

운동강도 인지를 위한 근피로도 측정 매개변수의 기초 연구

임시훈, 장다빈, 최원빈, 김상대
 순천향대학교, 의료IT공학과

dlatlgns000@sch.ac.kr, dabin011109@naver.com, dnjsqls5973@naver.com, sdkim.mie@sch.ac.kr

Basic Research on Muscle Fatigue Measurement Parameters for Exercise Intensity Recognition

Sihoon Lim, Dabin Janb, Wonbin Choi, Sangdae Kim,
 Dept. of Medical IT Engineering, Soonchunhyang University

요 약

현대사회에 유행처럼 자리잡은 웨이트 트레이닝의 부상률이 높은 것으로 확인되었다. 가장 큰 부상 원인은 '무리한 동작'으로 자신이 수행할 수 있는 운동강도를 인지하지 못하여 근력 유지가 되지 않아 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 근력 유지 실패를 일으키는 원인인 '근피로도'를 검출하여 개인에게 적합한 운동 강도를 찾는 연구를 진행하였다. 그 결과, MNF 기울기 분석을 통해 운동 반복횟수가 증가함에 따라 근피로도가 커지는 것을 확인하였다. 향후, 잡음에 강한 매개변수를 바탕으로 연구가 이어진다면 웨이트 트레이닝의 부상률이 낮아질 것으로 사료된다.

1. 서론

스포츠 안전재단의 2019년도 스포츠 안전사고 실태조사 보고서에 따르면 웨이트 트레이닝의 부상률은 73.7%로 생활스포츠 전반의 부상률(64.3%) 대비 부상률이 높은 종목으로 확인되었다. 부상 원인 중 '무리한 동작'이 84.2%로 가장 높은 비율을 차지하며 다른 원인들보다 두드러진 결과를 나타내었다[1].

이러한 부상은 운동 수행 중에 근육이 지쳐 근육이 내 생각처럼 동작하지 않기 때문에 발생하는 것이다. 근육이 지치는 원인은 근육 수축으로 인한 근 섬유의 생리적 변화로, 근 섬유의 활성도가 감소되어 원하는 근력을 유지하지 못하게 되어 발생하는 것이다. 이러한 근력 유지 실패를 일으키는 원인을 '근피로도'로 규명하며, 정확한 근피로도를 바탕으로 현재 나의 근육이 수행할 수 있는 운동 강도를 인지한 후 운동을 수행해야 한다.[2].

따라서 본 논문에서는 안전사고를 예방하기 위해 근전도를 이용하여 근피로도와 연관성을 보이는 중앙주파수(mean power frequency : MNF)를 검증 및 검토하는 시스템을 제안한다.

2. 본론

본 장에서는 근전도의 계측과 분석의 동작 과정을 설명한다. 동작 과정은 [그림 1]과 같이 간략히 표현할 수 있다.

2.1 데이터 계측

피험자의 표면 근전도(sEMG)를 계측하기 위해 Physioblab사의 PSL-iEMG2 Module과 근전도 회로를 사용하였다. Notch Filer는 50hz를 선택하여 사용하였으며, envelope 신호는 사용하지 않고 Raw EMG 신호만으로 실험을 진행하였다.

EMG 모듈로부터 계측한 아날로그 신호를 아두이노에서 0부터

1023의 범위로 정규화 후 전압으로 변환하여 컴퓨터로 전달하였다. 계측한 데이터를 저장하는 과정에서 CoolTerm 프로그램을 이용하였으며, 데이터는 소수점 네 자리까지 텍스트 파일로 저장하였다. 데이터의 처리와 분석은 Matlab 소프트웨어를 이용하였다.

2.2 데이터 분석

근육의 수축과 이완이 반복되어 근피로도가 누적되면 EMG 신호의 진폭이 증가하고, 주파수 스펙트럼은 저주파 대역으로 이동하는 특성이 있다. 이러한 특성에 의거하여 수집한 데이터의 평균주파수(MNF)[2][3]의 변화를 확인하고 근피로도를 측정하였다.

$$MNF = f_{mean} = \frac{\int_0^{f_s/2} f P(f) df}{\int_0^{f_s/2} P(f) df} \quad (1)$$

위 식 (1)에서 P(f)는 Welch방법을 이용한 전력스펙트럼밀도함수이며, f_s 는 표본화 주파수를 나타낸다.[2][3]

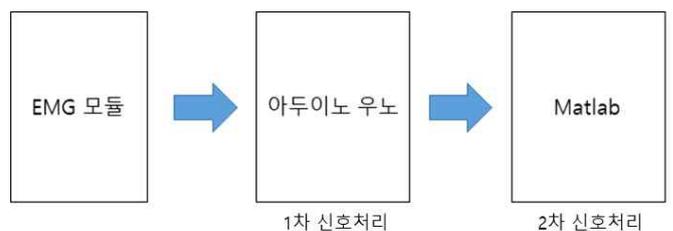


그림 1 시스템 동작 과정

3. 실험

3.1 실험 방법

본 실험은 웨이트 트레이닝 중 실시간 근피로도 측정이 목표이므로, EMG 모듈을 부착하고 운동을 진행하였다. 이두박근의 효과적인 부하를 위하여 4kg 덤벨을 이용한 one arm preacher curl을 수행하였다. 운동 수행 중 메트로놈을 이용하여 동일한 속도를 유지하였고, 15회 반복 1분 휴식을 1세트로 설정하여 총 4세트를 진행하였다. 피험자는 24세의 남자 3명을 대상으로 진행하였다.

계측한 데이터를 각각의 횟수로 잘라서 MNF 값을 도출하였고, 세트별로 선형회귀 분석하여 기울기를 측정하였다. [그림 2]

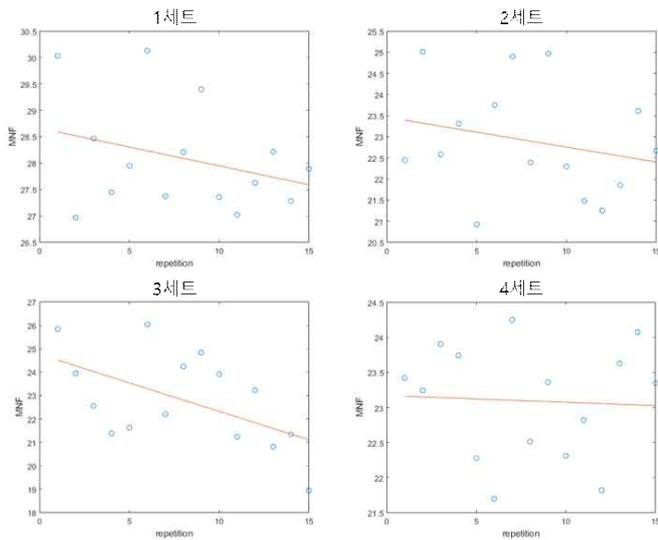


그림 2 세트별 MNF 기울기 분석

3.2 실험 결과

[그림 3]은 피험자 L의 근전도 신호의 각 회의 MNF 값을 구한 후 선형회귀하여 데이터를 분석한 결과이다. MNF의 기울기는 -0.1004로 근피로도가 증가하였다고 판단된다. 다른피험자들의 MNF 선형회귀 기울기도 모두 음수값으로 측정되었다. [표 1]

표1 실험 결과 데이터

	1세트	2세트	3세트	4세트	전체
L	-0.0713	-0.0707	-0.2431	-0.0095	-0.1004
W	-0.1344	-0.0775	0.0428	-0.0806	-0.0124
Y	0.0281	-0.0206	0.1188	-0.1287	-0.0143

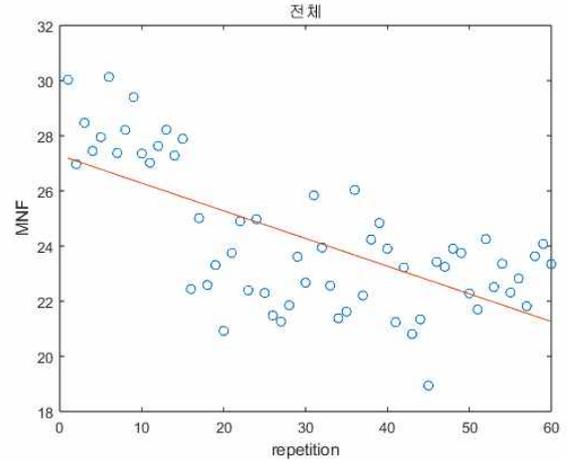


그림 3 전체 세트 MNF 기울기 분석

4. 결론

본 논문에서는 웨이트 트레이닝 중 근력 유지 실패로 인한 부상을 방지하기 위하여 MNF를 매개변수로 사용한 근피로도 측정을 시도하였다. 실험은 이두박근의 덤벨 컬 운동 중 EMG 신호를 계속하여 각 횟수마다 MNF 값을 도출, 분석하는 방식으로 진행되었다.

실험 결과, 반복횟수가 늘어날수록 MNF 매개변수 값이 감소하는 모습을 나타냈으며, 이것은 근피로도가 증가하였다고 판단된다.

향후, 잡음에 더욱 강한 매개변수를 사용하여, 보다 정확한 수치를 측정하고, 근피로도를 수치로 나타낼 수 있는 알고리즘을 발견한다면 웨이트 트레이닝의 부상률이 낮아질 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2021년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구 결과로 수행되었음 (2021-0-01399)

참고문헌

[1] 2019년 스포츠안전재단 스포츠 안전사고 실태조사 보고서
 [2] Jin Lee, "Analysis of Muscle Fatigue Determination and Sensitivity for Parameters to Detect Muscle Fatigue from Surface EMG Signals," The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers, vol. 68, no. 4, pp. 573-578, 2019, doi: 10.5370/KIEE.2019.68.4.573
 [3] M. Cifrek, V. Medved, S. Tonkovic and S. Ostojic, "Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics", Clinical Biomechanics, Vol. 24, pp. 327-340, 2009.