

규칙적인 운동이 알츠하이머 발병 이후 운동기능에 미치는 영향

정남진
경운대학교 물리치료학과

The effect of regular exercise on motor function after onset of Alzheimer's dementia

Nam-Jin Jung
Department of Physical Therapy, Kyungwoon University

요약 본 연구는 알츠하이머 발병 이전의 규칙적인 운동이 발병 이후 운동기능에 미치는 영향에 대해 알아보고자 하였다. 연구 대상은 Sprague-Dawley계의 흰쥐 30마리에게 약물(STZ: streptozotocin)을 주입시켜 알츠하이머 치매 유발을 유도하였다. 알츠하이머 치매 유발 이후 무작위 배정으로 대조군(CG; n=10), 치매 유발 전·후 규칙적인 중등도 운동을 한 그룹(EG I; n=10), 치매 유발 후 규칙적인 중등도 운동을 한 그룹(EG II; n=10)으로 분류되어 8주 동안 주 5회 20분씩 중등도 강도의 트레드밀 운동을 실시하였다. 운동 전·후 운동기능을 평가하기 위하여 사다리 걷기 검사(ladder rung walk test)와 막대 걷기 검사(beam-walking test)를 실시하였다. 그룹 내 운동 전·후의 변화를 검증하기 위하여 대응 t-검정을 실시하고, 세 그룹 간 운동 전·후 변화의 차이를 검증하기 위하여 일원배치분산분석을 실시하였다. 연구 결과, 규칙적인 중등도 트레드밀 운동이 알츠하이머 치매 발병이후 운동기능에 유의한 차이를 보였으며(p<.05), 사후 분석 결과 발병 전·후 규칙적인 중등도 운동을 한 그룹에서 가장 큰 유의한 차이를 보였다(p<.05). 본 연구의 결과를 바탕으로 노인들에게서 나타나는 노인성 질환인 치매환자들의 발병 후 운동기능의 향상을 위한 규칙적인 운동이 효과적인 운동 방법으로 제시될 수 있을 것이며, 또한 발병 이전의 규칙적인 운동은 치매 발병 이후 기능 유지와 향상을 위한 하나의 예방 방법으로 제시될 수 있을 것이다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of regular exercise on motor function before and after the onset of Alzheimer's dementia. The subjects of the study were 30 Sprague-Dawley white rats injected with drugs (STZ: streptozotocin), causing Alzheimer's dementia. After the induction of Alzheimer's dementia, the subjects were divided into the control group (CG; n=10), the group that performed moderately regular exercise before and after the induction of Alzheimer's dementia (EG I; n=10), and the group that did moderate exercise regularly after the induction of Alzheimer's dementia (EG II; n=10). The exercise was a moderate-intensity treadmill workout performed for 20 minutes, 5 times a week, for 8 weeks. The motor functions of the subjects were analyzed using the paired t-test and the one-way ANOVA. The results of the study were as follows: Regular moderate treadmill exercise resulted in a significant difference in motor function after the onset of Alzheimer's dementia, and post-hoc analysis showed the largest difference in the group undergoing regular moderate exercise before onset. Based on the results of this study, it can be suggested that regular exercise may be effective in improving motor function after the onset of dementia. Also, regular exercise before onset can be suggested as a preventive method that can maintain and improve motor function even after the onset of dementia in elderly people.

Keywords : Alzheimer's Dementia, Motor Function, Regular Exercise, Geriatric Diseases, Treadmill Exercise

*Corresponding Author : Nam-Jin Jung(Kyungwoon Univ.)

email: njjung@ikw.ac.kr

Received November 26, 2021

Accepted January 7, 2022

Revised December 7, 2021

Published January 31, 2022

1. 서론

2020년 “인구주택 총 조사”에 따르면 2019년 65세 이상의 고령인구가 775만 명에서 2020년 821만 명으로 16.4% 증가해 고령화 사회가 더욱 심해지고 있으며, 인구 고령 현상은 강원, 경북, 전남 등 지방으로 갈수록 심해지고 있다[1]. 고령화 사회는 노인의 단독 생활이 증가되고 있으며, 단독 생활로 발생할 수 있는 건강의 돌봄에 대한 인식이 낮아지고 다양한 노인성 질환으로 사회적 문제가 증가되고 있다[2]. 일반적으로 노인들에게 발생하는 문제점은 노화 과정에서 나타나는 생리적 변화인 퇴행성 질환이 발생하며, 대다수가 퇴행성 만성질환을 앓고 있다[3]. 그중 치매(dementia)는 심각한 문제로 대두되고 있으며, 노인성 치매로 인한 노인 의료비 증가 가족간의 부양 문제, 소득 상실로 인해 재정적 어려움이 문제가 발생하며, 이는 노인과 부양자의 삶에 부정적인 요소가 된다[4,5]. 우리나라의 경우 2017년 “치매 국가책임제”의 정책을 통해 치매는 국가 차원에서 책임지고 관리해야 할 문제로 치매 노인에 대한 다양한 정책 및 관리, 예방 방안이 개발·추진되고 있다.

치매는 다양한 원인에 의하여 나타나는 뇌 기능 손상을 말하며, 인지 및 운동기능, 언어기능, 인지력, 시공간 능력 등의 저하가 지속되고 또 장기간으로 진행성으로 나타나 다양한 기능 손상과 활동 제한으로 사회적 참여 제한이 발생된다[6]. 또한, 진행성 질병으로 환자의 기능적 활동인 일상생활의 장애가 발생하며, 운동기능 장애로 보행 기능이나 낙상의 위험이 증가하고 위험에 대처하는 능력 저하 등을 동반한다[7,8]

치매 중 알츠하이머 치매는 퇴행성 신경 장애로 발생되며 베타 아밀로이드(beta amyloid)와 신경섬유축제(neurofibrillary tangle)의 축적, 바닥앞뇌(basal forebrain)에서 신경 흥분전달 물질의 결핍 등의 손상으로 나타난다[9,10].

Ayyalasomayajula 등(2000)은 알츠하이머 치매 환자에게서 베타 아밀로이드(beta-amyloid)의 축적이 뇌의 신경세포에서 염증반응을 일으켜 신경세포가 손상되어 발생한다고 보고하였으며[11], 규칙적인 운동은 베타 아밀로이드의 단백질 합성 및 축적을 감소시켜 치매 환자의 인지기능이 향상된다고 보고하였다[12]. 또한 치매 호전의 생리학적 지표로 뇌신경 회복을 확인할 수 있는 뇌유래신경영양인자(BDNF: Brain-Derived Neurotrophic Factor)가 될 수 있으며[13], 또한 인지기능 개선을 확인할 수 있는 지표이다[14].

치매에 대한 다양한 선행연구들이 진행되었다. 재가 치매노인들에 대한 주거 환경을 분석함으로써 삶의 질에 대한 연구[15], 치매노인의 낙상의 위험요인을 분석하고 예방을 위한 보호장구, 지팡이, 보행기의 이용 분석을 하였으며, 낙상을 예방하기 위한 운동프로그램에 규칙적인 운동을 실시하여 뼈와 근육을 강화하여 낙상을 예방할 수 있다고 보고하였다[16]. 또한, 알츠하이머성 치매와 혈관성 치매환자들에게 8주 동안의 뇌파 기반 자가 인지 훈련 및 약물치료가 주의력에 대한 인식과 시각적 주의력 즉, 인지기능 및 일상생활활동 독립 수준에 효과가 있다고 보고하였다[17]. 이처럼 2017년 치매 국가책임제 이후 많은 치매에 관한 연구들이 치매 발병 후 노인의 거주 환경 및 인지 기능을 향상시키기 위한 연구들이 진행되고 있으며, 이외에도 12주간 협응 능력을 포함한 운동 프로그램이 알츠하이머 치매환자에게 BDNF의 유의한 증가를 보고하였고[18], 20주간 규칙적인 운동이 알츠하이머 질환을 유발한 마우스에게 해와 대뇌피질의 아밀로이드 전구 단백질의 비정상적인 축적에 감소를 보고하였으며, 이에 시냅스 기능장애의 감소를 통해 신경병리학적 특징을 완화시킬 수 있다고 보고하였다[19].

이와 같은 많은 치매에 대한 일상생활과 삶에 질에 대한 분석, 약물 치료, 신경생리학적 변화에 대한 연구가 진행되고 있으며, 치매 발병 전 예방 방법과 발병 후 규칙적인 운동에 대한 발병 전·후의 운동에 대한 기능적 평가의 연구는 미비한 실정이다. 그러므로 치매에 대한 치료적 접근법과 함께 예방에 대한 연구가 필요하다.

그러므로 본 연구는 알츠하이머 치매를 발현한 동물 모델을 대상으로 중등도의 트레드밀 운동 효과를 알아보고 또한 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등 노인성 질병들에게 규칙적인 운동의 효과성을 입증한 논문들을 바탕으로 치매 환자에게 대한 규칙적인 운동에 대한 효과를 알아보고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상으로 사용한 흰쥐는 Sprague-Dawley 계로 체중이 250~300g의 생후 8주령인 수컷 흰쥐 30마리를 사용하였다. 실험기간 동안 실험실과 사육장은 적정 온도와 습도를 유지하였으며, 한 케이지 당 4마리씩 사용하였고, 하루 중 오전 8시부터 오후 8시까지 광주기로 적용하였다. 또한 실험 중 흰쥐에게 외부적인 영향을 줄 수 있는 요인은 제거하였다. 실험 기간 중 흰쥐의 먹

이는 고행사료(Cargill Agri Purina Inc., Seongnam, Korea)와 물을 공급하였고 자율 급식으로 먹이를 주었다.

2.2 연구 절차

실험실 환경에 적응하기 위해 일주일 동안 실험실 적응 훈련을 하였으며, 알츠하이머 유발 이후 무작위로 분류하여 대조군(n=10), 운동군 I(n=10), 운동군 II(n=10)로 나누어 실시하였다. 대조군은 실험 기간 8주 동안 운동을 실시하지 않았으며, 운동군 I(EG I)은 알츠하이머를 유발하기 전 규칙적 운동의 효과에 대해 확인하기 위하여 4주 동안 트레드밀 중재를 한 이후 알츠하이머 유발하였으며, 유발 이후 다시 트레드밀 중재를 4주 적용하였다. 운동군 II(EG II)는 알츠하이머 유발 이후 8주 동안 트레드밀 중재를 적용하였다. 중재는 8주 동안 주 5회 20분씩 중재하였으며, 운동은 동물실험용 소형 트레드밀(JD-A-0 type, JEUNGDO Bio & Plant Co., Ltd., Korea)을 이용하여 대조군을 제외한 모든 군에 적용하였으며(Fig. 1), 운동강도는 최대산소섭취량에 따라 저강도(VO₂max 40~45%), 중등도(VO₂max 60~70%), 고강도(VO₂max 80%)fh 분류하며, 흰쥐에 대한 최대산소섭취량을 측정하는 연구에 따르면 트레드밀 속도가 16m/min 속도가 최대산소량이 65~70%라고 보고하였다[20]. 규칙적인 운동을 할 수 있는 유산소 운동을 유도하기 위하여 최대산소섭취량의 60~65% 수준으로 중등도 운동을 실시하였고, 경사도는 0°, 속도는 15m/min으로 수행하였다[21].



Fig. 1. Treadmill for rat

Table 1. experimental design

group	n	Injection	pre -exercise	post -exercise
CG			.	.
EG I	10	ICV-STZ	4 weeks	4 weeks
EG II				4 weeks

CG : no exercise group

EG I : pre and post treadmill exercise group

EG II : post treadmill exercise group

2.3 처치 및 측정방법

2.3.1 알츠하이머 질환 유발 방법

알츠하이머 치매를 유발하기 전 전신마취를 실시하였으며, 전신마취는 트리브로모에탄올(tribromoethanol)을 체중 1kg당 1ml를 복강 내 주사한 후 통증 회피 반응(avoidance reaction)의 유무를 통해 마취 여부를 확인하였다. 흰쥐의 머리를 정위적 수술 도구에 고정된 상태에서 절개 부위에 면도하고 소독을 하여 절개하였다. 절개 이후 머리뼈를 0.5mm 직경의 소형 드릴로 천공하였고, 주입지점은 머리표면 정수기를 기준으로 가쪽(lateral) 1.5mm, 뒤쪽(posterior) 0.8mm, 깊이(sagittal) 3.6mm에 해밀턴 미량주입기(10 μ l, 26G, Hamilton, USA)를 사용하여 약물(STZ: streptozotocin; STZ)을 주입하였다. 약물은 오른쪽, 왼쪽 모두 주입하였으며, 주입 이후 봉합사로 봉합을 실시하였다. 처치가 끝난 이후 감염 방지를 위하여 피부소독을 실시하였으며, 알츠하이머 치매 발현 전까지 사육실의 플라스틱 케이지에 4마리씩 배치하여 안정시켰다[22].

2.3.2 운동기능검사

2.3.2.1 사다리 걷기 검사(ladder rung walk test)

사다리 걷기 검사는 중추신경계 손상으로 인한 운동기능 특히 다리에 대한 운동, 감각과 협응 기능의 회복을 평가하기 위한 유용한 도구이며[23](Fig. 2). 특히 중추신경계 손상 쥐 모델의 평가에 유용하다고 발표하였다. 본 측정 전 쥐에게 불안감의 발생을 방지하기 위하여 두 번 정도의 적응 훈련을 거쳐 본 측정하였으며, 쥐가 사다리를 횡단하는 동안 카메라로 촬영하여 사지가 사다리 통로에 빠지는 실패율을 측정하였다. 스텝의 오류점수는 0~2점일 때 실패로 측정하였고 각각 발의 총 실패 스텝 수(number of errors)를 총 스텝 수(number of total step)로 나누어 백분율로 환산하여 나타냈다. 사다리 걷기 검사의 검사자 간 신뢰도 0.95 타당도 .72 이다[24].



Fig. 2. ladder rung walking test

2.3.2.2 막대 걷기 검사(beam-walking test)

본 검사는 흰쥐의 뇌 손상 이후 운동·감각기능 회복을 평가하는 검사 방법으로 길이 80cm, 폭 5cm의 나무 막대를 건널 때의 균형능력 및 보행능력 평가한다. 평가 기준은 발의 미끄러짐 없이 좁은 막대를 횡단할 때를 6점, 좁은 막대를 건널 때 보행장애나 발의 미끄러짐이 보이면 4점 기록하고 좁은 막대에서 10초 동안 움직임이 없을 경우를 0점으로 기록하는 평가로 0~6점 척도이다. 총 4회 실시하여 평균값을 사용하였다(Fig. 3)[25]. 막대 걷기 검사의 검사자 간 신뢰도 0.90 타당도 .76 이다[26].



Fig. 3. beam-walking test

2.4 자료분석

본 연구에서 얻어진 실험 자료의 결과는 평균±표준편차(Mean±Standard deviation)로 기술하였고 운동검사에 대해 정규성 검증을 만족하였다. 그룹 간 유의차를 분석하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 상호작용에 대한 사후검정은 Fisher's least significant difference(LSD)를 사용하였다. 그룹 내 중재 전·후 효과를 비교하기 위해 대응 t-검증(paired t-test)을 실시하였다. 통계처리는 SPSS 18.0 for window를 이용하였으며, 통계학적 유의수준(α)은 .05로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 규칙적인 운동에 따른 사다리 걷기 검사의 변화

중등도 트레드밀 운동에 따른 사다리 걷기 검사의 변화는 운동을 하지 않은 그룹(CG)에서 유의한 변화를 보이지 않았으며, 발병 전·후 운동을 한 그룹(EG I), 발병 후 운동 한 그룹 모두에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 사후분석 결과 유의한 차이가 나타났으며($p<.05$), 발병 전·후 규칙적인 운동을 한 그룹(EG I)이 가장 높은 유의

한 차이를 보였다.

Table 2. comparison of the results of ladder rung walking test on each group (unit : %)

	pre		post		t	p
	Mean±SD					
CG	74.48±3.48	75.00±5.34	-	-	-.23	.83
EG I	69.79±11.08	97.92±4.72	-	-	-7.53	.00*
EGII	69.53±12.74	83.85±7.28	-	-	-3.65	.01*
post-hoc	CG<EGII<EG I					

* $p<.05$
 CG : no exercise group
 EG I : pre and post treadmill exercise group
 EGII : post treadmill exercise group

3.2 규칙적인 운동에 따른 막대 걷기 검사의 변화

중재에 따른 막대 걷기 검사 운동을 하지 않은 그룹(CG)는 유의한 차이를 보이지 않았고($p>.05$), 발병 전·후 규칙적인 운동을 한 그룹(EG I)과 발병 후 규칙적인 운동을 한 그룹(EGII)에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 사후 분석 결과 유의한 차이가 나타났으며 대조군보다 발병 전·후 규칙적인 운동을 한 그룹에서 유의한 차이를 보였다($p<.05$).

Table 3. comparison of the results of beam walking test on each group (unit : score)

	pre		post		t	p
	Mean±SD					
CG	2.91±.38	3.12±.57	-	-	.67	.52
EG I	3.86±.61	5.16±.58	-	-	4.76	.00*
EGII	2.85±1.18	4.01±1.02	-	-	2.12	.07*
post-hoc	CG<EGII<EG I					

* $p<.05$
 CG : no exercise group
 EG I : pre and post treadmill exercise group
 EGII : post treadmill exercise group

4. 고찰

규칙적인 운동은 노인들에게 발생하는 고혈압, 당뇨, 뇌혈관 질환과 치매 등 다양한 노인성 질병을 예방하고 치료의 목적으로 실시되고 있다. 규칙적인 중등도 운동은 뇌의 대사과정을 활성화와 뇌 혈류의 원활한 순환, 신경전달 물질의 분비를 증가시킴으로써 기억 및 학습 능력 그리고 감각 운동 기능이 증진될 수 있다[27,28]. 또한 운동을 통한 세포 및 연접 가소성 기전의 증가를 통해

신경변성 모델과 뇌 손상을 가지는 환자에게서 기능회복의 효과를 보고하였다[29].

본 연구는 규칙적인 중강도 트레드밀 운동이 치매를 발현한 흰쥐의 운동기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 흰쥐를 대상으로 해마부위에 STZ 약물을 사용하여 알츠하이머형 치매를 유발했으며, 유발 전·후 규칙적인 중강도 트레드밀 운동을 적용하였다.

사다리 걷기 검사와 막대 걷기 검사 결과 운동을 한 그룹에서 유의한 차이를 나타냈으며, 사후 분석 결과 발병 전 규칙적인 운동을 한 그룹에서 가장 운동기능의 향상을 보였다. 이는 규칙적인 운동이 뇌 대사의 활성화로 뇌혈류 및 신경전달 물질의 분비를 증가시키고 신체 내의 혈류 증가로 신경세포 활성화에 중요한 영향을 미친 것으로 사료되며, 치매 이후 규칙적인 운동이 알츠하이머병과 같은 치매 환자의 균형감과 근육의 유연성을 높인다는 연구 결과와 일치하게 나타났다[29,30]. 이는 규칙적이고 반복적인 운동이 신경의 연결 수와 형태적인 변화가 반복적인 운동을 통해 변화가 신경세포 활성화를 시켜준다는 연구가 본 연구의 규칙적인 중강도 트레드밀 운동을 통한 운동기능 향상의 본 연구 결과를 뒷받침해 주고 있다[31]. 또한 지속적 운동이 심혈관 및 지속적인 뇌 자극으로 노화로 인한 운동능력 저하를 예방할 수 있으며[32], 반복적인 운동과 학습은 중추신경계의 가소성(plasticity)을 변화시켜 신경근육연접의 형태학적인 변화와 연결 수를 증가시켜 운동기능 향상을 보고하였다[33]. 따라서 흰쥐에게 규칙적인 트레드밀 중강도 운동이 운동기능 향상을 위한 뇌의 가역성에 영향을 미치는 것으로 사료되며, 이는 치매의 발병 전·후의 운동이 발병 후 운동기능의 유지와 향상에 긍정적인 영향을 줄 것이라 사료된다.

또한 치매 유발 전 운동을 시행한 흰쥐 그룹이 유발 후 운동을 시행한 그룹보다 운동기능의 유지와 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다. 이는 규칙적인 운동을 통한 글루타치온(glutathione)의 생산을 촉진하여 세포 내 중요한 황산화 작용 및 자유라디칼로 인한 세포손상으로부터 근육과 다른 조직들을 보호하는 역할을 해주며, 운동 부족인 노인의 경우 글루타치온의 농도가 줄어들고 자유라디칼로 인한 세포 손상으로 세포 죽음(cell death)를 유발하게 된다는 연구가 본 연구의 결과를 뒷받침해 준다[34]. 이 결과 치매로 인한 운동세포 및 신경세포의 손상은 운동기능에 부정적 영향을 줄 수 있다[35]. 따라서 발병 전·후 규칙적인 운동이 치매로 인한 인지나 기능 제한을 위한 예방과 치료목적뿐만 아니라 노화로 인해 발생

할 수 있는 노인의 건강 체력 증진에 긍정적인 효과를 줄 수 있을 것으로 사료되며, 본 연구의 결과를 바탕으로 치매와 함께 노인성 질환이 발병하기 전 규칙적인 중강도의 운동은 질병 이후 노인들의 운동기능과 체력 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 치매 환자를 대상으로 발병 전 규칙적인 운동의 양과 기간을 측정하기에 제한점이 있어 흰쥐를 대상으로 발병 전·후 운동의 효과를 알아보고자 하였다. 이는 치매 발병률이 높은 노인들에게 직접적으로 적용하기엔 제한된다고 사료되며, 이후 연구에서는 본 연구를 바탕으로 치매 노인들의 운동습관과 운동기능에 대한 상관성에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 본 연구에서는 규칙적인 중강도 트레드밀을 이용하여 운동을 적용하였다. 향후 연구에서는 다양한 운동 방법을 통하여 치매 환자의 인지기능과 운동기능에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 알츠하이머를 유발한 흰쥐를 대상으로 유발 이전의 규칙적인 중강도 트레드밀 훈련과 유발 이후 훈련이 치매로 인한 운동기능저하에 어떤 영향을 미치는지 연구하고자 하였다.

본 연구의 결과 치매 발병 전·후 모두에서 규칙적인 중강도 트레드밀 운동이 흰쥐의 운동기능 향상에 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 특히, 발병 전의 규칙적인 운동한 그룹에 더 큰 효과를 나타내었다. 이러한 결과를 통해 노인들에게서 발생하는 노인성 질병을 예방하고 발병 이후 신체적 장애를 최소화하기 위해 지속적이고 규칙적인 중강도의 유산소 운동이 효과적인 예방 및 치료 방법으로 제시될 수 있다고 생각된다.

References

- [1] Statistics Korea, "2020 Population and housing census results", pp. 8. Jul. 2021
- [2] SN Kim, SB Lee, "Spiritual Well-Being, Social Support, Life Satisfaction and Depression in the Community Dwelling Elderly", *Journal of East-West Nursing Research*, Vol.19, No.2, pp.186-194, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.14370/jewnr.2013.19.2.186>
- [3] Imagama S, Ando K, Kobayashi K, Seki T, Ishizuka S,

- Machino M, Tanaka S, Morozumi M, Kanbara S, Ito S, Inoue T, "Musculoskeletal factors and geriatric syndromes related to the absence of musculoskeletal degenerative disease in elderly people aged over 70 years", *BioMed research international*, Vol.18, pp.7 , Nov. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/7097652>
- [4] YH Oh, "Dementia Status and Countermeasures for the Elderly", *Korea Institute for Health and Social Affairs Issue & Focus*, Vol.31, No.17, pp.1-8, Dec. 2009.
- [5] Patel V, Hope T, "Aggressive behaviour in elderly people with dementia: a review", *International Journal of Geriatric Psychiatry*, Vol.8, No.6, pp.457-472, Jun. 1993. DOI: <http://doi.org/10.1002/gps.930080603>
- [6] Jing W, Willis R, Feng Z, "Factors influencing quality of life of elderly people with dementia and care implications: A systematic review", *Archives of gerontology and geriatrics*, Vol.1, No.66, pp.23-41, Sep. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.04.009>
- [7] Swanenburg J, de Bruin ED, Uebelhart D, Mulder T, "Falls prediction in elderly people: a 1-year prospective study", *Gait & posture*, Vol.31, No.3, pp.317-321, Mar. 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.11.013>
- [8] Verghese J, Lipton RB, Hall CB, Kuslansky G, Katz MJ, Buschke H, "Abnormality of gait as a predictor of non-Alzheimer's dementia", *New England Journal of Medicine*, Vol.347, No.22, pp1761-1768. Nov. 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa020441>
- [9] Hardy J, "Amyloid, the presenilins and Alzheimer's disease", *Trends in neurosciences*, Vol.20, No.4, pp.154-159. May. 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(96\)01030-2](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(96)01030-2)
- [10] Theofilas P, Ehrenberg AJ, Nguy A, Thackrey JM, Dunlop S, Mejia MB, Alho AT, Leite RE, Rodriguez RD, Suemoto CK, Nascimento CF, "Probing the correlation of neuronal loss, neurofibrillary tangles, and cell death markers across the Alzheimer's disease Braak stages: a quantitative study in humans", *Neurobiology of aging*, Vol.61, pp.1-12, Jan. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2017.09.007>
- [11] Ayyalasomayajula N, Bandaru M, Dixit PK, Ajumeera R, Chetty CS, Challa S, "Inactivation of GAP-43 due to the depletion of cellular calcium by the Pb and amyloid peptide induced toxicity: an in vitro approach", *Chemico-biological interactions*, Vol.316, pp.7, Jan. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2019.108927>
- [12] Yook JS, Cho JY, "Treadmill exercise ameliorates the regulation of energy metabolism in skeletal muscle of NSE/PS2mtransgenic mice with Alzheimer's disease", *Journal of exercise nutrition & biochemistry*, Vol.21, No.1, pp.40, Mar. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.20463/jenb.2017.0046>
- [13] Salinas J, Beiser A, Himali JJ, Satizabal CL, Aparicio HJ, Weinstein G, Mateen FJ, Berkman LF, Rosand J, Seshadri S, "Associations between social relationship measures, serum brain-derived neurotrophic factor, and risk of stroke and dementia", *Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions*, Vol.3, No. 2, pp.229-297. Jun. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trci.2017.03.001>
- [14] Wang R, Holsinger RD, "Exercise-induced brain-derived neurotrophic factor expression: therapeutic implications for Alzheimer's dementia", *Ageing research reviews*, Vol.48, pp.109-121, Dec. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.10.002>
- [15] SM Cha, HJ Lee, "Analysis of Domestic Research Trends related to the Housing Environment of the Elderly with Dementia at Home", *The Journal of Occupation Therapy for the Aged and Dementia*, Vol.14, No.2, pp.95-103, Dec. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.7.119>
- [16] KJ Chai, "A Literature Review a Program of Intervention for Prevention of Falling in The Patients with Dementia", *The Journal of Occupational Therpay for Aged and Dementia*, Vol.4, No.2, pp.27-34, Jan. 2010.
- [17] MS Park, MJ Hong, YI Shin, SH Ko, "Effects of Combination therapy with Donepezil and Electroencephalogram based Self-Cognition Training in Dementia", *The Journal of Occupation Therapy for the Aged and Dementia*, Vol.11, No.2, pp.1-9. 2017.
- [18] JW Lee, SI han, "The Effect of Coordination Exercise for 12 weeks on the cognitive function and Alzheimers's Disease Dementia Factors in elderly women", *Journal of the Korean society for Wellness*, Vol.10, No.3, pp.175-187, Aug. 2015.
- [19] DH Kim, "The Effect of Treadmill Running on Insulin Receptor, Oxidative Stress, and Impaired Synaptic Elasticity in the Brain of High Fat Diet-induced 3xTg-AD mice", *Exercise Science*, Vol.27, No.3, pp.191-199, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.15857/ksep.2018.27.3.191>
- [20] Wang XQ, Wang GW, "Effects of treadmill exercise intensity on spatial working memory and long-term memory in rats", *Life sciences*, Vol.149, pp.96-103, Mar. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.02.070>
- [21] Bedford TG, Tipton CM, Wilson NC, Oppliger RA, Gisolfi CV, "Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures", *Journal of Applied Physiology*, Vol.47, No.6, pp.1278-1283. Dec. 1979.
DOI: <https://doi.org/10.1152/jappl.1979.47.6.1278>
- [22] Deshmukh R, Kaundal M, Bansal V, "Caffeic acid attenuates oxidative stress, learning and memory deficit in intra-cerebroventricular streptozotocin induced experimental dementia in rats", *Biomedicine & Pharmacotherapy*, Vol.84, pp.56-62, Jul. 2016.

- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.03.017>
- [23] Riek-Burchardt M, Henrich-Noack P, Metz GA, Reymann KG, "Detection of chronic sensorimotor impairments in the ladder rung walking task in rats with endothelin-1-induced mild focal ischemia", *Journal of neuroscience methods*, Vol.137, No.2, pp.227-233, Aug. 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2004.02.012>
- [24] Cummings BJ, Engesser-Cesar C, Cadena G, Anderson AJ, "Adaptation of a ladder beam walking task to assess locomotor recovery in mice following spinal cord injury", *Behavioural brain research*, Vol.177 No.2, Feb. 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2006.11.042>
- [25] Goldstein LB, Davis JN, "Beam-walking in rats: studies towards developing an animal model of functional recovery after brain injury", *Journal of neuroscience methods*, Vol.31, No.2, pp.101-107, Feb. 1990.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-0270\(90\)90154-8](https://doi.org/10.1016/0165-0270(90)90154-8)
- [26] Sowers A, Hafner B, "Can a Novel Beam-Walking Test Improve Fall Risk Assessment in Service Members, Veterans, and Civilians Who Use Lower-Limb Prostheses?", *University of Illinois*, Jan. 2021.
- [27] Flannery Jr RB, "Treating learned helplessness in the elderly dementia patient: preliminary inquiry", *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, Vol.17, No.6, pp.345-349, Nov. 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1177/153331750201700605>
- [28] Patten AR, Sickmann H, Hryciw BN, Kucharsky T, Parton R, Kernick A, Christie BR, "Long-term exercise is needed to enhance synaptic plasticity in the hippocampus", *Learning & memory*, Vol.20, No.11, pp.642-647, Nov. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1101/lm.030635.113>
- [29] Toulotte C, Fabre C, Dangremont B, Lensel G, Thévenon A, "Effects of physical training on the physical capacity of frail, demented patients with a history of falling: a randomised controlled trial", *Age and ageing*, Vol.31, No.1, pp.67-73, Jan. 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1093/ageing/32.1.67>
- [30] Cotman CW, Berchtold NC, "Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity", *Trends in neurosciences*, Vol.25, No.6, pp.295-301, Jun. 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(02\)02143-4](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(02)02143-4)
- [31] GH Lim, HG Lee, "The Effects of Task oriented Training on Motor and Cognitive Function in Alzheimer's Dementia Rat", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.7, pp.119-126, Jul. 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.7.119>
- [32] Guadagnin EC, Da Rocha ES, Mota CB, Carpes FP, "Effects of regular exercise and dual tasking on spatial and temporal parameters of obstacle negotiation in elderly women", *Gait & posture*, Vol.42, No.3, pp.251-256, Sep. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.012>
- [33] Weiler IJ, Wang X, Greenough WT, "Synapse-activated protein synthesis as a possible mechanism of plastic neural change", *Progress in brain research*, Vol.100, pp.189-194, Jan. 1994.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(08\)60785-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(08)60785-2)
- [34] HL Jeong, SE Lee, HD Kim, IT Ko, "A Review of Literature on Dementia and Exercise", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.18, No.4, pp.1193-1205, Nov. 2009.
- [35] Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K, Rockwood K, "Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons", *Archives of neurology*, Vol.58, No.3, pp.498-504, Mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1001/archneur.58.3.498>

정 남 진(Nam-Jin Jung)

[정회원]



- 2016년 2월 : 경운대학교 일반대학원 물리치료학과 (물리치료학 석사)
- 2019년 3월 : 대구대학교 대학원 물리치료학과 (물리치료학 박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

기초의학, 신경계물리치료, 기능해부학