

전기근육자극을 적용한 무릎 펴기 저항운동 시 넙다리곧은근의 두께 변화에 미치는 즉각적 효과

김강훈

동의과학대학교 물리치료과 겸임교수

The immediate effect of electrical muscle stimulation on rectus femoris thickness during resisted knee extension exercise

Kang-hoon Kim

Adjunct professor, Department of physical therapy, Dongeui institute of technology

요약 본 연구의 목적은 전기근육자극을 적용한 무릎 펴기 저항운동 시 넙다리곧은근의 두께 변화에 미치는 즉각적 효과를 알아보고자 하였다. 20명의 건강한 성인을 대상으로 유사실험 단일집단 검사전-검사후 설계로 진행하였다. 대상자의 양쪽 넙다리 펴기의 1RM을 탄력밴드를 이용해 간접적으로 측정하고, 탄력밴드를 이용한 무릎 펴기 저항운동은 오른쪽 다리에 고강도(1RM의 80%)로, 왼쪽 다리에 저강도(1RM의 50%로 전기근육자극을 같이 적용)로 5세트를 적용하였다. 근육 두께 측정은 초음파로 운동 전후에 넙다리곧은근(1/2 부위, 1/4 부위)에 측정하였다. 사전 테스트와 사후 테스트 사이에 전기근육자극을 적용한 탄력밴드 저강도 운동에 넙다리곧은근 두께가 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$). 본 연구의 결과는 전기근육자극을 결합한 탄력밴드 저강도 저항운동이 넙다리곧은근 두께를 증가시키는 데 즉각적인 효과가 있었다. 이 결과를 바탕으로 앞으로 고강도 저항운동을 할 수 없는 노령층에 전기근육자극을 적용한 저강도 저항운동을 접목하는 중재 방법의 효과에 대한 검증과 다양한 신체 부위별 운동프로그램 개발도 필요하다 여겨진다.

주제어 : 융복합, 전기근육자극 훈련, 무릎기능, 고강도 저항운동, 저강도 저항운동, 최대반복횟수

Abstract The purpose of this study was to compare the immediate effect of EMS (electrical muscle stimulation) on rectus femoris thickness during resisted knee extension exercise in healthy adults. This experiment was conducted on 20 healthy adults as pretest-posttest nonequivalent one group design. The subject's 1RM of both knee extension was measured indirectly using an elastic band, and the knee extension resistance exercise using an elastic band was applied to high intensity (80% of 1RM) on the right leg and low intensity (50% of 1RM with EMS) on the left leg, which were applied with 5 sets. Muscle measurements were performed on the rectus femoris (1/2 site, 1/4 site) using ultrasonography before and after exercise. There was a statistically significant difference on the thickness of the rectus femoris in low intensity exercise of the elastic band applied with EMS between pre-test and post-test ($p < .05$). The results of this study showed that elastic band low intensity exercise combined with EMS had an immediate effective in increasing the thickness of rectus femoris. Based on this result, it is also necessary to verify the effectiveness of intervention methods incorporating low-intensity resistance exercises applying EMS to elderly who cannot exercise high-intensity resistance training in the future, and to develop exercise programs for various body parts.

Key Words : Convergence, Electrical muscle stimulation training, Knee function, High-intensity resistance training, Low-intensity resistance training, One-repetition maximum

*Corresponding Author : Kang-hoon Kim(cdi3477@hanmail.net)

Received May 11, 2021
Accepted June 20, 2021

Revised May 31, 2021
Published June 28, 2021

1. 서론

현대 사회에서 고령자에서 빈번히 발생하는 사고 중 하나는 낙상이며, 한 해 동안 평균 2.1회 낙상이 발생하며, 이로 인해 64%가 병원 치료를 받았다[1]. 나이가 들면서 노인은 신체 조성의 변화로 근육량 감소를 겪게 되면 80세가 되면 20세에 비해 40% 이상이 감소되고 근섬유 두께와 수가 50세 이후에는 10년에 10%씩 감소한다[2]. 이런 변화는 보행 장애 및 낙상의 위험도를 증가시키므로 노인에게 근력강화운동은 절실하다[3].

저항운동의 강도는 근지구력을 증진시킬 때 최대하중을 사용한 저강도 저항운동을 적용하고, 근력과 파워, 근육 비대 증진을 목표로 할 때는 최대하중을 사용한 고강도 저항운동을 적용한다[4]. 하지만 고강도 저항운동은 동맥의 경직도를 증가시켜 심혈관질환의 위험성을 높일 수 있다고 한다[5]. 성별에 따른 차이는 존재하지만 여성의 경우 심혈관질환의 유병률은 30대 0.7%, 50대 18.6%, 70대 이상의 고령자는 44.4%로 나이가 들어감에 따라 증가하기 때문에 노인에게 고강도 근력강화 운동을 시키기 위해서는 심혈관계의 합병증까지 고려해야 하는 실정이다[6].

저강도 저항을 가하지만, 고강도 근력강화의 효과가 있는 운동이 있다면 노인이나 근약화가 있는 사람에게 도움이 될 수 있을 것이다. 전기근육자극(EMS)은 전기를 통해 경피신경근에 전류를 통전시켜 근육을 불수의적으로 수축시키는 것으로, 최근 근력의 불용성 약화와 위축의 회복에 효과적인 도구로 이용된다[7]. 전기근육자극과 결합한 운동은 하나의 운동신경 섬유가 지배하는 근섬유의 최대치 동원율을 증가시키기 때문에 보다 높은 근수축을 일으켜 근육량을 증가시킨다[8]. 전기근육자극에 대한 효과 연구는 일반 대상자 15명에게 5주 동안 적용했을 때 뼈대근의 질량, 상체와 하체 근육 두께가 증가하였으며, 80명의 심혈관질환 환자를 대상으로 2주 동안 시행한 EMS 운동은 삶의 질과 육체적, 인지적 기능이 향상되었다고 하였다[9,10].

최근의 전기근육자극은 심폐계 질환이나 좌식생활을 할 수밖에 없는 대상자에게 수동적으로 적용했을 때 근육 기능과 근력, 일상생활 기능증진 등에 관한 연구가 많았으며[11,12], 실질적으로 전기근육자극을 동반한 운동과 운동 강도의 효과를 분석한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 탄력밴드를 이용한 무릎 펌 저항운동을 전기근육자극과 저강도로 적용했을 때와 고강도 탄력밴드 운동을 적용했을 때 효과를 알아보고 향후 노인

환자의 치료적 운동에 기초적 자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 부산시 소재 D 대학 재학 중이며, 최근 6개월 동안 정형외과적, 신경외과적 병력이 없고 무릎과 발목관절에 통증이 없는 20~30대 젊은 남녀 25명을 모집하였고 사전 평가를 통해 양측 다리의 넓다리곧은근의 두께 차이가 0.5cm 이상 나는 3명을 제외하고 1 RM 테스트에서 11회 이상 반복할 수 있는 대상자 2명을 제외해 남성 10명, 여성 10명 총 20명을 선정하였으며, 모든 대상자는 연구 취지를 이해하고 참여에 동의한 자로 연구를 진행하였다.

2.2 실험절차

본 연구는 20명을 대상으로 각 다리의 1 RM을 탄력밴드를 이용해 간접 측정하고, 탄력밴드를 이용해 오른쪽 넓다리근의 고강도(1 RM의 80%)로 왼쪽 넓다리근의 전기근육자극을 적용과 함께 저강도(1 RM의 50%)로 무릎 펌 운동을 시행하였다. 실험은 훈련 전 검사, 훈련 후 검사를 시행하였다.

2.2.1 전기근육자극 적용 방법

대상자의 왼쪽 다리에 전기근육자극기(Microstim, Sejin M.T, KOREA)패드를 넓다리곧은근의 이는 곳과 닿는 곳, 운동점에 부착하여 저강도 저항과 전기근육자극을 적용하였다. Fig. 1 저주파의 전류강도는 1~50mA(통증을 유발하지 않는 정도까지), 주파수는 근육의 기능적 능력을 향상시키는 데 알맞은 자극강도인 50Hz에서 고정하였고 펄스진폭은 통증 전달 신경섬유자극이 없고 불쾌하지 않는 250 μ s를 사용하였고, on:10초-off:10초의 순환주기로 대상자가 운동하는 동안 적용하였다[13].

2.2.2 중재방법(Intervention)

운동 강도는 대상자에게 탄력밴드 표를 참고하여 GOLD type(40cm 신장 시 5.9kg의 저항력)을 간접추정공식인 브리지 공식을 대입하여 탄력밴드를 이용한 무릎 펌 저항운동의 최대반복 횟수로 1 RM을 측정하였다[14]. 1 RM 측정 후 본 연구에 영향을 끼치지 않기 위해 충분한 휴식을 취하였다. 왼쪽 넓다리근은 탄력밴드와

전기근육자극을 적용한 저강도 근력운동(1 RM의 50%)을 하였고, 오른쪽은 탄력밴드를 이용한 고강도 근력운동(1 RM의 80%)을 시행하였다[15]. 예를 들어 탄력밴드 GOLD type으로 한 번에 최대 10회를 시행할 수 있다면, 1 RM의 80%는 세트당 6번 반복하고 50%는 4번 반복하는 것이다.

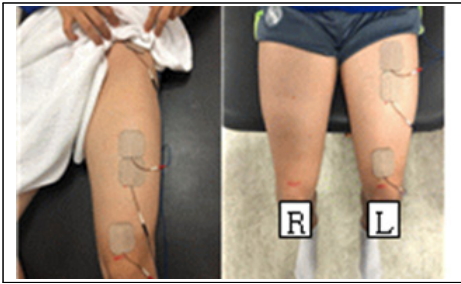


Fig. 1. Image of the EMS attached to the thigh

Fig. 2와 같이 운동 시 밴드는 고정된 침대에 묶고 대상자의 각 발에 고정된 뒤 운동을 적용하였으며, 각 세트 간 휴식시간은 근 피로를 최소화하기 위해 3분으로 하였다. 침대에서 앉은 후 몸통은 고정하고 양 손은 침대를 잡고 무릎은 허벅지 밑에 수건을 깔 뒤 90도에서 0도까지 펴기 저항을 준 상태에서 무릎 굽힘과 펴기를 미리 측정된 반복 횟수로 반복 횟수를 1세트로 총 5세트를 시행하였다.

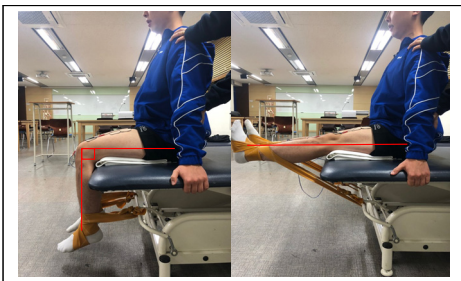


Fig. 2. Resisted knee extension exercise using elastic band

2.3 측정 장비 및 데이터 처리

2.3.1 초음파 측정

각 대상자의 양쪽 넙다리곧은근 두께를 측정하기 위해 초음파 영상진단장치(LOGIQ Book XP, GE, USA)와 7.5Hz의 초음파전도자를 사용하였다.

Fig. 3과 같이 양측 다리의 넙다리 긴축에 수직으로 위앞엉덩뼈가시와 무릎뼈 바닥의 중간 부분에서 넙다리 길이의 1/2(50%)와 1/4(25%) 부위에 줄자를 측정하고 마커를 한 후 운동 전·후로 정확한 부위에 초음파 측정을 할 수 있게 하였다[16]. 넙다리 길이의 1/2과 1/4 부위에 초음파 영상을 넙다리곧은근의 깊이가 가장 두꺼워지는 부분을 측정하였다.

측정 시 전도자의 접촉 부위에 충분한 양의 젤을 피부에 도포하였고 피부 압박을 최소화하였으며 측정이 일정하게 되도록 전도자와 피부는 직각을 유지하였고 발은 다리가 회전되지 않도록 고정하고 근 수축을 유발하지 않는 편안한 자세에서 측정하였다.

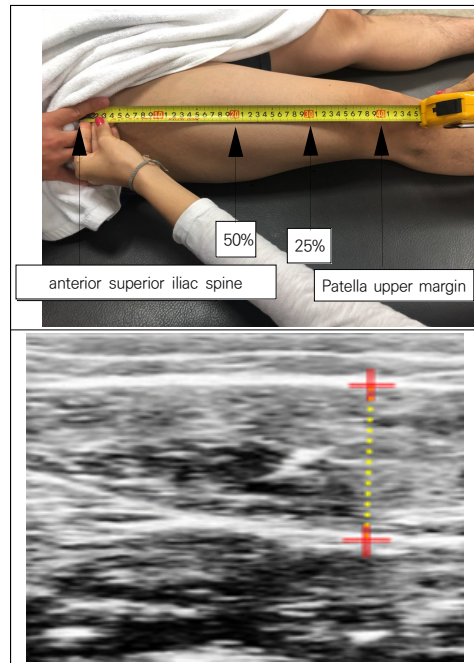


Fig. 3. Ultrasound measurement area and imaging

2.4 자료처리 및 분석방법

수집된 자료에 대한 통계처리는 SPSS 19.0을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, 전기근육자극 적용 유무에 따른 측정부위별 넙다리곧은근 두께와 전·후 변화를 알아보기 위해 대응표본 T 검정을 이용해 비교분석하였고, 오른쪽 왼쪽 넙다리 두께 차이는 독립표본 T 검정을 실시하였다. 통계적 유의수준 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 연구 결과

3.1 연구 대상자의 일반적 특성

20대 성인 남녀 20명을 대상으로 연구를 진행하였으며, 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects (n=20)

Variable	Mean ± SD
Age (years)	22.10±1.71
Height (cm)	166.40±7.55
Body weight (kg)	60.92±11.06

3.2 운동적용에 따른 측정부위별 넙다리곧은근 두께의 전·후 변화

넙다리곧은근 1/2 부위에서 근 두께 변화는 왼쪽 넙다리(저강도+전기근육자극 적용)에 무릎 펴 저항운동 전·후 2.51±0.2cm에서 2.88±0.32cm로 유의한 차이를 보였고(p<.05), 오른쪽 넙다리(고강도)에 무릎 펴 저항운동 전·후 2.54±0.27cm에서 2.86±0.34cm로 통계학적으로 유의한 차이를 Table 2에서 볼 수 있다(p<.05).

Table 2에서 보는 바와 같이 넙다리곧은근 1/4 부위 근 두께 변화는 왼쪽 넙다리는 무릎 펴 저항운동 전·후 1.73±0.28cm에서 2.03±0.42cm로 유의하게 증가하였고(p<.05), 오른쪽 넙다리에 무릎 펴 저항운동 전·후 1.78±0.24cm에서 1.95±0.36cm로 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05).

저강도 탄력밴드 저항운동과 전기근육자극을 적용한 왼쪽 넙다리와 고강도 탄력밴드 저항운동을 적용한 오른쪽 넙다리 사이에는 통계학적으로 유의한 차이는 Table

2에서 볼 수 없었다(p>.05).

4. 논의

본 연구는 전기근육자극을 적용한 저강도 탄력밴드 저항운동과 고강도 탄력밴드 저항운동을 했을 때 넙다리곧은근 두께 변화를 비교하기 위해 20~30대 남녀 20명을 대상으로 하였다. 이 연구의 결과를 바탕으로 고강도 저항운동을 할 수 없는 노인 환자에게 적용할 기초자료로 적용가능성을 살펴보고자 하였다. 그래서 대상자에게 적용한 저항운동은 중량 부하 대신 탄력밴드를 사용하였다. 이는 노인들에게는 덤벨, 바벨, 기계식 중량 운동보다 탄력밴드를 이용한 저항이 안정성과 활용성에서 더욱 탁월한 운동 방법일 수 있기 때문이다. 본 연구에서 왼쪽 넙다리에 적용한 전기근육자극은 1960년대 러시아에서 새로운 근육강화 기법으로 사용되어 당시 운동선수들의 근력이 40% 향상된 것을 시작으로 현재까지 널리 사용되었다[17].

본 실험에 앞서 대상자를 모집하고 탄력밴드를 이용해 탄력밴드를 이용해 1 RM을 측정하였다. 이 측정에서 본 연구에서 1 RM의 측정방법은 브르자키 공식을 대입하여 측정하였는데, 이 방법은 탄력밴드에 대한 저항횟수가 11회 이상을 넘어가면 신뢰성이 많이 낮아지기 때문에 그 이상 반복이 가능했던 대상자는 제외시켰다.

본 연구 결과를 보면 왼쪽 넙다리곧은근(전기근육자극 적용과 저강도 근력운동)의 두께는 모든 측정 부위에서 통계적으로 유의한 차이가 났다. 전기적근육자극은 직접적으로 근육에 작용하기에 변화가 있었던 것으로 여겨진다. 전기근육자극은 모든 근섬유를 동시에 수축시킬 수 있으며 근섬유를 정신적 피로와 심혈관계에 위해를 가하지 않고 안전하게 고강도 수축을 시킬 수 있어 근육의 두

Table 2. Changes in muscle thickness before and after exercise

(n=20)

site		pre-test	post-test	difference	t	p
1/2 (halfway on the thigh)	Lt. RF (EMS+low)	2.51±.2	2.88±.32	.37±.27	-4.31	.002
	Rt. RF(high)	2.54±.27	2.86±.34	.32±.22	-4.59	.001
1/4 (distal fourth on the thigh)	Lt. RF (EMS+low)	1.73±.28	2.03±.42	.30±.29	-3.18	.011
	Rt. RF(high)	1.78±.24	1.95±.36	.17±.35	-1.49	.169

Mean±SD, RF: rectus femoris EMS: electrical muscle stimulation, low: low intensity exercise(1 RM 50%), high: high intensity exercise(1 RM 80%) Unit: Cm

께가 증가한 것으로 사료된다. 하지만, 운동 전후의 결과 변화가 전기근육자극에 의한 변화인지 저항도 운동에 의한 변화인지 명확하게 구분은 되지 않지만, 일반적으로 근비대가 일어나기 위해서는 1 RM의 60~80% 이상의 자극이 필요하다는 리뷰 연구 결과[18]와 본 연구에서 고강도 탄력밴드 운동과 저항도 탄력밴드와 전기근육자극을 적용한 운동 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 나지 않는 것으로 유추해 볼 때, 전기근육자극으로 인한 긍정적인 효과로 볼 수 있었다고 여겨진다. 추후에 연구에서 저항도 근력운동과 전기근육자극을 비교하는 연구를 통해 조금 더 명확하게 밝혀낼 필요가 있다. 오른쪽 넙다리(고강도 근력운동) 1/2 부위에서는 유의한 차이를 나타냈지만, 1/4 부위에는 통계적으로 차이가 나지 않았다. 이는 무릎 펌 저항운동을 할 때 장력이 제일 많이 받는 부위가 넙다리의 1/2 부위이기에 차이가 났다고 여겨진다[19].

앞십자인대(ACL) 손상 이후 수술환자에게 전기근육자극을 적용했을 때 4주 후 가쪽넓은근의 근두께가 두꺼워졌다는 연구가 있었으며[20], 39명의 폐암환자를 대상으로 전기근육자극을 4주간 적용한 연구에서도 넙다리곧은근이 두께가 증가하였다[21]. 이는 본 연구에서 전기근육자극을 적용했을 때 넙다리곧은근 두께 변화와 유사한 결과를 나타냈다.

저주파와 근육의 피로도에 대한 연구에서 저주파가 근육 피로에 대한 저항성을 증가시켜준다는 연구 결과를 토대로 본 연구에서 50Hz의 저주파로 설정하여 저항도 근력운동에 적용하였으나, 주파수, 파형 형태, 통전 시간과 강도에 따라 근육의 수축 형태의 질이 결정된다[22, 23]. 향후 이러한 점을 고려하여 연구가 이루어진다면 보다 체계적이고 분별 있는 연구가 될 것이다.

본 연구는 건강한 성인 남녀를 대상으로 실시한 연구로 전기근육자극을 적용한 운동을 환자에게 일반화시켜 해석하는 데는 한계가 있다. 또한 전기근육자극을 적용한 즉각적 변화 결과를 확인한 연구로 지속적 효과는 검증하지 못했다. 향후 이러한 점들을 고려하여 고령자에게 장기적인 연구가 이루어진다면 보다 전기근육자극에 대한 지속적인 효과를 알 수 있는 연구가 될 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 전기근육자극과 저항도 밴드 저항운동을 적용한 왼쪽 넙다리곧은근과 고강도 밴드 저항운동만 적용

한 오른쪽 넙다리곧은근 두께증가에 같은 효과를 본 것으로 생각되며, 노약자나 고강도 저항운동이 어려운 환자에게 추후 적용할 수 있는 기초적 자료로 사용될 수 있으리라 여겨진다.

REFERENCES

- [1] K. H. Chung et al. (2017). *Ministry of Health and Welfare*. 2017 National Survey of Older Koreans. http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&page=1&CONT_SEQ=344953
- [2] J. H. Jang. (2006). A Field Application of Exercise Program for Olders. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 2(1), 33-40.
- [3] D. Scott, K. M. Sanders, D. Aitken, A. Hayes, P. R. Ebeling & G. Jones. (2014). Sarcopenic obesity and dynapenic obesity: 5-year associations with falls risk in middle-aged and older adults. *Obesity*, 22(6), 1568-1574. Doi: 10.1002/oby.20734
- [4] C. Kisner, L. A. Colby & J. Borstad. (2017). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Philadelphia : F.A Davis company.
- [5] M. Y. Cortez-cooper et al. (2005). Effects of high intensity resistance training on arterial stiffness and wave reflection in women. *American journal of hypertension.*, 18(7), 930-934. Doi: 10.1016/j.amjhyper.2005.01.008
- [6] M. S. Oh & M. H. Jeong. (2020). Sex Differences in Cardiovascular Disease Risk Factors among Korean Adults. *The Korean Journal of Medicine*, 95(4), 266-275. Doi: <https://doi.org/10.3904/kjm.2020.95.4.266>
- [7] Y. S. Jin & T. G. Jeong. (2012). Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the Vastus Medialis on Pain and Muscle Function in Patients with Knee Osteoarthritis. *The Korean Contents*, 12(1), 329-337. Doi: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.01.329>
- [8] M. J. Wiest, A. J. Bergquist, H. L. Schmidt, K. E. Jones & D. F. Collins. (2017). Interleaved neuromuscular electrical stimulation: Motor unit recruitment overlap. *Muscle & Nerve*, 55(4), 490-499. Doi: 10.1002/mus.25249
- [9] S. Tanaka et al. (2017). Effects of Acute Phase Intensive Electrical Muscle Stimulation in Frail Elderly Patients With Acute Heart Failure (ACTIVE-EMS): Rationale and protocol for a multicenter randomized controlled trial. *Clinical Cardiology*, 40(12), 1189-1196. Doi: 10.1002/clc.22845
- [10] V. Gerovasili et al. (2009). Electrical muscle

- stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Critical Care*, 13(5), R161.
Doi: 10.1186/cc8123
- [11] C. B. Regard, G. V. Parés, D. Breuille & T. Moritani. (2020). Supplementation with Whey Protein, Omega-3 Fatty Acids and Polyphenols Combined with Electrical Muscle Stimulation Increases Muscle Strength in Elderly Adults with Limited Mobility: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 12(6), 1866
Doi: <https://doi.org/10.3390/nu12061866>
- [12] S. Luo, H. Xu, Y. Zuo, X. Liu, A & H. All. (2020). Review of Functional Electrical Stimulation Treatment in Spinal Cord Injury. *Neuromolecular Medicine*, 22(4), 447-463.
Doi: 10.1007/s12017-019-08589-9
- [13] D. H. Kim & K. H. Kim. (2018). A Convergence Study on the Effects of functional electrical stimulation with mirror therapy on balance and gait ability in chronic stroke patients. *Journal of Korea Convergence Society*, 9(10), 109-120.
Doi: <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.10.109>
- [14] M. Brzycki. (1993). Strength Testing-Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90.
Doi: <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606684>
- [15] K. R. Vincent & R. W. Braith. (2002). Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. contributions to the hip flexion torque. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 17-23.
Doi: 10.1097/00005768-200201000-00004
- [16] K. Y. Woo et al. (2018). The Effect of Electrical Muscle Stimulation and In-bed Cycling on Muscle Strength and Mass of Mechanically Ventilated Patients: A Pilot Study. *Acute & Critical Care*, 33(1), 16-22.
Doi: 10.4266/acc.2017.00542
- [17] A. R. Ward & N. Shkuratova. (2002). Russian electrical stimulation: the early experiments. *Physical Therapy*, 82(10), 1019-1030.
Doi: 10.1093/ptj/82.10.10192
- [18] B. J Schoenfeld, J. Grgic, D. W. Van Every & D. L. Plotkin. (2021). Loading Recommendations for Muscle Strength, Hypertrophy, and Local Endurance: A Re-Examination of the Repetition Continuum. *Sports(Basel)*, 9(2), 32.
Doi: 10.3390/sports9020032
- [19] A. Pedrelli, C. Stecco & J. A. Day. (2008). Treating patellar tendinopathy with Fascial Manipulation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 13(1), 73-80.
Doi: 10.1016/j.jbmt.2008.06.002
- [20] S. Hasegawa, M. Kobayashi, R. Arai, A. Tamaki, T. Nakamura & T. Moritani. (2011). Effect of early implementation of electrical muscle stimulation to prevent muscle atrophy and weakness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21(4), 622-630.
Doi: 10.1016/j.jelekin.2011.01.005
- [21] A. I. Saito, T. Natsume, T. Inoue, K. Sasai & H. Naito. (2017). Effects of Electrical Muscle Stimulation Against Acute Adverse Effect and Cancer Cachexia During Non-small Cell Lung Cancer Chemo-Radiotherapy. *Juntendo Medical Journal*, 64(Suppl. 1), 160
Doi: 10.14789/jmj.2018.64.JMJ18-P517
- [22] Y. Guo, B. E. Phillips, P. J. Atherton & M. Piasecki. (2021). Molecular and neural adaptations to neuromuscular electrical stimulation: Implications for ageing muscle. *Mechanisms of ageing and development*, 193(suppl 2), 111402.
Doi: 10.1016/j.mad.2020.111402
- [23] C. Starkey. (2013). *Therapeutic modalities*. Philadelphia : F.A Davis company

김 강 훈(Kang-hoon Kim)

[정회원]



- 2012년 3월 : 부산가톨릭대학 물리치료학과(물리치료학석사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 레드코어운동센터 대표
- 관심분야 : 스포츠 물리치료, 근골격계 물리치료
- E-Mail : cdi3477@hanmail.net