

비만아동의 태권도 수련이 신체구성 및 타액 사이토카인에 미치는 영향*

선명수 (가천대학교) · 김창균** (가천대학교 교수)

국문초록

이 연구는 비만아동을 대상으로 태권도 수련이 신체구성 및 타액 염증성 사이토카인에 미치는 영향을 규명하여 태권도 수련의 운동 효과성에 대한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있었다. 이를 위하여 경기지역에 거주하는 신체질량지수(BMI)가 25(kg/m²) 이상인 8세에서 10세의 비만아동 50명을 편의표본추출 모집하여 수련집단과 비수련집단을 각각 25명씩 무작위 분류하였다. 연구 목적을 달성하기 위하여 12주간 태권도 프로그램을 실시하고 사전검사, 4주, 8주, 그리고 12주에 각각 신체구성(%body fat, BMI) 및 타액 염증성 사이토카인(IL-6, TNF- α , CRP)의 차이를 분석하고 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 비만 아동의 신체구성에 대한 차이에서는 비교군의 체지방률과 BMI는 12주 동안 큰 변화가 없는 반면 운동군의 체지방률과 BMI는 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 둘째, 비만 아동의 사이토카인 차이는 운동군의 IL-6와 TNF- α 는 8주와 12주차에 유의하게 감소하는 것으로 나타났으며, CRP는 사전, 4, 8, 12주 기간 동안 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하면 태권도 수련이 비만아동의 신체구성과 염증성 사이토카인을 감소시키는 긍정적인 결과를 도출하여 바람직한 성장과 발달에 도움이 될 수 있음을 시사하였다.

주요어 : 타액 사이토카인, IL-6, TNF- α , 비만

I. 서 론

아동 비만은 국내외에서 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 따른 개인 및 사회적으로 심각한 문제로 대두되고 있다. 학교 건강검사항본조사 결과에 의하면 우리나라 전체 아동 비만율은 17.3%로 지난 10년간 꾸준히 증가하고 있으며(보건복지부, 2018), COVID-19에 의한 야외활동 저하는 비만을 가속화하고 우울증을 심화하고 있다(주진영, 이세경, 원형중, 2021). 특히 아동기 비만은 80% 이상이 성인기 비만으로 이어지는데 이는 지방세포의 크기와 함께 수가 증가하는 특성을 지녔기 때문에 성인기 비만이 될 위험성이 있어 미래 국가 질병 부담 감소를 위해 적극적인 대응이 필요하다(이수진, 홍지혜, 2016). 과도하게 축적된 지방은 만성염증을 유발시키며(Kenney, Wilmore, & Costill, 2012), 면역기능 감소에 의한 상처 회복 지연 및 감염 위험 증가, 암 발생과 사망율의 증가를 유발하는 위험한 요인으로 보고하였다(Kumar & Nayak, 2016). 이에 식이 및 운동 요법, 그리고 약물치료 등의 처치를 통해 효과적으로 체중을 감소시킴으로써 염증을 조절하

기 위한 연구들이 진행되었다(Ringseis, Eder, Mooren & Krüger, 2015). 지방세포는 몸의 내분비 기관으로의 체내 염증 반응을 유도하는 다양한 사이토카인(cytokine)을 분비하는 것으로 알려져 있다(Chudek et al., 2006). 이러한 염증성 사이토카인은 T세포, β 세포, 대식세포 등의 면역세포에서 분비되어 세포 간의 신호 전달, 세포의 행동조절, 그리고 면역 반응 조절에 관여하는 단백질로 지방 세포에서 분비되는 Interleukin (IL)-6, 종양 괴사 인자(Tumor Necrosis Factor)TNF- α , C-반응성 단백질(C-reactive protein; CRP) 등으로 구성되어 있다.

비만과 염증성 사이토카인과의 관련성을 살펴보면 대부분의 사이토카인은 체내의 에너지 상태에 따라 민감하게 조절되며 비만인에게 높게 나타났다(Fulop et al., 2006). 이는 비만인의 생체 내 환경이 염증상태에 있음을 시사한다(Kim et al., 2012). 선행 연구에 의하면 비만도가 증가할수록 염증성 사이토카인의 혈중 수치가 증가한다고 보고하였다(Dandona, Aljada & Bandyopadhyay, 2004; Hotamisligil, 2003). TNF- α 는 세포의 염증 유발 및 면역조절작용 등을 하고(Kanaya et al., 2004), 지방세포에서 지방

* 이 논문은 2021년 가천대학교 선명수 박사학위논문 요약본임

** 교신저자 : 김창균 (ckkim@gachon.ac.kr)

형성 유전자를 하향 조절하는 작용을 하며 체중에 비례하여 증가한다(Wild & Byrne, 2011), 이러한 이유 때문에 정상체중인과 비교하여 비만인은 혈중 TNF- α 수준이 높고(Hotamisligil, 2003), IL-6는 TNF- α 와 함께 혈관수축물질들을 증가시킴으로써 염증반응을 유발하는 것으로 알려져 있으며, 혈장 IL-6의 농도는 비만과의 정적상관 관계를 나타낸다고 하였다(Vozarova et al., 2001). 체중증가 및 인슐린 저항성의 발생과 관련하여 IL-6의 증가하고(Kern et al., 2001), 비만인을 대상으로 저열량 식이와 규칙적인 신체활동을 처치한 결과 IL-6는 피하지방 조직의 감소현상을 나타냈다고 보고하였다(Brunn et al., 2006). 또한 규칙적인 신체활동과 장시간의 유산소 운동으로 안정 시 근육조직에서 IL-6농도를 감소시킨다고 하였다(Jansson, et al., 2003). 이 중 운동은 신체 조직의 기능을 활성화시켜 건강한 체중감소를 할 수 있으며(Okay et al., 2009), 운동의 염증 기능에 대한 긍정적인 영향을 보고하였다(이운용, 2004; 김기진, 2011).

따라서 본 연구는 비만아동을 대상으로 태권도 수련이 신체구성과 타액 염증성 사이토카인에 미치는 영향을 규명하여 아동의 건강 유지 및 증진을 위한 태권도 운동의 효과성에 대한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 최근 6개월 동안 운동 프로그램에 참여한 경험이 없으며 의학적으로 운동에 지장이 없는 8~10세의 어린이를 대상으로 사전검사를 실시하여 BMI $25(\text{kg}/\text{m}^2)$ 이상인 50명을 선정하였다. 8~10세 학령기 남녀 아동의 체중과 신장 등은 차이가 없음을 고려하고, Gauri, Desai, & Suresh(2014)의 연구를 참고로 성별을 구분하지 않았고, 모집된 대상은 무작위로 수련집단과 비수련집단 각각 25명씩 분류하였다. 수련집단과 비수련비단의 신체적 특성의 사전 동질성 확보를 위해 독립 t검정을 실시하여 유의한 차이가 없었으며, 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자 신체적 특성

구분	수련집단 (n=25)	비수련집단 (n=25)
연령(age)	8.92 $\pm$.75	9.00 $\pm$.76
신장(cm)	132.09 $\pm$ 4.95	131.54 $\pm$ 4.28
몸무게(kg)	46.57 $\pm$ 3.81	46.87 $\pm$ 3.90
BMI(kg/m ²)	26.67 $\pm$ 1.12	27.05 $\pm$ 1.17
체지방률(%)	34.93 $\pm$ 1.47	35.14 $\pm$ 2.92
HR _{max} 60~70%	139.16 $\pm$ 3.72	139.92 $\pm$ 3.08

값, 평균 $\pm$ 표준편차

2. 실험절차 및 측정방법

실험절차는 연구대상자에게 연구와 관련된 모든 정보와 절차, 연구목적을 충분히 설명하고, 보호자의 동의하에 실험참여 동의서를 사전에 작성한 후 실험에 참여토록 하였다. 수련집단은 주 3회, 회당 60분으로 구성된 태권도 프로그램에 참여하였다. 각 변인을 측정하기 위하여 측정 8시간 전부터 식사나 심한 운동을 금한 후, 운동복을 착용한 상태에서 사전 검사, 4주, 8주, 12주 후 신체구성 요인은 자동신장체중계(SD-102, Biospace co., KOR)로 체중(kg)과 신장(cm)을 측정하고, 생체전기저항측정기(Inbody 720, Biospace co., Korea)를 사용하여 체중(kg)/신장(m²)비로 비만 정도를 나타내는 체질량지수(Body Mass Index; BMI)를 산출하였다. 염증성 사이토카인을 분석하기 위하여 타액을 채집하였다. 타액은 수집방법에 따라 분석 결과가 달라질 수도 있다고 보고하였다(안나영, 2016). 특히, 타액의 분비율은 노인이나 스트레스 그리고 성별 등에 따라 달라 질 수 있으나 타액 분비 속도는 이른 새벽 04시경에 가장 많으며 그 이후로 점점 줄어들어 20시에 가장 낮은 점(Palmai & Blackwell, 1965)을 고려하여 일상생활을 본격적으로 시작하기 전 공복상태에서 아침 8시에 채취하였다. 또한 타액 샘플링 시간, 샘플 절차, 보관등과 같은 요인에도 타액은 민감하게 반응하고 타액에서 매우 덜 안정되어 있고 실온에서 하루 70% 이상 저하된다(Groschl et al., 2008). 따라서 타액 염증성 사이토카인 IL-6, TNF- α , 그리고 CRP를 분석하기 위하여 타액 채취는 분석연구소 연구원이 부작용이 적고 정확도가 높은 SALIVETTE (SALIVETTE®, Sersted, Vumberecht, Germany)를 사용하여 직접 채집하였다. 각 피험자는 측정 전 100ml의 증류수를 1회에 30초간 3회에 걸쳐서 입안을 충분히 헹군 다음 1분간의 안정을 취하게 하였다. 이후 구강 내에 있는 타액을 전부 삼킨 다음 Salivette에 부착되어 있는 멸균 솜을 이용하여 1회/sec의 속도로 1분간 씹게(mastication)하였으며, 1분간 분비된 타액 전부를 멸균 솜에 흡수되게 한 후, Salivette 용기에 담아 타액 샘플은 수 집 후 타액 내 단백질 소실을 최소화하기 위하여 즉시 아이스 위에 두고 빠른 시간 내에 원심분리 후 냉동보관하여 seegene(시젠) 의학연구소에서 분석하였다.

3. 태권도 수련 프로그램

본 연구 대상자는 8~10세 비만아동으로 태권도 프로그램 내용은 연구자가 태권도 전문가로 기본기술을 구성하였고 운동 프로그램은 운동처방적 관점에서 운동처방 전문가의 의견을 반영하여 태권도 수련은 12주간 주 3회, 회당 60분씩 실시하였다. 본 운동 프로그램은 준비운동 5분, 기초체력 10분, 태권도 기본동작 15분, 품새 15분, 겨루기 10분, 정리운동 5분으로 구성하였다. 12주간 프로그램은 <표 2>에 제시된 내용을 바탕으로 대상자의 체력과 난이도를 고려하여 60~70% HR_{max}(RPE 12~14) 수준으로 강도를 유지하며 진행하였다. 운동 강도 조절을 위한 운동 중 심박

수 측정은 무선심박수계 Polar(RA400TM, Kempele, Finland)를 사용하여 진행하였다.

표 2. 태권도 수련 프로그램

구분	내용	시간(분)	강도
준비운동	관절 풀기 및 근육 스트레칭	5	
기초체력	10m 왕복달리기 지그재그 달리기 반응 달리기 팔 벌려 높이뛰기 발끝 닿기 점프 한쪽 무릎 가슴 닿기 점프 버피테스트 팔굽혀펴기	10	60~70% HR _{max}
태권도 기본 동작	서기동작 막기동작 지르기동작 발차기동작	15	RPE 12~14
품새	태극 1-6장	15	
겨루기	2인 1조 미트를 사용한 겨루기	10	
정리운동	관절 풀기 및 근육 스트레칭	5	

4. 자료처리

본 연구의 결과분석을 위하여 SPSS 25.0(ver. Korea) 통계 프로그램을 이용하여 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하고 다음과 같이 자료처리를 실시하였다. 첫째, 수집된 자료의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 빈도분석과 기술통계분석을 실시하였다. 둘째, 집단 및 시간에 따른 신체조성과 염증인자 사이토카인의 차이를 검증하기 위해 2-way(2×4) RG·RM ANOVA 분석을 실시하였으며, 시간에 따른 유의미한 차이가 발생할 경우 사후검증(Bonferroni)을 실시하였다. 통계적 유의수준은 $p<0.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 신체구성(Body composition)의 차이

신체구성 요인 체지방률(%body fat)의 차이(표 3)를 살펴보면 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 운동군의 체지방률이 비교군보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 반복요인에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 사후검증 결과 사전, 4, 8, 12주의 측정시기 마다 체지방률이 사전에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 또한 집단과 반복의 상호작용에서도 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.01$). 이에 사전에는 운동군과 비교군의 체지방률이 큰 차이를 보이지 않았

며, 이후 비교군의 체지방률은 12주 동안 큰 변화가 없는 반면 운동군의 체지방률은 12주의 태권도 수련 기간 동안 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다.

표 3. 체지방률(%)의 차이

구분	수련군	통제군	F-value	p
사전	34.93±1.47	35.14±2.92	G=8.199	p=.006*
4주	33.48±1.40	35.15±2.91	T=897.017	p=.000*
8주	33.06±1.34	35.16±2.91	G×T=919.034	p=.000*
12주	31.78±1.28	35.16±2.90		

Post-hoc 반복: 사전>4주>8주>12주

값: 평균±표준편차, * $p<0.05$, G; Group, T; Time, Unit; %

신체질량지수(BMI)의 차이(표 4)를 살펴보면 집단 간 차이에서 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 운동군의 BMI가 비교군보다 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 반복요인에서도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 사후검증 결과 사전, 4, 8, 12주에서 BMI가 이전에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 또한 집단과 반복의 상호작용에서도 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.01$). 각 집단의 측정시기별 차이를 살펴보면 사전에는 운동군과 비교군의 BMI가 큰 차이를 보이지 않았으며, 이후 비교군의 BMI는 12주 동안 큰 변화가 없는 반면 운동군의 BMI는 12주의 태권도 수련 기간 동안 감소하는 것으로 나타났다.

표 4. 체질량지수(BMI)의 차이

구분	수련군	통제군	F-value	p
사전	26.67±1.12	27.05±1.37	G=20.849	p=.000*
4주	25.56±1.07	27.03±1.37	T=865.681	p=.000*
8주	25.24±1.02	26.98±1.36	G×T=697.870	p=.000*
12주	24.26±0.98	26.92±1.36		

Post-hoc 반복: 사전>4주>8주>12주

값: 평균±표준편차, * $p<0.05$, G; Group, T; Time, Unit; kg/m²

2. 타액 염증성 사이토카인(cytokine)의 차이

이 연구는 타액 염증성 사이토카인을 분석하였으며 IL-6의 차이(표 5)를 살펴보면 집단 간 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 운동군의 IL-6가 비교군보다 낮은 것으로 나타났다.

표 5. IL-6의 차이

구분	수련군	통제군	F-value	p
사전	4.17±0.78	4.08±0.68	G=10.736	p=.002*
4주	4.19±0.81	4.08±0.65	T=304.791	p=.000*
8주	3.21±0.70	4.11±0.73	G×T=303.463	p=.000*
12주	2.23±0.62	4.07±0.66		

Post-hoc 반복: 사전, 4주>8주>12주

값: 평균±표준편차, * $p<0.05$, G; Group, T; Time, Unit; pg/ml

반복요인에서도 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 사후검증 결과 사전과 4 주간에는 차이가 없었으나 이후 8, 12주 측

정시기 마다 IL-6가 이전에 비해 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 집단과 반복의 상호작용에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 각 집단의 측정시기 별 사전과 4주차에 운동군과 비교군의 IL-6는 차이와 변화를 보이지 않았으며, 이후에도 비교군의 IL-6는 큰 변화가 없는 반면 운동군의 IL-6는 8, 12주의 태권도 수련 기간에 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다.

표 6. TNF- α 의 차이

구분	수련군	통제군	F-value	p
사전	4.01 $\pm$ 0.90	3.98 $\pm$ 1.15	G=1.449	p=.235
4주	4.00 $\pm$ 0.92	3.95 $\pm$ 1.15	T=237.099	p=.000*
8주	3.41 $\pm$ 0.77	3.96 $\pm$ 1.23	G $\times$ T=129.397	p=.000*
12주	2.89 $\pm$ 0.65	3.77 $\pm$ 1.10		

Post-hoc 반복: 사전, 4주 $\times$ 8주 $\times$ 12주

값: 평균 $\pm$ 표준편차, * $p<.05$, G, Group, T, Time, Unit, pg/ml

타액 TNF- α 의 차이 <표 6>를 살펴보면 집단 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 반복요인에서는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<.01$), 사후검증 결과 사전과 4주 간에는 차이가 없었으나 이후 8, 12주 측정시기에 이전에 비해 유의하게 감소하는 것으로 나타났다($p<.01$). 집단과 반복의 상호작용에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 사전과 4주차에는 운동군과 비교군의 TNF- α 가 큰 차이와 변화를 보이지 않았으며, 이후에도 비교군의 TNF- α 는 큰 변화가 없는 반면 운동군의 TNF- α 는 8, 12주의 태권도 수련 기간에 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다.

표 7. CRP의 차이

구분	수련군	통제군	F-value	p
사전	4.29 $\pm$ 0.96	4.17 $\pm$ 1.20	G=3.786	p=.058
4주	3.82 $\pm$ 0.89	4.23 $\pm$ 1.22	T=142.142	p=.000*
8주	3.62 $\pm$ 0.85	4.20 $\pm$ 1.21	G $\times$ T=155.614	p=.000*
12주	2.79 $\pm$ 0.63	4.22 $\pm$ 1.29		

Post-hoc 반복: 사전 $\times$ 4주 $\times$ 8주 $\times$ 12주

값: 평균 $\pm$ 표준편차, * $p<.05$, G, Group, T, Time, Unit, mg/l

타액의 CRP의 차이 <표 7>를 살펴보면 집단 간 차이에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 반복요인에서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<.05$), 사후검증 결과 사전, 4, 8, 12주의 측정시기 마다 CRP가 이전에 비해 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 집단과 반복의 상호작용에서도 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 각 집단의 측정시기별 사전에는 운동군과 비교군에서 차이를 보이지 않았으나 운동군에서 12주 수련 기간 동안 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다.

IV. 논 의

본 연구는 비만아동의 태권도 수련에 따른 신체구성(%body

fat, body mass index)과 타액 염증성 사이토카인(IL-6, TNF- α , CRP)의 차이를 규명하고 연구결과를 토대로 논의하면 다음과 같다. 비만 아동을 대상으로 12주간의 태권도 수련을 실시한 결과 비교군의 체지방률과 BMI는 12주 동안 큰 변화가 없는 반면 운동군의 체지방률과 BMI는 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 아동의 경우 학업 우선의 사회적 경향으로 인해 신체활동 부족과 더불어 비만율이 지속적으로 증가하는 현상을 보이고 있다(박경만, 정주혁, 김맹규, 2013). 이런 현상 속에 아동 비만을 개선하기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다. Vozarova 등(2001)은 혈장 IL-6의 농도는 비만과의 정적상관 관계가 있고, 체중증가와 관련하여 IL-6의 증가한다(Kern et al., 2001), 이에 Brunn 등(2006)은 비만인을 대상으로 규칙적인 신체활동을 처치한 결과 피하지방과 IL-6의 감소현상을 나타냈다고 보고하였다. 또한 규칙적인 신체활동과 장시간의 유산소 운동으로 안정 시 근육조직에서 IL-6농도를 감소시킨다고 하였다(Jansson, et al., 2003).

비만은 비정상적인 염증반응을 일으키는 하나의 원인으로써 간주되고 있으며(박상갑, 권유찬, 김은희, 장재희, 2006), 이승범(2014)은 중·고강도 유산소 운동이 체지방률과 BMI 그리고 사이토카인 IL-6와 TNF- α , CRP의 유의한 감소를 규명하였다. 김종식 등(2011)의 12주간 복합운동이 체중, 체지방률, BMI에서 유의한 변화 그리고 체지방 관련 사이토카인의 긍정적인 변화의 결과를 도출하였다. 정민기(2020)와 송진식 등(2019)의 연구에서는 태권도 트레이닝이 비만아동의 신체구성을 유의하게 개선시킨다는 연구결과와 같이 본 연구에 의해 수행된 태권도 수련이 신체구성 체지방률(%body fat, BMI)의 변화를 가져온 본 연구결과와 일치하였다. 특히 본 연구의 염증성 사이토카인 IL-6와 TNF- α 는 8와 12주차에 유의하게 감소하는 것으로 나타나 지속적인 운동이 필요하며 CRP는 태권도 수련 동안 지속적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다. 또한 장시간의 유산소 운동 및 저항운동은 비만 청소년의 염증성 사이토카인 농도를 감소시킨다고 보고하였고(김종식 등, 2011, 이운석, 2012, 이승범, 2014), 권유찬 등(2011)의 연구에서는 태권도 수련이 염증인자(IL-6, CRP)를 감소시키는 것으로 나타났다. 규칙적인 신체활동과 장시간의 유산소 운동으로 안정 시 근육조직에서 IL-6농도를 감소시킨다고 하였다(Jansson et al., 2003). 염현섭 등(2006)의 연구에서는 태권도 수련이 비만 아동의 염증성 사이토카인을 감소시키는 것으로 나타남으로써 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 따라서 운동은 건강한 체중감소를 할 수 있으며(Okay et al., 2009), 염증에 대한 긍정적인 연구(김기진, 2011)와 같이 본 연구에서는 유산소성 및 저항운동의 기능을 모두 포함하는 복합운동으로 꼽히는 태권도 수련이 아동기 비만을 효과적으로 개선시키고 나아가 염증성 사이토카인의 발현을 억제하는 데 도움을 줄 수 있음을 확인하였다.

한편 위의 선행 연구들은 대부분 혈액을 이용한 연구로 타액과 혈액을 비교한 연구를 살펴보면, Minetto 등(2005)은 스피닝과 등속성 운동 전·후 혈청과 타액으로 IL-6의 차이는 스피닝 운동 후 타액보다는 혈청에서 증가하였으나 검체 간에는 상관이 없으

며 이는 분석방법 차이라고 하였다. Abrisham 등(2021)은 소아와 청소년 수영 선수(남성 21명, 여성 22명)를 대상으로 타액과 혈장의 사이토카인의 농도는 수영 전 IL-6과 TNF- α 는 혈장과 비교하여 타액에서 유의하게 높게 나타났으며, 수영 후 IL-6와 TNF- α 는 타액에서 감소했지만 혈장에서는 감소하지 않았다. Zamzy 등(2010)은 일회적 운동시 타액을 검체로 TNF- α 의 변화는 운동 중 최대로 증가한 이후 점차 감소하였다. Gauri 등(2014)은 심혈관질환 위험지표 CRP를 ELISA kit에 의한 타액을 분석한 결과 정상 청소년보다 비만 청소년(age 10 $\pm$ 2, boys=24, girls=29)에서 CRP 농도와 분비율이 유의하게 높게 나타나 비만 집단에서 높게 나타난 본 연구 결과와 유사하였다. 이와 같이 타액을 이용한 사이토카인에 대한 연구는 아직은 부족한 현실이며 연구 결과도 혈액과 타액을 검체로 한 결과가 상이한 형편이다. 특히 Gauri, Desai, & Suresh(2014)은 소아 및 청소년을 대상으로 타액을 이용한 연구에서 수집방법이나 다른 연구결과 등을 종합적으로 고려할 때 타액을 이용한 사이토카인 검사에 대한 제한을 시사하였다.

IV. 결 론

본 연구는 비만아동을 대상으로 12주간의 태권도 수련이 신체구성 변인(%body fat, BMI) 및 타액 염증성 사이토카인(IL-6, TNF- α , CRP)에 미치는 영향을 규명하고 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 비만 아동의 신체구성에 대한 차이에서는 비교군의 체지방률과 BMI는 12주 동안 큰 변화가 없는 반면 운동군의 체지방률과 BMI는 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. 둘째, 비만 아동의 사이토카인 차이는 운동군의 IL-6와 TNF- α 는 8주와 12주차에 유의하게 감소하는 것으로 나타났으며, CRP는 사전, 4, 8, 12주 기간 동안 유의하게 감소하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 태권도 수련이 비만 아동들의 신체구성과 타액 염증성 사이토카인을 감소시키는 긍정적인 결과를 도출하여 태권도 수련이 비만 아동의 건강증진 및 올바른 성장에 도움이 될 수 있음을 시사하였다. 그러나 타액을 검체로 한 연구에서 고려해야할 사항은 인구통계학적인 조건을 최대한 동일하게 해야 함(안나영, 2016)에도 성별을 구분하지 않은 것은 연구의 제한점으로 추후 성별을 구분한 연구가 필요하다.

참고문헌

권유찬, 박상갑, 김은희, 박진기, 장재희(2011). 태권도수련이 복부비만 노인여성의 복부지방과 신기능 및 염증인자에 미치는 영향. **대한무도학회지**, 13(3), 161-173.

김기진(2011). 여성 고령자의 운동 후 심폐기능 및 신체구성 변

화와 인플루엔자 백신투여 후 면역반응의 관련성. **운동학 학술지**, 13(1), 121-130.

김종식, 조현철, 강희성(2011). 12주간 복합운동이 비만 청소년의 체지방 관련 사이토카인에 미치는 영향. **운동과학**, 20(3), 329-338.

박정만, 정주혁, 김맹규(2013). 아동들의 신체활동을 높이기 위한 방법 및 전략에 관한 최신 동향. **한국체육교육학회지**, 18(3), 205-218.

박상갑, 권유찬, 김은희, 장재희(2006). 12주간의 복합트레이닝이 중년 복부 비만여성의 내장지방과 Adiponectin 및 TNF- α 농도에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 14(4), 63-77.

보건복지부(2018). 학교건강검사표본조사

승진식, 정민기, 정현훈, 박상갑(2019). 태권도 수련을 통한 신체활동량이 스마트폰 과의존 아동의 신체구성과 또래 관계에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 28(6), 1383-1393.

안나영(2016). 급성운동과 타액 염증 사이토카인. 계명대학교 스포츠과학연구소 **스포츠과학연구**, 2(1), 31-38.

엄현섭, 정국현, 장권, 문원재, 유종만, 조준용, 양대승, 양춘호(2006). 태권도 수련이 비만아동들의 혈청 성장매개체 및 염증성 사이토카인 수준에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 8(3), 183-194.

이수진, 홍지혜(2016). **건강증진 리서치 브리프 2016**. 서울: 한국건강증진개발원.

이승범(2014). 중·고강도 유산소 운동이 인슐린저항성, 면역기능 및 염증성 사이토카인에 미치는 영향. **한국웰니스학회**, 9(2), 231-242.

이운석(2012). 유산소 및 저항운동이 비만 청소년의 신진대사 호르몬과 염증유발인자에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 경상대학교 대학원.

이운용(2004). 사이토카인과 운동. **코칭능력개발지**, 6(1), 1-14.

정민기(2020). 12 주간 태권도 홈 트레이닝 프로그램이 스마트폰 과의존 비만아동의 건강체력과 면역기능에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 29(3), 999-1007.

주진영, 이세경, 원형중(2021). COVID-19(코로나) 발생 전후로 나타난 청년의 여가활동유형과 우울감 관계. **한국여가레크리에이션학회지**, 45(2), 87-99.

Abrisham B., Brandon J. M., Nigel K., Michael J. I., Deborah O., Bareket F., Panagiota K. (2021). Cytokine concentrations in saliva vs. plasma at rest and in response to intense exercise in adolescent athletes. **Ann. Hum. Biol.**, 48(5), 389-392.

Bruun, J. M., Helge, J. W., Richelsen, B., & Stallknecht, B. (2006). Diet and exercise reduce low-grade inflammation and macrophage infiltration in adipose tissue but not in skeletal muscle in severely obese subjects. **AJP-E & Metabolism**, 290(5), E961-E967.

Chudek, J., Adamczak, M., Nieszporek, T., & Więcek, A.

- (2006). The adipose tissue as a source of vasoactive hormones and cytokines with a potential role in the pathogenesis of cardiovascular and renal diseases. *Rev. Port. Nephrol. Hypert.*, 20, 81-91.
- Dandona, P., Aljada, A., & Bandyopadhyay, A. (2004). Inflammation : the link between insulin resistance, obesity and diabetes. *Trends in Immunology*, 25(1), 4-7.
- Gauri S., Desai, Suresh T. M. (2014). Saliva as a non-invasive diagnostic tool for inflammation and insulin-resistance. *World J. Diabetes*, 5(6), 730-738.
- Groschl, M., Kohler, H., Topf, H. G., Rupprecht, T., & Rauh, M. (2008). Evaluation of saliva collection devices for the analysis of steroids, peptides and therapeutic drugs. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 47, 478-486.
- Jansson, A., Ernerudh, J., Kvarnström, M., Ekerfelt, C., & Vrethem, M. (2003). Elispot assay detection of cytokine secretion in multiple sclerosis patients treated with interferon- β or glatiramer acetate compared with untreated patients. *Multiple Sclerosis Journal*, 9(5), 440-445.
- Kanaya, K., Kondo, K., Suzukawa, K., Sakamoto, T., Kikuta, S., Okada, K., & Yamasoba, T. (2014). Innate immune responses and neuroepithelial degeneration and regeneration in the mouse olfactory mucosa induced by intranasal administration of Poly (I:C). *Cell and Tissue Research*, 357(1), 279-299.
- Kern, P. A., Ranganathan, S., Li, C., Wood, L., & Ranganathan, G. (2001). Adipose tissue tumor necrosis factor and interleukin-6 expression in human obesity and insulin resistance. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 280(5), E745-E751.
- Kim, M. S., Lee, M. S., & Kwon, D. Y. (2011). Inflammation-mediated obesity and insulin resistance as targets for nutraceuticals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1229(1), 140-146.
- Kumar, A., & Nayak, B. P. (2016). Obesity: single house for many evils. *Minerva Endocrinologica*, 41(4), 499-508.
- Minetto, M., Rainoldi, A., Gazzoni, M., Terzolo, M., Borriero, P., Termine, A., Saba, L., Dovio, A., Angeli, A., & Paccotti, P. (2005). Differential responses of serum and salivary interleukin-6 to acute strenuous exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 93, 679-686.
- Okay, D. M., Jackson, P. V., Marcinkiewicz, M., & Papino, M. N. (2009). Exercise and obesity. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 36(2), 379-393.
- Palmai G., & Blackwell B. (1965). The diurnal pattern of salivary flow in normal and depressed patients. *Br. J. Psychiatry*, 111, 334-8.
- Ringseis, R., Eder, K., Mooren, F. C., & Krüger, K. (2015). Metabolic signals and innate immune activation in obesity and exercise. *Exercise Immunology Review*, 21, 58-68.
- Vozarova, B., Weyer, C., Hanson, K., Tatarani, P. A., Bogardus, C., & Pratley, R. E. (2001). Circulating interleukin-6 in relation to adiposity, insulin action, and insulin secretion. *Obesity Research*, 9(7), 414-417.
- Zamzy A.R., Nizam A., Rabindarjeet S., Wihaskoro S. (2010). Effect of acute exercise on the levels of salivary cortisol, tumor necrosis factor- α and nitric oxide. *J. Oral Sci.*, 52(1), 133-6.

연구 참여자 세부역할

- 총괄진행 및 책임 : 김창균
- 연구주제 설정 및 계획수립 : 선명수, 김창균
- 연구 및 실험 진행 : 선명수
- 결과수집 및 해석 : 김창균, 선명수
- 논문작성 : 김창균, 선명수
- 논문수정 및 편집 : 김창균

ABSTRACT

Effects of Taekwondo Training on Body Composition and Salivary Cytokines in Childhood obesity

Sun, Myung-Su (Gachon University) · Kim, Chang-Gyun (Gachon University)

The purpose of this study investigated the effects of taekwondo training on body composition and salivary cytokines in childhood obesity. Obese children 50 over body mass index(25kg/m²) divided into two groups(training & non-training group) participated. The Salivary Cytokines Interleukin-6(IL-6), Tumor Necrosis Factor- α (TNF- α), and C-reactive protein(CRP) were collected at the point of pre-training(0 weeks), post 4, 8, and 12-week training, respectively and analyzed the %body fat and BMI. %body fat & BMI in the training group significantly decreased at the 4, 8 weeks, and 12 weeks ($p<.001$) to be compared with the non-training group. IL-6 and TNF- α in training group significantly decreased at the point of 8week and 12 weeks ($p<.001$) compared with the non-training group. CRP significantly decreased at the point of 4, 8, and 12 weeks ($p<.05$) respectively compared with the non-training group. In conclusion, Training in Taekwondo in obese children was effective on body composition and Salivary cytokines.

Key words : salivary cytokine, interleukin-6(IL-6), TNF- α , obesity

논문투고일 : 2022년 03월 28일

심사일 : 2022년 04월 15일

심사완료일 : 2022년 05월 19일