에서 전반슬은 지면반발력(ground reaction force)이 무릎 앞으로 지나가게 되고 이에 의해 입각기 동안 무릎의 붕괴(collapse)를 방지하기 위해 무릎 신전 운동량(knee extensor moment)이 발생한다.⁴³ 이를 치료하지 않을 경우, 관절 부하에 변화가 오게 되고, 만성적인 무릎 통증 및 무릎 불안정성을 가져오게 되며 이는 무릎 골관절염으로 이어질 수 있다.⁴⁴

전반슬은 다양한 기전에 의해 나타나며, 여기에는 대퇴사두근의 약화 및 경직, 종아리근육의 경직 및 구축, 엉덩이근육 또는 넓다리뒤근육(hamstring muscles)의 약화, 그리고 고유감각의 문제(proprioceptive disorder) 등이 포함

된다.⁴³ 전반슬의 치료에 있어 표준화된 치료 방침은 없다. 가장 잘 알려진 기전은 종아리 근육의 약화나 경직으로 인해 발목 배측굴곡 제한 및 경골 및 무릎의 전진을 방해하는 것으로, 이는 족관절보조기나 운동신경차단술 및 선택적신경절단술, 아킬레스건연장술 등의 외과적 치료 등에서 효과가 있었다. 많은 수의 환자들에서 족관절보조기를 착용한 보행훈련을 통해 증상 호전을 보였고,⁴⁵ 무릎 신전 근육의 약화 및 경직에 의한 심한 전반슬의 경우에는 족관절보조기보다 긴다리보조기(knee-ankle-foot orthosis)의 사용이 효과적이었다. 하지만 긴다리보조기는 슬관절을 조절하는 데 효과적이지만 부피가 크고 무거우며 미관상 좋지 않아 환자의 순응도가 떨어지는 단점이 있다.⁴⁴ 이외에도 같은 환자에서 발목 족저굴곡(plantar flexion)의 경직과 대퇴사두근 약화가 함께 나타나는 등 여러 가지 원인 기전이 있을 수 있기 때문에, 정확한 검진을 통해 전반슬 발생에 기여하는 주요 원인을 찾아 올바른 재활치료 계획을 수립하는 것이 중요하다.⁴⁴

3) 족관절 및 발의 문제

(1) 내반족 변형(foot varus deformity)

뇌졸중 후 보행 시 하지에서 가장 흔히 볼 수 있는 운동 기능장애는 발의 내반첨족(equinovarus deformity)이다. 이는 발뒤꿈치 또는 앞꿈치까지 안쪽으로 기울어지는 형태로, 보행 주기의 입각기에 발의 가쪽 모서리 만이 바닥에 닿게 되어 불안정성을 초래하고 유각기에는 특히 첨족(equinus)으로 인해 발을 떼는 동작에서 문제가 발생한다.⁴⁶

Reynard 등⁴⁶의 연구에서, 내반족 변형이 있는 환자에서 유각기 동안 전경골(pretibial) 근육 및 종아리근육의 활성화도를 근전도를 통해 측정하였다. 전경골근(tibialis anterior)은 족관절의 배측굴곡(dorsiflexion) 및 내번(inversion)을 담당하고 장지신근(extensor digitorum longus)은 족관절의 배측굴곡 및 외번(eversion)을 일으킨다. 이 연구에서 내반족 환자들의 전경골근과 장지신근 활성화도의 불균형이 나타났고, 비복근(gastrocnemius) 및 비장근(soleus)에서 부적절한 활성화도가 관찰되어, 이로 인해 내번 및 족관절 배측굴곡의 약화가 나타났다. 유각기 동안 전경골근은 활성화도의 진폭이 약간 저하된 결과 외에는 전 유각기에서 적절한 근수축이 발생하였으나, 장지신근의 경우에는 활성화도의 지속시간 및 진폭이 저하되었으며, 심지어 두 환자에서는 활성화도가 아예 나타나지 않았다. 이는 뇌졸중 후의 굴곡근 반사협력양상(flexor synergy pattern)에 의해 발생하는 것으로 판단된다.

치료는, 첫째로 유각기에서의 종아리근육의 활성화도 조

절을 위해 운동치료나 보툴리눔 독소 주사치료 및 족관절 보조기를 사용할 수 있고, 둘째로 장지신근에 대해 선택적이고 집중적인 활성화 및 근력 강화와 족관절보조기를 통한 근력 약화의 보상 등이 효과적이다.⁴⁶

(2) 갈퀴발가락(claw toes)

뇌졸중 이후 발생하는 모든 발 질환 중 갈퀴발가락은 발가락의 통증 및 보행장애를 촉발시키며 알맞은 신발을 찾는 어렵게 한다. 흔히 갈퀴발가락은 이상긴장성(dystonic)과 경직성(spastic)의 두 부류로 나눌 수 있고, 전자는 족부 지관절 신전의 증상이 주가 되는 상태로 관절의 움직임은 가능한 상태이며, 후자는 하지의 경직이 증가하여 발가락의 모양이 고정된 상태를 일컫는다.⁴⁷

Laurent 등⁴⁷에 따르면 뇌졸중 환자의 1년 후 평가에서 39명 중 18명(46%)에서 갈퀴발가락의 증상이 관찰되었고 이 중 15명은 뇌졸중 발생 후 3개월 이내에 증상이 발생하였으며, 갈퀴발가락의 발생은 첨족 및 내반족(varus foot)의 발생과 유의한 관련이 있었으나, 경직의 정도와는 유의한 관련성이 나타나지 않았다. 갈퀴발가락의 발생은 발가락굴곡근(toe flexors)의 부적절한 과활성에 의한 것으로, Lim 등⁴⁸의 연구에서 장지굴곡근(flexor digitorum longus), 단지굴곡근(flexor digitorum brevis), 장무지굴곡근(flexor hallucis longus) 및 단무지굴곡근(flexor hallucis brevis) 등 발가락굴곡근에 보툴리눔 독소 주사치료 후 통증지수 호전 및 기능의 호전을 보였다.

(3) 족무지의 신전 지속(persistent extension of great toe)

뇌졸중 후에 발생하는 발의 문제 중 약한 자극에도 족무지의 신전이 지속되는 증상을 ‘자발적 바빈스키 반사(spontaneous Babinski sign)’라고도 하며, 이는 장무지신전근(extensor hallucis longus)의 과활성에 의해 발생한다.⁴⁹ 이는 일차적인 근긴장 이상 및 경직에 효과가 있다고 알려진 보툴리눔 독소를 장무지신전근에 주사함으로 증상의 호전을 보이는 것으로 알려졌다. Yelnik 등⁴⁹의 연구에서 장무지신전근 과활성을 보이는 환자에서 보툴리눔 독소를 장무지신전근에 주사하였을 때 통증과 장무지신전근의 과활성 및 이로 인한 신발 선택의 문제를 해결하는 데 효과적이었다. 이외에 보통 경직에 사용하는 경구 약제는 효과적이지 않으며, 전신적 부작용에 의해 그 사용이 제한되는 경우가 많고, 알코올 및 페놀 운동점차단술을 시행하는 것은 감각 및 운동신경 손상 및 국소적인 조직 괴사 및 주사 시 통증 등 여러 부작용이 많은 것으로 보고되었다.⁵⁰

결론

뇌졸중 후에는 근력 저하를 비롯한 기능저하가 흔하게 나타나며, 회복기에 접어든 환자들에게는 일상생활 동작 수행에 있어 타인에 대한 의존도를 줄이는 것을 목표로 재활치료를 시행한다. 그 과정에서 발생하는 여러 문제들 중 특히 하지의 근골격계 문제 및 통증은 이동 동작 및 보행과 연관되는 것으로 이 문제들을 교정하는 것은 통증 조절 및 보행안정성에서 상당한 호전을 보일 수 있다. 따라서, 이와 관련된 문제를 조기에 평가하고 적절한 치료를 제공하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 이러한 문제들은 단독으로 또는 복합적으로 나타날 수 있기 때문에, 적절한 시기에 기능 평가 및 정확한 진단을 통해 재활 치료 계획을 수립하는 것이 필요하다.

References

- 1) Kuptniratsaikul V, Kovindha A, Suethanapornkul S, Manimmanakorn N, Archongka Y. Complications during the rehabilitation period in Thai patients with stroke: a multicenter prospective study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009;88:92-99.
- 2) McLean DE. Medical complications experienced by a cohort of stroke survivors during inpatient, tertiary-level stroke rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2004;85:466-469.
- 3) Edgley SR, Gershkoff AM. Common pain syndromes in stroke patients: review of two cases. *Top Stroke Rehabil.* 2010;17:179-182.
- 4) Ramnemark A, Nyberg L, Borssén B, Olsson T, Gustafson Y. Fractures after stroke. *Osteoporosis International.* 1998;8:92-95.
- 5) Piszczynski M. The fractured hip in hemiplegic patients. *Geriatrics.* 1957;12:687-690.
- 6) Mulley G, Espley A. Hip fracture after hemiplegia. *Postgraduate medical journal.* 1979;55:264-265.
- 7) Friedland F. Stroke and its Rehabilitation: Waverley Press Inc., Baltimore; 1975.
- 8) Jørgensen L, Jacobsen B, Wilsgaard T, Magnus J. Walking after stroke: does it matter? Changes in bone mineral density within the first 12 months after stroke. A longitudinal study. *Osteoporosis international.* 2000;11:381-387.
- 9) Jørgensen L, Crabtree N, Reeve J, Jacobsen B. Ambulatory level and asymmetrical weight bearing after stroke affects bone loss in the upper and lower part of the femoral neck differently: bone adaptation after decreased mechanical loading. *Bone.* 2000;27:701-707.
- 10) Sato Y, Kuno H, Kaji M, Etoh K, Oizumi K. Influence of immobilization upon calcium metabolism in the week following hemiplegic stroke. *Journal of the neurological sciences.* 2000;175:135-139.
- 11) Andersson AG, Seiger A, Appelros P. Hip fractures in persons with stroke. *Stroke Res Treat.* 2013;2013:954279.
- 12) Dennis M, Lo K, McDowall M, West T. Fractures after stroke frequency, types, and associations. *Stroke.* 2002;33:728-734.
- 13) Robinovitch SN, Inkster L, Maurer J, Warnick B. Strategies for avoiding hip impact during sideways falls. *Journal of bone and mineral research.* 2003;18:1267-1273.
- 14) Nevitt MC, Cummings SR. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures. *Journal of the American Geriatrics Society.* 1993;41:1226-1234.
- 15) Munim F, Myint P, Woodhouse P. HIP FRACTURE Prevention of hip fracture: the role of hip protectors. *GERIATRIC MEDICINE-LONDON.* 2003;33:63-69.
- 16) Poole KE, Loveridge N, Barker PJ, et al. Reduced vitamin D in acute stroke. *Stroke.* 2006;37:243-245.
- 17) Pang MY, Eng JJ, McKay HA, Dawson AS. Reduced hip bone mineral density is related to physical fitness and leg lean mass in ambulatory individuals with chronic stroke. *Osteoporosis international.* 2005;16:1769-1779.
- 18) Batchelor F, Hill K, Mackintosh S, Said C. What works in falls prevention after stroke?: a systematic review and meta-analysis. *Stroke.* 2010;41:1715-1722.
- 19) Tortolani PJ, Carbone JJ, Quartararo LG. Greater trochanteric pain syndrome in patients referred to orthopedic spine specialists. *The Spine Journal.* 2002;2:251-254.
- 20) Pfirmann CW, Chung CB, Theumann NH, Trudell DJ, Resnick D. Greater Trochanter of the Hip: Attachment of the Abductor Mechanism and a Complex of Three Bursae—MR Imaging and MR Bursography in Cadavers and MR Imaging in Asymptomatic Volunteers 1. *Radiology.* 2001;221:469-477.
- 21) Christmas C, Crespo CJ, Franckowiak SC, Bathon JM, Bartlett SJ, Andersen RE. How common is hip pain among older adults. *The Journal of family practice.* 2002;51:345.
- 22) Segal NA, Felson DT, Torner JC, et al. Greater trochanteric pain syndrome: epidemiology and associated factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:988-992.
- 23) Mallow M, Nazarian LN. Greater trochanteric pain syndrome diagnosis and treatment. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2014;25:279-289.

- 24) Blankenbaker DG, Ullrick SR, Davis KW, De Smet AA, Haaland B, Fine JP. Correlation of MRI findings with clinical findings of trochanteric pain syndrome. *Skeletal radiology*. 2008;37:903-909.
- 25) Connell DA, Bass C, Sykes CJ, Young D, Edwards E. Sonographic evaluation of gluteus medius and minimus tendinopathy. *European radiology*. 2003;13:1339-1347.
- 26) Brooker Jr A. The surgical approach to refractory trochanteric bursitis. *The Johns Hopkins Medical Journal*. 1979;145:98-100.
- 27) Furia JP, Rompe JD, Maffulli N. Low-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for greater trochanteric pain syndrome. *The American journal of sports medicine*. 2009;37:1806-1813.
- 28) Abdelwahab IF, Bianchi S, Martinoli C, Klein M, Hermann G. Atypical extraspinal musculoskeletal tuberculosis in immunocompetent patients: part II, tuberculous myositis, tuberculous bursitis, and tuberculous tenosynovites. *Canadian Association of Radiologists Journal*. 2006;57:278.
- 29) Rompe JD, Segal NA, Cacchio A, Furia JP, Morral A, Maffulli N. Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome. *The American journal of sports medicine*. 2009;37:1981-1990.
- 30) Harvey RL, Roth EJ, Yu DT, Celink P. Stroke Syndromes. In: Braddom RL, ed. *Physical medicine and rehabilitation*. 4th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2010:1177-1222.
- 31) Nguyen-Oghalai TU, Ottenbacher KJ, Granger CV, Goodwin JS. Impact of osteoarthritis on the rehabilitation of patients following a stroke. *Arthritis Rheum*. 2005;53:383-387.
- 32) Doruk P. The impact of knee osteoarthritis on rehabilitation outcomes in hemiparetic stroke patients. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013;26:207-211.
- 33) Pincus T, Swearingen C, Cummins P, Callahan LF. Preference for non-steroidal antiinflammatory drugs versus acetaminophen and concomitant use of both types of drugs in patients with osteoarthritis. *The Journal of rheumatology*. 2000;27:1020-1027.
- 34) Chappell AS, Desai D, Liu-Seifert H, et al. A Double-blind, Randomized, Placebo-controlled Study of the Efficacy and Safety of Duloxetine for the Treatment of Chronic Pain Due to Osteoarthritis of the Knee. *Pain Practice*. 2011;11:33-41.
- 35) Kirkley A, Birmingham TB, Litchfield RB, et al. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee. *New England Journal of Medicine*. 2008;359:1097-1107.
- 36) Abdulhadi HM, Kerrigan DC, LaRaia PJ. Contralateral shoe-lift: effect on oxygen cost of walking with an immobilized knee. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77:670-672.
- 37) Robertson JV, Pradon D, Bensmail D, Fermanian C, Bussel B, Roche N. Relevance of botulinum toxin injection and nerve block of rectus femoris to kinematic and functional parameters of stiff knee gait in hemiplegic adults. *Gait & posture*. 2009;29:108-112.
- 38) Waters RL, Garland D, Perry J, Habig T, Slabaugh P. Stiff-legged gait in hemiplegia: surgical correction. *J Bone Joint Surg Am*. 1979;61:927-933.
- 39) Caty GD, Detrembleur C, Bleyenheuft C, Deltombe T, Lejeune TM. Effect of simultaneous botulinum toxin injections into several muscles on impairment, activity, participation, and quality of life among stroke patients presenting with a stiff knee gait. *Stroke*. 2008;39:2803-2808.
- 40) Gatti MA, Freixes O, Fernandez SA, et al. Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia. *J Biomech*. 2012;45:2658-2661.
- 41) Tok F, Balaban B, Yasar E, Alaca R, Tan AK. The effects of onabotulinum toxin A injection into rectus femoris muscle in hemiplegic stroke patients with stiff-knee gait: a placebo-controlled, nonrandomized trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91:321-326.
- 42) Morris ME, Bach TM, Goldie PA. Electrogoniometric feedback: its effect on genu recurvatum in stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73:1.
- 43) Perry J, Burnfield JM, Cabico LM. Gait analysis: normal and pathological function. 1992.
- 44) Bleyenheuft C, Bleyenheuft Y, Hanson P, Deltombe T. Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: a systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010;53:189-199.
- 45) McCain KJ, Pollo FE, Baum BS, Coleman SC, Baker S, Smith PS. Locomotor treadmill training with partial body-weight support before overground gait in adults with acute stroke: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89:684-691.
- 46) Reynard F, Deriaz O, Bergeau J. Foot varus in stroke patients: muscular activity of extensor digitorum longus during the swing phase of gait. *Foot (Edinb)*. 2009;19:69-74.
- 47) Laurent G, Valentini F, Loiseau K, Hennebelle D, Robain G. Claw toes in hemiplegic patients after stroke. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010;53:77-85.
- 48) Lim EC, Ong BK, Seet RC. Botulinum toxin-A injections for spastic toe clawing. *Parkinsonism Relat Disord*. 2006;12:43-47.

- 49) Yelnik AP, Colle FM, Bonan IV, Lamotte DR. Disabling overactivity of the extensor hallucis longus after stroke: clinical expression and efficacy of botulinum toxin type A. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:147-149.
- 50) Suputtitada A. Local botulinum toxin type A injections in the treatment of spastic toes. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81:770-775.