



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학박사 학위논문

태권도 수련이 중년여성의 신체조성, 신경전달물질
및 뇌신경세포 생성인자에 미치는 영향



부경대학교 일반대학원

체 육 학 과

서 대 경

이학박사 학위논문

태권도 수련이 중년여성의 신체조성, 신경전달물질
및 뇌신경세포 생성인자에 미치는 영향

지도교수 신 군 수

이 논문을 이학박사 학위논문으로 제출함.

2016년 2월

부경대학교 일반대학원

체 육 학 과

서 대 경

서대경의 이학박사 학위논문을 인준함.

2016년 2월 26일



위원장	이학박사	김용재	(인)
위원	이학박사	고기준	(인)
위원	이학박사	김현준	(인)
위원	이학박사	임춘규	(인)
위원	이학박사	신군수	(인)

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 문제	4
4. 연구의 제한점	5
5. 용어 및 약어의 정리	5
II. 이론적 배경	7
1. 태권도의 특징	7
2. 중년여성의 특징	8
3. 태권도와 신체조성	9
4. 태권도와 신경전달물질	10
5. 태권도와 뇌신경세포 생성인자	12
III. 연구방법	15
1. 연구대상	15
2. 측정항목 및 도구	15
3. 측정방법	17
4. 실험계획 및 방법	18

5. 자료처리	23
IV. 연구결과	24
1. 신체조성	24
2. 신경전달물질	33
3. 뇌신경세포 성장인자	40
V. 논 의	45
1. 신체조성의 변화	45
2. 신경전달물질의 변화	46
3. 뇌신경세포 성장인자의 변화	52
VI. 결 론	56
참고문헌	59

List of Table

Table 1. Physical characteristics of subjects in each group	15
Table 2. Measurement tool and items	16
Table 3. 1-4 week Taekwondo exercise program	20
Table 4. 5-8 week Taekwondo exercise program	21
Table 5. 9-12 week Taekwondo exercise program	22
Table 6. Change of Weight	24
Table 7. Result of repeated measure ANOVA of Weight	25
Table 8. Change of Fat(%)	26
Table 9. Result of repeated measure ANOVA of Fat(%)	27
Table 10. Change of LBM	28
Table 11. Result of repeated measure ANOVA of LBM	29
Table 12. Change of BMI	30
Table 13. Result of repeated measure ANOVA of BMI	31
Table 14. Change of Dopamine	33
Table 15. Result of repeated measure ANOVA of Dopamine	34
Table 16. Change of Serotonin	35
Table 17. Result of repeated measure ANOVA of Serotonin	36
Table 18. Change of IL-6	36
Table 19. Result of repeated measure ANOVA of IL-6	38
Table 20. Change of Cortisol	38
Table 21. Result of repeated measure ANOVA of Cortisol	40

Table 22. Change of BDNF	40
Table 23. Result of repeated measure ANOVA of BDNF	41
Table 24. Change of IGF-1	42
Table 25. Result of repeated measure ANOVA of IGF-1	44



List of Figure

Figure 1. Change of Weight in pre and post for 12 weeks program	26
Figure 2. Change of Fat(%) in pre and post for 12 weeks program	28
Figure 3. Change of LBM in pre and post for 12 weeks program	30
Figure 4. Change of BMI in pre and post for 12 weeks program	32
Figure 5. Change of Dopamine in pre and post for 12 weeks program ...	33
Figure 6. Change of Serotonin in pre and post for 12 weeks program ...	35
Figure 7. Change of IL-6 in pre and post for 12 weeks program	37
Figure 8. Change of Cortisol in pre and post for 12 weeks program	39
Figure 9. Change of BDNF in pre and post for 12 weeks program	42
Figure 10. Change of IGF-1 in pre and post for 12 weeks program	43

The Effect of Taekwondo Exercise on Body Composition,
Neurotransmitter and Brain Nerve Growth Factor
in Middle-aged Women

Dae Kyeong Seo

Department of Physical Education
The Graduate School
Pukyong National University
Directed by Professor Koun-Soo Shin, Ph. D

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of Taekwondo exercise on body composition, neurotransmitter and brain nerve growth factor in middle-aged women. For this purpose, 26 middle-aged women in Y city were recruited. They were divided into Taekwondo group(TG, n=13) and control group(CG, n=13). Taekwondo exercise program was applied exercise equivalent to RPE 11~12(Week 1-4) and exercise equivalent to RPE 13~15(Week 5-8) and exercise equivalent to RPE 13~15(Week 9-12) 50 minutes a day for 5 days a week in 12 weeks.

All data were analyzed by two-way repeated with ANOVA for comparison between groups and interaction and the comparison for within group change was paired *t*-test of SPSS package 18.0 program and significant level was set to .05. The results of this study were as follows:

1. Body Composition

1) Weight was decreased significantly TG($p<.05$) but increased significantly CG($p<.01$).

It was significantly different in terms of interaction effect by groups and times($p<.001$).

2) Quantity of body fat % was decreased significantly TG($p<.05$) but increased CG.

It was significantly different in terms of interaction effect by groups and times($p<.05$).

3) Quantity of lean mass was decreased TG but increased CG.

It wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

4) BMI was decreased significantly TG($p<.05$) but increased significantly CG($p<.05$).

It was significantly different in terms of interaction effect by groups and times($p<.01$).

2. Neurotransmitter

1) Dopamine was increased TG and CG.

It wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

2) Serotonin was increased significantly TG($p<.05$) and increased CG.

It was significantly different in terms of interaction effect by times($p<.05$). But it wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

3) IL-6 was decreased significantly TG($p<.01$) and increased CG.
It wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

4) Cortisol was decreased TG but no change CG.
It was significantly different in terms of interaction effect by groups ($p<.01$). But it wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

3. Brain Nerve Growth factor

1) BDNF was increased significantly TG($p<.05$) but decreased CG.
It was significantly different in terms of interaction effect by groups and times($p<.01$).

2) IGF-1 was increased TG but decreased CG.
It wasn't any significantly different in terms of interaction effect by groups and times.

I. 서 론

1. 연구의 필요성

중년여성들은 신체적으로 급격한 노화와 갱년기를 경험하게 되는데, 체력이 감소하고 시력 청각 등 신체감각이 무뎌지며, 피부탄력이 떨어지고 주름이 생기는 등의 신체적 노화를 경험하며, 무엇보다도 여성호르몬의 감소와 폐경으로 인해 질병유발이 증가한다(배경의, 2009). 따라서 능동적인 건강상태를 향상시키기 위해서는 적극적인 체력관리와 신체활동이 더욱 필요하다.

신체조성은 운동수행능력과 깊은 관련을 보여왔고(Baechle & Earle, 2002), 또한 신체조성의 평가는 각 개인의 신체활동의 정도, 체력수준의 척도로 필요하다고 할 수 있다.

인체에서 에너지 합성에 중요한 역할을 하는 대사기질은 스트레스, 운동 등 외부적 자극에 반응하여 변화하는 것으로 알려져 있으며, 이러한 대사기질의 변화는 호르몬에 의하여 조절이 이루어지고 있고(고향순, 2009), 운동을 통한 신체적인 자극은 체내 항상성을 유지하기 위해 각종 신체조직 및 기관에서 다양한 호르몬의 작용을 촉진시킨다(이경희 등, 2010).

호르몬은 인체내에서 신경계와 마찬가지로 중요한 정보전달 기능을 가지고 있기 때문에 인체의 성장발육, 심혈관계, 각종 대사의 조절에 관여하는 생화학적 전달 임무를 맡고 있다. 내분비선은 생산된 호르몬을 혈액 속으로 직접 분비하며, 호르몬은 인체내에서 화학적 신호로 작용한다. 내분비세포에 의해 분비되는 호르몬은 혈액을 통하여 특징적인 표적세포로 운반

되고 목적지에 도착하면 표적조직의 활성을 통제할 수 있다. 호르몬의 특성은 분비된 호르몬이 혈액을 통하여 이동하면서 신체 다른 곳의 세포나 기관의 활동에 특정적으로 영향을 미친다(전종원, 2007).

인체에 운동과 같은 신체적 자극이 주어지면 도파민, 세로토닌과 같은 신경전달물질의 분비량이 변화되는데, 이러한 물질들은 에너지 대사에 관계될 뿐만 아니라 인체의 항상성 유지 및 기분상태 변화, 기억 향상에도 영향을 준다(Burchett & Hicks, 2006; Karlsson & Holmes, 2006). 특히, 중추피로에 전달 물질인 세로토닌(serotonin)과 도파민(dopamine)의 역할을 입증하는 연구들이 축적되고 있으며, 세로토닌은 통증, 피로, 식욕 및 수면에 관여하는데 운동에 의해 증가되고, 신경세포 생성을 유도하는 것으로 보고되며(Brezun & Daszuta, 2002), 도파민은 운동기능에 관련되는 것으로 알려져 있다(Davis et al., 2000). Garcia et al(2001)은 세로토닌과 운동요법을 병행한 우울증 치료가 약물요법보다 BDNF 조절능력을 강화시켜 효과적이라는 연구결과를 보고하였다.

IL-6(Interleukin-6)는 단핵구, 내피세포 등에서 생성되어 염증-조절성 역할을 하며, 염증 반응 이후 항상성 유지에서 중요한 역할을 하며 BMI와 높은 상관관계가 있다고 보고되었고(Xing et al., 1998), IL-6는 다른 어떤 사이토카인보다 운동에 대한 반응이 크고, 운동에 대한 국부적 반응으로 골격근에서 생성되며, 성장요인으로서도 알려져 있다(이운용, 2004).

스트레스에 대한 반응 시 나타나는 코티솔(cortisol) 호르몬은 에너지 기질의 대사, 다른 호르몬의 합성과 분비의 촉진, 생식기능의 조절, 신경계에 대한 영향, 화농의 방지 및 면역기능 그리고 GAS(general adaptation syndrome)라고 하는 스트레스에 대한 단계적 적응에도 관여하며(백일영, 2009), Rojas Vega et al(2006)은 낮은 강도의 운동이 효과적이라 보고하였다.

뇌 기능과 관련하여 운동의 효과를 검증하는 지표로 BDNF(brain-derived neurotrophic factor), IGF-1(insulin-like growth factor-1), NGF(nerve growth factor) 등이 있다(Pencea et al., 2001).

운동을 실시하면 세로토닌이나 IGF-1 등과 같은 신경전달물질이나 BDNF나 NGF 등과 같은 신경성장인자와 그 유전자의 발현이 증가됨으로써 신경가소성과 신경세포 생성이 증가되고, 그로 인해 기억력이나 인지능력 등이 향상되는 것으로 보고되고 있다(Radak et al., 2006; Trejo et al., 2001; Weicker & Struder, 2001).

다양한 뇌 영역에서 발현되는 BDNF는 운동에 의해 발현의 증가를 보이고 뇌신경 세포 생성인자를 촉진시키는 것으로 알려져 있으며(Pencea et al., 2001), 이성호(2003)는 4, 8주의 수영운동이 해마의 BDNF를 증가시켰음을 보고하였다.

IGF-1의 특성은 성장과정에 대한 특성을 분석하는데 기본적인 항목에 해당하며(Daughaday & Rotwein, 1989), BDNF의 발현을 유도하는 것으로 보고되었다(Carro et al., 2001).

김유미 등(2013)은 쥐를 대상으로 12주간의 수영 운동 후 신경세포생성과 신경성장인자 및 신경전달물질의 변화를 살펴 본 결과, 기억력이나 학습능력 등 뇌기능 향상에 효과가 있다고 보고하였고, 운동이 신경전달 물질의 긍정적인 변화와 뇌기능 활성화에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있지만 쥐를 대상으로 한 연구가 많으며, 이러한 연구들은 운동형태가 제한적이고 강제적인 자극에 의한 운동은 뇌신경세포 생성에 영향을 미치는 스트레스를 유발함으로써 운동효과에 대한 결과 해석을 일반화하기 어렵다. 이에 운동에 의한 신체 및 내분비호르몬의 변화가 뇌신경세포 생성인자와 신경전달물질에 어떠한 영향을 미치는지 태권도 수련을 통한 중년여성의 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 생활스포츠로서 성인 중년여성을 대상으로 태권도 수련을 실시하여, 신체조성과 신경전달 물질 및 뇌신경세포 생성인자의 변화를 분석함으로써 태권도 수련이 중년여성들에게 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보는데 본 연구의 필요성이 있다.

2. 연구의 목적

본 연구는 중년여성을 대상으로 태권도 수련을 실시하여 신체조성과 신경전달물질인 도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸의 변화, 그리고 뇌신경세포 생성인자인 BDNF, IGF-1의 변화를 살펴봄으로써 중년여성기에 태권도 수련이 신체조성, 신경전달 물질 및 뇌신경세포의 활성화에 긍정적인 효과를 나타낼 수 있는지 분석해 보는데 그 목적이 있다.

3. 연구의 문제

본 연구에서 밝히고자 하는 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 태권도 수련 후 신체조성(체중, 체지방률, 체지방량, BMI)의 변화를 밝힌다.
- 2) 태권도 수련 후 신경전달물질(도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸)의 변화를 밝힌다.
- 3) 태권도 수련 후 뇌신경세포 생성인자(BDNF, IGF-1)의 변화를 밝힌다.

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

- 1) 피험자는 경남 Y시 중년여성들을 대상으로 하였다.
- 2) 피험자들의 심리적 상태와 유전적 특성은 고려하지 않았다.
- 3) 피험자들의 일상생활은 통제하지 않았다.

5. 용어 및 약어정의

본 연구에서 사용된 용어 및 약어는 다음과 같이 정의하였다.

- 1) 신체조성(Body Composition : BC) : 신체를 구성하는 조직을 몇 개의 요소로 분류하는 방법으로 지방과 제지방조직으로 이분하는 방법이 일반적이다(민유정, 2008).
- 2) 도파민(Dopamine) : 노르아드레날린의 전구물질이며 그 자체도 자율 신경절이나 중추신경계의 전달물질 혹은 호르몬기능을 하는 물질이다(민유정, 2008).
- 3) 세로토닌(Serotonin) : 혈액·장벽에 있고 평활근 수축작용과 승압작용을 하는 아민으로 신경계에도 존재하며, 일부는 신경전달물질로서 기능한다(민유정, 2008).

- 4) IL-6(Interleukin-6): 단핵대식세포가 생성하는 광범위한 생리활성을 나타내는 Cytokine으로 T임파구, 비임파구, 각종 임파구 및 암세포 등을 활성화 시키는 기능을 한다(천금석, 2010).
- 5) 코티솔(Cortisol) : 신장 위에 있는 삼각뿔 모양의 부신피질에서 만들어지는 당질코르티코이드의 일종으로 지방질 · 당질 · 단백질의 대사에 관계하는 호르몬이다. 지방질과 단백질을 분해하여 당질을 만드는 역할을 하고, 또 체내에 저장되어 있는 당질을 혈액속으로 배출하는 역할을 한다(민유정, 2008).
- 6) BDNF(Brain-derived neurotrophic factor) : 신경 성장인자로서 다양한 뇌 영역에서 발현되는 단백질로 신경세포의 성장·발달 그리고 신경가소성에 중요한 물질이다(편미영, 2010).
- 7) IGF-1(Insulin like Growth Factor-1) : 세포의 성장과 분화의 중요한 조절자이며 연골, 뼈 및 근육과 다른 조직의 성장조절에 중요한 역할을 수행한다(Florini, Ewton, & Coolican, 1996).

II. 이론적 배경

1. 태권도의 특징

태권도란 발로 찬다는 의미를 가진 태(跆拳道)와 주먹으로 막고 지른다는 뜻을 가진 권(拳), 그리고 길과 방법을 뜻하는 도(道)로 이루어진 단어이며, 맨손과 맨발로 수행하는 전신운동으로서 인체의 특정부위와 관절을 단련하여 자신을 방어하고 타인을 공격하는 기술로 이루어져 있다(최춘길, 하웅의, 2001).

태권도의 수련형태는 기본동작, 발차기, 품새, 겨루기, 격파, 호신술 등으로 나눌 수 있으며, 특히 겨루기는 2000년 시드니 올림픽에서 정식종목으로 채택되었고, 2004년 아테네 올림픽부터 영구종목으로 채택되면서 세계적인 스포츠로 확실하게 자리매김하게 되었다(김희찬, 이만균, 2009). 특히, 2012년 국제올림픽위원회(IOC)는 2020년 도쿄 올림픽부터 적용할 핵심종목(core sports)을 선정 하였는데 25개 종목에 태권도가 포함되었다.

태권도 품새는 태권도의 기본동작을 이용하여 공격과 방어의 개념을 음양의 원리에 적용시켜 가상의 적에 대해 수행함으로써 최종적으로 상대방을 제압하는 호신법의 일종이며, 겨루기 기술의 향상을 도모할 수 있는 수련이다(남상석 등, 2012).

태권도는 신체의 모든 부위를 사용하여 근력, 근지구력, 심폐지구력은 물론 뼈, 혹은 관절 및 근조직을 발달시켜 청소년은 물론 성인의 체력단련 및 균형적인 신체를 형성하는데 도움을 주는 운동방법이다(김갑수, 김창균, 2003). 또한, 태권도 수련은 신체 각 기관의 신진대사에 긍정적인 효과를

제공하고, 이는 결과적으로 성장발육에 큰 도움을 주며(송성빈, 2012), 전신적인 신체활동을 유도하여 신경계 및 순환계의 생물학적 기능을 촉진시키며 정신적 만족의 심리적 기능을 조절할 수 있는 능력을 습득할 뿐만 아니라, 성장과 발달을 촉진시키는 절대적인 요소가 되는 종합적인 신체 운동으로서의 생리학적인 가치를 가지고 있다(고동영, 2010).

변재경 등(2008)은 태권도 프로그램을 중년여성에게 적용하였을 때 LBM은 유의하게 향상되고, 체중, 체지방율, BMI는 실험군이 비교군보다 통계적으로 유의하게 감소된 것으로 보고하였으며, 한상운 등(2007)은 규칙적인 태권도 기본동작 수련은 유·무산소 운동으로서 전신의 근육을 골고루 발달시켜 기초대사량을 높이고 지방대사를 활성화시켜 체지방 감소 및 신체 구성의 변화에 긍정적인 영향을 미치며 비만 예방에 효과적인 것으로 보고하였다.

2. 중년여성의 특징

중년여성의 경우 신체적 발육발달이 최고점을 넘어서 그 기능이 유지되거나 혹은 감소하는 시기로 40대 후반에 있어서 체력의 저하가 두드러지게 나타나며, 육체적인 건강 면에서도 40대 중·후반에 접어들면서 점차적으로 비만, 고혈압, 심장병, 위장 장애, 당뇨병 등의 성인병이나 암에 대한 불안에 시달리기 시작하는 시기이다(이주희, 박기용, 2010).

중년여성은 일종의 과도기으로써, 특히 여성에게는 생리적 기능 및 육체적인 노화현상과 더불어 자녀의 독립으로 인한 가정에서의 역할변화, 노부모와 가까운 친척 및 친구의 질병과 죽음에 따른 사회영역에서의 변화 등으로 신체적인 변화뿐만 아니라 심리적, 사회적으로 수많은 환경의 변화를

경험한다. 중년여성은 가족의 건강 상태에 많은 영향을 미치기 때문에 노화방지와 건강증진을 위한 다각적인 노력이 요구된다(안성준, 2009).

또한, 중년여성은 신체적으로 신진대사의 저하, 내분비 기능의 감퇴, 생식기능의 저하로 인한 여성 호르몬의 분비 감소, 심리적으로 신경과민, 집중력 장애, 우울, 불안, 기억력 감퇴, 의욕상실과 같은 증상이 나타나는 시기이다(박복희, 이영숙, 2000).

특히, 중년여성에게서 운동부족으로 나타날 수 있는 근육량의 감소와 근육의 기능저하가 기초대사율과 체력을 현저히 감소시키는 주원인이 되므로 중년이 될수록 규칙적인 운동을 실시하여 근육량의 감소를 방지하고 근육의 에너지 대사기능을 활발하게 하는 것이 중년여성의 기초대사량과 체력의 저하를 막는 최선의 방법이라고 할 수 있다(안성준, 2009).

3. 태권도와 신체조성

신체조성(body composition)은 근육, 지방, 뼈, 그리고 신체를 구성하고 있는 다른 조직의 상대적인 비율을 의미하며, 체지방, 수분, 무기질, 결합조직, 단백질 등과 같은 다양한 화학적 요소로 구성되어 있으나 크게 2개 성분으로 나누어 체지방과 체지방으로 구분된다.

체지방이란 필수 지방과 저장지방을 통틀어서 인체의 모든 지방을 의미하고, 체지방률이란 인체 체중에 대한 체지방량의 비율을 백분율로 나타낸 것으로서 %fat로 표시하며, 체지방이란 지방을 제외한 수분, 단백질, 무기질, 기타 화학물질들의 중량을 합친 것을 말하며, 체지방 체중은 FFM(fat-free mass)과 LBM(lean body mass)이라는 두 가지 용어로 사용되고 있다.

신체조성을 측정하는 것은 체지방의 손실을 막아주고, 더 효과적인 영양, 이상적인 체중의 측정과 식이요법을 위한 규정의 명확화, 지방이 많거나 부족해서 생기는 위험을 파악하는데 그 기초가 되기 때문에 더욱 중요하다(백영호, 2000).

일반적으로 운동은 운동 강도, 시간, 빈도, 형태 등의 조절을 통하여서도 신체구성의 변화를 가져 올 수 있다(정연도, 김대권, 2015).

따라서 태권도 수련은 체지방과 복부지방 감소에 긍정적인 효과를 나타내고(가성순, 2001), 비만 아동들의 신체조성과 체력 향상에 효과적이다(권유찬 등, 2010).

김명일(2006)은 남·녀 대학생을 대상으로 태권도를 수련한 결과 근육량에서는 태권도 수련 후 남·여 집단 모두 유의하게 증가 하였지만, 체지방율과 복부 지방율에서는 남·여 집단이 태권도 수련 후 감소하였다고 보고하였고, 박상갑 등(2010)은 남자 비만 중학생에게 태권도 수련은 체지방을 감소시킨다고 보고하였다. 또한, 이주희 등(2010)은 태권도 수련형태에 따른 중년여성의 신체조성의 변화에서 품세 태권도집단과 태권체조집단 모두 체중과 체지방률은 감소하였으며, 체지방량은 증가 하였다고 보고하였다.

4. 태권도와 신경전달 물질

신경전달물질은 스트레스, 우울증, 불면증, 정신질환과 중추피로와 관련이 있으며, 뇌의 신경접합부에서 다양한 운동자극을 전달하거나 조절하는 것으로 알려져 있다(임인수, 2011).

도파민(dopamine)은 전두엽에서의 고도의 정신 기능 및 창의성을 유발하는데 작용하는 각성성 신경전달물질이다(이지연, 2008). 에피네프린

(epinephrine) 및 노르에피네프린(norepinephrine)과 밀접한 관계가 있는 신경전달물질로서 주요 기능은 중추신경계의 뉴런이 억제하는 것이며, 뇌 속에서 아주 적은 양을 방출하지만 정서, 정신, 운동 기능에 상당한 영향을 미친다. 뇌 속의 도파민은 주로 수의적(voluntary) 동작기능, 인식기능, 식사 및 음료섭취행위, 신경전달물질의 조절 및 선택적 주의력 등 많은 기능과 행동에 영향을 미친다(김우찬, 2012).

도파민은 다른 동물에 비해서 특별히 인간의 뇌에서 많이 유리되고 활동을 왕성히 하여 고도의 정신기능과 창조성을 발휘하도록 하는 신경전달물질이다. 호르몬 조절, 감정, 정서, 기억력 조절, 운동 조절, 대뇌피질의 창조와 지식의 조절에 관여한다(박봉섭 등, 2004).

세로토닌은 주의집중력과 관련된 신경전달물질로서 억제성 물질이기도 하며(이지연, 2008), 뇌에 의해서 조절되는 수면, 식욕, 성욕, 고통 그리고 바이올리듬 등을 활성화시키는 역할을 한다. 또한, 위장에서 운동성을 조절하며, 혈소판내에 존재하는 세로토닌은 지혈작용의 역할을 하기도 한다. 세로토닌의 화학적 명명은 5-hydroxytryptamine이며 약어로 5-HT로 사용한다(김재중, 2012).

사이토카인(cytokine)은 다양한 세포들에서 분비되어 손상이나 감염에 대한 면역반응 조절과 세포 간 신호전달을 담당하는 물질로서 면역반응과 생리적 기능에 따라서 전염증성(pro-inflammatory)과 항염증성(anti-inflammatory) 사이토카인으로 구분되는데 전염증성 사이토카인에는 IL-1, IL-6 및 tumor necrosis factor(TNF)등이 있으며, 이들은 중추신경계의 염증 반응을 확장시키는 역할을 한다(김정규, 2015). 또한 체내의 에너지 상태에 따라서 그 발현이 민감하게 조절되며, 중추신경계와 주변기관에 직접 혹은 간접적으로 작용하여 인슐린 민감도, 지방산 산화와 대사 식욕조절 또는 염증반응 매개 작용 등을 수행한다(Fulop, Tessierl,

carpentier, 2006).

염증 발생과 관련된 다양한 사이토카인 중 혈중 IL-6농도는 근육 및 지방조직을 비롯한 다양한 조직으로부터 분비되기 때문에 염증 유발 및 항염증의 양면성을 모두 가진 것으로 알려져 있다(Trayhurm & Wood, 2005). 그 외 다른 내분비적 기능으로서 급성기 단백질 합성, 시상하부-뇌하수체-부신축을 자극하고 열생성이나 비갑상선 질환에 의한 갑상선기능 이상의 병태생리에서 중요한 역할을 한다.

코티졸(cortisol)은 운동시 스트레스에 대한 반응으로 부신피질(adrenal cortex)에서는 스트레스 호르몬의 한 종류인 코티졸 호르몬이 분비되는데, 코티졸 호르몬은 근육에서 단백질 합성을 감소시키고, 이화작용을 증가시키는 등 탄수화물, 지방, 단백질 대사에 영향을 미치고, 간에서는 당신생(gluconeogenesis)을 도와주고 정상적인 면역반응을 유지하는 데에 필요한 호르몬으로 알려져 있다(Jefferies, 1991). 운동과 관계하는 반응에서, 약하거나 중강도의 운동은 코티졸 호르몬의 수준을 유의하게 변화시키지 않는 것으로 알려져 있고, 운동 강도가 강해짐에 따라, 그리고 운동량이 증가됨에 따라 혈중 코티졸 농도가 증가된다고 보고되고 있다(Johnson et al., 1997).

오상덕(1999)은 6주간 유산소성 지구력 훈련이 최대운동시 세라토닌 농도 변화는 훈련전에 비해 훈련후에 유의하게 감소되었고, 도파민 농도 변화는 훈련전에 비해 훈련후에 다소 증가하였으나 유의성은 없다고 보고하였으며, 남상남 등(2009)은 태권도 수련이 중년여성의 도파민, 세로토닌을 증가시키고 우울증 예방과 스트레스 해소에 도움이 된다고 보고하였다.

김기진(2008)은 중년여성의 신체구성과 운동참여 여부에 따른 혈중 IL-6은 운동에 대한 참여그룹이 비참여그룹보다 낮게 나타났다고 보고하였다.

5. 태권도와 뇌신경세포 생성인자

규칙적이고 지속적인 운동은 심폐능력이나 근골격계 뿐만 아니라 뇌세포의 변화 등에도 긍정적인 효과가 나타나고(Baek et al., 2006; Sim et al., 2005), 유산소 운동은 BDNF, IGF-1과 같은 성장인자의 발현을 증가시키며(Neeper et al., 1996), 특히 BDNF는 다양한 신경세포의 성장 및 생존을 돕고, 시냅스 가소성을 조절하는 중요한 신경성장인자이다(Wagner et al., 1999).

BDNF는 사람의 뇌로부터 유도되어 얻어진 약 27KDa에 해당되는 소량의 기저단백으로 다양한 뇌 영역에서 발현되며, 신경세포의 성장, 발달에 중요한 물질이면서 신경손상에 대한 저항을 높여 신경의 생존을 향상시키는 물질로 알려져 있다(Cotman & Berchtold, 2002).

운동이 기억력과 학습능력을 증가시키고 해마부위에서 BDNF와 TrkB 단백질 발현을 증가시켜주며, 뇌신경 세포생성의 증가 및 세포사멸을 억제시켜준다(Shin et al, 2013)

IGF-1은 유전자의 신경발생 BDNF 유전자 조절을 중재하고(Carro et al., 2000), 뇌에서의 신경단위 성장과 분화에 관여한다(Arsenijevic & Weiss, 1998). 운동과 관련하여 IGF-1은 운동 후에 뇌와 말초신경에서 수준이 증가되고, 뇌혈관벽 주변을 가로지르는 신경전달물질을 증가시킨다(Reinhardt & Bondy, 1994).

운동을 통해 증가된 IGF-1은 혈관 장벽을 투과하여 뇌에서의 IGF-1 발현에 영향을 주며, 장기간 저항성 운동 후 합성이 촉진되어 골격근의 성장 및 비대를 유발한다(Fan et al, 1994). 그리고 신경세포의 성장, 분화, 생존에 기인하고, 운동에 반응하여 뇌와 말초에서 발현이 증가되며(Arsenijevic & Weiss, 1998), IGF-1은 운동을 통한 총에너지소비 및 운동강도와 관련

이 있다(김철형, 2012). 그러나 피험자의 연령, 훈련상태, 운동강도, 시간 등의 조건에 따라 차이가 있을 수 있다(김성수 등, 2001).



Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구 대상은 경남 Y시에 거주하는 35세~55세의 중년여성으로 선정하였다. 이들 중 본인이 본 연구의 프로그램에 참가하기를 원하는 자로 최근 6개월 이내에 특별한 운동과 식사요법에 참여하지 않은 26명을 실험군(13명)과 통제군(13명)으로 무선표집하였다. 대상자의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of subjects in each group

Group	Ages(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	BMI (kg/m ²)
TG	42.77±5.20	160.15±5.50	61.76±6.28	24.11±2.48
CG	42.54±4.84	159.65±5.09	59.75±7.71	23.46±2.45

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group, BMI: body mass index

2. 측정항목 및 도구

본 연구의 신체조성의 측정 항목은 체중, 체지방률, 체지방량, BMI이고, 신경전달물질은 도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸이다. 그리고 뇌신경세포 생

성인자는 BDNF, IGF-1 이다.

측정도구 및 용도는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Measurement tool and items

Measurement tool	Model	Made	Item
Body composition analyzer	ioi 101	Korea	Weight, Fat(%), LBM, BMI
HPLC	Alliance	USA	Dopamine
HPLC	Alliance	USA	Serotonin
Microplate Reader	VERSA Max	USA	Interleukin-6
r-counter	COBRA 5010 QUANTUM	USA	Cortisol
Microplate Reader	VERSA Max	USA	BDNF
Liaison XL	Liaison XL	USA	IGF-1 (Somatomedin-C)

3. 측정방법

1) 신체조성

신체조성은 체성분 분석기인 ioi 101(Jawon medical co, Korea)을 사용하였으며, 정확한 측정을 위하여 시계 및 귀금속, 양말을 벗고 체중, 체지방률, 체지방량, BMI를 측정하였다. 양쪽 손바닥과 발바닥을 전해질 티슈로 닦아낸 후, 측정 장치에 올라가 피험자의 신장과 체중 및 성별을 측정기에 입력하였고, 피험자의 측정 자세는 발 전극을 밟은 후 손 전극을 잡고 선 자세에서 팔과 다리를 약 15° 정도 벌린 상태로 약 2분간 측정하였다.

2) 혈액 채취

혈액 채취를 하기 위하여 채혈전 10시간 이상의 공복상태를 유지하도록 통제하여 익일 오전 9:00에 실시하였다. 채혈은 앉은 자세에서 약 10ml를 주정맥(cubital vein)에서 채혈하였으며, 이때 항응고제(ethyl diamine tetra acetate: EDTA)와 LFT tube로 처리한 진공 채혈관 튜브를 사용하였다.

3) 혈액 분석

혈중 분리를 위해 항응고제가 첨가되지 않은 진공채혈관 튜브에 정맥혈을 채취하여 상온에서 30분 이상 Clotting 후 3000rpm(or 2000xg)dp 10분 동안 원심분리한 후 분리된 상층액을 혈청 분리관에 분리하였으며, 분석 시까지 -70℃ 환경에서 보관하였다. 혈중 내 도파민과 세로토닌은 HPLC(High performance liquid chromatography)방법을 이용하였고,

IL-6와 BDNF는 ELISA(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)방법을 이용하여 분석하였다. 코티졸은 RIA(Radioimmunoassay), IGF-1은 CLIA(Chemiluminescent Immunoassay)방법을 이용하여 분석하였다.

4. 실험계획 및 방법

1) 사전검사

12주간의 태권도 수련이 중년여성의 신체조성과 신경전달 물질인 도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸, 그리고 뇌신경세포 생성인자 및 그 관련요인인 BDNF, IGF-1에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 운동 프로그램을 실시하기 전 사전 신체조성 검사와 혈액 검사를 사전에 측정방법에 따라 측정 및 채혈하여 보관하였다.

2) 본 실험

본 실험을 위한 태권도 프로그램은 총 12주간 주 5회(월~금) 실시하였다. Borg(1998)의 스케일인 주관적 운동강도(RPE : rating of perceived exertion)를 이용 하였고, 운동시간 및 운동강도는 점증적 과부하의 원리를 적용하여 1~4주는 저강도(RPE 11-12)로 운동시간은 준비운동 10분, 기본동작 5분, 발차기 10분, 품새 10분, 태권체조 10분, 정리운동 5분으로 하여 총 50분으로 편성하였다. 또한, 5~8주는 중강도(RPE 13-15)로 운동시간은 준비운동 5분, 기본동작 5분, 발차기 15분, 품새 10분, 겨루기 15분, 정리운

동 5분으로 총 55분으로 편성하였고, 9~12주는 중강도(RPE 13-15)로 운동시간은 준비운동 5분, 발차기 15분, 품새 15분, 겨루기 20분, 정리운동 5분으로 총 60분으로 편성하여 본 운동시간과 강도를 4주단위로 증가시켰다. 구체적인 태권도 프로그램 내용은 <Table 3~5>와 같다.

3) 사후검사

12주간의 태권도 수련이 중년여성의 신체조성과 신경전달물질인 도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸, 그리고 뇌신경세포 생성인자 및 그 관련요인인 BDNF, IGF-1의 변화를 알아보기 위해 12주간의 태권도 수련 프로그램을 끝낸 후 측정방법에 따라 신체조성 측정 항목과 신경전달물질 측정 항목 그리고 뇌신경세포 성장인자 측정 항목을 사전검사와 동일한 방법으로 측정하였다.

Table 3. 1-4 week Taekwondo exercise program

구성	종목	내용	반복 횟수	set (회)	시간 (분)	강도	빈도
태권도 훈련 프로그램	준비운동	· 앉아 체전굴 · 발목 돌리기 · 무릎 펴주기 · 양다리 벌려 스트레칭, · 구르기(앞,뒤)			10	RPE 9-11	
	태권도 기본 동작	· 앞서기 · 앞굽이 · 뒷굽이 · 아래막기 · 몸통막기 · 얼굴막기	5	1	5	RPE 11-12	
		· 연속기본동작 · 지르기					
		· 앞차기 · 돌려차기 · 내려차기 · 연속발차기 · 미트발차기	10	1	10		주5회
		· 태극1장 · 품새 -구령, 구령없이 · 스텝바꾸기 · 제자리점프	2	2	10	RPE 11-12	
		· 돌려차기 · 바깥막기 · 손날막기 · 연결막고 차기	2	2	10		
	정리운동	· 구르기(앞,뒤) · 2인1조 스트레칭 · 앞 좌, 우 옆구리 눌러주기			5	RPE 9-11	
	총시간				50		

Table 4. 5-8 week Taekwondo exercise program

구성	종목	내용	반복 횟수	set (회)	시간 (분)	강도	빈도
태권도 훈련 프로그램	준비운동	· 앉아 체전굴 · 발목 돌리기 · 무릎 펴주기 · 양다리 벌려 스트레칭, · 구르기(앞, 뒤)			5	RPE 9-11	
		· 앞서기 · 앞굽이 · 뒷굽이					
	태권도 기본동작	· 아래막기 · 몸통막기 · 얼굴막기 · 연속기본동작 · 지르기	5	1	5	RPE 12-13	
	태권도 본운동	· 돌려차기 · 내려차기 · 옆차기 · 연속발차기 · 미트발차기	7	2	15		주5회
	태권도 폼새	· 태극2장 · 구령, 구령없이 · 스텝바꾸기 · 전, 후진 스텝	3	2	10	RPE 14-15	
	태권도 겨루기	· 사이드 스텝 · 받아차기 · 약속겨루기 · 미트겨루기	2	1	15		
	정리운동	· 구르기(앞, 뒤) · 2인1조 스트레칭 · 앞 좌, 우 옆구리 눌러주기			5	RPE 9-11	
	총시간				55		

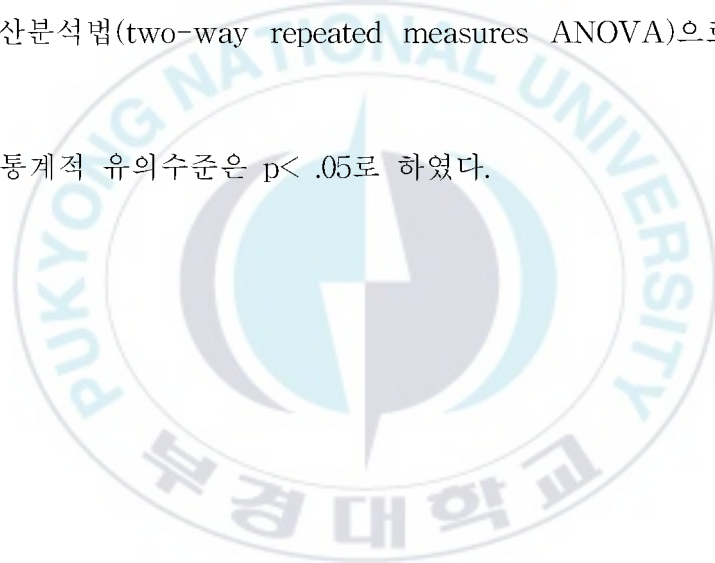
Table 5. 9-12 week Taekwondo exercise program

구성	종목	내용	반복 횟수	set (회)	시간 (분)	강도	빈도
태권도 훈련 프로그램	준비운동	· 앉아 체전굴 · 발목 돌리기 · 무릎 펴주기 · 양다리 벌려 스트레칭, · 구르기(앞,뒤)			5	RPE 9-11	
		· 앞서기 · 앞굽이 · 뒷굽이					
	태권도 기본동작	· 아래막기 · 몸통막기 · 얼굴막기 · 연속기본동작 · 지르기	5	1	5	RPE 12-13	
	태권도 본운동	· 앞차기 · 돌려차기 · 내려차기 · 연속발차기 · 미트발차기	10	2	15		주5회
	태권도 품새	· 태극3장 · 구령, 구령없이 · 스텝바꾸기 · 전,후진 스텝	3	2	15	RPE 14-15	
	태권도 겨루기	· 사이드 스텝 · 받아차기 · 약속겨루기 · 미트겨루기 · 구르기(앞,뒤)	2	2	20		
	정리운동	· 2인조 스트레칭 · 앞 좌, 우 옆구리 눌러주기			5	RPE 9-11	
	총시간				60		

5. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS/PC(18.0ver) Program을 사용하여 집단과 시점간의 평균(M) 및 표준편차(SD)를 산출하여 다음과 같이 통계처리하였다.

- 1) 각 집단내의 운동 전·후 차이검증은 paired t -test로 분석하였다.
- 2) 각 집단과 시점에 따른 상호작용 효과와 집단간의 차이검증은 이원반복측정 분산분석법(two-way repeated measures ANOVA)으로 분석하였다.
- 3) 모든 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.



IV. 연구결과

본 연구는 중년여성 26명을 대상으로 태권도 운동군 13명, 통제군 13명으로 구분하여, 12주간 태권도 수련대상 중년여성의 신체조성(체중, 체지방률, 체지방량, BMI), 신경전달물질(도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸), 뇌신경세포 생성인자인(BDNF, IGF-1)의 변화를 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 신체조성

1) 체중

체중의 변화는 <Table 6>, <Figure 1>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 61.76±6.28kg에서 운동 후 60.76±6.31kg으로 1.00kg 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 59.75±7.71kg에서 사후 검사에서 60.42±8.03kg으로 0.66kg 증가하였다.

Table 6. Change of Weight (kg)

Group	time		t-value
	pre	post	
TG	61.76±6.28	60.76±6.31	2.648*
CG	59.75±7.71	60.42±8.03	-4.046**
t-value	.728	.122	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

* $p < .05$, ** $p < .01$

체중의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 7>과 같다.

체중은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12} = 2.648$, $p < .05$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타났다($t_{1,12} = -4.046$, $p < .01$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = .677$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F_{1,24} = 16.307$, $p < .001$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = .728$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .122$).

Table 7. Result of repeated measure ANOVA of Weight

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	18.007	18.007	.178
Error	24	2424.905	101.038	
Time(B)	1	.372	.372	.677
A $\times$ B	1	8.972	8.972	16.307 ^{***}
Error	24	13.205	.550	

***: $p < .001$

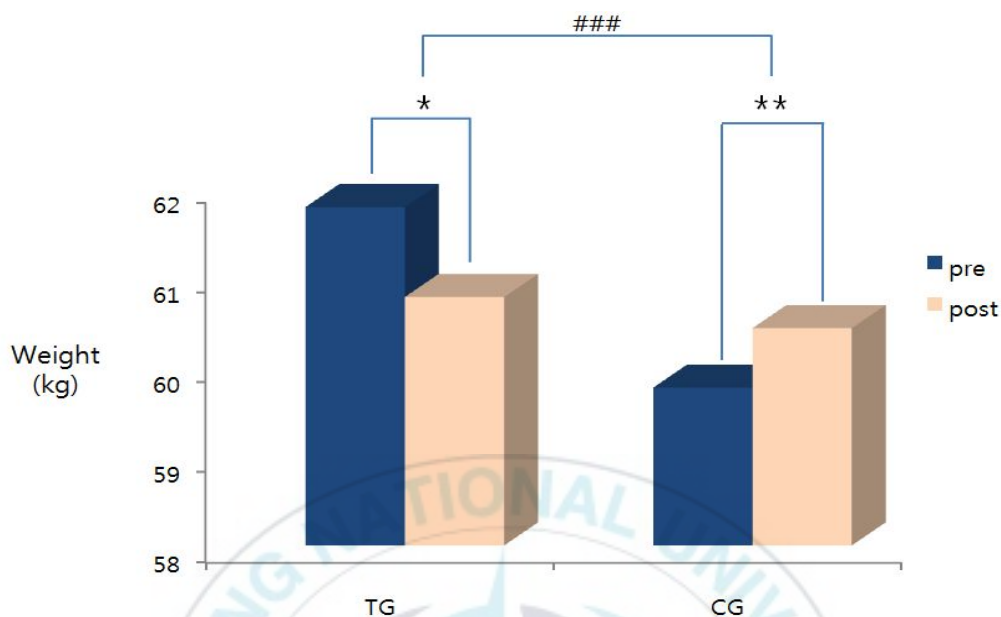


Figure 1. Change of Weight in pre and post for 12 weeks program

*: $p < .05$, **: $p < .01$

2) 체지방률

체지방률의 변화는 <Table 8>, <Figure 2>와 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $31.04 \pm 3.52\%$ 에서 운동 후 $30.45 \pm 3.88\%$ 로 0.59% 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 $30.34 \pm 4.23\%$ 에서 사후 검사에서 $30.54 \pm 3.78\%$ 로 0.20% 증가하였다.

Table 8. Change of Fat(%) (%)

Group	time		t-value
	pre	post	
TG	31.04 ± 3.52	30.45 ± 3.88	2.234*
CG	30.34 ± 4.23	30.54 ± 3.78	-.805
t-value	.459	-.061	

Values=Mean $\pm$ SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

* $p < .05$

체지방률의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 9>와 같다.

체지방률은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12} = 2.234$, $p < .05$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = -.805$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = 1.165$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F_{1,24} = 4.752$, $p < .05$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = .459$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = -.061$).

Table 9. Result of repeated measure ANOVA of Fat(%)

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	1.200	1.200	.041
Error	24	705.160	29.382	
Time(B)	1	.500	.500	1.165
A $\times$ B	1	2.040	2.040	4.752 [#]
Error	24	10.305	.429	

*: $p < .05$

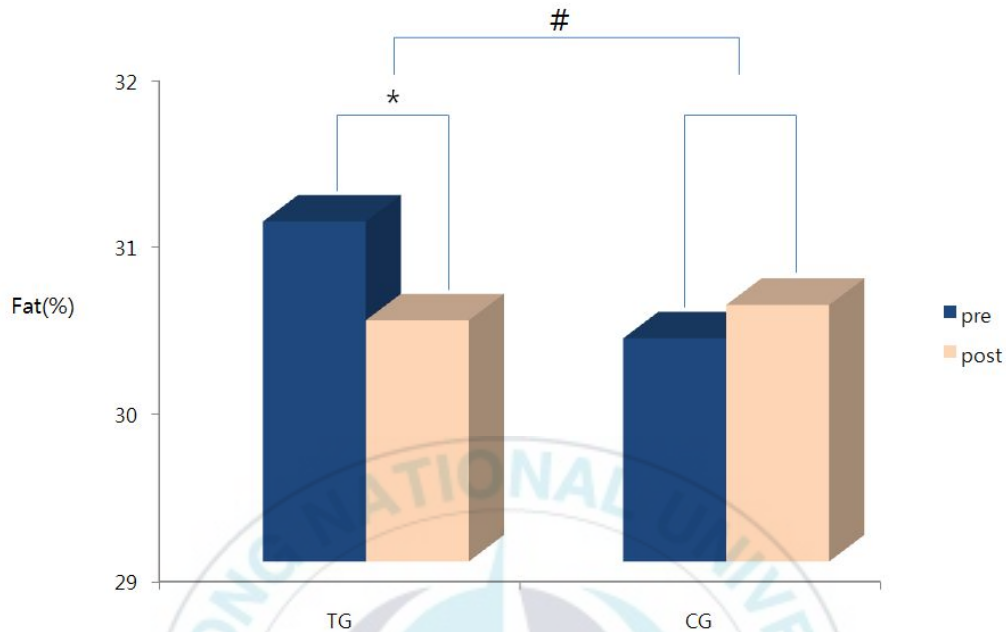


Figure 2. Change of Fat(%) in pre and post for 12 weeks program

*: $p < .05$

3) 제지방량

제지방량의 변화는 <Table 10>, <Figure 3>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $42.47 \pm 3.54\text{kg}$ 에서 운동 후 $42.13 \pm 3.50\text{kg}$ 으로 0.34kg 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 $41.37 \pm 3.42\text{kg}$ 에서 사후 검사에서 $41.72 \pm 3.69\text{kg}$ 로 0.35kg 증가하였다.

Table 10. Change of LBM (kg)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	42.47 ± 3.54	42.13 ± 3.50	1.125
CG	41.37 ± 3.42	41.72 ± 3.69	-1.749
<i>t</i> -value	.807	.294	

Values=Mean $\pm$ SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

제지방량의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 11>과 같다.

제지방량은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,12} = 1.125$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = -.805$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = .000$, 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = 3.612$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = .807$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .294$).

Table 11. Result of repeated measure ANOVA of LBM

Source	<i>DF</i>	SS	MS	<i>F</i> -value
Group(A)	1	7.463	7.463	.303
Error	24	590.538	24.606	
Time(B)	1	.000	.000	.000
A × B	1	1.523	1.523	3.612
Error	24	10.122	.422	

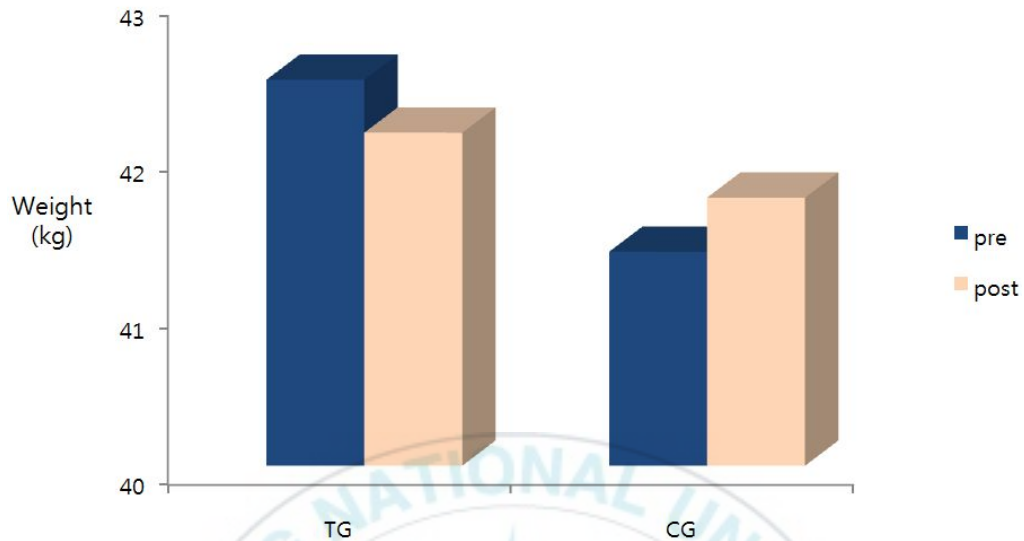


Figure 3. Change of LBM in pre and post for 12 weeks program

4) BMI

BMI의 변화는 <Table 12>, <Figure 4>와 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $24.11 \pm 2.48 \text{ kg/m}^2$ 에서 운동 후 $23.67 \pm 2.51 \text{ kg/m}^2$ 로 0.44 kg/m^2 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 $23.42 \pm 2.45 \text{ kg/m}^2$ 에서 사후 검사에서 $23.58 \pm 2.43 \text{ kg/m}^2$ 로 0.17 kg/m^2 증가하였다.

Table 12. Change of BMI (kg/m²)

Group	time		t-value
	pre	post	
TG	24.11±2.48	23.67±2.51	2.695*
CG	23.42±2.45	23.58±2.43	-3.027*
t-value	.717	.087	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

* $p < .05$

BMI의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 13>과 같다.

BMI는 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12} = 2.695$, $p < .05$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타났다($t_{1,12} = -3.027$, $p < .05$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = 2.448$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F_{1,24} = 12.474$, $p < .01$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = .717$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .087$).

Table 13. Result of repeated measure ANOVA of BMI

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	1.962	1.962	.163
Error	24	289.482	12.062	
Time(B)	1	.236	.236	2.448
A $\times$ B	1	1.200	1.200	12.474 ^{##}
Error	24	2.309	.096	

** $p < .01$

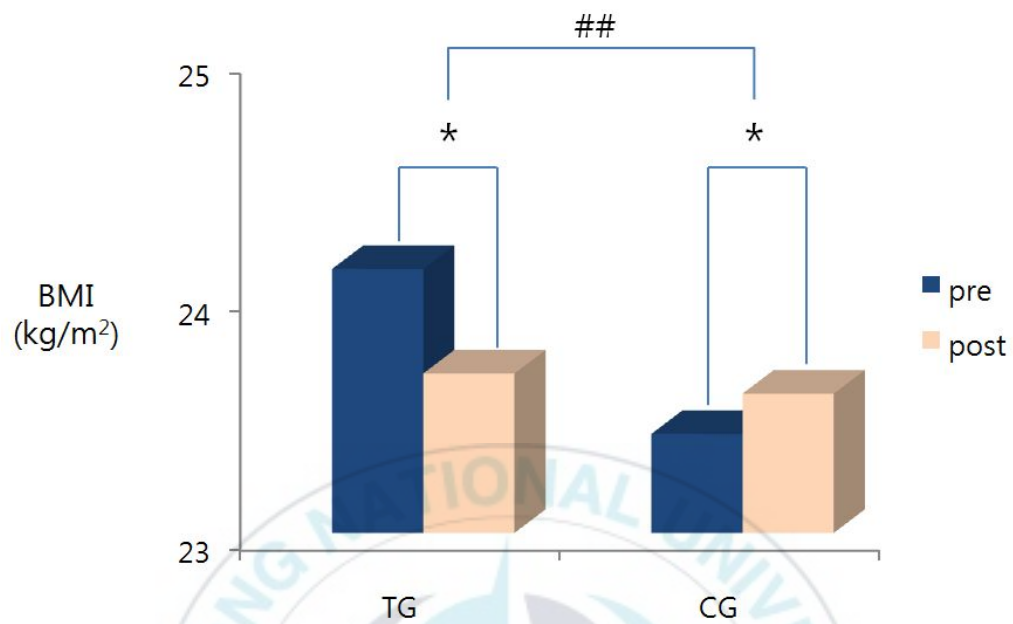


Figure 4. Change of BMI in pre and post for 12 weeks program

*: $p < .05$

2. 신경전달물질

1) 도파민

도파민의 변화는 <Table 14>, <Figure 5>와 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $37.32 \pm 11.88 \text{ pg/mL}$ 에서 운동 후 $42.86 \pm 12.52 \text{ pg/mL}$ 로 5.54 pg/mL 증가하였고, 통제군은 사전 검사에서 $36.03 \pm 12.45 \text{ pg/mL}$ 에서 사후 검사에서 $37.39 \pm 9.29 \text{ pg/mL}$ 로 1.36 pg/mL 증가하였다.

Table 14. Change of Dopamine (pg/mL)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	37.32 ± 11.88	42.86 ± 12.52	-1.207
CG	36.03 ± 12.45	37.39 ± 9.29	-.877
<i>t</i> -value	.271	1.265	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

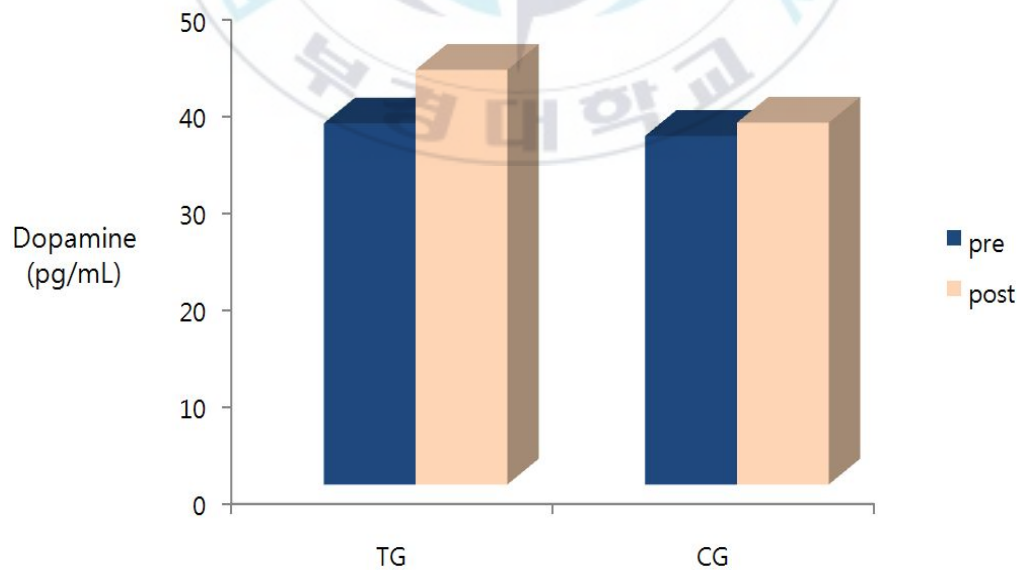


Figure 5. Change of Dopamine in pre and post for 12 weeks program

도파민의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 15>와 같다.

도파민은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,12} = -1.207$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = -.877$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = 2.209$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = .744$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = .271$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = 1.265$).

Table 15. Result of repeated measure ANOVA of Dopamine

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	148.585	148.585	.768
Error	24	4641.950	193.415	
Time(B)	1	154.733	154.733	2.029
A × B	1	56.702	56.702	.744
Error	24	1830.061	76.253	

2) 세로토닌

세로토닌의 변화는 <Table 16>, <Figure 6>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $102.22 \pm 37.36 \text{ ng/mL}$ 에서 운동 후 $154.07 \pm 88.60 \text{ ng/mL}$ 로 51.85 ng/mL 증가하였고, 통제군은 사전 검사에서 $116.59 \pm 39.18 \text{ ng/mL}$ 에서 사후 검사에서 $128.32 \pm 62.68 \text{ ng/mL}$ 로 11.72 ng/mL 증가하였다.

Table 16. Change of Serotonin (ng/mL)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	102.22±37.36	154.07±88.60	-2.376*
CG	116.59±39.18	128.32±62.68	-.845
<i>t</i> -value	-.958	.856	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

**p*< .05

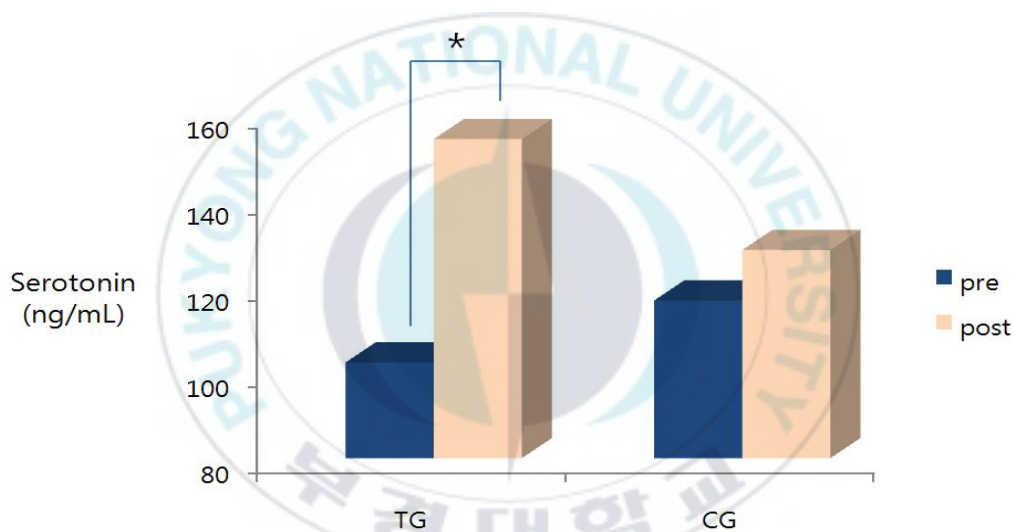


Figure 6. Change of Serotonin in pre and post for 12 weeks program

세로토닌의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 17>과 같다.

세로토닌은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 *t*검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12} = -2.376$, $p < .05$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = -.845$).

시점별로 유의한 차이가 나타났으며($F_{1,24} = 6.045$, $p < .05$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = 2.409$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = -.958$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .856$).

Table 17. Result of repeated measure ANOVA of Serotonin

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	420.662	420.662	.081
Error	24	124360.253	5181.677	
Time(B)	1	13136.582	13136.582	6.045*
A $\times$ B	1	5234.056	5234.056	2.409
Error	24	52152.498	2173.021	

3) IL-6

IL-6의 변화는 <Table 18>, <Figure 7>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $1.27 \pm .66 \text{ pg/mL}$ 에서 운동 후 $0.90 \pm .37 \text{ pg/mL}$ 로 0.36 pg/mL 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 $0.87 \pm 1.00 \text{ pg/mL}$ 에서 사후 검사에서 $1.05 \pm 1.28 \text{ pg/mL}$ 로 0.18 pg/mL 증가하였다.

Table 18. Change of IL-6 (pg/mL)

Group	time		t-value
	pre	post	
TG	$1.27 \pm .66$	$0.90 \pm .37$	3.356**
CG	0.87 ± 1.00	1.05 ± 1.28	-.386
t-value	-.367	.712	

Values=Mean $\pm$ SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

** $p < .01$

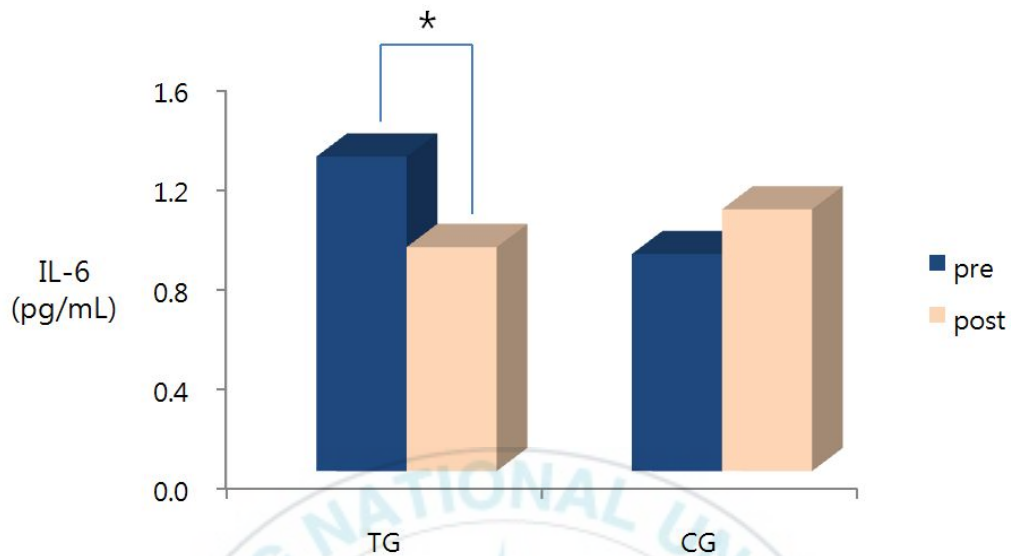


Figure 7. Change of IL-6 in pre and post for 12 weeks program

*: $p < .05$

IL-6의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 19>와 같다.

IL-6은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12} = 3.356$, $p < .01$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = -.386$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = .149$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = 1.295$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24} = -.367$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .712$).

Table 19. Result of repeated measure ANOVA of IL-6

Source	<i>DF</i>	SS	MS	<i>F</i> -value
Group(A)	1	.188	.188	.216
Error	24	20.829	.868	
Time(B)	1	.111	.111	.149
A × B	1	.964	.964	1.295
Error	24	17.864	.744	

4) 코티졸

코티졸의 변화는 <Table 20>, <Figure 8>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 5.67±2.89µg/dL에서 운동 후 5.44±2.70µg/dL로 0.23µg/dL 감소하였고, 통제군은 사전 검사에서 10.25±3.62µg/dL에서 사후 검사에서 10.25±4.53µg/dL로 거의 변화가 없었다.

Table 20. Change of Cortisol (µg/dL)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	5.67±2.89	5.44±2.70	.810
CG	10.25±3.62	10.25±4.53	.000
<i>t</i> -value	-3.566**	-3.291**	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

***p* < .01

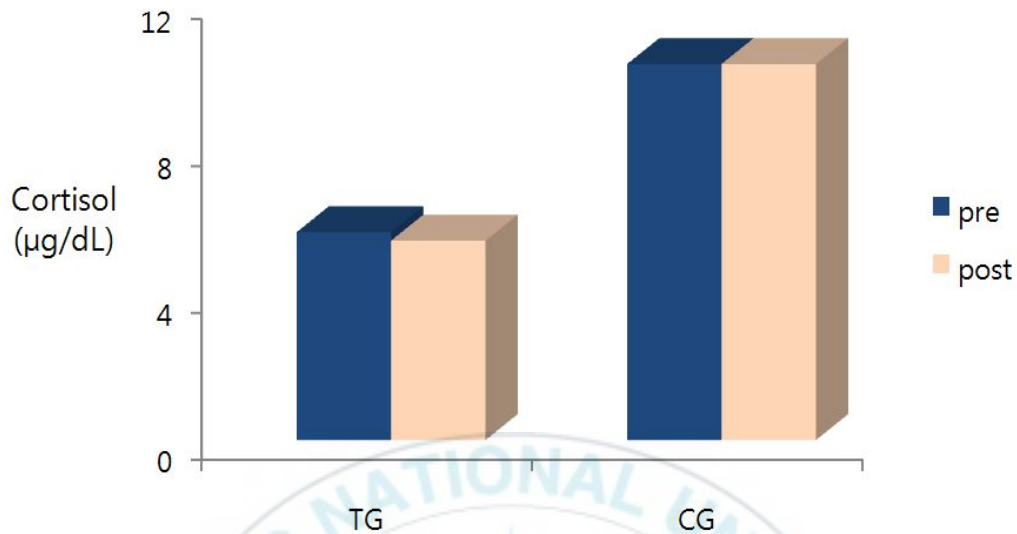


Figure 8. Change of Cortisol in pre and post for 12 weeks program

코티졸의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 21>과 같다.

코티졸은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,12} = .810$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = .000$).

운동과 통제군 사이에서는 유의한 차이가 나타났으며($F_{1,24} = 13.232$, $p < .01$), 시점별로는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = .059$), 시점과 집단간에도 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = .059$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,24} = -3.566$, $p < .01$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,24} = -3.291$, $p < .01$).

Table 21. Result of repeated measure ANOVA of Cortisol

Source	<i>DF</i>	SS	MS	<i>F</i> -value
Group(A)	1	287.170	287.170	13.232**
Error	24	520.859	21.702	
Time(B)	1	.173	.173	.059
A × B	1	.173	.173	.059
Error	24	70.984	2.958	

** $p < .01$

3. 뇌신경세포 생성인자

1) BDNF

BDNF의 변화는 <Table 22>, <Figure 9>와 같다. 태권도 운동군은 운동 전 14014.99±6569.14pg/mL에서 운동 후 15903.69±5728.08pg/mL로 1888.70ng/ml 증가하였고, 통제군은 사전 검사에서 19171.69±6428.98pg/mL에서 사후 검사에서 17849.82±5608.09pg/mL로 1321.87pg/mL 감소하였다.

Table 22. Change of BDNF (pg/mL)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	14014.99±6569.14	15903.69±5728.08	-2.585*
CG	19171.69±6428.98	17849.82±5608.09	1.964
<i>t</i> -value	-2.023	.875	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

* $p < .05$

BDNF의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 23>과 같다.

BDNF은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 *t*검증을 실시한 결과,

태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타났으며($t_{1,12}=-2.585$, $p< .05$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12}= 1.964$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24}= .149$), 시점과 집단간에는 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다($F_{1,24}= 10.446$, $p< .01$).

운동 전·후 독립표본 t 검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,24}= -2.023$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24}= .875$).

Table 23. Result of repeated measure ANOVA of BDNF

Source	DF	SS	MS	F-value
Group(A)	1	163962754.079	163962754.079	2.304
Error	24	1707997390.760	71166557.948	
Time(B)	1	1044223.579	1044223.579	.326
A $\times$ B	1	33500199.843	33500199.843	10.446 ^{##}
Error	24	76966641.729	3206943.405	

** $: p< .01$

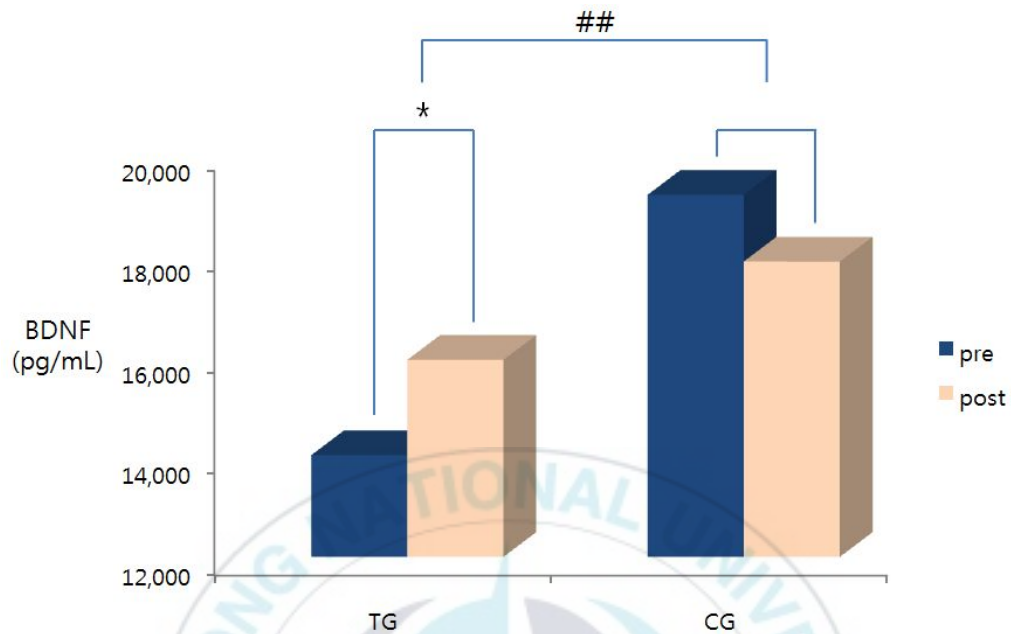


Figure 9. Change of BDNF in pre and post for 12 weeks program

*: $p < .05$

2) IGF-1

IGF-1의 변화는 <Table 24>, <Figure 10>과 같다. 태권도 운동군은 운동 전 $184.38 \pm 36.50 \text{ ng/mL}$ 에서 운동 후 $201.62 \pm 46.28 \text{ ng/mL}$ 로 17.24 ng/mL 증가하였고, 통제군은 사전 검사에서 $190.75 \pm 50.89 \text{ ng/mL}$ 에서 사후 검사에서 $189.59 \pm 39.54 \text{ ng/mL}$ 로 1.15 ng/mL 감소하였다.

Table 24. Change of IGF-1 (ng/mL)

Group	time		<i>t</i> -value
	pre	post	
TG	184.38±36.50	201.62±46.28	-1.650
CG	190.75±50.89	189.59±39.54	.117
<i>t</i> -value	-.367	.712	

Values=Mean±SD

TG: Taekwondo group, CG: control group

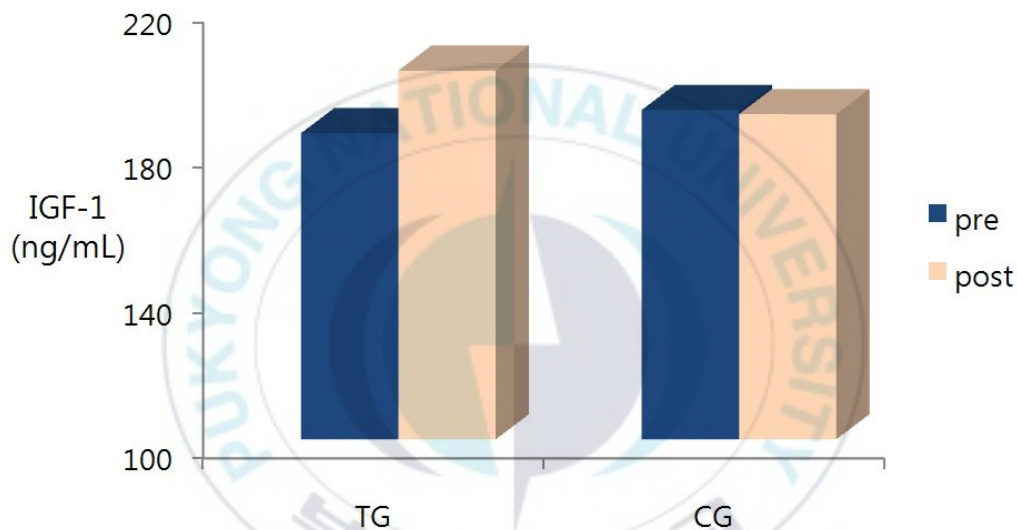


Figure 10. Change of IGF-1 in pre and post for 12 weeks program

IGF-1의 평균 차이 검증을 위한 반복측정에 의한 이원변량분석의 결과는 <Table 25>와 같다.

IGF-1은 각 집단별 운동 전·후에 대한 대응표본 *t*검증을 실시한 결과, 태권도 운동군에서 유의한 차이가 나타나지 않았으며($t_{1,12} = -1.650$), 통제군에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,12} = .117$).

시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며($F_{1,24} = 1.251$), 시점과 집단 간에는 유의한 상호작용효과가 나타나지 않았다($F_{1,24} = 1.636$).

운동 전·후 독립표본 *t*검증을 실시한 결과, 운동전에는 유의한 차이가 나

타나지 않았으며($t_{1,24} = -.367$), 운동 후에도 유의한 차이가 나타나지 않았다($t_{1,24} = .712$).

Table 25. Result of repeated measure ANOVA of IGF-1

Source	<i>DF</i>	SS	MS	<i>F</i> -value
Group(A)	1	103.889	103.889	.033
Error	24	75400.530	3141.689	
Time(B)	1	840.823	840.823	1.251
A × B	1	1099.400	1099.400	1.636
Error	24	16125.292	671.887	

V. 논 의

1. 신체조성의 변화

신체조성은 체지방, 수분, 단백질, 무기질 등과 같은 다양한 요소로 구성되어 있는데, 신체조성의 변화는 연령증가 및 신체활동 등에 의하여 근육량의 증감과 체지방의 증감 등에 의하여 일어날 수 있다. 또 성공적인 체중 감량을 위해서는 칼로리 소비를 증가시킴으로써 이루어진다(Dengel et al., 1994).

본 연구에서 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 운동군과 통제군의 신체조성은 체중, 체지방률, 체지방량, BMI 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

그리고 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 후 태권도 운동군에서 체중($p < .05$), 체지방률($p < .05$), BMI($p < .05$)는 유의한 차이가 나타났으며, 통제군에서는 체중($p < .01$), BMI($p < .01$)에서 유의한 차이가 나타났다. 체지방량은 운동군에서 약간의 감소를, 통제군에서 약간의 증가를 보였지만 유의한 차이가 나타나지 않았다.

규칙적인 운동은 성별과 연령에 관계없이 신체조성을 변화시켜 체지방을 감소시키는데(김우찬, 2012), 체지방 감소를 위한 운동은 단시간에 피로해지는 강한 운동보다는 장기간 계속 실시 할 수 있는 비교적 가벼운 운동이 좋으며(편미영, 2010), 규칙적인 태권도 수련이 유·무산소 운동의 형태로서 체지방 세포내 중성지방으로 저장되어 있는 지방원을 운동시 에너지원으로 보다 많이 동원하여 체지방 감소에 영향을 미친다(한상윤, 2007). 특히, 중

년여성은 운동프로그램의 수행 후 근육량의 감소없이 체지방감소에 의한 체중감소 효과가 있다(Deibert et al, 2007).

한편, 저항성운동은 보다 많은 운동단위의 동원을 유도함으로서 근세포의 성장 및 근력의 발달을 촉진 시키며(정재관, 2008), 일반적인 건강, 체력 프로그램의 지침서에 저항성 운동을 포함시켜야 한다고 권고하고 있는데, 이러한 결과는 통제군의 BMI의 증가는 체중증가로 인한 결과이며, 태권도 운동군에서 체지방량의 증가가 나타나지 않은 것은 대상자들의 근력 및 지구력 향상에 다소 낮은 운동 강도였던 것으로 판단된다. 또한, 운동프로그램의 양상에 따라 체지방 증가에 차이가 있다고 볼 수 있으며, 유산소운동만으로는 근력을 증대시키기 어렵다는 연구도 있다(Doherty, 2003). 따라서 운동기간과 운동군 개인의 주관적인 운동강도가 낮았다고 사료된다.

이러한 맥락으로 볼 때 생활 스포츠로서 태권도 프로그램은 체중과 BMI를 감소시켜 신체조성의 긍정적인 변화를 기대할 수 있을 것이며, 적당한 강도의 근력운동과 저항운동을 포함한 태권도 프로그램은 중년여성들의 근육량 감소와 근육의 기능저하를 방지하여 건강한 체력 및 여가활동으로서 효과적인 운동 방법이 될 것으로 사료된다.

2. 신경전달물질의 변화

인간의 신경계는 외부의 다양한 정보와 자극 등을 받아들여 적절한 판단을 통해 움직임을 통제하거나 조절한다. 신경계에 의한 자극전달 방법은 신경원 사이 연결의 신경전달물질(neuro-transmitter)에 의해 전기적 신호가 화학적 신호로 전환되는 것이라 제시하였다(정연도, 김대권, 2015).

신경전달물질 중 뇌에 존재하는 도파민은 신경세포 간에 정보전달의 역

할을 하는 화학물질로 이들은 인간의 행동과 정서에 영향을 미치는 것으로 보고되며 사고, 감정, 정서, 기억과 운동기능을 비롯하여 호르몬 분비와 억제에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(김재중, 2012).

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 도파민은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단 내에서도 도파민은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

유산소 운동이 뇌의 도파민과 세로토닌 같은 신경전달물질의 발현에 영향을 미치며, 특히 도파민 농도가 과도할 경우 정신분열증의 원인이 되고 도파민 농도가 지나치게 적으면 우울증, 정신질환 및 파킨슨병의 원인이 된다(Dishman, 1997). 뇌 속의 도파민은 주로 수의적인 동작기능, 인식, 능력, 식사 및 음료섭취 행위, 신경계 대사산물의 조절 및 선택적 주의력 등 많은 기능과 행동에 영향을 미치고(김우찬, 2012), 운동과 신경전달물질 변화에 대한 연구에서 운동이 뇌의 호르몬인 도파민과 같은 신경전달물질의 변화에 영향을 미친다는 사실이 입증 되었으며, 또한, 혈중 도파민, 세로토닌, 노르에피네프린 변화는 운동강도와 직접적인 관계를 가지며 훈련에 의해 변화될 수 있다는 가능성이 제시 되었다(Bailey et al., 1993).

장시간 운동보다는 짧은 시간 고강도 무산소성 운동 또는 간헐적인 무산소성 반복운동을 통한 빠른 도파민의 농도의 증가가 보다 효율적이며(김도윤 등, 2008), 장시간 운동을 통해 중추피로가 유발될 시점에서는 세로토닌 증가 및 도파민의 감소로 인해 중추피로가 유발이 가속화된다는(박봉섭, 김도윤, 2013). 하지만, 도파민은 뇌에서의 심리적 각성상태를 유지시켜주는 역할을 하기 때문에 운동 중 유발되는 중추피로를 억제하는 역할을 하며(Bridge et al., 2003), 장시간 운동에 의한 스트레스는 도파민의 수준을 감소시켜 중추피로를 유발하지만, 규칙적이고 적절한 운동은 뇌간, 뇌하수체의 도파민 합성을 증가시켜 중추피로를 지연시킨다(Dishman, 1997).

또한, 도파민은 무산소 운동 직후 더 높게 증가하는 등 운동형태에 따라 시기별로 다른 증가율을 보였다(박봉섭, 김도윤, 2013).

따라서 도파민은 개인의 심리적 변화와 운동강도에 매우 민감한 신경전달물질이고 환경적 요인과 운동시간, 기간, 형태 등의 문제가 작용할 수 있기 때문에 다양한 변인을 적용한 지속적인 연구의 필요성이 있을 것으로 사료된다.

인체내 세로토닌은 중추신경계에 광범위하게 존재하고 있는 신경전달물질로 감정조절, 각성, 공격성 행동, 운동조절작용, 스트레스 반응 및 뇌의 발달과 성숙에 관여하는 것으로 알려져 있다(김정규, 2015).

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 세로토닌은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단내에서 세로토닌은 운동군에서 유의하게 증가하였고($p < .05$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

세로토닌은 유산소 운동에서 더 높은 농도의 증가를 보이고(박봉섭, 김도윤, 2013), 세로토닌은 부족할 경우 우울증과 고집증(preseveration), 강박장애가 발생할 수 있고(Clarke et al., 2004), 세로토닌의 분비량이 적은 사람은 폭력성 및 공격성과 함께 자해와 자살의 가능성이 높다(Audenaert et al., 2006).

이전 연구에서는 동물의 뇌와 관련된 세로토닌 생성 직접 연구와 인간과 동물을 대상으로 하는 세로토닌 생성 간접 측정을 통해 운동 후 세로토닌 생성이 증가된 것을 볼 수 있으며(Chaouloff et al., 1985), 혈중에서 증가하게 되면 무력감을 증가시키고 동기유발을 상실하게 함과 동시에 도파민 수준을 감소시켜 중추피로를 유발한다(Davis & Bailey, 1997). 또한, 운동 중에는 세로토닌에 의해서 중추피로가 발생되지만 이와 반대로 도파민에 의해 억제되기 때문에 이러한 세로토닌의 변화 또한 인지능력에 영향을 준다

(박봉섭, 김도훈, 2013).

운동은 뇌의 세로토닌 분비 수준을 증가시킴으로써 우울 증상을 감소시키고 그 결과 감소된 인지기능을 부분적으로 회복시키는 효과가 있으며(운동생리학회, 2004), 세로토닌은 운동의 형태나 강도에 따라 다소 차이가 있긴 하나 대부분 장기간의 운동 수행 시에 보다 큰 효과가 있는 것으로 보인다(김우찬, 2012).

일반적으로는 운동이 세로토닌 분비 등을 증가시켜 신경세포의 생성, 기억과 학습에 영향을 미치며(van Praag et al., 1999), 장기적으로 신체자극이 주어지면 적응에 의해 세로토닌의 활성도가 증가되면서 기억과 학습에 긍정적인 영향을 미쳐 인지능력이 향상되므로(Hatcher et al., 2005), 태권도를 통한 세로토닌의 증가가 BDNF의 발현의 증가를 유도한 것으로 보인다. 한편, 고강도의 운동자극은 세로토닌 증가를 일으켜 생리적 피로 증가와 도파민 감소를 수반하여 각성, 동기, 그리고 운동수행력을 감소시키지만, 지속적인 훈련은 운동에 의한 세로토닌 농도의 증가를 억제하며(오상덕, 1999), 운동 이외의 다른 요인들 또한, 세로토닌 분비에 영향을 미친다(편미영, 2010). 따라서 세로토닌의 변화에 대해 보다 정확한 기전을 파악하기 위해서는 보다 다양한 호르몬 반응과 연관 지어 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

대표적인 염증성 사이토카인으로 IL-6는 감염, 조직의 손상 또는 운동에 대한 반응에 따라 염증 부위에서 발현된다(최연주 등, 2012). 매일 운동시간과 신체활동량이 많은 사람은 적은 사람보다 낮은 염증 사이토카인을 가지는 것으로 나타나 운동이 염증 사이토카인의 조절과 관련이 있으며(Colbert et al., 2004), 일반적으로 성인의 연령증가와 함께 나타나는 비만 및 근육량 감소현상과 혈관 염증관련지표인 IL-6 농도는 일정한 관련성을 가진다.

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 IL-6는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단내에서 IL-6는 운동군에서 유의하게 감소하였고($p < .01$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IL-6의 변화에 있어서 신체활동과 장시간의 유산소 운동은 근육조직에서 IL-6농도를 감소시키며(Ostrowski et al., 1999), 대체적으로 일회적 운동은 IL-1과 IL-6의 증가를 유발하는데, 단축성 운동에 비하여 골격근 손상과 관련이 깊은 원심성수축(eccentric contraction)에 의해 더욱 뚜렷한 증가가 유발된다(천금석, 2010). 그리고 IL-6는 비만일 때 분비가 증가되며 지방분해 효소발현을 억제한다. 이때 신체의 비만도와 인슐린 저항성과의 상관관계를 지니게 되며(Vozarova et al., 2001), 체지방 증가가 혈관 염증유발의 중요한 요인에 해당한다(김기진, 2008). 운동프로그램 수행 후 체내지방량의 감소는 혈중 IL-6 농도 감소의 주된 원인으로(Sonnenberg et al., 2007), 중년여성의 경우 비만할수록 근육량 감소와 혈중 IL-6가 증가하며(Roth et al., 2006), 운동 트레이닝 후 혈중 IL-6 수준의 감소현상은 운동 트레이닝에 따른 체지방과 복부지방(허리둘레)의 감소에 의한 것으로 보인다(한태경 등, 2011).

또한, 운동 강도에 따른 전염증성 사이토카인 변화에 관한 연구에서 저강도나 고강도 운동 직후 안정시에 비해 IL-6의 농도가 유의하게 증가하였고, 고강도 운동에서 더 높게 나타나 운동강도에 영향을 받으며(김정규, 2015), 비만 노인을 대상으로 18개월이라는 비교적 장기간의 걷기와 저항성 운동이 결합된 운동프로그램의 경우 사이토카인의 유의한 감소를 나타내지 못한 반면, 식사요법에 의한 체중감소는 전반적인 염증상태를 줄인 것으로 나타나 운동자체의 효과보다 체중감소가 전반적 염증지표를 억제하였다(Nicklas et al., 2004). 따라서 유산소운동인 태권도 수련을 적당한 강

도로 수련하여 체중감소와 근력증가를 유도하면 IL-6의 변화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

대표적인 당류 부신피질 호르몬인 코티졸은 근육의 탄수화물이나 간의 글리코겐을 혈중 글루코스로 전환하거나 지방을 지방산으로 바꾸어 에너지로 쉽게 쓸 수 있도록 하며(김재호, 2013), 인체의 항상성을 조절하는 호르몬의 일종으로 심리적인 상황을 나타내는 스트레스의 지표로 알려져 있다(이경희 등, 2010).

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 코티졸은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단 내에서 코티졸은 운동군, 통제군에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

태권도 운동군에서 코티졸 수준이 다소 감소하는 경향을 보인 것은 태권도 수련에 대한 스트레스 호르몬의 반응이 다소 낮은 경향을 보이는 것으로, 이는 근지구력이 요구되는 저항운동의 형태와 비교하여 유산소 운동의 형태가 스트레스 호르몬의 일종인 코티졸 분비를 다소 감소시킨 것으로 사료된다. 고강도 운동시에는 분해 속도보다 분비 속도가 더 빨라 혈장 코티졸의 농도가 높게 나타나고, 저강도운동 시 혈장 코티졸 농도가 감소하는 이유는 부신피질에서의 코티졸 분비 속도보다 분해 속도가 더 빠르기 때문이다(운동생리학회, 2014).

운동의 긍정적인 효과에 대한 다양한 연구에도 불구하고, 운동 그 자체는 생리적 스트레스원의 한 유형으로써 인체의 항상성을 변화시키기도 하는데, 운동시 스트레스에 대한 반응으로 부신피질(adrenal cortex)에서 분비되는 스트레스 호르몬 중 하나가 코티졸이다(편미영, 2010).

정상적인 농도의 코티졸 호르몬은 스트레스에 대항하여 신체를 돕는 역할을 맡고 있으나, 혈중 높은 코티졸 호르몬의 수준은 궁극적으로 조직 파

괴의 원인이 되고, 신체의 부정적인 질소 평행상태를 야기시키며, 면역능력을 상실하게 한다(맹희정, 2002). 코티졸 분비의 증가는 스트레스에 대한 일반적인 반응으로 스트레스가 많지 않은 가볍고 쉬운 운동에서는 코티졸의 아무런 변화가 나타나지 않으며, 반면에 스트레스가 최대인 탈진 운동 시에는 코티졸이 증가한다(정재관, 2008). 또한, 단시간의 저·중강도의 운동은 혈장 코티졸 수준을 변화시키지 않거나 약간 감소시키며, 고강도 운동 시 운동부하 강도가 증가할수록 인체의 혈장 코티졸 수준이 증가한다(Rojas Vega et al., 2006).

한편, 코티졸은 BDNF 발현과 관련이 있는 것으로 알려져 있고(Issa et al., 2010), 스트레스는 신경세포 생성에 부정적인 영향을 미치며, 스트레스의 증가는 BDNF mRNA의 발현 수준을 낮춘다(Russo-Neustadt et al., 2001). 쥐를 대상으로 자발적인 휠 러닝 운동과 트레드밀을 이용한 강제적인 운동을 실시한 결과, 강제적 운동집단에서는 스트레스 호르몬인 코티졸이 증가하여 BDNF 발현에는 부정적인 영향을 미쳤으나, 자발적 휠 러닝 운동집단에서는 BDNF 발현량이 증가하였으며(Ke et al., 2011), 운동 후 BDNF 발현량이 유의하게 증가 하였으나 코티졸의 변화에 유의한 차이가 없었다(편미영, 2010)는 보고는 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 추후 보다 다양한 대상자 및 운동강도, 기간, 빈도, 형태 등으로 다양한 변인을 적용한 지속적인 연구의 필요성이 있을 것으로 사료된다.

3. 뇌신경세포 생성인자의 변화

다양한 뇌 영역에서 발현되는 BDNF는 뇌신경세포의 활성화 생성을 촉진시키는 것으로 알려져 있으며, 운동에 의해 발현이 증가한다(Pencea et

al., 2001).

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 BDNF는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단 내에서 BDNF는 운동군에서 유의하게 증가하였고($p < .05$), 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

운동에 의하여 BDNF의 발현이 조절 될 수 있다고 알려져 있으며 (Neeper et al., 1996), 규칙적인 운동은 해마의 BDNF 발현을 증가시키고 (Adlard et al., 2004), 유산소 운동이 BDNF 개선에 긍정적인 영향을 준다 (Laura et al., 2010).

최근 운동이 뇌신경세포의 증식과 생성에 효과적인 이유는 뇌신경세포의 생성을 촉진하는 BDNF, IGF-1과 같은 뇌에서 유도되는 다양한 신경영양 성 인자가 동물 및 임상실험에서 모두 규칙적인 운동에 의해 증가되었기 때문이며(운동생리학회, 2014), 운동으로 인한 해마 신경세포생성의 증가는 학습 및 기억력 향상과 관련 것으로 보고된 바 있다(van Praag et al., 2005).

BDNF의 변화는 신장, 체지방량, 근육량의 변화 그리고 일상생활의 신체 활동 중 평균 운동강도(평균MET), 저강도(3-5METs) 운동 지속시간, 중강도(6-8METs) 운동 지속시간의 변화가 영향을 미치며(김현준, 이동훈, 2012), 규칙적인 운동 프로그램을 통해 지속적으로 반복 경험하게 될 때 장기간 운동이 안정시 BDNF를 증가시킨다(김철형, 2012).

운동강도가 BDNF 수준을 결정하는 주요 변인이므로 중강도 이상의 신체 활동이 필요하며(양태길, 2011), 고강도 프로그램 후 BDNF는 증가하지 않았으나 저강도와 중강도 운동 프로그램 후 BDNF가 증가했다(이희혁 등, 2009). 한편, 신경전달물질인 세로토닌은 신경세포 생성을 유도하는 것으로 보고된 바 있으며(Brezun, & Daszuta, 2002), 뇌의 발달과 성숙 중에 그

수준이 증가하고(Rind et al., 2000), 운동 과정에서 증가된 세로토닌은 뇌 세포생성 및 뇌 기능향상에 중요한 작용을 하는 BDNF를 증가시키는 요인으로 작용한다고 알려져 있다(Neeper et al., 1996).

본 연구결과에서 유의한 증가가 관찰된 세로토닌의 결과는 BDNF의 변화와도 유사한 형태이므로 선행연구에서 밝혀진 바와 같이 세로토닌의 분비가 BDNF의 변화에도 영향을 준 것으로 보이며, 세로토닌과 BDNF와의 정적인 관계를 나타냈다. 따라서 중년여성들도 태권도를 통한 유산소 운동을 중강도 이상으로 규칙적으로 하게 된다면 BDNF 발현 증가로 인해 뇌 기능 향상에 도움이 될 것으로 사료된다.

운동은 뇌에 IGF-1의 흡수율을 증가시켜 인지기능을 포함한 뇌 기능에 긍정적인 역할을 하고(Carro et al., 2000), BDNF의 발현을 유도하는 신호 전달 경로의 상위에 있는 매개 인자로 보고된 바 있고(Carro et al., 2001), 장기간의 저항성 트레이닝이 IGF-1의 분비를 촉진 할 수 있다(Adams & McCue, 1998).

본 연구에서는 12주간의 태권도 수련 프로그램 실시 전·후에서 집단간의 IGF-1은 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동군과 통제군의 집단 내에서 IGF-1은 운동군, 통제군에서는 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

IGF-1의 농도는 트레이닝 후 성장호르몬의 증가와 비례하여 증가하고(Adams & McCue, 1998), IGF-1의 합성과 분비는 성장호르몬과 마찬가지로 영양상태를 반영하는데 예를들어, 영양상태가 불량하거나 식욕부진 등의 상태에서는 성장호르몬 분비가 증가되어 있어도 IGF-1의 농도는 감소한다(김성수 등, 2001). IGF-1 증가를 통한 뇌신경세포 기능향상과 생성 증가를 위해서는 신체구성 항목 중 체지방률 감소와 근육량 증가가 필요하다(김현준과 이동훈, 2012).

그리고 IGF-1의 분비량 증가는 운동시 에너지원으로서 지방질의 이용이 촉진되고 지방량이 감소됨에 따라 인슐린 농도 및 지방산의 감소 현상이 일어나면서 GH와 IGF-1 분비세포의 반응도 증가하며, 또한 LBM 및 근력 발달을 향상 시키게 되고 GH의 분비를 직접 자극함으로써 IGF-1의 분비를 촉진 시킨다(허선, 2001). Trejo 등(2001)은 운동과 같은 외부적인 요인에 의해 뇌신경영양인자인 IGF-1의 발현이 신경세포생성과 함께 증가하는 현상을 근거로 IGF-1이 운동에 의한 신경세포생성의 증가에 기여 한다고 제시 하였고, IGF-1은 BDNF의 발현을 조절하는 신호전달경로의 주요 인자로서 1회성 탈진적 운동은 BDNF와 IGF 농도를 유의하게 증가 시킨다(노희태, 조수연, 2011).

하지만, 규칙적인 운동과 IGF-1의 관계에 있어서 IGF-1은 운동 실시 후에 약간 증가하는 경향을 보이며, 회복기 동안에는 안정시 수준보다 약간 높게 나타나는 경향을 보이는데(Adams & McCue, 1998), 피험자의 연령, 훈련 상태, 운동 강도, 시간 등의 조건에 따라 차이가 있다(김성수 등, 2001). 따라서 많은 선행연구들에서 운동프로그램 후 IGF-1이 증가한다는 보고가 있었지만, 운동 강도와 기간에 따라 다른 결과가 나타날 수 있다는 선행연구(Griffin et al., 2011)를 볼 때, 본 연구에서 IGF-1은 운동 지속시간 및 강도가 다소 낮았던 것으로 판단되며, 긍정적인 효과를 미치지 못한 것은 본 연구보다 더 장기간의 운동 기간의 적용을 통해 IGF-1의 증가를 기대할 수 있을 것이라 사료된다.

Ⅵ. 결 론

본 연구는 중년여성 26명을 대상으로 태권도 운동군 13명, 통제군 13명으로 구분하여, 12주간 태권도 수련대상 중년여성의 신체조성(체중, 체지방률, 체지방량, BMI), 신경전달물질(도파민, 세로토닌, IL-6, 코티졸), 뇌신경세포 생성인자(BDNF, IGF-1)의 변화를 살펴본 결과 다음과 같은 결론이 도출되었다.

1. 신체조성

1) 체중은 운동 후 운동군에서 유의하게 감소하였고, 통제군에서는 유의한 증가가 나타났다. 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다.

2) 체지방률은 운동 후 운동군에서 유의하게 감소하였고, 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다.

3) 체지방량은 운동 후 두 집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

4) BMI는 운동 후 운동군에서 유의하게 감소하였고, 통제군에서는 유의

한 증가가 나타났다. 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다.

2. 신경전달물질

1) 도파민은 운동 후 두 집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

2) 세로토닌은 운동 후 운동군에서 유의하게 증가하였고, 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시점별로 유의한 차이가 나타났으며, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

3) IL-6은 운동 후 운동군에서 유의하게 감소하였고, 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

4) 코티졸은 운동 후 두 집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 운동과 통제군 사이에서는 유의한 차이가 나타났으며, 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았고, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

3. 뇌신경세포 생성인자

1) BDNF는 운동 후 운동군에서 유의하게 증가하였고, 통제군에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 시점별로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 있는 것으로 나타났다.

2) IGF-1은 운동 후 두 집단 모두에서 유의한 차이가 나타나지 않았고, 시점별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 유의한 상호작용효과가 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과는 중년여성들에게 규칙적인 태권도 수련 효과로 인해 체중, 체지방률, BMI 감소와 같은 신체조성의 개선을 가져왔고 또한, 신경전달물질의 긍정적인 변화가 뇌신경세포 생성인자인 BDNF 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 가성순(2001). 태권도 운동이 30대 주부들의 신체에 미치는 영향. 공주대학교 대학원 석사학위논문, 38.
- 고동영(2010). 태권도 수련이 비만아동의 건강관련체력과 혈중지질 및 혈당에 미치는 영향. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문, 12.
- 고향순(2009). 태권도수련활동이 대사성호르몬과 면역글로불린에 미치는 영향. 조선대학교 대학원 박사학위논문, 1.
- 권유찬, 박상갑, 김은희, 박진기, 장재희(2010). 태권도 수련이 비만 아동의 신체구성과 체력 및 혈청 아디포넥틴(adiponectin)에 미치는 영향. 대한무도학회지, 12(2), 239.
- 김갑수, 김창균(2003). 소아 비만 예방을 위한 태권도 수련프로그램 모형. 한국스포츠리서치, 14(5), 410.
- 김기진(2008). 중년여성의 신체구성과 운동참여 여부에 따른 혈중 IL-6 및 TNF- α 농도의 관련성. 운동과학, 17(2), 124~125.
- 김도윤, 박동호, 김광희(2008). 고온환경에서의 최대운동시 운동형태에 따른 피로 비교. 운동과학, 17(2), 217.
- 김명일(2006). 12주간 태권도 수련이 신체조성, 체력 및 혈액성분에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 28, 256.
- 김성수, 위승두, 이재현, 박호윤, 조성연, 한상완, 박현정, 김동환(2001). 성장호르몬, IGF-1과 비만지표의 상관성 및 운동에 의한 변화. 한국사회체육학회지, 16, 271~280.
- 김우찬(2012). 에어로빅 운동이 중년여성의 신체조성과 혈중지질 및 신경전달물질에 미치는 영향. 원광대학교 대학원 박사학위논문, 10, 22.

45, 56.

김유미, 김창주, 지은상, 윤진환(2013). 수영운동의 중단과 재개 시 뇌의 신경전달물질, 신경성장인자 및 신경세포생성에 미치는 영향. 한국생활환경학회지, 20(2), 212.

김정규(2015). 운동 강도에 따른 혈중 세로토닌과 전염증성 사이토카인 변화에 관한 연구. 한국사회체육학회지, 59, 786~791.

김재중(2012). 회원제 휘트니스 클럽 중년성인의 복합운동이 건강체력, 세로토닌, 도파민 및 카테콜아민에 미치는 변화. 한양대학교 대학원 박사학위논문, 6, 18, 56.

김재호(2013). 유산소운동에 따른 청소년의 뇌신경 영양인자(BDNF)와 Cortisol 발현에 대한 연구. 한국체육과학회지, 22(2), 1200.

김철형(2012). 일회성 태권도 통합기능체력 프로그램이 BDNF, IGF-1 및 NGF에 미치는 영향. 경남대학교 대학원 박사학위논문, 43.

김현준, 이동훈(2012). 아동의 신체활동 인자와 뇌신경세포 생성 인자의 관계. 한국사회체육학회지, 47, 955.

김희찬, 이만균(2009). 태권도 수련이 남자 초등학생의 신체구성, 체력, 혈액성분 및 복부지방에 미치는 영향. 한국체육학회지, 48(6), 552.

남상남, 김 현, 박성진(2009). 장기간 태권도 수련이 중년여성의 도파민, 세라토닌과 스트레스 호르몬 수준에 미치는 영향. 운동과학, 18(2), 247.

남상석, 김정원, 전정우, 선우섭(2012). 12주간의 새 품새 트레이닝이 비만 여성의 신체구성과 체력요인 및 혈중지질 변화에 미치는 효과. 국기원 태권도연구, 3(2), 93~94.

노희태, 조수연(2011). 탈진적 운동이 혈중 BDNF, IGF-1농도 및 인지 기

- 능에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 45, 975.
- 민유정(2008). 스포츠의학 · 운동과학대사전. 서울; 대경북스, 122, 215, 258, 425.
- 맹희정(2002). 근 피로 유발후 냉요법에 따른 코티졸, 테스토스테론의 변화. 한국체육학회지, 41(3), 318.
- 박복희, 이영숙(2000). 중년여성의 스트레스와 갱년기 증상과의 관계. 여성 건강간호학회지, 6(3), 385~386.
- 박봉섭, 김도윤(2013). 유무산소 운동형태별 도파민 및 인지력 비교. 한국체육학회지, 52(6), 458, 462.
- 박봉섭, 변제중, 이창규(2004). 수영이 정신지체인의 체력요인과 도파민 농도에 미치는 영향. 한국특수체육학회지, 12(2), 97.
- 박상갑, 권유찬, 이태홍, 장재희, 김은희, 박진기(2010). 태권도 수련이 비만 청소년의 신체구성과 체력 및 비스파틴(Visfatin)농도에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 39, 707~715.
- 변재경, 권영아, 박순희(2008). 12주간의 태권도 프로그램참여가 중년여성의 체력과 신체구성 및 신체적 자기효능감에 미치는 영향. 체육과학연구, 19(2), 12.
- 배경의(2009). 중년여성 나는 폐경기에 잘 적응하고 있는가. 서울; 한국학술정보, 20~21.
- 백영호(2000). 신체조성의 기초. Health & Sports Medicine, 4, 61~76.
- 백일영(2009). 운동과 에너지 대사. 서울; 대한미디어, 434.
- 송성빈(2012). 초등학생의 태권도 급수에 따른 신체조성, 체력 및 신체활동량의 비교 연구. 경원대학교 교육대학원 석사학위논문, 6.
- 안성준(2009). 맞춤형 건강 태권도 교육 프로그램이 중년여성의 인체 1-7 구역에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사학위논문, 12~13.

- 양태길(2011). 아동의 신체활동과 비만요인이 뇌세포생성인자에 미치는 영향. 경남대학교 대학원 박사학위논문, 47.
- 오상덕(1999). 6주간 유산소성 지구력 훈련이 최대운동시 신경전달물질의 변화에 미치는 영향. 운동과학, 8(2), 180~181.
- 운동생리학회(2014). 운동생리학. 한미의학, 102, 217.
- 이운용(2004). 사이토카인과 운동. 코칭능력개발지, 6(1), 70.
- 임인수(2011). 12주간 중년여성의 유산소운동 참여가 최대운동 시 혈중 피로물질과 신경전달물질 변화에 미치는 영향. 한국체육학회지, 50(6), 444.
- 이경희, 김창완, 김종혁(2010). 필라테스 매트 운동프로그램이 제2형 당뇨병 여성노인의 혈중지질과 스트레스호르몬에 미치는 영향. 한국생활환경학회지, 17(3), 317.
- 이성호(2003). 백서 뇌에서 장기간의 수영운동이 BDNF 단백질과 Immediate-early gene 단백질 발현에 미치는 영향. 한국체육학회지, 42(6), 799~807.
- 이주희, 박기용(2010). 태권도 수련형태에 따른 중년여성의 신체조성, 골밀도와 혈중지질 및 정신건강 분석. 대한무도학회지, 12(2), 265~266, 272.
- 이지연(2008). 시험불안의 뇌과학적 이해와 교육적 시사점. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문, 29~30.
- 이희혁, 윤진환, 정일규, 김승희, 김보균, 신말순, 고일규, 성윤희, 김창주(2009). 운동강도가 ICV STZ 투여로 유발된 기억력 손상흰쥐에서 해마 신경세포생성과 BDNF 발현에 미치는 영향, 운동과학, 18(4), 484.
- 전종원(2007). 순환성 운동 프로그램을 통한 스트레스 호르몬 변화. 한국스

- 포츠 리서치, 18(4), 349~358.
- 정연도, 김대권(2015). 12주간의 저항성 트레이닝이 중년 남성의 호르몬 및 신경전달물질 활성화에 미치는 영향. 한국발육발달학회지, 23(1), 39. 41.
- 정재관(2008). 복합운동의 유형이 신체구성, 운동능력과 대사성호르몬에 미치는 영향. 전남대학교 대학원 박사학위논문, 10, 19.
- 천금석(2010). 운동형태가 비만여고생의 신체구성, 인슐린 민감성, 염증유발 인자 및 Leptin에 미치는 영향. 경상대학교 대학원 박사학위논문, 6, 27.
- 최연주, 서태범, 이진석, 윤성진(2012). 심폐체력 수준에 따른 스프린트 인터벌 에르고미터 운동이 혈중 IL-10, IL-6, TNF- α , CRP 및 총 콜레스테롤에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 50, 813.
- 최춘길, 하웅의(2002). 태권도 품세의 수행 방법에 따른 운동강도에 관한 연구. 한국체육과학회지, 11(2), 598.
- 한상윤, 김 현, 이세환(2007). 태권도 수련에 따른 중년여성의 신체구성과 심폐기능 변화. 한국체육과학회지, 16(4), 675.
- 한태경, 조진경, 강현식(2011). 걷기 운동이 중년여성의 대사증후군 위험인자와 혈청 싸이토카인에 미치는 영향. 한국생활환경학회지, 18(1), 18.
- 허 선(2011). 중량부하걷기운동이 비만 여고생의 인슐린저항성, β 세포기능과 성장호르몬 및 인슐린 유사 성장인자-1에 미치는 영향. 한국여성체육학회지, 25(2), 9.
- 편미영(2010). 교육무용과 밴드운동이 초등학생의 신체조성과 BDNF 관련 인자에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 박사학위논문, 2, 6~8, 11~12, 23~24.

- Adams, G. R., & McCue, S. A.(1998). Localized infusion of IGF-1 results in skeletal muscle hypertrophy in rats. *Journal of Applied Physiology*, 84(5), 1716~1722.
- Adlard, P. A., Perreau. V. M., Cotman. C. W.(2005). The exercise-induced expression of BDNF within the hippocampus varies across life-span. *Neurobiology of Aging*, 26, 511~520.
- Arsenijevic, Y., & Weiss, S.(1998). Insulin-like growth factor-1 is a differentiation factor for postmitotic CNS stem cell-derived neuronal precursors : distinct actions from those of brain-derived neurotrophic factor. *The Journal of Neuroscience*, 18, 2118.
- Audenaert, K., Peremans, K., Goethals, I., & van Heeringe, C.(2006). Functional imaging, serotonin and the suicidal brain. *Acta Neurologica Belgica*, 106, 125~131.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W.(2002). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics Publisher, 170~178.
- Baek, S. S., Kim, Y. M., Joo, K. J., Ko, I. G., & kim. C. J.(2006). Effects of enriched environment including voluntary wheel running on short-term memory and neurogenesis in the hippocampal dentate gyrus of mice with streptozotocin-induced diabetes. *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, 15(3), 253~264.
- Bailey, S. P., Davis, J, M., & Ahlborn, E. N.(1993). Neuroendocrine and substrate responses to altered brain 5-HT activity during prolonged exercise to fatigue. *Journal of Applied*

Physiology, 74, 3006~3012.

- Brezun J. M., & Daszuta, A.(2002). Serotonin may stimulate granule cell proliferation in the adult hippocampus, as observed in rats grafted with foetal raphe neurons. *European Journal of Neuroscience*, 12, 391~396.
- Bridge, M. W., Weller, A. S., Rayson, M., & Jones, D. A.(2003). Responses to exercise in the heat related to measures of hypothalamic serotonergic and dopaminergic function. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 451~459.
- Burchett, S. A., & Hicks, T. P.(2006). The mysterious trace amines: Protean neuromodulators of synaptic transmission in mammalian brain. *Progress in Neurobiology*. 79, 223~246.
- Carro, E., Nunez, A., Busiguina, S., & Torres-Aleman, I.(2000). Circulating insulin-like growth factor I mediates effects of exercise on the brain. *The Journal of Neuroscience*, 20(8), 2926~2933.
- Carro, E., Trejo, J. L., Busiguina, S., & Torres-Aleman, I.(2001). Circulating insulin-like growth factor I mediates the protective effects of physical exercise against brain insults of different etiology and anatomy. *The Journal of Neuroscience*, 21(15), 5678~5684.
- Chaouloff, F., Elghozi, J. L., Guezennec, Y., & Laude, D.(1985). Effects of conditioned running on plasma, liver and brain tryptophan and on brain 5-hydroxytryptamine metabolism of the rat. *British Journal of Pharmacology*, 86, 33~41.

- Clarke, H. F., Dalley, J. W., Crofts, H. S., Robbins, T. W., & Roberts A. C.(2004). Cognitive inflexibility after prefrontal serotonin depletion. *Science*, 304, 878~880.
- Colbert, L. H., Visser, M., Simonsick, E. M., Tracy, R. P., Newman, A. B., Kritchevsky, S. B., Pahor, M., Taaffe, D. R., Brach, J., Susan Rubin, S., & Harris T. B.(2004). Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: Findings from the health, aging and body composition study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1098~1104.
- Cotman, C. W., & Berchtold, N. C.(2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295~301.
- Daughaday, W. H., & Rotwein, P.(1989). Insulin-like growth factors I and II. Peptide, messenger ribonucleic acid and gene structures, serum, and tissue concentrations. *Endocrine Reviews*, 10(1), 68~91.
- Davis, J. M., & Bailey, S. P.(1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 45~57.
- Davis, J. M., Alderson, N. L., & Welsh, R. S. (2000). Serotonin and Central nervous system fatigue; nutritional consideration. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 573~578.
- Deibert, P., Konig, D., Vitolins, M. Z., Landmann, U., Frey, I., Zahradnik, H., & Berg, A.(2007). Effect of a weight loss intervention on anthropometric measures and metabolic risk

- factors in pre- versus postmenopausal women. *Nutrition Journal*, 6, 31~37.
- Dengel, D. R., Hagberg, J. M., Coon, P. J., Drinkwater, D. T., & Goldberg, A. P.(1994). Effects of weight loss by diet alone or combined with aerobic exercise on body composition in obese men. *Metabolism: clinical and experimental*, 43(7), 867~871.
- Dishman, R. K.(1997). Brain monoamines, exercise, and behavioral stress: animal models. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 63~74.
- Doherty, T. J.(2003). Invited review : Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95(4), 1717~1727.
- Fan, J., Molina P. E., Gelato M. C., & Lang C. H.(1994). Differential tissue regulation of insulin-like growth factor-I content and binding proteins after endotoxin. *Endocrinology*, 134(4), 1685~1692.
- Florini, J. R., Ewton, D. Z., & Coolican, S. A.,(1996). Growth hormone and the insulin-like growth factor system in myogenesis. *Endocrine Reviews*, 17(5), 481~515.
- Fulop, T., Tessier, D., Carpentier, A.(2006). The metabolic syndrome. *Pathologie Biologie*, 54, 375~386.
- Garcia, G., Tagliaferro, P., Bortolozzi, A., Madariaga, M. J., Brusco, A., Evangelista, D. E., Duffard, A. M., Duffard, R., & Saavedra, J. P.(2001). Morphological study of 5-HT neurons and astroglial cells on brain of adult rats perinatal or

- chronically exposed to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Neurotoxicology*, 22(6), 733~741.
- Griffin, É. W., Mullallyb, S., Foleya, C., Warmingtona, S. A., O'Marab, S. M., & Kellya, Á. M.(2011). Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology and Behavior*, 104(5), 934~941.
- Hatcher, P. D., Brown, V. J., Tait, D. S., Bate, S., Overend, P., Hagan, J. J., & Jones, D. N.(2005). 5-HT6 receptor antagonists improve performance in an attentional set shifting task in rats. *Psychopharmacology*, 181(2), 253~259.
- Issa, G., Wilson, C., Terry, A. V., & Pillai, A.(2010). An inverse relationship between cortisol and BDNF levels in schizophrenia: data from human postmortem and animal studies. *Neurobiology of Disease*, 39(3), 327~333.
- Jefferies, W. M.(1991). Cortisol and immunity. *Med. Hypo.* 34(3), 198 ~208.
- Johnson, L. G., Kraemer, R. R., Haltom, R., Kraemer, G. R., Gaines, H. E., & Castracane, V. D.(1997). Effects of estrogen replacement therapy on dehydroepiandrosterone, dehydroepiandrosterone sulfate, and cortisol responses to exercise in postmenopausal women. *Fertility and Sterility*, 68(5), 836~843.
- Karlsson, R. M., & Holmes, A.(2006). Galanin as a modulator of anxiety and depression and a therapeutic target for affective

- disease. *Amino Acids*, 31, 231~239.
- Ke. Z., Yip, S. P., Zheng, X. X., & Tong, K. Y.(2011). The Effects of Voluntary, Involuntary, and Forced Exercises on Brain-Derived Neurotrophic Factor and Motor Function Recovery: A Rat Brain Ischemia Model. *Plos One*. 6(2), 1~8.
- Laura, D. B., Laura, L. F., Karen, F., Pattie, S. G., Charles, W. W., Anne, M., Stephen, R. P., Mark, A. F., Stennis, W., Brenna, A. C., Glen, E. D., Pankaj, D. M., & Suzanne, C.(2010). Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: A controlled trial. *Archives of Neurology*, 67(1), 71~79.
- Neeper, S. A., Pinilla, F. G., Choi, J., & Cotman, C. W.(1996). Physical activity increase mRNA for brain-derived neurotrophic factor and nerve growth factor in rat brain. *Brain Research*, 726, 49~56.
- Nicklas, B.J., Ambrosius, W., Messier, S. P., Miller, G. D., Penninx, B. W., Loeser, R. F., Palla. S., Blecker. E., & Pahor, M.(2004). Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. *American Society for Clinical Nutrition*, 79(4), 127~137.
- Ostrowski, K., Rohde, T., Asp, S., Schjerling, P., & Pedersen, B. K.(1999). Pro-and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *The Journal of physiology*, 515: 287~291.
- Pencea, V., Bingaman, K. D., Wiegand, S. J., & Luskin, M. B.

- (2001). Infusion of brain-derived neurotrophic factor into the lateral ventricle of the adult rat leads to new neurons in the parenchyma of the striatum, septum, thalamus, and hypothalamus. *The Journal of Neuroscience*, 21(17), 6706~6717.
- Radak, Z., Toldy, A., Szabo, Z., Siamilis, S., Nyakas, C., Silye, G, Jakus, J., & Goto, S.(2006). The effects of training and detraining on memory, neurotrophins and oxidative stress markers in rat brain. *Neurochemistry International*, 49(4), 387~392.
- Reinhardt, R. R., & Bondy, C. A.(1994). Insulin-like growth factors cross the blood-brain barrier. *Endocrinology*, 135, 1753~1761.
- Rind, H. B., Russo, A. F., & Whittemore, S. R.(2000). Developmental regulation of tryptophan hydroxylase messenger RNA expression and enzyme activity in the raphe and its target fields. *Neuroscience*, 101, 665~677.
- Rojas Vega S., Struder, H. K., Vera, W. B., Schmidt, A., Bloch, W., & Hollmann, W.(2006). Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans. *Brain Research*, 1121(22), 59~65.
- Roth, S. M., Metter, E. J., Ling, S., & Ferrucci, L.(2006). Inflammatory factors in age-related muscle wasting. *Current Opinion in Rheumatology*, 18(6), 625~630.
- Russo-Neustadt, A., Ha, T., Ramirez, R., & Keslak, J. P.(2001).

- Physical activity-antidepressant treatment combination: impact on brain-derived neurotrophic factor and behavior in an animal model. *Behavioural Brain Research*, 120(1), 87~95.
- Shin, M. S., Ko, I. G., Kim, S. E., Kim, B. K., Kim, T. S., Lee, S. H., Hwang, D. S., Kim, C. J., Park, J. K., & Lim, B. V. (2013). Treadmill exercise ameliorates symptoms of methimazole-induced hypothyroidism through enhancing neurogenesis and suppressing apoptosis in the hippocampus of rat pups. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 214~223.
- Sim, Y. J., Kin, H., Kim, J. Y., Yoon, S. J., Kim, S. S., Chang, H. K., Lee, T. H., Lee, H. H., Shin, M. C., Shin, M. S., & Kim, C. J.(2005). Long-term treadmill exercise overcomes ischemia-induced apoptotic neuronal cell death in gerbils. *Physiology and Behavior*, 84(5), 733~738.
- Sonnenberg, S., Shearman, C. P., Baxter, S., Morris, G. E., Cumming, D. V. E., Montgomery, H. E., Rose-Zerilli, M. J., & Day, I.N.M.(2007). Level of Ex Vivo Interleukin 6 Expression in Human Peripheral Fat Compared with Other Tissues. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 35(3), 314~319.
- Trayhurn, P., & Wood, I.(2005). Signaling role of adipose tissue: adipokines and inflammation in obesity. *Biochemical Society Transactions*, 33(5), 1078~1081.
- Trejo, J. L., Carro, E., & Aleman, I. T.(2001). Circulating

- insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *The Journal of Neuroscience*, 21(5), 1628~1634.
- van Praag, H., Christie, B. R., Sejnowski, T. J., & Gage, F. H.(1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 96(23), 13427~13431.
- van Praag, H., Shubert, T., Zhao, C., & Gage, F. H.(2005). Exercise enhances learning and hippocampal neurogenesis in aged mice. *The Journal of Neuroscience*, 25(38), 8680~8685.
- Vozarova, B., Weyer, C., Hanson, K., Tataranni, P. A., Bogardus, C., & Pratley, R. E.(2001). Circulating interleukin-6 in relation to adiposity, insulin action, and insulin secretion. *Obesity Research*, 9, 414.
- Wagner, J. P., Black, I. B., & Bloom, E. D.(1999). Stimulation of neonatal and adult brain neurogenesis by subcutaneous injection of basic fibroblast growth factor. *The Journal of Neuroscience*, 19, 6006~6016.
- Weicker, H., & Struder, H. K.(2001). Influence of exercise on serotonergic neuromodulation in the brain. *Amino Acids*, 20(1), 35~47.
- Xing, Z., Gauldie, J., Cox, G., Baumann, H., Jordana, M., Lei, X. F., & Achong, M. K.(1998). IL-6 is an antiinflammatory cytokine required for controlling local or systemic acute

inflammatory responses. The American Society for Clinical Investigation, 101(2), 311~320.

