

저항성 운동형태가 근감소증 유방암 환자의 근기능 지표 및 타액 내 사이토카인에 미치는 영향

장재훈¹, 허 선^{2*}

¹호남대학교 축구학과 교수, ²호남대학교 강사

The Effects of Resistance Exercise on Muscle Function Parameters and Cytokine Concentration in Saliva in Breast Cancer Patients with Sarcopenia

Jae-Hoon Jang¹, Sun Hur^{2*}

¹Professor, Division of Football Science, Honam University

²Instructor, Honam University

요약 본 연구의 목적은 근감소증이 있는 유방암 환자를 대상으로 서로 다른 근 수축형태의 저항성 운동을 실시하여 상지 근기능 및 타액 내 사이토카인에 미치는 효과를 규명함으로써 유방암 생존자의 재활 방지를 위한 효과적인 운동프로그램의 기초자료를 제공하는데 있다. 근감소증이 있는 유방암 환자(등척성 운동집단 10명, 등장성 운동집단 10명)를 대상으로 8주간 60~70%RM의 강도로 60분 동안 주 3회 실시하였으며, 비교집단($n=10$)은 일상생활을 유지하도록 하였다. 8주 운동 전후의 차이를 분석한 결과 어깨관절의 굴곡($p=.001$), 외전($p=.001$), 외회전($p=.045$) 및 사이토카인인 IL-6($p=.000$) IL-10($p=.001$)의 경우 등장성 운동을 실시하였을 때 더 긍정적인 효과가 있었다.

주제어 : 근감소증, 유방암, 등척성운동, 등장성운동, 근기능 지표, 사이토카인

Abstract The purpose of this study was to find out the effects of isometric and isotonic exercise on the muscle function and cytokine which will prevent recurrence of breast cancer patients. A subjects were thirteen breast cancer patients and they were randomly assigned either isometric exercise group($n=10$), isotonic exercises group($n=10$) or a daily base care control group($n=10$). Resistance exercise group did a exercise program with 60~70%RM for 60min, 3days per week during 8week. There were significantly difference between groups which were showing a increasing flexion, abduction, external rotation, IL-6 and IL-10 in isotonic exercise.

Key Words : Sarcopenia, Breast cancer, Isometric exercise, Isotonic exercise, Muscle function parameter, Cytokine

*This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5B5A07104261).

†Corresponding Author : Sun Hur(letssunny@hanmail.net)

Received October 19, 2021

Accepted December 20, 2021

Revised November 17, 2021

Published December 28, 2021

1. 서론

1.1 연구목적

여성에서 많이 발생하는 유방암은 갑상선암에 이어 높은 발병률을 보이고 있다[1]. 암과 관련된 근 기능 장애는 재발 및 전이된 환자에게만 국한되지 않고 중앙 수치가 낮은 환자에서도 나타난다[2]. 나이, 영양 결핍, 신체활동 부족, 중앙 유발 요인, 전신암 및 국소암 치료 등 많은 요인들이 근 기능 저하에 영향을 미친다[3].

낮은 근력과 신체활동 부족은 유방암 생존자들의 지속적인 피로를 예측할 수 있다[4]. 항암치료를 받는 유방암 환자는 일일 에너지 소비량의 감소로 근육량이 줄어들며 이는 근력과 기능성의 저하로 이어진다[5]. 특히, 항암치료를 받는 유방암 환자들의 경우 어깨관절 기능 변화는 주로 유방 보존 과정에서 함께 행해지는 액와 림프절 절제에 의해 일차적으로 발생되며, 2차 방사선 치료로 회복이 지연되거나 악화된다[6].

근감소증(sarcopenia)은 골격근의 감소현상을 의미한다[5]. 근감소증은 Asian Working Group for Sarcopenia에서 제시한 2019 아시아인 근감소증 기준을 적용한다. 이중 에너지 방사선 흡수 계측법으로 측정된 사지 근육량의 합을 신장의 제곱으로 나눈 값을 계산하여 여성은 $5.5\text{kg}/\text{m}^2$ 이하인 경우로 정의한다[7].

운동이 암 예방과 치료에 어떤 도움을 주는지에 대한 명확한 메커니즘은 알려져 있지 않지만, 저항운동은 근감소증의 예방과 치료를 포함하여 근골격계에 탁월한 효과를 보여주고 있다. 또한 유방암 발병을 억제하고 사망률을 감소시키는 것으로 보고되고 있다[8]. 저항운동에 의해 유도된 근육은 암 독성을 약화시켜 암 생존자의 치료율과 삶의 질을 향상시켜 장기적으로 생존율을 높인다[9]. Bruno et al. [10]은 저항운동이 단기적으로는 체지방 연소에 불리하지만 장기적으로는 체내 근육량을 늘려 혈중지질 개선 및 인슐린 저항성에 효과적이라고 하였다.

근감소증에 있어 유방암을 예방하기 위한 적정 수준의 근력과 골격근량에 대한 기준이 필요하다. 특히, 저항성 운동은 유방암 예방과 근감소증을 개선하는 프로그램의 중심 요소가 되어야 한다.

저항성 운동으로 등척성과 등장성이 있다. 등척성 운동의 장점은 관절의 움직임이 없어 관절 손상이 일어나지 않고 근위축을 억제하는데 효과적이다. 또 근육을

펼핑하여 체액을 제거함으로써 부종을 줄이는데 도움을 준다[11]. 그러나 근육 강화는 제한된 각도에서 이루어지는 근 수축 정도에서만 효과가 있다는 단점이 있다[12].

등장성 운동은 근지구력과 신경생리학적 시스템을 개선하는 장점이 있는 반면, 관절가동범위 중 나타나는 통증은 환자의 부하를 지탱하지 못해 안전하지 못하다는 단점이 있다[9].

이와 같이 저항성 운동은 근력 향상을 위해 고안된 운동으로 근 수축의 형태에 따라 특성이 다르기 때문에 환자의 상태에 따라 선택하여 적용해야 한다. 그러나 지금까지 유방암 치료를 받은 환자들을 대상으로 근 기능과 근력에 미치는 영향을 살펴본 연구[13]는 많지 않다.

사이토카인은 면역 관련 세포에서 분비되는 단백질로 미생물과 각종 항원에 대한 면역세포의 활성화 과정에서 생성된다. 면역세포의 성장과 기능에 영향을 미치기 때문에 특정 또는 비특정 항종양 반응이 활성화되거나 조절될 수 있다[14]. 최근 이런 사이토카인 농도가 중앙 예후와 관련된 혈액 및 타액 검체에서는 연구가 심화되고 있으나[15,16], 유방암 환자에 대한 사이토카인 관련 타액 연구는 여전히 미흡하므로[17], 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

타액의 채취방법은 혈액에 비해 비교적 간단하며 분석을 위한 충분한 양을 쉽게 얻을 수 있다. 또한 비침습적으로 감염에 취약한 면역 관련 환자의 심리적 스트레스를 줄이고 감염 위험을 줄일 수 있다. 이같은 타액을 이용해 유방암 환자의 상태를 평가할 수 있는 가능성을 알아보기 위해 인터루킨-6(IL-6), 인터루킨-10(IL-10), 종양괴사인자-알파(TNF- α)의 타액 내 농도를 측정해 보고자 한다.

이에 본 연구는 근감소증이 있는 유방암 환자를 대상으로 8주간 다른 근 수축형태의 저항성 운동을 실시하여 사지 근기능 및 타액 내 사이토카인에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

연구대상자는 40~60세 여성 중 문진을 통해 유방암 수술 후 방사선 요법이 종료되었으며, 점막질환을 보이지 않는 비흡연자로 하였다. 근감소증 기준은 골격근 지수(SMI; skeletal muscle index) $5.4\sim 5.67\text{kg}/\text{m}^2$ 이하

[18]로 하였다. 대상자들을 등척성 운동집단, 등장성 운동집단, 비교집단에 10명씩 무작위로 배정하였다. 대상자들을 등척성 운동집단, 등장성 운동집단, 비교실험 전 연구대상자들에게 실험목적과 내용을 충분히 설명하였고, 본인이 원하지 않으면 언제든지 실험 참여를 중단할 수 있다는 등의 내용이 담긴 동의서에 서명을 받아 연구를 시작하였다. 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical characteristics of the subjects

	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	ASM (kg)	SMI (kg/m ²)
Isometric (n=10)	55.91 ±0.22	156.15 ±2.65	56.77 ±3.29	13.84 ±0.10	5.65 ±0.12
Isotonic (n=10)	55.98 ±1.89	154.85 ±3.58	55.90 ±4.18	13.02 ±1.12	5.44 ±0.15
Control (n=10)	56.28 ±0.34	156.02 ±3.89	57.58 ±2.19	13.51 ±0.15	5.56 ±0.09
F	2.286	69.020	31.291	7.882	17.547
p	.452	.630	.735	.378	.249

Mean±SD, ASM: appendicular skeletal muscle, SMI: skeletal muscle index.

2.2 측정항목 및 방법

2.2.1 신체구성

DEXA(QDR-4500W, Hologic, USA)를 이용하여 신장, 체중, 사지근육량(ASM; appendicular skeletal muscle), 골격근 지수((SMI; skeletal muscle index)를 안정 시에 측정하였다.

2.2.2 상지 근기능

어깨관절의 근력은 휴대용 근력 측정기(Micro FET2, Atlanta, USA)를 사용하였다[19]. 측정자가 '시작'이라는 신호에 맞춰 통증이 유발되지 않는 최대 근력을 3회 측정해서 평균값을 사용하였다.

2.2.3 타액 채취 및 분석

타액 채취 전 치석 제거 후 예방적 치주 치료가 끝난 2주 후에 타액을 채취하였다. 음식이나 음료를 섭취하고 최소 1시간 이상 지난 후 타액을 뱉는 방법[20]으로 멸균된 50ml 튜브에 5분 동안 채취하였다. 채취한 타액은 측정 전 표준 완충용액을 이용하여 보정된 pH meter(pH-200L, Seoul, Korea)를 사용하여 안정된 초기 값을 측정하였다. IL-6, IL-10, TNF- α 의 분석을

위해 실온에서 해동된 타액은 곧바로 4℃에서 10분 동안 13,000rpm으로 원심분리한 후 Bio-Plex Pro™ Assays(Bio-Rad, Hercules, USA)를 사용하였다.

3.1 저항운동 프로그램

1RM의 60~70% 운동 강도로 Schmitz et al. [21]이 제시한 유방암 생존자를 위한 저항운동 프로그램을 기초로 하여 설계하였다. 8주간, 주 3회, 1회 60분 실시 하였다.

3.1.1 등척성 운동

한 동작마다 10초간 자세를 유지하고 3초 간 휴식하는 것을 1회로 하여 15회, 3세트로 하였다. 견갑골 가동성 증진과 안정성에 관련 있는 근육들이 활성화 될 수 있도록 구성하였다[22]. 프로그램은 Table 2와 같다.

Table 2. Isometric exercise program

Form	Content	Intensity	Time
Warm up	neck, shoulder joint stretching		5min
Main	Scapula elevation, depression, protraction, retraction Shoulder flexion, abduction Shoulder external rotation, internal rotation Shoulder extension	15rep. 3sets RPE 13-15	50min
Cool-down	neck, shoulder joint stretching		5min

3.1.2 등장성 운동

세라밴드(Thera-Band, Akton, USA)는 빨간색으로 시작해서 녹색, 파란색으로 바꾸어 실시하였다[23]. 프로그램은 Table 3과 같다.

Table 3. Isotonic exercise program

Form	Content	Intensity	Time
Warm up	neck, shoulder joint stretching		5min
Main	Biceps curl Triceps extension Overhead pull-down Lateral shoulder raises Overhead press Chest press Shoulder shrugs Butter fly	15rep. 3sets RPE 13-15	50min
Cool-down	neck, shoulder joint stretching		5min

4.1 자료처리 방법

모든 자료는 SPSS/PC 23.0 통계 패키지를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 집단(3)과 시기(2)에 따른 차이를 검증하기 위해 이원변량분석 반복측정법을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

3. 분석결과

3.1 상지 근기능의 변화

상지 근기능의 변화는 Table 4와 같다.

Table 4. Changes in muscle function parameters

Variable	Group	Before	After		F	p	Post-hoc
Flexion (kg)	Isometric	5.11±.56	7.39±.86	G	16.216	.001	C(A < B)
	Isotonic	5.28±.61	8.19±.90	T	51.887	<.001	
	Control	5.16±.78	5.51±.01	G×T	24.138	.001	
Extension (kg)	Isometric	2.13±.57	2.68±.51	G	1.198	.216	C(A < B)
	Isotonic	2.25±.64	2.89±.83	T	90.397	.001	
	Control	2.20±.56	2.33±.58	G×T	31.386	.057	
Abduction (kg)	Isometric	5.25±.37	7.20±.89	G	24.377	<.001	C(A < B)
	Isotonic	5.20±.64	8.80±.61	T	68.947	<.001	
	Control	5.13±.56	5.30±.61	G×T	36.815	.001	
External rotation (kg)	Isometric	3.53±.37	4.23±.87	G	10.855	.010	C, A(B)
	Isotonic	3.56±.64	5.55±.58	T	51.004	.001	
	Control	3.60±.56	3.65±.58	G×T	37.455	.045	

Mean±SD. Isometric: A, Isotonic: B, Control: C.

굴곡 근력은 집단과 시기의 상호작용효과가 있었다 ($F=24.138, p=.001$). 등척성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 44.62% 유의하게 증가하였고, 등장성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 55.11% 유의하게 증가하였다.

신전 근력은 집단과 시기의 상호작용효과가 나타나지 않았다.

외전 근력은 집단과 시기의 상호작용효과가 있었다 ($F=36.815, p=.001$). 등척성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 37.14% 유의하게 증가하였고, 등장성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 69.23% 유의하게

증가하였다.

외회전 근력은 집단과 시기의 상호작용효과가 있었다 ($F=37.455, p=.045$). 등척성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 19.83% 유의하게 증가하였고, 등장성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 55.90% 증가하였다.

3.2 타액 내 사이토카인의 변화

타액 내 사이토카인의 변화는 Table 5와 같다.

Table 5. Changes of cytokine in saliva

Variable	Group	Before	After		F	p	Post-hoc
IL-6 (pg/ml)	Isometric	18.83±1.31	21.49±5.72	G	13.747	.001	C(A < B)
	Isotonic	15.68±2.30	25.21±3.20	T	4.244	.012	
	Control	17.40±3.03	17.22±1.02	G×T	11.218	<.001	
IL-10 (pg/ml)	Isometric	18.20±4.91	27.42±3.11	G	10.648	.001	C(A < B)
	Isotonic	16.34±2.80	32.10±3.61	T	46.678	.045	
	Control	16.99±4.12	17.32±5.65	G×T	18.670	.001	
TNF- α (pg/ml)	Isometric	24.68±3.52	21.29±2.60	G	23.306	.947	C(A < B)
	Isotonic	22.20±2.17	19.13±3.16	T	40.058	.035	
	Control	23.66±4.33	23.31±3.20	G×T	18.938	.084	

Mean±SD. Isometric: A, Isotonic: B, Control: C.

IL-6은 집단과 시기의 상호작용효과가 있었다 ($F=11.218, p=.000$). 등척성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 14.13% 유의하게 증가하였고, 등장성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 60.78% 유의하게 증가하였다.

IL-10은 집단과 시기의 상호작용효과가 있었다 ($F=18.670, p=.001$). 등척성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 50.66% 유의하게 증가하였고, 등장성 운동집단은 실험 전과 비교하여 8주 후 96.45% 유의하게 증가하였다.

TNF- α 은 집단과 시기의 상호작용효과가 나타나지 않았다.

4. 논의

유방암은 30%의 높은 재발률을 보이는 암이다. 보조

치료는 환측 상지의 기능을 더욱 저하시키고 전반적인 체력 수준, 불안정성 및 자세의 불균형을 보인다[7]. 따라서 유발암 생존자 관리에 있어 재발률을 줄이기 위한 증재뿐 아니라 어깨관절 장애 개선의 중요성이 강조되고 있다.

최근 연구에 따르면 중등도 이상의 상지 근력운동이 유발암 환자의 근력을 증가시킨다고 하였다[24]. 본 연구에서 8주간 등척성 운동 및 등장성 운동을 실시한 후 어깨관절의 굴곡, 신전, 외전, 외회전 근력은 증가하였으며, 굴곡, 외전, 외회전 근력의 경우 등척성 운동보다 등장성 운동을 실시했을 때 좀 더 유의한 효과가 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 실시한 프로그램은 자세를 고정하는 근육과 어깨 부위를 안정화시켜주는 근육을 강화시키는 운동으로 구성하였다. 운동 시 도구를 사용하면 흥미를 유발시킬 뿐만 아니라 생각을 전환함으로써 통증을 분산하는 효과를 촉진할 수 있다. 밴드는 어깨와 가슴 근육을 포함한 상지 근력을 강화시켜주며 근 기능 향상과 근 신경 협응력에 효과적이다. Montano-Rojas et al. [25]은 유발암 환자를 대상으로 주 3회, 8주간 탄력밴드 운동을 실시한 결과 저강도 운동군보다 고강도 운동군이 상지 근력 향상에 더 효과적이었다고 보고하였다. Winters-Stone et al. [4]도 폐경 후 유발암 생존자를 106명을 대상으로 저항운동과 신장운동의 효과를 비교한 연구에서 저항운동이 최대근력 향상에 효과적으로 나타나 본 연구 결과와 유사하였다.

최근 연구에 따르면 중등도 이상의 저항운동에 대한 안정성과 효용성이 보고되고 있으며 본 연구에서도 고강도 운동이 유발암 환자의 상지 근 기능에 효과적인 것으로 나타나 체계적인 관리 하에 유발암 환자의 상지 기능 회복을 위해 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

근육과 염증 사이의 관계에서 가장 중요한 myokine은 IL-6이다. IL-6는 발생의 기원과 생성되는 양에서 다른 사이토카인과는 많이 다르다[26]. 유발암 환자는 일반인에 비해 IL-6가 높다. 이는 NF-kB의 전사 인자가 발현되어 TNF- α 와 같은 전염증성 사이토카인의 생성을 촉진한다[27]. TNF- α 는 단백질 분해 경로와 관련된 세포 단위의 변화를 일으켜 단백질 분해가 빨라지고 근 소모를 촉진시킨다[28].

만성염증에서 TNF- α 는 IL-6와 같이 증가된다[29]. 그러나 운동 후 생성된 IL-6는 TNF- α 매개체에 의해

분비되는 IL-6와 반대 작용을 하는 것으로 알려져 있다 [26]. 운동을 하면 TNF- α 농도를 초과하는 많은 양의 IL-6가 분비된다. 이는 감염이나 패혈증에서 TNF- α 와 IL-6가 동시에 증가한 것과는 대조적이다[27].

운동 중 골격근에 의한 IL-6 생성은 근 수축과 비례하기 때문에 더 많은 근육을 사용하면 더 많은 IL-6가 생성된다. IL-6는 근육 내 글리코겐의 양 및 운동 강도와 밀접한 관련이 있다. AMP/ATP 비율이 높고 글리코겐 저장량이 낮은 상황에서 지방 분해를 자극한다[26]. Cabral-Santos et al. [30]은 지속적인 중강도 운동보다 고강도의 간헐적 자극 후 IL-6가 유의하게 증가하였다고 하였다. 근육 내 IL-6 농도가 높으면 TNF- α 에 존재하지 않는 항염증 작용을 나타낸다. 이는 NF-kB의 작용을 억제함으로써 TNF- α 와 같은 전염증성 사이토카인의 합성을 억제한다[27]. 동시에 IL-6는 염증을 억제하는 사이토카인 중에서도 중요한 역할을 하는 IL-10의 분비를 촉진한다. 면역체계의 단핵구 및 대식세포에서 분비되는 IL-10은 종양 미세 환경에서 IL-10 농도에 따라 낮은 농도에서는 종양 성장을 촉진하고, 높은 농도에서는 강력한 항종양 활동을 촉진한다[31]. 운동 후 근육에서 생성된 IL-6는 TNF- α 를 감소시키고 동시에 IL-10을 증가시켜 염증을 억제하는 쪽으로 변화시킨다[32].

본 연구에서 8주 동안 등척성 운동 및 등장성 운동을 실시한 후 IL-6와 IL-10 농도가 유의하게 증가하였다. 특히, 등척성 운동보다 등장성 운동을 실시했을 때 좀 더 유의한 효과가 있었다. 본 연구에서 실시한 운동프로그램의 운동 강도는 60~70%RM였는데 이는 Gerosa-Neto et al. [31]의 결과를 뒷받침하는 운동 강도로 사이토카인에 긍정적인 영향을 미쳤다고 생각된다.

본 실험에 참여한 대상자들은 예방적 치주 치료를 완료하고 2주 후에 건강한 구강상태에서 치주질환이나 궤양, 침식 등 점막질환이 없는 경우를 대상으로 하였다. 따라서 타액 내 사이토카인은 구강 내 국소 염증에서 기인한 것이 아닌 구강점막세포나 타액선 세포에서 분비된 것으로 생각된다. 추후 타액 내 IL-6와 IL-10이 유발암 환자의 구강 관리에 있어서 보조적 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

5. 결론 및 제언

저항성 운동은 유발암 환자의 상지 근력과 타액 내 사이토카인의 개선에 긍정적인 효과를 보여주었다.

특히, 등장성 운동이 어깨관절의 굴곡, 외전, 외회전 근력 증가 및 타액 내 IL-6와 IL-10의 증가에 더 효과적이라고 여겨진다. 따라서 유방암 예방과 근 감소를 개선하기 위한 운동프로그램의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

향후 연구에서는 본 연구에 적용한 프로그램의 지속 여부를 확인하기 위해 보다 많은 대상자 및 8주 이상의 장기적인 프로그램이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] J. S. Seo, H. A. Park, J. H. Kang, Y. G. Cho, Y. I. Hur & Y. L. Park. (2014). Obesity and obesity-related lifestyles of Korean breast cancer survivors. *Korean Journal of Health Promotion*, 14(3), 93-102.
DOI : 10.15384/kjhp.2014.14.3.93.
- [2] S. M. Seav et al. (2015). Management of sexual dysfunction in breast cancer survivors: a systematic review. *Women's Midlife Health*, 1, 9.
DOI : 10.1186/s40695-015-0009-4.
- [3] Y. Wu, D. Zhang & S. Kang. (2013). Physical activity and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Breast Cancer Research and Treatment*, 137(3), 869-882.
DOI : 10.1007/s10549-012-2396-7.2012.Dec.30.
- [4] K. M. Winters-Stone, J. Dobek, J. A. Bennett, L. M. Nail, M. C. Leo & A. Schwartz. (2012). The effect of resistance training on muscle strength and physical function in older, postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Journal of Cancer Survivorship*, 6(2), 189-199.
DOI : 10.1007/s11764-011-0210-x.2011.Dec.23.
- [5] K. F. Adams et al. (2014). Body mass and weight change in adults in relation to mortality risk. *American Journal of Epidemiology*, 179(2), 135-144.
DOI : 10.1093/aje/kwt254.
- [6] H. Mugele, N. Freitag, J. Wilhelmi, Y. Yang, S. Cheng, W. Bloch & M. Schumann. (2019). High-intensity interval training in the therapy and aftercare of cancer patients: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Cancer Survivorship*, 13(2), 205-223.
DOI : 10.1007/s11764-019-00743-3.
- [7] H. K. Chang, J. Y. Lee, C. R. Gil & M. K. Kim. (2020). Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults according to simplified algorithms for sarcopenia consensus based on Asian Working Group for Sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 15, 2291-2299.
DOI : 10.2147/CIA.S281131.
- [8] C. M. Friedenreich, C. R. Stone, W. Y. Cheung & S. Hayes. (2019). Physical activity and mortality in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *JNCI Cancer Spectrum*, 4(1), pkz080.
DOI : 10.1093/jncics/pkz080. eCollection 2020. 2.
- [9] T. Hasenoehrl, S. Palma, D. Ramazanov, H. Kolbl, T. Dorner, M. Keilani & R. Crevenna. (2020). Resistance exercise and breast cancer-related lymphedema-a systematic review update and meta-analysis. *Supportive Care in Cancer*, 28(8), 3593-3603.
DOI : 10.1007/s00520-020-05521-x.2020.3.15.
- [10] E. Bruno et al. (2018). Effect of aerobic exercise intervention on markers of insulin resistance in breast cancer women. *European Journal of Cancer Care*, 27(2), e12617.
DOI : 10.1111/ecc.12617.2016.DEC.7.
- [11] A. de O. Sarmento et al. (2017). Regular physical exercise improves cardiac autonomic and muscle vasodilatory responses to isometric exercise in healthy elderly. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 1021-1028.
DOI : 10.2147/CIA.S120876.
- [12] U. H. Rosa, T. J. Velasquez, M. C. Lara, R. E. Villarreal, G. L. Martinez, D. ER. Vargas & R. L. Galicia. (2012). Comparison of the effectiveness of isokinetic vs isometric therapeutic exercise in patients with osteoarthritis of knee. *Reumatología Clínica*, 8(1), 10-14.
DOI : 10.1016/j.reuma.2011.08.001.
- [13] B. Strasser, K. Steindorf, J. Wiskemann & C. M. Ulrich. (2013). Impact of resistance training in cancer survivors: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2080-2090.
DOI : 10.1249/MSS.0b013e31829a3b63.
- [14] D. E. Citrin, Y. J. Hitchcock, E. J. Chung, J. Frandsen, M. Urick, W. Shield & D. Gaffney. (2012). Determination of cytokine protein levels in oral secretions in patients undergoing radiotherapy for head and neck malignancies. *Radiation Oncology*, 7, 64.
DOI : 10.1186/1748-717X-7-64.
- [15] K.. Karstoft & B. K. Pedersen. (2016). Exercise and type 2 diabetes: focus on metabolism and inflammation. *Immunology and Cell Biology*,

- 94(2), 146-150.
DOI : 10.1038/icb.2015.101.
- [16] S. M. Madsen, A. C. Thorup, M. Bjerre & P. B. Jeppesen. (2015). Does 8 weeks of strenuous bicycle exercise improve diabetes-related inflammatory cytokines and free fatty acids in type 2 diabetes patients and individuals at high risk of metabolic syndrome? *Archives of Physiology in Biochemistry*, 121(4), 129-138.
DOI : 10.3109/13813455.2015.1082600.
- [17] M. Sugimoto, D. T. Wong, A. Hirayama, T. Soga & M. Tomita. (2010). Capillary electrophoresis mass spectrometry-based saliva metabolomics identified oral, breast and pancreatic cancer-specific profiles. *Metabolomics*, 6(1), 78-95.
DOI : 10.1007/s11306-009-0178-y.2009.SEP.10.
- [18] L. K. Chen et al. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300-307.
DOI : 10.1016/j.jamda.2019.12.012.
- [19] R. K. Pringle. (2003). Intra-instrument reliability of 4 goniometers. *Journal of Chiropractic Medicine*, 2(3), 91-95.
DOI : 10.1016/S0899-3467(07)60051-2.
- [20] L. F. Hofman. (2001). Human saliva as a diagnostic specimen. *The Journal of Nutrition*, 131(5), 1621-1625.
DOI : 10.1093/jn/131.5.1621S.
- [21] K. H. Schmitz, et al. (2010). American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42, 1409-1426.
DOI : 10.1249/Mss.0b013e3181e0c112.
- [22] L. M. Tamba & C. R. Shawn. (2017). Effectiveness of occupational therapy interventions for musculoskeletal shoulder conditions: a systematic review. *The American Journal of Occupational Therapy*, 71(1), 1-11.
DOI : 10.5014/ajot.2017.023127.
- [23] J. C. Colado, X. Garcia-Masso, M. E. Rogers, V. Tella, J. Benavent & E. H. Dantas. (2012). Effects of aquatic and dry land resistance training devices on body composition and physical capacity in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 32, 185-195.
DOI : 10.2478/v10078-012-0035-3.
- [24] A. Wanchai & J. M. Armer. (2019). Effects of weight-lifting or resistance exercise on breast cancer-related lymphedema: a systematic review. *International Journal of Nursing Sciences*, 6(1), 92-98.
DOI : 10.1016/j.ijnss.2018.12.006.
- [25] L. S. Montano-Rojas, E.M. Romero-Perez, C. Medina-Perez, M. M. Reguera-Garcia & J. A. de Paz. (2020). Resistance training in breast cancer survivors: a systematic review of exercise programs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6511.
DOI : 10.3390/ijerph17186511.
- [26] B. K. Pedersen. (2012). Muscular interleukin-6 and its role as an energy sensor. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(3), 392-396.
DOI : 10.1249/MSS.0b013e31822f94ac.
- [27] D. Reihmane & F. Dela. (2014). Interleukin-6: possible biological roles during exercise. *European Journal of Sports Science*, 14(3), 242-250.
DOI : 10.1080/17461391.2013.776640.
- [28] F. S. Lira, Bde. M. Antunes & J. CRosa Neto. (2015). The therapeutic potential of exercise to treat cachexia. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 9(4), 317-324.
DOI : 10.1097/SPC.000000000000170.
- [29] S. Golbidi & I. Laher. (2014). Exercise induced adipokine changes and the metabolic syndrome. *Journal of Diabetes Research*, 2014: 726861.
DOI : 10.1155/2014/726861.2014.1.19.
- [30] C. Cabral-Santos et al. (2015). Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 849-856.
DOI : eCollection 2015.12.
- [31] J. Gerosa-Neto et al. (2016). Impact of long-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 575-580.
DOI : 10.12965/jer.1632770.385. eCollection.2016.12.
- [32] S. Golbidi & I. Laher. (2014). Exercise induced adipokine changes and the metabolic syndrome. *Journal of Diabetes Research*, 2014: 726861.
DOI : 10.1155/2014/726861.2014.1.19.

장 재 훈(Jae Hoon Jang)

[정회원]



- 2006년 2월 : 강릉원주대학교 체육학과(이학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 호남대학교 축구학과 교수
- 관심분야 : 대사호르몬, 운동과 면역 반응, 비만
- E-Mail : phyjang@honam.ac.kr

허 선(Sun Hur)

[정회원]



- 2009년 8월 : 강원대학교 스포츠과 학과(체육학박사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 호남대학교 강사
- 관심분야 : 운동생리학, 운동처방
- E-Mail : letssunny@hanmail.net