KJS

Korean Journal of Sport Biomechanics 2020; 30(1): 111-119
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2020.30.1.111
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Biomechanical Validation about Dumbbell Curl Exercise Effects of Virtual Environment

가상환경 변화에 따른 덤벨 컬 운동효과에 관한 운동역학적 검증

Ah Reum Hong[1], Jai Jung Kim[2], Jae Moo So[3]

[1]Department of Physical Education, Graduate School of Konkuk University, Seoul, South Korea
[2]Division of Humanities and Liberal Arts, College of Humanities and Social Sciences, Hanbat National University, Daejeon, South Korea
[3]Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, Seoul, South Korea

Received : 19 February 2020
Revised : 27 February 2020
Accepted : 03 March 2020

Corresponding Author
Jae Moo So
Department of Physical Education, College of Education, Konkuk University, 120, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 05029, South Korea
Tel : +82-10-3202-3828
Fax : +82-2-453-6326
Email : human@konkuk.ac.kr

Objective: The purpose of this study is to apply exercise learning effect to various subjects through training effect and information accumulation based on verification of the effect on dumbbell curl exercises applied with virtual reality.

Method: To analyze the effect on the dumbbell curl exercise in the virtual environment, a total of 20 persons with 10 males and 10 females who does not have orthopedics diseases were selected. The dumbbell weight of the subjects was set to a weight of 70% strength of 1RM. At this time, the virtual environment situation was set to four types; presence/absence of virtual environment, preferred colors, and unfavorable colors to perform dumbbell curl exercise. The anaysis of muscle activity was conducted by adhering four surface electrodes (Biceps Brachii, Triceps Brachii, Brachioradialis Muscle, Extensor Carpi Radialis Longus Muscle) on the right upper limbs. Independent sample *t*-test using SPSS (24.0) program was carried out to analyze average values and standard deviations for each variable depending on the presence/absence of virtual environments and changes in color (preferred colors, unfavorable colors) and the level of significance was set to a=.05.

Results: In the eccentric contraction, males showed high muscle activity in the Biceps Brachii under virtual reality. On the other hand, females had high muscle activity in the Biceps Brachii in the absence of virtual reality. Also, in case of a change of colors in the virtual environment, females had the high muscle activity in the unfavorable color in the eccentric contraction.

Conclusion: During the dumbbell curl exercise, results of different exercises present depending on gender. When males put VR on and performs a basic dumbbell curl exercise, the effect of Biceps presents Brachii for them while exercising in unfavorable colors. However, since it is the basic research data of muscle exercise using virtual reality, it is necessary to verify whether or not it is effective for myopachynsis through long-term training rather than unity.

Keywords: Dumbbell curl, Color, Virtual environment

INTRODUCTION

현대사회에서 많은 사람들이 외모와 건강을 위해 규칙적인 운동을 하려고 한다. 하지만 비, 황사, 미세먼지와 같은 외부요인으로 실외에서 운동할 수 없는 상황이 종종 발생한다. 그래서 많은 사람들이 비용을 지불하여 헬스장을 방문하지만 헬스장에서의 운동은 같은 장소에서 같은 행위를 반복하는 것이기 때문에 상당수의 사람들이 지루함을 느낀다. 사람들은 이러한 지루함을 달래기 위해 운동을 하면서 음악을 감상하거나 TV 프로그램을 시청하지만, 이러한 매체들은 운동하는 사람과의

Copyright © 2020 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상호작용이 존재하지 않기 때문에 몰입도가 떨어지는 단점을 지니고 있다(Choi, Cha & Choi, 2018).

최근 과학기술의 발달로 컴퓨터를 이용한 가상현실 상황에서의 여러 가지 과제를 수행하면서 운동의 효과를 얻을 수 있는 새로운 방법을 모색하며 단점을 해결해 나가고 있는 실정이다. 가상현실은 컴퓨터 상에 구축되어 있는 3차원의 가상공간에서 5개의 감각기관인 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각을 이용하여 2차원으로 표현된 대상이 3차원에 존재하는 것처럼 인지가 가능하도록 효과를 주고 인체의 모든 감각기관이 인공적으로 창조된 세계에 몰입하여 자신이 바로 그 장소에 있는 듯한 착각과 함께 직접적으로 상황을 경험한 것처럼 느끼는 cyber space의 세계가 가능하게 만들어 주는 기술이다(Lee, 2004). 이 기술을 통해서 가상환경을 수정하고 조작하여 다양한 상호작용이 가능하다. 특히 Head Mounted Display (HMD)를 쓴 상태로 주위를 보면 더 몰입된 가상현실의 체험이 가능하고 사용자의 움직임을 감지하여 조작된 환경 속에 실제로 있다는 느낌을 받기도 한다.

이처럼 가상현실은 시·공간적 방해를 받지 않고 현실과 다른 상황을 다양하게 경험할 수 있는 환경 제공이 가능하면서 여러 분야에 걸쳐 유용성과 파급효과가 인정되고 있다(Hong, 2010). 심리학 및 정신의학에서는 공포감과 불안감 치료를 하고 있으며, 재활치료에서는 신체장애자 및 뇌손상 환자를 위한 인지훈련과 신체재활을 진행하고 있다. 여러 분야에서 가상현실이 사용됨에 따라 스포츠에서도 3차원 시뮬레이션을 활용하여 실시간으로 상호작용을 통해 특정 움직임을 유도하는 방법을 적용하고 있으며, 실제 스포츠 상황까지 접목을 진행하면서 에너지 소비나 운동기술의 향상 및 경기력 증진에도 도움을 주고있다(Hong, 2010). 현재 가상현실을 접목시켜 Will-fit에서는 운동프로그램을 제공하면서 다양한 사람들이 쉽게 운동할 수 있게 하고 있다. 이러한 프로그램은 시각적 피드백을 통해서 현실 수준과 비슷하게 가상현실을 구현하고 있다.

Will에서 제공하는 운동프로그램에 대한 효과는 선행연구를 통해 많이 나타나고 있다. Deutsch, Borbely, Filler, Huhn & Guarrera-Bowlby (2008)은 뇌성마비 학생들이 가상현실을 이용하여 신체활동 프로그램이 재활에 미치는 영향을 검증하였고, Kim, Lee, Lee, Kim & Lee (2011)은 뇌졸증 환자들에게 가상현실 운동프로그램을 통해서 균형 및 보행능력이 좋아졌으며, Adamovich et al. (2009)은 편마비 환자들에게 가상현실 프로그램을 통해서 손가락 훈련이 긍정적인 효과를 가져온다고 하였으며, Gil-Gomez, Llorens, Alcaniz & Colomer (2011), Plow & Finlayson (2011)은 지체장애에게 가상현실 운동프로그램이 체력과 신체활동수준의 긍정적이라고 하였으며, Hong (2010)은 노인 대상으로 가상현실 균형훈련을 통해 균형능력향상을 알아보았고, Cho & Shin (2014)는 가상현실 훈련이 노인의 하지 근활성도에 미치는 영향을 통해 낙상 예방에 효과적이라고 하였다. 선행연구는 가상현실의 운동프로그램이 주의집중이나 운동수행능력에 긍정적인 영향을 보고하면서 추후 가상현실을 이용한 재활프로그램을 활용해야 한다고 하였다. 하지만 선행연구들은 유산소와 균형감각에 치우친 운동프로그램이며, 평소 운동을 행하지 않는 환자나 노인 대상으로 진행하였기 때문에 연구 결과의 긍정적인 효과를 보았다고 판단된다.

가상현실은 시각적인 환경을 다양하게 제공할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 인체의 시각은 외부를 인식하고 정보를 얻는데 가장 중요하며 색체 또한 심리적으로 안정과 편안함을 제공하기도 한다. 색체는 운동수행과 정서에 영향을 주고, 운동제어체계의 중요한 구성요소이다. 이처럼 색체는 운동수행의 직접적인 영향을 주기도 한다. 일반적으로 덤벨 컬 운동을 수행할 때 인체의 시각은 덤벨에 집중이 되어 있기 마련이다. 가정에서도 쉽게 간단한 도구로 근력 운동을 할 수 있는 덤벨 컬 운동을 HMD를 착용하여 덤벨 색의 변화를 제공함으로써 더 효과적인 운동 방법을 찾으려고 한다.

본 연구에 목적은 가상현실을 적용한 덤벨 컬 운동효과에 관한 검증을 통해서 트레이닝의 효과 및 정보 축적을 통해 다양한 대상자들에게 운동 학습효과를 적용시키는데 있다.

METHOD

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 덤벨 컬 운동 경험이 있으며 정형외과적으로 질환이 없는 남, 여 각각 10명씩 총 20명으로 선정하였으며 신체적인 특성은 (Table 1)과 같다.

2. 실험장비

가상환경 변화에 따른 덤벨 컬 운동의 운동역학적 변인을

Table 1. Characteristics or the subjects

		Height (cm)	Weight (kg)	Age (year)	1RM 70% (kg)
Men (n=10)	M ± SD	176.36±7.53	70.1±5.98	22.4±3.89	11.09±1.66
Women (n=10)	M ± SD	162.26±6.51	56.11±6.58	25.66±2.5	4.64±0.2

Table 2. Experimental equipment

Equipment	Experimental equipment	Manufacturer
Program	Kinect v2	Microsoft
HMD (head mounted display)	Galaxy Gear VR	Samsung
Smart Phone	Galaxy S6	Samsung
Notebook	Laptop	HP
EMG	Telemyo 2400T G2	Noraxon
Analysis instrument	MyoResearch XP Master Edition	Noraxon
Video camera	GR-HD1KR (1ae)	JVC

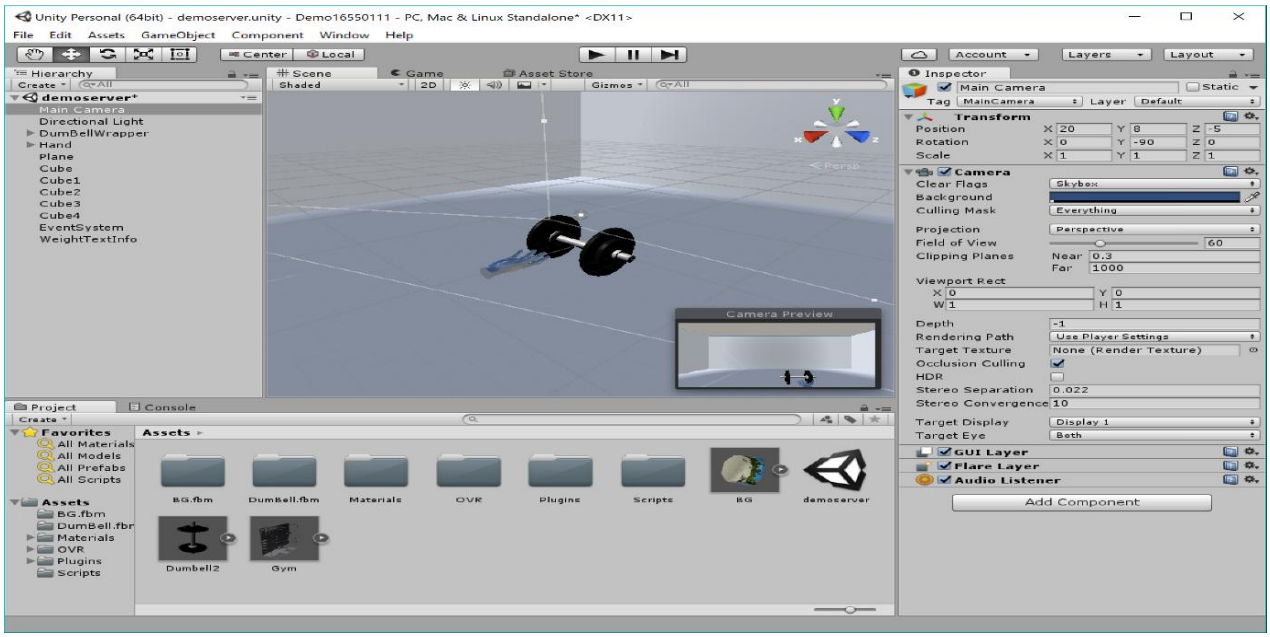

Figure 1. Virtual reality measurements (Park, 2018)

분석하기 위한 구체적인 장비는 (Table 2)와 같다.

3. 가상현실 측정

Park (2018)의 Unity5 5.4.1 버전으로 가상환경을 구현하였으며, Microsoft Kinect V의 프로그램을 사용하여 피험자의 위치 및 손 움직임을 인식하였고 가상환경에 변화를 보기 위해 HMD (head mounted display)를 착용하였다. 착용하면 (Figure 1)과 같이 가상환경을 볼 수 있으며 피험자의 손과 덤벨 움직임에 따라서 가상환경에 손과 덤벨도 같이 움직일 수 있도록 구현하였다.

또한 선호하는 색과 선호하지 않은 색을 구현하기 위해서 피험자가 RGB (red-green-blue) 값을 보고 선택한 값을 프로그램에 각각 입력하여 덤벨의 색을 변경하였고 변경된 덤벨의 색은 (Figure 2)와 같이 구현하였다.

4. 실험절차

실험을 시작하기 전 피험자에게 실험 내용을 전달하고 개인정보를 수집하였다. 실험 전 충분한 준비 운동을 진행한 후 1RM을 측정하여 강도 70%의 해당하는 아령의 무게를 정하였다. 근전도 분석을 위해 피부표면에 털을 제거하고 알코올로

Figure 2. Virtual reality color measurements

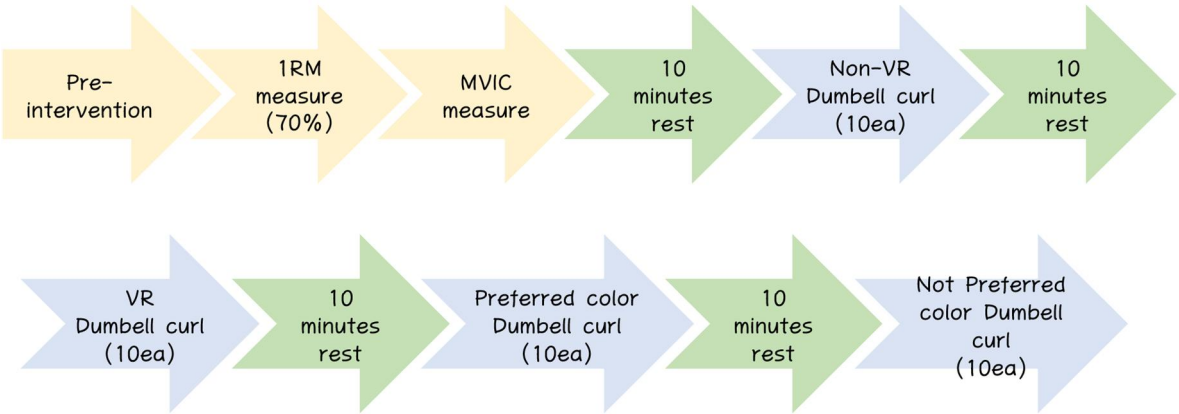

Figure 3. Experiment procedure

세척한 후 오른쪽 상지 4개의 표면전극(상완이두근, 상완삼두근, 상완요골근, 장요측수근신근)을 부착하였다. 근전도의 오차범위를 최소화하기 위해 동일한 사람이 부착을 하였으며, 이후 표준화 작업을 위해 최대 수의적 정적 수축(MVIC)를 측정하였다. 가상환경 유, 무와 가상환경 아령의 색 변화(선호하는 색, 선호하지 않는 색)에 따라서 10회씩 총 4세트의 덤벨 컬 운동을 수행하며, 1세트 끝나면 근피로에 무리가 가지 않게 휴식시간을 10분씩 주었으며(Baker, 2003), 실험절차는 (Figure 3)과 같다.

5. 자료처리

벨 컬 운동 시 구간을 설정하기 위해 1대의 비디오 카메라를 설치하였으며, 구간은 (Figure 4)와 같다. 연구의 EMG 원자료는 노이즈를 제거하기 위하여 다음과 같은 과정을 통해 처리될 것이다. 먼저 얻어진 Raw data를 전파 정류(Full wave rectification)하여 이 정류된 근전도치는 다시 평활화(Smoothing,

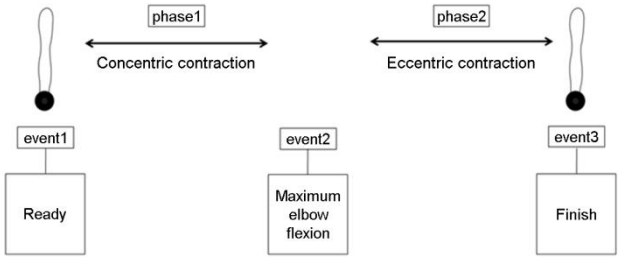

Figure 4. Events and phases

RMS 100 ms)시켜, 구간범위필터(Band pass filter, 10~250 Hz)시킨 후 자료를 산출하였다.

6. 통계처리

가상환경 유·무와 색의 변화(선호하는 색, 선호하지 않는 색)에 따른 변인 각각에 평균값과 표준편차를 분석하고자 SPSS

(24.0) 프로그램을 사용하여 독립표본 *t*-검정(*t*-test)를 실시하였으며 유의수준은 α=.05로 하였다.

RESULTS

1. 가상환경 유·무에 따른 근활성도 비교

덤벨 컬 운동 시 가상환경의 유(VR), 무(Non-VR)로 1RM의 70%의 해당하는 덤벨의 무게로 운동을 진행하였으며 남자와 여자의 상완이두근의 근활성도는 (Figure 5) 다음과 같다.

P1에서 Non-VR에서 남자는 37.46±18.23% VR에서 33.76±13.54%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.16, p=.23). 여자의 경우 각각 31.30±9.18%과 28.75±9.44%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.14, p=.15).

P2에서 Non-VR에서 남자는 19.12±9.37% VR에서 23.24±12.54%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(t=-1.93, p=.05*). 여자의 경우 각각 16.42±4.72%과 14.67±3.46%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(t=2.19, p=.03*). 상완이두근에서는 신장성 수축 구간에서 성별과 VR 환경 여부에 따라서도 상반되는 결과가 나타났다.

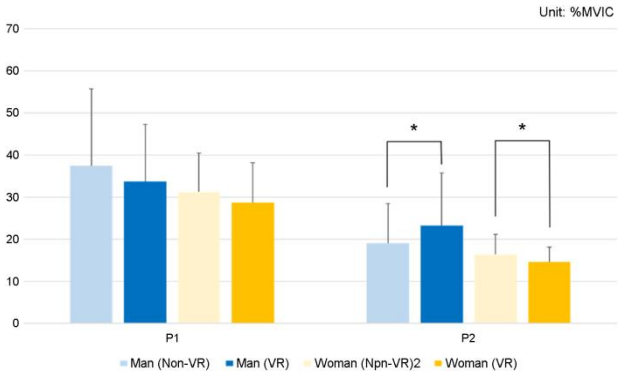

Figure 5. Non-VR and VR to biceps brachii muscle activity

(Figure 6)은 상완삼두근의 근활성도이며, P1에서 Non-VR에서 남자는 4.07±2.46% VR에서 3.77±1.97%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.69, p=.48). 여자의 경우 각각 6.07±1.97%과 6.45±2.43%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=-0.87, p=38).

P2에서 Non-VR에서 남자는 3.31±2.47% VR에서 3.67±2.47%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.74, p=.45). 여자의 경우 각각 4.65±1.82%과 5.35±3.40%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-1.34, p=.18).

(Figure 7)은 상완요골근의 근활성도이며, P1에서 Non-VR에서 남자는 34.25±11.19% VR에서 31.65±9.65%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.28, p=.20). 여자의 경우 각각 26±13.15%과 25.49±14.55%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.19, p=.84).

P2에서 Non-VR에서 남자는 24.33±11.38% VR에서 24.01±11.75%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=0.14, p=.88). 여자의 경우 각각 17.11±8.81%과 17.28±9.71%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.09, p=.92).

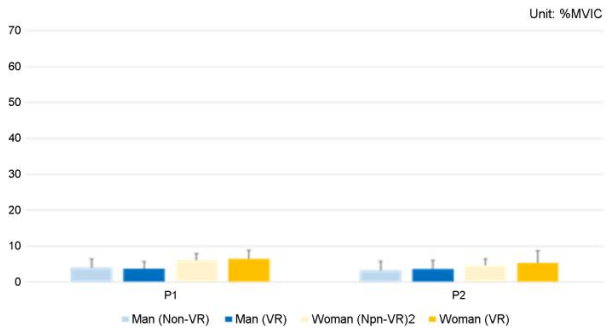

Figure 6. Non-VR and VR to triceps brachii muscle activity

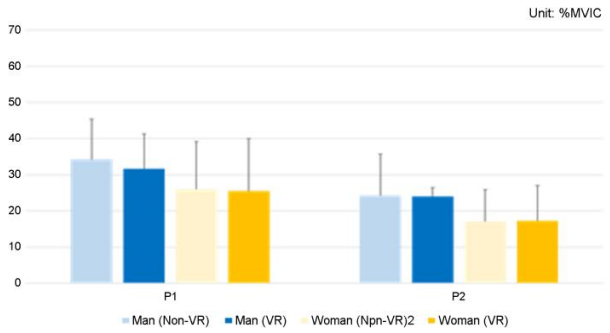

Figure 7. Non-VR and VR to brachioradialis muscle activity

(Figure 8)은 장요측수근신근의 근활성도이며, P1에서 Non-VR에서 남자는 13.6±8.15% VR에서 12.23±7.92%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.88, p=.37). 여자의 경우 각각 14.98±12.73%과 12.38±6.88%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.35, p=.18).

P2에서 Non-VR에서 남자는 9.38±4.96% VR에서 9.78±5.38%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.34, p=.73). 여자의 경우 각각 12.53±10.66%과 10.36±6.31%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=1.28, p=.20).

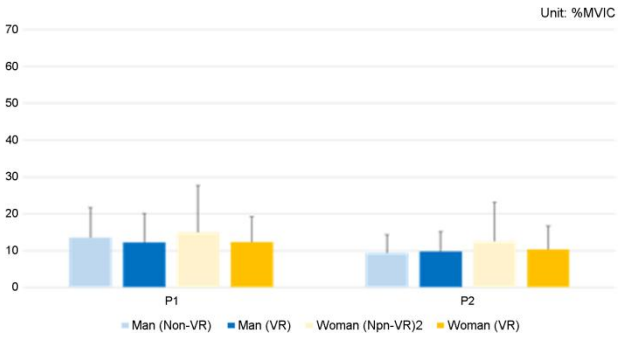

Figure 8. Non-VR and VR to brachioradialis muscle activity

2. 가상환경 상황에서 선호하는 색과 선호하지 않는 색의 따른 근활성도 비교

(Figure 9)은 선호하는 색(Preferred-color), 선호하지 않는 색(Not Preferred-color)으로 남자와 여자의 상완이두근의 근활성도는 다음과 같다.

P1에서 F-Color에서 남자는 37±15.69%, H-Color에서 36.18±14.76%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.28, p=.77). 여자의 경우 각각 28.57±10.34%과 25.85±9.15%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.14, p=.15).

P2에서 F-Color에서 남자는 20.93±8.2%, H-Color에서 22.6±8.32%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-1.04, p=.29). 여자의 경우 각각 16.77±4.28%과 22.85±8.95%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(t=-4.49, p=.000***). 신장성 수축 구간에서는 여자는 선호하는 색보다 선호하지 않는 색에서 근활성도가 높게 나타났다.

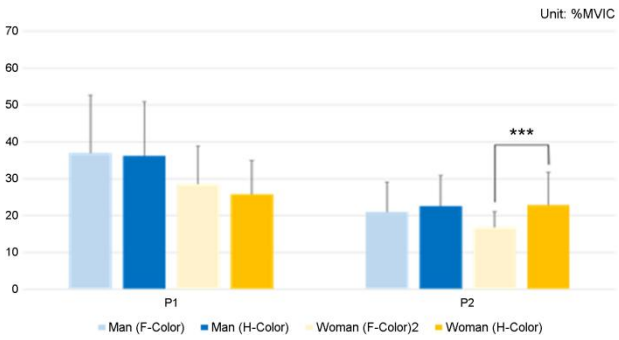

Figure 9. Preferred-color and Not Preferred-color to biceps brachii muscle activity

(Figure 10)은 남자와 여자의 상완삼두근의 근활성도이며, P1에서 F-Color에서 남자는 4.54±2.3%, H-Color에서 4.84±2.47%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=-0.65, p=.51). 여자의 경우 각각 6.37±2.94%과 5.94±2.13%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.86, p=.38). P2에서 F-Color에서 남자는 3.59±2.89%, H-Color에서 4.34±3.42%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-1.22, p=.22). 여자의 경우 각각 5.05±2.47%과 6.11±2.56%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(t=-2.18, p=.03*). 상완삼두근에서는 상완이두근과 동일하게 여자는 선호하지 않는 색에서 근활성도가 높게 나타났다.

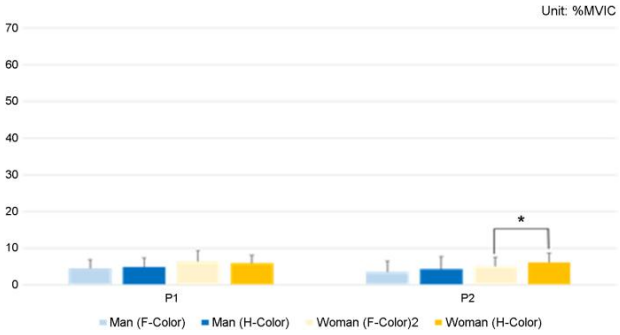

Figure 10. Preferred-color and Not Preferred-color to triceps brachii muscle activity

(Figure 11)은 상완요골근의 근활성도이며, P1에서 F-Color에서 남자는 34.08±11.06%, H-Color에서 33±9.13%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.55, p=.58). 여자의 경우 각각 25.13±12. 45%과 23.74±11.28%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.61, p=.54).

P2에서 F-Color에서 남자는 23.67±10.48%, H-Color에서 25.28±10.96%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.78, p=.43). 여자의 경우 각각 16.91±8.08%과 18.58±

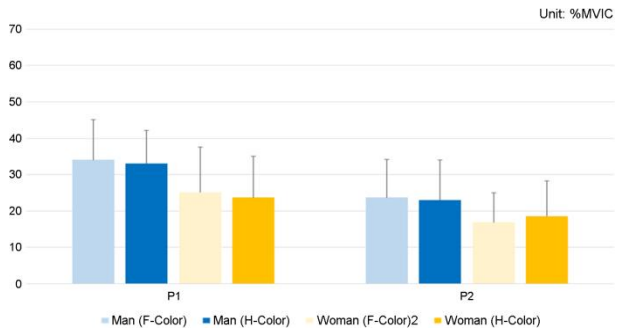

Figure 11. Preferred-color and Not Preferred-color to brachioradialis muscle activity

9.66%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.96, p=.33).

(Figure 12)은 장요측수근신근의 근활성도이며, P1에서 F-Color에서 남자는 13.6±8.15% H-Color에서 12.23±7.92%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=0.88, p=.37). 여자의 경우 각각 14.98±12.73%과 12.38±6.88%으로 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(t=1.35, p=.18).

P2에서 F-Color에서 남자는 9.38±4.96%, H-Color에서 9.78±5.38%으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=-0.34, p=.73). 여자의 경우 각각 12.53±10.66과 10.36±6.31으로 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(t=1.28, p=.20).

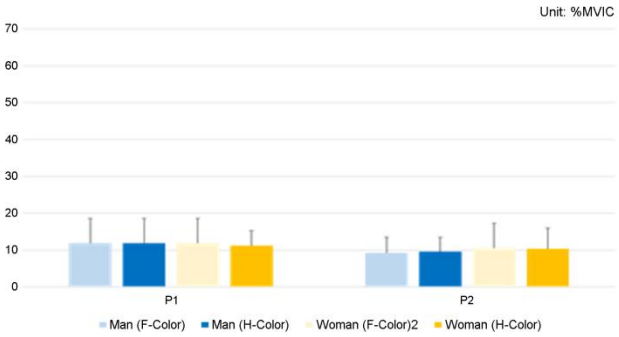

Figure 12. Preferred-color and Not Preferred-color to extensor carpi radialis longus muscle activity

DISCUSSION

가상환경의 덤벨 컬 운동에 효과를 분석하기 위하여 정형외과적으로 질환이 없는 남, 여 각각 10명씩 총 20명으로 선정하였으며, 피험자들의 덤벨의 무게는 1RM의 70% 강도의 무게로 설정하였다. 가상환경 유, 무와 선호하는 색, 선호하지 않는 색으로 실험 상황을 4가지로 설정하여 근활성도를 분석한 결과로 가상현실을 이용한 트레이닝 방법의 효과와 가능성 탐색에 대한 정보 축적 및 추후 가상현실을 적용하여 다양한 대상자들에게 건강증진 및 재활을 위한 운동 학습효과를 적용시키기 위한데 있다.

먼저 선행연구를 살펴보면 Liliam et al. (2009)은 팔꿈치 관절의 ROM을 0, 33, 66, 100% 구간을 설정하여 단축성 수축과 신장성 수축으로 구분하여 서서 덤벨 컬 운동을 한 근활성도의 결과를 보면 단축성 수축에서 상완이두근의 근활성도가 높게 나타났고, 신장성 수축에서는 단축성보다는 근활성도가 낮게 나타났다. 본 연구도 선행연구와 동일하게 P1에서는 단축성 수축으로 근활성도가 높게 나타났고, P2에서는 신장성 수축으로 단축성보단 근활성도가 낮게 나타났다. 하지만 상완이두근에서 P2에서 남자는 가상현실 상황일 때 근활성도가 높게 나타났고, 여자는 가상현실이 없는 상황일 때 근활성도가 높게 나타났다. 이처럼 남자와 여자의 상반되는 결과가 나타났는데 Bae & Noh (2015)은 일반 비디오 게임보다 VR 게임을 진행할 때 학습효과 및 학습전이에 긍정적이라고 한 선행연구와 같이 가상현실의 장점인 상호작용 관계가 적용되면서 운동에 대한 흥미와 동기의 학습이 진행되면서 남자가 여자보다 가상현실 상황에서 긍정적인 연구 결과로 이어졌기 때문에 가상환경인 상황에서 상완이두근의 근활성도가 높게 나타난 것으로 사료된다.

색은 인체에 다양한 영향을 주기도 한다. 뇌에서는 뇌파의 활성을 통해서 심리적인 반응을 순화시키고 근육의 이완 및 강화에도 영향을 주면서 신체의 능력을 향상시키고 나아가 운동수행에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 확인되고 있다 (Kim & Park, 2015). De Camp (1917)은 같은 무게와 크기의 색만 다른 블록을 들었을 때 느끼는 무게감에서 상대적으로 빨간색과 검정색이 무겁고 노랑색과 파랑색은 가볍다고 하였다. 또한 Monroe (1925)은 밝은 색상보다 어두운 색상이 무겁게 느껴진다고 하였다. Warden & Flynn (1926)와 Taylor (1930)은 상자를 배열에 하고 무거운 순서를 점수를 매기는 방식으로 눈으로 볼 때는 일관된 결과를 가지지만 직접적으로 들어 보았을 때 일관성을 찾지 못하였다. 선행연구들은 대체적으로 리커트 척도를 활용한 무게감에 관한 심리 연구가 주를 이루었다. 현재 가상현실을 이용하여 색을 통한 근활성도를 분석한 연구를 보면 Nam (2017)은 가상현실 상황에서 검정색 덤벨에서 근활성도가 높게 나타났고, Park (2018)은 노랑색과 검정색에서 상완이두근 근활성도에서 유의미한 차이가 나타난다고 하였다. 가상현실 상황에서 덤벨의 색상을 바꾸어서 진행했을 때 심리적으로 무겁게 느껴지던 어두운 계열로 운동을 수행하였을 때 근활성도가 높게 나타나면서 선행연구의 연구를 지지하는 결과를 보여주고 있다. 하지만 선행연구는 덤벨의 무게가 1, 2 kg으로 20대 성인 남, 여가 들기에는 가벼운 무게로 운동의 효과를 알아 보기 어려웠으며, 본 연구에서는 대상자가 원하는 색을 선택하였기 때문에 선행연구들과 다른 결과가 나타났다고 판단된다.

Hong & Lee (2017)의 연구처럼 시각적으로 받는 스트레스가 심리 상태를 불안하게 한 결과가 집중력 저하를 발생시키면서 가상현실 속에 몰입이 떨어진다. 그렇기 때문에 흥분 및 사이버 멀미가 발생하게 되는 심리적인 변화와 덤벨 컬이라는 운동 특성상 여자보다 남자들이 오랜 시간 동안 운동을 수행하기 때문에 동작의 숙련성이 좋아서 여자보다는 동작의 일관성도 더 유지되기 쉽기 때문에 남자는 색체와 관련된 심리적인 부분이 크게 작용하지 못하고(Kim & Park, 2015), 남자는 여자에 비해 색감에 기능이 떨어지기도 하기 때문에 (Choi, 2015) 상완이두근의 근활성도의 큰 효과를 보지 못한 것으로 판단된

다. 또한, 여자의 경우 남자보다 시각적인 색에 변화에 있어서 감정 변화가 다양하게 나타나면서 남자보다 덤벨이 무겁게 느껴지면서 상완이두근의 근활성도가 높은 것으로 사료된다.

CONCLUSION

본 연구는 가상환경의 덤벨 컬 운동효과에 관한 운동역학적 검증을 통하여 가상현실을 이용한 트레이닝 방법의 효과와 가능성 탐색에 대한 정보 축적 및 추후 가상현실을 적용하여 다양한 대상자들에게 운동 학습효과를 제공하기 위해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 가상환경의 유·무에서 상완이두근은 단축성 수축에(P1)서는 근활성도가 높게 나타났고, 신장성 수축(P2)에서는 단축성보단 근활성도가 낮게 나타났다. 신장성 수축에서 남자는 가상현실 상황일 때 근활성도가 높게 나타났고, 여자는 가상현실이 없는 상황일 때 근활성도가 높게 나타났다.
2. 가상환경의 색의 변화에서 상완이두근은 신장성 수축(P2)에서 여자의 경우 선호하지 않는 색에서 근활성도가 높게 나타났다.

결론을 요약해보면 덤벨 컬 운동 시 성별에 따라 상완이두근의 다른 결과가 나타났다. 남자의 경우 VR을 착용하고 기본적인 덤벨 컬 운동을 진행할 때, 여자는 선호하지 않는 색으로 덤벨 컬 운동을 진행해야 상완이두근의 운동효과가 있다고 판단된다. 가상현실을 적용한 근력 운동의 기초 연구 자료이기 때문에 추후에는 단일성이 아닌 장기적인 트레이닝을 진행하여 근비대에도 효과적인지 검증이 필요하다고 판단된다.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the 2018 Research Foundation of University of Konkuk.

REFERENCES

Adamovich, S. V., Fluet, G. G., Mathai, A., Qui, Q., Lewis, J. & Merians, A. S. (2009). Design of a complex virtual reality simulation to train finger motion for persons with hemiparesis: a proof of concept study. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, *6*, 28-38.

Bae, J. H. & Noh, G. Y. (2015). An experimental study of effects of learning on driving simulation game in virtual environmen. *Korean Society For Computer Game*, *28*(2), 103-111.

Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *17*(3), 493-497.

Cho, K. H. & Shin, H. S. (2014). The Effect of Virtual Reality Training on Lower Extremity Muscle Activation in Elderly. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, *9*(1), 55-62.

Choi, H. J., Cha, H. J. & Choi, S. M. (2018). VR Skywalking: A VR Fitness System Using a Skywalker Equipment. Proceedings of HCI Korea.

Choi, S. S. (2015). A Study on the difference of cognitive-behavior different sexes-Focusing on the analysis of preference over the color, shape and space. *Journal of Digital Design*, *15*(4), 307-318.

De Camp, J. (1917). The influence of color on apparent weight. A preliminary study. *Journal of Experimental Psychology*, *2*(5), 347.

Deutsch, J. E., Borbely, M., Filler, J., Huhn, K. & Guarrera-Bowlby, P. (2008). Use of low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Physical Therapy*, *88*(10), 1196-1207.

Gil-Gomez, J., Llorens, R., Alcaniz, M. & Colomer, C. (2011). Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, *8*(30), 1-9.

Hong, G. Y. & Lee, O. S. (2017). The Influence of VR color Image for color Psychotherapy. International *Journal of Contents*, *17*, 376-384.

Hong, S. Y. (2010). Effectiveness of Balance Training Based on Virtual Reality Game for the Elderly. *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, *18*(1), 55-64.

Kim, J. H., Lee, J. S., Lee, S, H., Kim, S. S. & Lee, B. H. (2011). The Effects of Virtual Reality Exercise Program with Wii-fitTM on Dynamic Balance and Walking Ability in Patients with Stroke. *Journal of Korean Medicine Rehabilitation*, *21*(2), 227-238.

Kim, T. W. & Park, B. Y. (2015). The Effect of Golf Variation on Golf Athletes Muscle Activity and performance. *Journal of Sport and Leisure Studies*, *50*(2), 733-743.

Lee, J. H. (2004). Virtual Reality and Psychology. *Korean Journal of Psychology*, *23*(2), 87-104.

Liliam F. O., Thiago, T. M., Daniel, S. A., Marco, A. C. & Taian, M. M. (2009). Effect of the shoulder position on the biceps brachii EMG in different dumbbell curls. *Journal of Sports Science and Medicine*, *8*, 24-29.

Monroe, M. (1925). The apparent weight of color and correlated phenomena. *The American Journal of Psychology*, *36*(2), 192-206.

Nam, H. J. (2017). Perceptive Effects of pseudo Weights using color and Text information. Unpublished Master's Thesis. Major in Department of Smart ICT Convergence Graduate School of Konkuk University.

Park, J. H. (2018). An Analysis of Kinematic and Psychological Feedbacks for Perceiving Weights based on Colors and Sizes of Objects in a Virtual Reality Environment. Department of Smart ICT Convergence Graduate School of Konkuk University.

Plow, M. & Finlayson, M. (2011). Potential benefits of nintendo wii fit among people with multiple Sclerosis; A Longitudinal Pilot Study. *International Journal of MS Care*, *13*(1), 21-30.

Taylor, C. D. (1930). Visual perception versus visual plus kinaesthetic perception in judging colored weights. *The Journal of General Psychology*, *4*(1-4), 229-246.

Warden, C. J. & Flynn, E. L. (1926). The effect of color on apparent size and weight. *The American Journal of Psychology*, *37*(3), 398-401.