

관절가동술이 만성 뇌졸중 환자 발목관절의 즉각적인 기능에 미치는 영향: 관절가동범위, 족저압과 보행능력

백용익¹, 이관우^{2*}

¹세민에스요양병원 물리치료실, ²울산과학대학교 물리치료학과

Effect on Joint Mobilization on the Immediate Function of the Ankle Joint in Patients with Chronic Stroke: Range of Motion, Plantar Pressure and Gait Ability

Yong-ik Baek¹, Kwan-Woo Lee^{2*}

¹Physical Therapy of Semin-S Hospital

²Department of Physical Therapy, Ulsan college

요약 본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 마비측 발목관절에 관절가동술을 적용하여 즉각적인 관절가동범위와 족저압과 보행에 미치는 영향에 대해 알아보고자 실시하였다. 대상자는 선정기준에 맞는 만성 뇌졸중 환자 30명을 무작위 배정하여 관절가동술군 15명, 관절가동범위운동군 15명으로 배정하였다. 대상자들은 중재 전 관절가동범위, 족저압, 10m 걷기 검사를 측정하고 각 군별 15분간 관절가동술과 관절가동범위운동을 적용 후 재측정하였다. 그 결과, 관절가동술군이 중재 전후 발등굽힘에서 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 정적 족저압에서는 정적 마비측 발 표면적에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 하지만 정적 마비측 발 표면적과 동적 마비측 발 표면적에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 보행 능력에서 중재 전후 10m 걷기 검사에서 유의한 차이를 보이지 않았다($p > .05$). 결론적으로 관절가동술군은 1회의 치료 후 발등굽힘 가동범위와 정적 마비측 발 표면적에서 즉각적으로 유의한 차이가 있었으며, 이러한 결과는 만성 뇌졸중 환자의 발목에 관절가동술을 적용하는 것은 발목의 즉각적인 발등굽힘 가동범위를 증가시키고, 정적 마비측 발 표면적을 개선하는 데 도움이 될 수 있음을 확인하였다.

Abstract The purpose of this study was to investigate immediate range of joint movement, plantar pressure, and gait after applying joint mobilization to paraplegic ankle joints in chronic stroke patients. Thirty chronic stroke patients who met the selection criteria were assigned equally to a joint mobilization group or a passive range of motion group. Subjects underwent joint range of motion and plantar pressure testing and a 10m walking test before intervention, and these tests were repeated after 15 minutes of joint mobilization. A significant difference in dorsiflexion was observed after intervention ($p < .05$). Plantar pressures were significantly different in static affected side foot surface after intervention ($p < .05$) but not significantly different in static affected side foot surface or dynamic affected side foot surface after intervention ($p > .05$). Ten-meter walking test results were not significantly different after intervention ($p > .05$). In conclusion, a significant difference in dorsiflexion and static affected side foot surface of the group of joint mobilization groups, These results indicate that the application of joint mobilization to the ankles of chronic stroke patients may help increase immediate the range of ankle motion and improve foot surface.

Keywords : Ankle Joint, Joint Mobilization, Plantar Pressure, Range Of Motion, Stroke, Walking Ability

*Corresponding Author : Kwan-Woo Lee(Ulsan college)

email: kwanwoo0103@hanmail.net

Received July 11, 2023

Revised August 1, 2023

Accepted October 6, 2023

Published October 31, 2023

1. 서론

뇌졸중으로 인해 침범되는 걸질척수로의 지배영역에 따라 한쪽에만 근 약화가 우세하게 나타나고[1], 발병 후 환자의 절반 이상은 편마비를 겪게 된다[2]. 편마비 환자들은 시간에 따라 이차적인 변화로 발과 발목관절의 가동성이 감소하고 변형이 일어나는 것을 흔히 볼 수 있다[3]. 이러한 문제는 안정성 및 감각 통합의 문제로 발전하여 기능적인 신체 활동을 어렵게 한다[4]. 그러므로 충분한 발목의 가동범위와 주변 근육들의 근력이 필요하다[5]. 발목관절의 가동범위가 증가할수록 보행 능력이 향상하기 때문에 발목의 가동범위를 증진하는 다양한 중재 방법이 필요하다[6].

관절 가동범위 증가를 위한 치료는 관절가동술이 있다. 관절가동술이란 구축된 물렁조직이나 관절의 저가동성을 회복을 위한 견인(traction)과 미끄러뜨림(gliding)을 통한 통증 조절, 가동범위와 기능적 움직임을 증가시키려는 목적으로 시행되는 정형도수치료 방법을 말한다[7].

지금까지 만성 뇌졸중 환자의 발목관절에 적용한 관절가동술은 선행 연구들에서[8,9] 뇌졸중 환자의 발목에 대한 관절가동술이 발목관절의 움직임의 향상을 가져왔고 그에 따른 균형능력과 보행능력의 향상을 보였다. 하지만 1회의 치료가 환자에게 미치는 영향에 대한 자료가 부족하다.

뇌졸중 환자의 경우 발바닥 압력 분포가 바깥쪽 모서리에서 앞발로 체중 지지가 되고 발뒤꿈치의 압력분포 비율이 낮다고 보고하였다[10]. 목말밑관절은 목말뼈와 발꿈치뼈 사이 뒤쪽 부분의 관절로 가쪽변짐과 안쪽변짐이 일어난다. 목말밑관절은 목말뼈의 뒤쪽에 있는 큰 오목관절면과 그에 상응하는 발꿈치뼈의 볼록관절면으로 이루어지고 목말뼈의 앞쪽에 있는 볼록관절면과 그에 상응하는 발꿈치뼈의 오목관절면으로 이루어진다[7]. 발등굽힘의 개선을 통한 균형능력의 개선에 대한 연구뿐만 아니라 가쪽변짐의 개선을 통한 족저압과 보행능력의 개선에 대한 연구가 필요하다고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자의 발목관절과 목말밑관절에 관절가동술을 적용하였을 때 즉각적인 가동범위, 족저압과 보행능력의 변화를 확인하여 향후 장기적인 치료계획에 자료로 사용되고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상자는 U시 소재 S병원에 입원한 뇌졸중 환자로 선정기준은 편마비가 발병 6개월 이상인 자, 보조도구의 도움 없이 10m 이상 독립보행이 가능한 자, 발목관절의 근 긴장 검사(Modified Ashworth Scale, MAS) 2등급 이하인 자, 검사자의 지시사항을 따를 수 있을 정도의 자로 한국형 간이 정신상태 판별검사(Mini Mental State Examination-Korean Version, MMSE-K) 24 점 이상인 자를 선정하였다.

2.2 연구 절차

선정기준에 적합한 30명을 동전 던지기를 통한 단순 무작위배정으로 실험군인 관절가동술군과 대조군인 관절가동운동군에 각각 15명씩 배정하였다. 중재 전 일반적 특성인 성별, 나이, 체중, 신장, 발병기간을 조사하였고 가동범위, 족저압과 10m 걷기 검사를 측정 후, 발목관절과 목말밑관절에 15분간 3단계의 관절가동술을 적용하고 재측정하였다. 이에 대한 실험측정은 임상 3년 이상이고, 측정 장비를 지속해서 사용하는 치료사로 하였고, 관절가동술 중재는 도수치료 경력 5년 이상인 치료사로 하였다(Fig. 1).

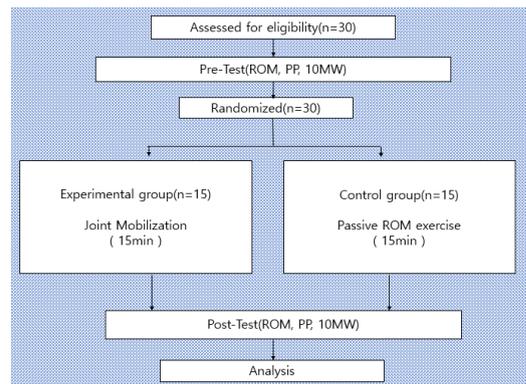


Fig. 1. Study design.

ROM: Range Of Motion, PP: Plantar Pressure.
10MW: 10M Walk Test

2.3 중재 방법

2.3.1 관절가동술

실험군 대상자는 발등굽힘 증진을 위해 바로 누운 자세에서 고정 벨트로 아래 다리를 고정하였고 치료사의 넓적다리에 받쳐 발목관절의 제한범위에 위치시키고 엄지와 검지가 환자의 목말뼈에 위치하여 3단계 뒤쪽 미

끼리뜨림을 7분간 적용하였다[11]. 미끼리뜨림을 적용하는 동안 근육의 이완과 관절의 압박감소를 위해 1단계의 견인과 함께 3단계의 강도로 통증 없는 범위에서 적용하였다.

가쪽번짐 증진을 위해 정강뼈가 밑으로 가도록 옆으로 누운자세에서 목발뼈가 치료대에 놓이도록 유지 후 치료가 한 손으로 목발뼈를 고정하고 발뒤꿈치뼈의 뒤쪽부분을 관절면에 가까운 부위를 잡고 정강뼈 방향으로 3단계 미끼리뜨림을 4분간 적용하고 반대측 관절의 미끼리뜨림 적용을 위해 대상자는 종아리뼈가 밑으로 가도록 옆으로 누운자세에서 목발뼈를 고정하고 발뒤꿈치뼈의 앞쪽부분의 관절면에 가까운 부위를 잡고 종아리뼈 방향으로 3단계 미끼리뜨림을 4분간 적용하였다[7].

2.3.2 관절가동범위운동

대조군의 대상자는 치료대에 눕고 발등굽힘의 증진을 위해 중재자는 대상자의 발뒤꿈치를 잡고 아래팔로 위쪽을 향해 미는 동안, 엄지와 다른 손가락으로 뒤꿈치뼈를 아래쪽으로 당기고, 가쪽번짐의 증진을 위해 발뒤꿈치뼈를 잡고 안쪽과 바깥쪽을 향해 돌려 관절가동범위운동을 15분간 적용하였다[12].

2.4 측정 도구 및 방법

2.4.1 관절 가동범위

발목관절 가동범위를 측정하기 위해 관절각도계(AP5322, Apsun Inc., Korea)를 사용하였으며 발등굽힘 측정을 위해 발과 발목이 치료대 밖으로 나가게 옆으로 누운자세에서 고정자는 외복사뼈에, 움직임팔은 다섯 번째 발허리관절의 세로축에, 중심은 외복사뼈 먼곳에 위치시켰고 가쪽번짐 측정을 위해 고정자는 하퇴의 이등본선에 움직임팔은 발뒤꿈치의 이등본선에 중심은 아킬레스건 원위부에 위치시켰다[13].

2.4.2 족저압

족저압을 비교하기 위해 Gaitview system(AFA-50, Alfoots(주), Korea)을 이용하여 정적 족저압 측정(정적 양발 압력비율 차이, 정적 마비측 뒷발 압력, 정적 마비측 발 표면적), 동적 족저압 측정(동적 양발 압력비율 차이, 동적 마비측 발 표면적)을 하였다[14].

2.4.3 10m 걷기 검사

10m 걷기 검사는 편안한 속도로 14m의 직선 경로에

서 측정하였으며, 처음 가속구간 2m와 마지막 감속 구간 2m를 제외한 10m의 구간을 걷는 데 걸리는 시간을 측정하였다. 3회 측정 후 평균값을 사용하였다[15].

2.5 통계처리

본 연구의 모든 통계처리는 SPSS 25를 이용하여 통계 분석하였고, 결과값은 평균 및 표준편차로 표시하였다. 집단들의 동질성을 확인하기 위해 독립 t-검정하였고 그룹의 전후 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 이용해 분석하였다. 통계적 유의수준은 0.05 이하로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적인 특징

본 연구를 위해 실험에 참여한 대상자는 총 30명이며, 실험군 15명, 대조군 15명으로 두 군간의 성별, 나이, 키, 몸무게의 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. General characteristic of subject

	EG(n=15)	CG(n=15)	p
Sex(male/female)	9/6	10/5	0.751
Age(years)	57.93±10.48	47.46±8.46	0.906
Heigh(cm)	166.66±5.87	166.73±7.52	0.982
Weight(kg)	68.00±7.39	70.26±6.45	0.435
Time since stroke (month)	20.53±11.67	20.28±13.48	0.949

EG : Experimental group

CG : Control group

3.2 사전 결과의 동질성 검증

실험군과 대조군의 사전 동질성 검증에서 발등굽힘, 가쪽번짐의 가동범위는 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 정적 족저압에서 양발압력 비율차이, 뒷발 압력 발압력, 정적 발표면적 차이와 동적 족저압에서 양발압력 비율차이와 동적 발표면적 차이의 동질성 검증에서도 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 10m 걷기 사전검사에서도 그룹간 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

Table 2. comparison of the ankle ROM, plantar pressure and 10m walking test between groups in pre test

	EG(n=15)	CG(n=15)	p
Dorsi flexion(°)	4.33±6.13	5.86±5.54	0.133
Eversion(°)	1.86±2.55	1.40±3.60	0.813
SPRFPP(kpa)	157.19±26.46	168.56±20.88	0.106
SPPS(cm ²)	88.93±11.66	90.92±13.84	0.538
DBPRD(%)	8.83±7.72	10.22±5.80	0.609
DPPS(cm ²)	96.59±16.59	91.69±14.56	0.720
10m walking test	14.53±4.98	18.34±6.55	0.602

SPRFPP : static paretic reer foot plantar pressure
 SPPS : static paretic plantar surface
 DBPRD : dynamic bilateral pressure ratio difference
 DPPS : dynamic paretic plantar surface p<0.05

3.3 중재 후 그룹별 전후 차이 값의 비교

실험군에게 발목관절과 목발밑관절에 대한 가동술을 적용하고, 대조군에게 관절가동운동을 적용하였다. 그 결과 그룹별 비교에서 발목관절의 발등굽힘과 정적 발표면적에서는 유의한 차이가 있었고(p<.05), 가쪽변짐, 정적 양발 비율 압력, 정적 뒷발 압력은 유의하지 않은 결과를 보였다. 동적 양발 압력비율, 동적 발표면적, 10m 걷기 검사에서도 유의하지 않은 결과를 보였다(p>.05).

Table 3. comparison of the ankle ROM, plantar pressure and 10m walking test groups in pre - post

	EG(n=15)	CG(n=15)	p
Dorsi flexion(°)	-4.38±1.50	-1.60±1.40	0.00*
Eversion(°)	-2.54±1.66	-1.80±1.37	0.21
SPRFPP(kpa)	3.46±6.35	0.35±3.16	0.11
SPPS(cm ²)	-6.05±3.75	-2.92±3.35	0.02*
DBPRD(%)	4.00±6.11	1.87±3.97	0.46
DPPS(cm ²)	-6.92±6.15	-4.41±4.16	0.21
10m walking test	1.04±1.15	1.02±1.10	0.86

SPRFPP : static paretic reer foot plantar pressure
 SPPS : static paretic plantar surface
 DBPRD : dynamic bilateral pressure ratio difference
 DPPS : dynamic paretic plantar surface
 *p<0.05

4. 고찰

본 연구는 일반적인 근골격계 환자의 가동범위 증가를 위해 적용하는 발목관절 관절가동술을 만성 뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위, 족저압과 기능에 즉각적인 도움이

되는지 확인하기 위하여 실시하였다. 뇌졸중 환자의 경우 시간이 지남에 따라 이차적인 변화 때문에 발과 발목의 가동성이 감소하고 변형이 일어나고[3], 마비측 다리 근육의 불균형으로 인해 마비측 체중부하에 어려움을 겪고 발의 바깥쪽 모서리와 앞발로 체중 지지가 된다[16].

발목관절에서 발등굽힘의 증진을 위해서는 목발뼈의 후방 미끄러짐이 필요하며, 후방 미끄러짐을 방해하는 비 수축성 조직의 제한으로 인해 발등굽힘의 제한이 발생하고[17], 선행연구에서 관절가동술을 만성 뇌졸중 환자의 마비측 발목에 적용한 실험군에서 관절가동범위가 유의하게 증가하였음을 보고하였다[18]. 또한 마비측 발목관절에 체중부하 상태에서 관절가동술을 적용하여 관절가동범위의 증가, 균형능력과 보행능력에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다[19]. 본 연구에서는 목발뼈의 후방 미끄러짐 관절가동술을 적용할 때 근육의 이완과 관절의 압박감소를 위해 1단계의 견인을 유지한 상태에서 3단계의 미끄러짐 관절가동술을 적용하였다.

연구 결과 발등굽힘 방향의 가동범위가 증가하였는데, 이는 선행연구들과 같은 결과를 보였다. 1회의 관절 가동술을 적용한 것이 관절가동범위 증진에 영향을 미친 것을 확인할 수 있었다.

그리고 발목관절에 추가하여 목발밑관절에 대한 안쪽 바깥쪽의 관절가동술을 적용하였다. 하지만 관절가동운동군에 비해 유의한 결과가 도출되지는 않았다. 이것은 관절 자체의 가동범위가 발등굽힘에 비해 적은 것과 과 긴장된 근육들의 영향이 있다고 본다. 통계적으로 유의하지 않았지만 증가한 움직임이 정적 발표면적에 간접적인 영향을 주어 긍정적인 효과가 있었을 것으로 생각된다. 최근에는 이러한 연구에 추가로 종아리 근육스트레칭과 근육운동을 추가한 연구가 진행되어 긍정적인 효과가 있었다[23]. 향후 추가적인 치료의 변화를 연구가 필요하다.

뇌졸중 환자의 경우 족저압에서는 압력이 전방과 외측으로 치우쳐져 발뒤꿈치의 압력 분포 비율은 낮다고 하였고[20], 정상인들보다 발의 표면적이 좁게 측정되었다[17]. 본 연구의 결과 관절가동술군 정적 마비측 발 표면적 증가에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05). 이는 뇌졸중 환자 발목의 관절 위치를 회복하여 발등굽힘의 범위가 증가하였고, 이러한 변화된 신체정렬이 발의 감각 입력에 영향을 주어[21] 정적 발표면적이 증가에 영향을 준 것으로 보인다. 이것은 발등굽힘의 증가에 따른 효과와 관련이 있다. 증가한 발등굽힘은 발의 압력이 전방에서 후방으로 이동하는 요인으로 작용하였을 것이다.

뇌졸중 환자의 경우 오랜 시간 동안 근 긴장도 이상으

로 인해 수축성 혹은 비 수축성 조직의 제한이 발생하고 그로 인해 발목관절 등의 관절가동범위가 감소한다[21]. 이전의 선행 연구들에서는 관절가동술은 가동범위를 증진하고 체성감각 수용기를 자극하여 균형 능력과 보행 능력의 증진을 보였다[22]. 최근 주 5회 6주간 마비측 발목관절 관절가동술과 결합한 전신진동운동은 뇌졸중환자의 정적 균형 능력 개선에 더 효과적인 것으로 보고되었다[24].

본 연구의 관절가동술군에서 10m 걷기 검사에서 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 1회의 즉각적인 변화를 보기 위해 적용된 것이라 걷기에 통계적으로 유의한 도움이 되지 않았다고 볼 수 있다. 정적 발표면적과 발등굽힘에 유의한 결과를 보였으나, 동적 발압력에 대한 효과가 없었던 것과 연관이 있다. 선행 연구에서는 치료기간이 길었으나, 본 연구에서는 1회 치료에 대한 즉각적인 유의한 변화가 없음을 확인하였다.

본 연구의 결과로 만성 뇌졸중 환자의 발목관절에 1회의 15분간 적용한 관절가동술이 발등굽힘의 가동범위 증가와 정적 발표면적 증가에 즉각적인 도움이 되었다. 하지만 나머지 기능에는 유의한 차이를 볼 수가 없었다. 이것은 1회의 관절가동술의 한계를 알 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자가 30명으로 다소 적은 수를 실시하였고 일부 지역의 기관에 입원한 환자를 대상으로 시행되어 일반화시키는 데 한계가 있으며, 1회의 중재 직후에 그 즉각적인 효과를 확인하였으나 효과의 지속시간을 알 수는 없었다. 이를 바탕으로 반복적인 치료를 통한 환자의 변화와 지속성 유지 방법에 관한 연구가 필요하다. 그리고, 발바닥의 압력과 걷기의 기능적 평가도 연구가 필요할 것으로 생각한다.

5. 결론

본 연구의 목적은 1회의 관절가동술이 만성 뇌졸중 환자의 발목관절 가동범위, 족저압과 보행 능력에 즉각적으로 미치는 영향을 확인하고, 효과적인 중재방법을 제시하고자 이 연구를 진행하였다. 발등굽힘의 가동범위에서는 관절가동술군이 유의한 증가가 있었고($p < .05$), 족저압에서는 정적 마비측 발 표면적에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$), 하지만 정적 발압력 비율과, 동적발 압력 및 발 표면적, 그리고 보행능력평가인 10m 걷기 검사에서는 유의한 차이를 볼 수 없었다. ($p > .05$).

위와 같은 결과를 통해 1회의 관절가동술은 만성 뇌졸중 환자의 즉각적인 발목관절의 발등방향으로 관절가동

범위 증진을 보였고 그로 인한 정적 발표면적 증가를 보였다. 따라서 향후 반복적인 관절가동치료와 운동 프로그램을 함께 접목한 다양한 치료적 중재에 관한 연구가 필요하다.

References

- [1] S. W. Saunders, D. Rath, P. W. Hodges, "Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion", *Gait & Posture*, 20(3), 280-290, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2003.10.003>
- [2] M. L. Urton, M. Kohia, J. Davis, M. R. Neill, "Systematic literature review of treatment interventions for upper extremity hemiparesis following stroke", *Occupational Therapy International*, 14(1), 11-27, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/oti.220>
- [3] G. Laurent, F. Valentini, K. Loiseau, D. Hennebelle, G. Robain, "Claw toes in hemiplegic patients after stroke", *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(2), 77-85, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2009.12.005>
- [4] H. B. Menz, M. E. Morris, S. R. Lord, "Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people", *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(12), 1546-1552, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/60.12.1546>
- [5] A. N. Donald, *Kinesiology of the musculoskeletal system*, 2002.
- [6] C. Mecagni, J. P. Smith, K. E. Roberts, S. B. O'Sullivan, "Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study", *Physical Therapy*, 80(10), 1004-1011, 2000.
- [7] Kaltenborn, *Manual mobilization of the extremities*, 2001.
- [8] M. C. Hoch, P. O. McKeon, "Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability", *Journal of Orthopaedic Research*, 29(3), 326-332, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jor.21256>
- [9] H. S. Na, J. G. Her, T. S. Ko, J. S. Lee, J. H. Woo, Y. Y. You, Y. E. Choi, "The Effects of Manual Therapy and Stretching on Middle Aged Female Balance and Center of Pressure", *Hanyang University journal of aging society*, 3, 17-31, 2012.
- [10] E. Eils, S. Nolte, M. Tewes, L. Thorwesten, K. Völker, D. Rosenbaum, "Modified pressure distribution patterns in walking following reduction of plantar sensation", *Journal of Biomechanics*, 35(10), 1307-1313, 2002.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290\(02\)00168-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00168-9)

- [11] S. J. Park, K. H. Cho, S. H. Kim, "The Effects of Kaltenborn Orthopedic Manual Therapy with Evjenth-hamberg Stretching on Range of Motion of Ankle Joint and Balance Ability in Patients with Chronic Stroke", *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 13(2), 43-51, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.2.43>
- [12] C. Kisner, L. A. Colby, Vom Griff zur Behandlung: Physiotherapie grundsätzlich. G. Thieme, 1997.
- [13] E. K. Koh, D. Y. Jung, "Comparison of Subtalar Joint Range of Motion and Dorsiflexor Muscle Activity Between Normal and Pes Planus Feet", *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 13(2), 129-135, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2018.13.2.129>
- [14] T. Y. Kim, "The Effects of Rhythmic Auditory Stimulation (RAS) on Hemiplegia Patient' Gait", *Journal of music and human behavior*, 5(1), 1-17, 2008.
- [15] J. Green, A. Forster, J. Young, "Reliability of gait speed measured by a timed walking test in patients one year after stroke", *Clinical Rehabilitation*, 16(3), 306-314, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215502cr495oa>
- [16] M. De Haart, A. C. Geurts, S. C. Huidekoper, L. Fasotti, J. van Limbeek, "Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(6), 886-895, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.05.012>
- [17] C. R. Denegar, J. Hertel, J. Fonseca, "The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity", *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(4), 166-173, 2002.
DOI: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2002.32.4.166>
- [18] P. M. Kluding, M. Santos, "Effects of ankle joint mobilizations in adults poststroke: a pilot study", *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 449-456, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.12.005>
- [19] H. Y. Son, J. D. Choi, "The Effect of Weight Shift Training With Joint Mobilization on Balance and Gait Velocity of Hemiplegic Patients", *Korean Research Society of Physical Therapy*, 19(1), 10-18, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.12674/ptk.2012.19.1.010>
- [20] S. H. Park, U. H. Baek, " Analysis of Walking Speed of Pelvic Limb Muscle Activity and Balance Index of Stroke Patients", *The Korean Journal of Growth and Development*, 20(4), 239-246, 2012.
- [21] L. K. Kwah, R. D. Herbert, L. A. Harvey, J. Diong, J. L. Clarke, J. H. Martin, S. C. Gandevia, "Passive mechanical properties of gastrocnemius muscles of people with ankle contracture after stroke", *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(7), 1185-1190, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.009>
- [22] D. Jacques, J. Šimůnek, D. Mallants, M. T. Van Genuchten, "Modeling coupled hydrologic and chemical processes: Long-term uranium transport following phosphorus fertilization" *Vadose Zone Journal*, 7(2), 698-711, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/chin.201002226>
- [23] Effect of Ankle Joint Mobilization with Movement on Range of Motion, Balance and Gait Function in Chronic Stroke Survivors: Systematic Review of Randomized Controlled Trials, *Degenerative Neurological and Neuromuscular Disease*, 51-60, 17 Nov 2022
DOI: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/DNND.S317865>
- [24] Su-Bong Son, Kyoung-Wook Choi, Tae-Wu Kim, Sang-Young Park, Yong-Jun Cha, "Effects of the Whole-body Vibration Exercise Combined with Ankle Joint Mobilization on the Gait Function and Balancing Ability in Stroke Patients: A Preliminary Randomized, Controlled Study" *J Korean Soc Phys Med*, 2022; 17(4): 103-111
DOI: <https://doi.org/10.13066/kspm.2022.17.4.103>

백 용 익(Yong-ik Baek)

[준회원]



- 2018년 3월 : 대구한의대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2015년 2월 ~ 현재 : 세민에스오양병원 도수치료실 부팀장

<관심분야>

물리치료, 도수물리치료, 신경계물리치료

이 관 우(Kwan-Woo Lee)

[정회원]



- 2013년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2014년 3월 ~ 2020년 2월 : 대구한의대학교 물리치료학과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 울산과학기술대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

보건의학, 물리치료, 도수물리치료, 스포츠물리치료