

반복적인 모형마 운동에 따른 기수의 혈장 그렐린과 호르몬들의 관계

장석암^{1*}

¹단국대학교 운동처방제활학과

The Relationship of Repeated Racehorse Simulator Exercise on Plasma Ghrelin and Hormons in Jockeys

Seok-Am, Zhang^{1*}

¹Department of Exercise Prescription and Rehabilitation, Dankook University

요 약 이 연구 목적은 기수를 대상으로 공복 시 반복적인 모의 경주마 운동 시 그렐린과 관련 호르몬의 관계를 규명하고자 한다. 공복의 기수와 기수후보생들은 경마의 첫 번째 단거리 1000 m, 두 번째 중거리 1700 m 세 번째 장거리 2300 m의 반복적인 모의 경주마 운동 전과 직후 정맥혈을 채혈하여 그렐린, 렙틴, 인슐린, IGF-1과 코티졸을 분석하였다. 피어슨 상관관계에서 기수후보생이 3차 운동 후 그렐린과 인슐린 농도가 $r = .55$ 를 나타내었다. 기수의 운동 전 그렐린과 렙틴 농도가 $r = .73$ 으로 운동 전 그렐린 렙틴 수준이 통계적으로 유의성($p < .05$) 있는 관계와 기수후보생이 그렐린과 코티졸 농도에서 $r = .64$ 를 나타내었다. 그렐린 렙틴 인슐린 IGF-1 농도는 운동 전에 비교하여 통계적으로 유의성 없이 1차 운동 후 증가와 2차, 3차 감소, 경마기수와 후보생보다 통계적으로 유의성 없는 차이를 나타내었다. 경마기수에 비교 하여 후보생은 1차 2차, 3차 운동에서 통계적으로 유의성 있게 IGF-1는 낮게($p < .05$) 코티졸 농도는 높게($p < .001$) 나타내었다. 연구결과 반복적인 모의 경주마 운동으로 인한 에너지 소모 반응에서 기수후보생의 3차 운동에서 만이 그렐린과 인슐린의 상관관계를 나타내었다.

Abstract The aim of the present investigation was to investigate the relationship of repeated racehorse simulator exercise on plasma ghrelin and hormones in fasted jockeys. The fasted jockeys and apprentice jockeys performed 1st short distance 1000m, 2nd middle distance 1700m and 3rd long distance 2300m racehorse simulator exercises, and venous blood samples were obtained before, immediately after. In addition to ghrelin concentration, leptin, insulin, insulin-like growth factor-1 (IGF-1), and cortisol values were measured. Pearson correlation coefficients revealed plasma ghrelin and insulin concentration in apprentice jockeys $r = .55$ after the 3rd exercise. There were relationships between significant relationships ($p < .05$) between plasma ghrelin and leptin concentration in jockeys $r = .73$, and between plasma ghrelin and cortisol concentration in apprentice jockeys $r = .64$ before exercise. There was no difference in the ghrelin, leptin, insulin and IGF-1 concentration responses to the consecutive exercise. The IGF-1 and cortisol level showed significant ($p < .05$) difference between groups. In conclusion, these results suggest that negative energy balance induced by of repeated racehorse simulator exercise elicits a metabolic response with positive relationship in plasma ghrelin and insulin in apprentice jockeys after the 3rd exercise.

Key Words : Ghrelin, Leptin, Insulin.

1. 서론

그렐린은 시상하부와 위장의 기저부 그리고 췌장에서

배고픔에 의해 자극되어 생성되어지는 호르몬으로, Kojima et al.(1999)이 처음으로 보고하였다[1]. 그렐린은 28개 아미노산의 폴리펩타이드로써 에너지 균형 조절,

본 연구는 2009 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

*교신저자 : 장석암(schang@dankook.ac.kr)

접수일 11년 02월 23일

수정일 11년 03월 18일

게재확정일 11년 04월 07일

음식섭취, 비만, 대사 증후군[2,3], 혈압[4], 제2형 당뇨병[5]과 면역[6] 등과 관련 있다. 또한 그렐린은 일반적으로 식욕을 촉진하는 작용을 하며, 식전에 증가되었다가 식후에 감소되는 것으로 보고되고 있다[7]. 식이장애를 가진 사람의 경우, 일반인들보다 혈중 그렐린의 농도가 유의하게 높은 것으로 보고되어 그렐린이 비만과 식이장애에 중요한 역할을 한다[8].

운동 중 순환 그렐린 수준은 일정한 연구 보고가 아니다. 선행연구에서 일회성 유산소 운동이 그렐린 수준에 영향을 미치지 않는다는 연구와[9-11], 반면에 그렐린 수준은 증가하고 렙틴 수준이 감소되었다는 연구도 있었다[12]. 장기간운동에서 칼로리 감소로 인한 체중 감소는 그렐린 수준의 증가 보고와[13], 반면에 그렐린 수준의 변화가 없다는 연구도 있었다[14]. 훈련으로 인한 그렐린과 다른 관계 연구에서는 체중 변화와 상관관계가 없었고[15], 훈련쥐에서는 운동후 혈장 글루코스, 인슐린, 코티졸 수준은 유의한 차이가 없었으며[16], 비만과 강한 역상관 관계로 인슐린 민감도는 감소하였으며 그렐린 수준과 렙틴 관계는 증가하였다[17].

렙틴은 뇌의 시상하부에서 분비되어 체지방량을 조절하며 인체의 에너지 항상성과 식욕 등을 조절하는 역할을 하며 처음 Zhang et al.(1994)이 보고하였다[18].

렙틴의 선행연구에서 훈련인에게 장거리 달린 후 렙틴 수준의 변화는 없다는 보고[19]와, 훈련인에게 장거리 운동 후와 1시간 회복 후에 렙틴수준은 약간에 변화가 있었다는 보고[20], 여자 우수 하키선수들 훈련 후 체중은 변화 없이 고강도운동 반응실험에서 렙틴 수준이 증가[21]와, 일반인 훈련의 효과로 렙틴 농도감소[22], 렙틴 농도의 변화가 없다는 보고[23]가 있다. 렙틴과 다른 호르몬 관계 연구에서 Dagogo-Jack et al은 렙틴과 코티졸이 $r=0.75$ 로써 가장 높은 상관계를 보고하였으며[24], 장기간 인슐린 투여는 렙틴 농도에 영향을 미치는 것은[25] 급성운동시 글레린 농도 역제가 탄수화물대사에 반영된 것이다[26].

이상의 선행연구에서 보면 운동 후의 그렐린과 렙틴 변화에 대한 결과가 일관되지 못하고 있으며 이들과 관련된 호르몬들과의 상관관계도 명확하게 규명되지 못하고 있는 실정이다. 그리고 일반인 비만인 훈련인을 대상으로 식이요법 일회성 운동 또는 장기적인 훈련의 연구는 있었으나 반복적인 운동의 연구가 미미하다. 따라서 이 연구의 목적은 경마기수의 공복시 반복 운동 후 그렐린 및 렙틴과 대사관련 호르몬들의 농도변화와 상관관계를 규명하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구대상자는 총 16명으로 현역 기수인 실험군 8명은 경주마기승경력 평균 3.2년, 평균나이 24.4±2.1세, 평균 BMI 19.5±1.1 kg/m²이며, 비교군기수후보생 8명은 기수훈련 1년, 평균나이 22.3±2.2세, 평균 BMI 18.4±0.7kg/m²이었다.

2.2 연구방법



[그림 1] 모의 경주마 운동

실험군과 비교군 모두 전일 저녁 식사 후 새벽 경마 운동 후 물을 제외한 공복상태를 유지하면서 실험을 10시 30분부터 13시까지 시행하였다. 모의 경주마 운동은 그림 1과 같이 발주, 주행, 채찍과 함께 실제 경마와 같이 실시하였다. 경마시행규정해설집의[27] 근거에 따라 단거리 경주 1,000 m를 예상하여 1분5초 운동 후(1차 테스트), 중거리 1,700 m를 예상하여 1분53초 운동 후(2차 테스트), 장거리 2,300 m를 예상하여 2분30초 운동(3차 테스트)후 각 단계별 30분간 휴식 후 실시하였다.

실험절차는 운동검사 설명 후 동의서에 서명 한 후 30분간 안정을 취하고 운동전·후 신체조성성분(Inbody 3.0, USA)검사, 심박수(Polar system, USA)측정, 상완정맥에서 22cc채혈 후 3,000 rpm으로 10분간 원심 분리하여 혈장을 추출하고 드라이아이스에 냉동 보관시켜 검사실로 이송 분석하였다.

혈액 생화학 분석은 혈장 총 그렐린 농도는 혈장그렐린 전용용기에 넣어 RIA 검사법의해 그렐린(Phoenix, USA) 시약을 사용하고 r-counter (PACKARD, USA) 분석장비를 이용하였고, 렙틴농도는 혈청 SST전용용기에 넣어 RIA 검사법의해 Human Leptin RIA kit(Linco, USA) 시약을 사용하고 r-counter(PACKARD, USA) 분석장비를 이용하였으며, 성장호르몬(IGF-1) 농도는 혈청 SST전용용기에 넣어 CLIA 검사법의해 IGF-1(DPC,

USA) 시약을 사용하고 Immulite 2000(DPC, USA) 분석장비를 이용하였다. 인슐린농도는 혈청 SST 전용용기에 넣어 ECLIA 검사법의해 Insulin (Roche, Germany) 시약을 사용하여 Modular Analytics(Roche, Germany) 분석장비를 이용하였고, 코티졸농도는 혈청 SST 전용용기에 넣어 RIA 검사법의해 Coat-A-count Cortisol (SIEMENS, U.S.A.) 시약을 사용하고 r-counter (COBRA 5010, Quantum; PACKARD, USA) 분석장비를 이용하였다.

2.3 자료처리

SPSS의 하위 프로그램을 이용하여 기술 통계치(X,s)를 산출하고, 측정시간 간(운동전×1분5초 운동×1분53초 운동×2분30초 운동) 반복측정에 의한 요인변량 분석을 실시 후 통계적으로 유의한 차이가 있는 경우 대응 T-test를 하였고, 혈장 그렐린 수준과 렘틴, 인슐린, IGF-1, 체지방, BMI의 계수들(coefficients)간은 Pearson 상관계수를 산출하였다. 통계적 유의성의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 이다.

3. 결과

3.1 호르몬농도변화

기수 모의경주마운동의 호르몬농도변화는 표 1에서 보는 바와 같다.

십박수의 수준을 비교하기 위해 경마기수와 후보생이 1차, 2차, 3차의 모의 경주마 운동에 따른 이원변량반복 분석(집단*시기)을 실시 후 각 시기 간에는 경마기수와 후보생 모두 유의하게 증가하였다. 운동전에 비하여 1차, 1차에 비하여 2차, 2차에 비하여 3차 수준이 모두 유의하게 증가하였고(운동전 vs. 1차 $p<0.0001$, 1차 vs. 2차 $p<0.0001$, 2차 vs. 3차 $p<0.0001$), 경마기수가 후보생 집단보다 유의하게 1차($p<0.001$), 3차($p<0.05$) 모의 경주마 운동에서 높았다.

그렐린, 렘틴, 인슐린 농도는 운동전에 비하여 통계적으로 유의성 없이 1차 운동 후 증가와 2차, 3차 감소, 경마기수와 후보생보다 통계적으로 유의성 없는 차이를

[표 1] 반복 모형마 운동시 기수의 십박수 호르몬 수준. (n=16)

Variables	Group	Before Exercise	1 st test	2 nd test	3 rd test
Heart rate (beats/min)	Jockeys	74.3±5.8	144.1±9.8 ^{a**}	150.8±12.3 ^{b**}	161.9±7.8 ^{c**}
	apprentice jockeys	71.9±2.4	125.8±10.2 ^{a** d**}	140.1±13.8 ^{b**}	153.9±7.6 ^{d*}
BMI (kg/m ²)	Jockeys	19.26±0.33	19.26±0.32	19.26±0.32	19.21±0.33
	apprentice jockeys	18.76±0.40	18.70±0.38	18.68±0.39	18.68±0.39
Ghrelin (pg/ml-1)	Jockeys	339 ±201	371 ±179	352±178	330±158
	apprentice jockeys	382±122	414±116	382±101	372±110
Leptin (ng/ml-1)	Jockeys	0.689±0.23	0.846±0.21	0.769±0.13	0.745±0.164
	apprentice jockeys	0.606±0.14	0.88±0.37	0.794±0.17	0.756±0.37
Insulin (μ U/mL ⁻¹)	Jockeys	2.16±0.77	3.32±1.65	2.20±0.91	1.89±0.9
	apprentice jockeys	1.73±0.65	2.84±2	2.54±1.92	1.74±0.78
IGF-1 (ng/ml-1)	Jockeys	154.4±15.6	165.6±19.3	168.3±22.9	168.8±21.0
	apprentice jockeys	127.2±24.7 ^{d*}	133.6±27.4 ^{d*}	134.8±25.3 ^{d*}	135.4±27.2 ^{d*}
Cortisol (μ g/dL ⁻¹)	Jockeys	13.5±3.16	12.44±2.17	10.10±2.32	9.6±1.27
	apprentice jockeys	13.16±6.44	17.45±3.79 ^{d*}	17.98±4.35 ^{d*}	18.84±4.35 ^{d*}

Values represent means±SD

Significant difference between before exercise vs. 1sttest : ^a

Significant difference between 1sttest vs. 2ndtest : ^b

Significant difference between 2ndtest vs. after 3rdtest : ^c

Significant difference between Jockeys vs. apprentice jockeys : ^d

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

나타내었다.

IGF-1 수준은 운동전에 비하여 통계적으로 유의성 없이 1차, 2차, 3차 계속적으로 약간의 증가와 경마기수와 후보생 비교에서는 통계적으로 유의성 있는($p<0.05$)차이를 나타내었다.

코티졸 농도에서는 후보생이 경마기수와 비교에서는 1차, 2차, 3차에서 통계적으로 유의성 있게 높게($p<0.001$) 나타내었다.

3.2 호르몬 농도 상관관계

Pearson 상관계수를 산출한 결과는 표 2와 같다.

혈장 그렐린 수준과 렙틴, 인슐린, IGF-1, BMI지수 간에 Pearson 상관계수를 산출한 결과 기수의 운동전 그렐린과 렙틴 농도가 $r=0.73$ 으로 운동전 그렐린과 렙틴 수준이 통계적으로 유의성($p<0.05$)을 나타내었다. 기수후보생이 그렐린과 코티졸 농도에서 $r=0.64$ 를 나타내었고, 3차 운동 후 그렐린과 인슐린 농도가 $r=0.55$ 를 나타내었다.

4. 고찰

이 연구의 모의 경주마 운동 후 평균 심박수에서 현역 기수가 기수후보생에 비교하여 유의성 있게 높게 나타나 현역 기수가 경마에서 높은 기술로서 더 강도 있는 기승을 나타내었다.

이 연구에서 그렐린 수준과 BMI 상관관계에서 유의성은 없으나 역상관계를 나타내어 Haqq et al[28]과 Jürimäe

et al[10]의 역상관 보고와 유사하였다. 현역 기수와 기수 후보생인의 3차의 반복 모의 경주마 운동에서도 두 집단의 차이가 없는 것은 기수후보생도 1년 동안 기수를 위한 운동과 체중조절이 기수와 유사한 훈련인 기수로 신체조성이 적응되어 두 집단이 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다.

운동 관련 그렐린 연구 보고서에서 총 그렐린 농도 측정연구와[9,10,26] 그렐린은 비아실 그렐린과 아실그렐린으로서 80-90%가 비아실 그렐린이다[29]. 사람에게서 비아실그렐린은 갑상선과 췌장에 없어 식욕작용에 중요하지 않다. 그리고 총 그렐린과 아실그렐린은 상관관계가 있으며 따라서 이 연구는 총 그렐린 농도 측정연구로 실시하였다.

이 연구에서 그렐린 수준은 운동전에 비교하여 통계적으로 유의성 없게 증가하였다. 이와 유사하게 훈련된 대상으로 공복시의 Jürimäe et al[10], Rämson et al[30], Schmidt et al[31]의 훈련인 대상으로 일회성 운동에서도 통계적으로 유의성 없었으며, 반복 운동에서도 Kraemer et al[26]은 훈련된 남자가 운동 후 그렐린과 성장 호르몬 농도가 통계적으로 유의성 있는 변화가 없다고 보고하였다. 비 훈련인의 일회성 운동에서 Ueda et al[32]은 비만 젊은 남자에게 60분간의 싸이클 운동에서 혈장 그렐린 수준에는 변화가 없었다. 반면에 Christ et al[33]와 Konopko-Zubrzycka et al[34]은 장기간훈련에서 칼로리 감소로 인한 체중 감소는 그렐린 수준의 증가와 혈장 렙틴 농도 감소를 보고하였다. Rämson et al[30]은 공복 시 혈액 렙틴수준은 운동전에 비교하여 운동 후 통계적으로

[표 2] 그렐린 수준과 체지방, 렙틴, 인슐린, IGF-I 과 코티졸 수준의 상관관계

Ghrelin versus	Group	Before Exercise	P	Ghrelin versus	Group	3rd Racehorses Simulator Exercise	P
BMI (kg/m ²)	Jockeys	-0.1	0.82	Leptin (ng/ml-1)	Jockeys	0.82	0.14
	apprentice jockeys	-0.60	0.12		apprentice jockeys	-0.18	0.67
Leptin (ng/ml-1)	Jockeys	0.73	0.04*	Insulin (μU/mL ⁻¹)	Jockeys	0.27	0.52
	apprentice jockeys	0.028	0.50		apprentice jockeys	0.55	0.15
Insulin (μU/mL ⁻¹)	Jockeys	0.08	0.85	IGF-1 (ng/ml-1)	Jockeys	0.31	0.46
	apprentice jockeys	-0.01	0.99		apprentice jockeys	-0.16	0.97
IGF-1 (ng/ml-1)	Jockeys	0.17	0.97	Cortisol (μg/dL ⁻¹)	Jockeys	0.44	0.27
	apprentice jockeys	-0.13	0.76		apprentice jockeys	-3.65	0.37
Cortisol (μg/dL ⁻¹)	Jockeys	-0.23	0.58				
	apprentice jockeys	0.64	0.91				

*p<0.05, **p<0.01

로 유의성 있게 낮았다고 보고하였다. Christ et al[33]은 운동 후 성장호르몬과 코티졸 수준도 변화가 없었고 저지방다이어트 집단은 고지방다이어트 집단에 비교하여 운동 후 유의성 있게 글렐린 수준은 높았고, 렙틴 수준은 낮게 보고 하였다. 위의 상반된 연구는 피험자의 훈련정도 실험강도와 운동시간의 차이로 사료된다. 이 연구에서 경마 훈련으로 단련된 피험자에게는 훈련의 적응 현상으로 최고 평균 심박수(회/분)가 기수는 161.9±7.8과 기수후 보생은 153.9±7.6의 세번의 반복적 운동으로는 순환 그렐린과 렙틴 농도에서 유의성 없는 변화를 나타내었다. 위의 선행 연구를 고찰 할 때 추측컨데 단련된 운동선수에게는 운동시 많은 모든 근육양의 운동량이어야 에너지 가용양의 감소나 에너지 보존양에 의하여[33] 그렐린 수준의 변화에 영향 줄 것으로 사료된다.

이 연구에서 호르몬들이 통계적으로 유의성 없이 운동 전에 비교하여 1차 운동 후 증가와 2차, 3차 운동 후 감소수준을 나타낸 것은 훈련 된 현역 기수의 최대심박수의 74%, 기수후보생의 최대심박수의 63%에 달하는 운동량으로는 공복 시의 모의 승마 운동에서도 호르몬 수준의 변화를 주지 못하였다. 위의 결과로 유추할 수 있는 것이 경마기수로서의 체중을 유지하며 공복의 경마 운동에 단련된 것으로 사료된다.

이 연구에서 코티졸 수준이 현역 기수 비교하여 기수 후보생에 유의성 있게 높아, 기수 후보생이 승마 기술의 부족으로 모의 경마에서도 높은 스트레스를 나타내었다

그렐린과 호르몬의 상관관계 선행연구에서 Kraemer et al[26]은 잘 훈련된 남자에게서 그렐린이 IGF-와 GFBP-3와 Weiman et al[35]은 사춘기 우수 체조선수에게서 렙틴 수준과 통계적으로 유의성 있는 상관관계를 나타내었다. 운동은 에너지 균형에 영향을 주고 그렐린은 운동시 에너지 균형 조절을 한다. 운동이 칼로리를 소모하면 위 세포나 다른 조직에서 그렐린 생성 신호를 보내면 식욕을 자극하고 성장 호르몬이 작용한다. 반면 Schmidt et al[31]은 건강한 남자에게서 저장도 중강도 고강도 트레일 실험에서 성장 호르몬이 증가하는 반면 그렐린은 증가하지 않아 그렐린이 성장 호르몬에 영향을 미치지 않는다고 보고와 같이 이 연구에서 그렐린과 IGF-1은 유의한 상관관계를 나타내지 못하였다. 이 연구에서 기수가 운동전에 그렐린과 렙틴, 렙틴과 IGF-1만이 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 이는 공복시 승마에 훈련된 경마기수로서 이 실험의 운동량인 현역기수 최대심박수의 74%와 기수후보생 63%는 그렐린이 IGF-1의 조절에 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

이 연구에서 그렐린과 코티졸 농도가 높게 나타난것은 Dagogo-Jack et al[24]연구와 유사하였다. 이는 렙틴은 부

신피질세포에서 코티졸 생성을 억제하고 부신피질선에 작용하며, 이는 비만인에게는 글루코코르티코이드와 인슐린저항과 시상하부의 글루코코르티코이드 시스템과 렙틴 작용이 함께 중요한 상호작용을 한다고 시사한다[36]. 기수후보생이 3차 운동 후 글렐린과 인슐린 농도가 높게 나타난 것은 급성 운동시 탄수화물대사로 인하여 그렐린 농도 억제가 나타난 것이다[26].

후속 연구로써 실제 경마 시 더 많은 반복 경마운동이 에너지대사나 호르몬변화를 분석 연구 할 예정이다.

참고문헌

- [1] M. Kojima, H. Hosoda, Y. Date, M. Nakazato, H. Matsuo, and K. Kangawa "Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach," Nature, Vol.402, pp. 656-660, 1999.
- [2] S. C. Higgins, M. Gueorguiev, and M. Korbonits, "Ghrelin, the peripheral hunger hormone", Annals of Medicine, Vol39, 116-136, 2007.
- [3] M. Kojima and K. Kangawa, "Ghrelin: structure and function", Physiology Review, Vol.85, pp. 495-522, 2005.
- [4] U. Mager, M. Kolehmainen, J. Lindström, J. G. Eriksson, T.T. Valle, H. Hämäläinen, P. Ilanne-Parikka, S. Keinänen-Kiukaanniemi, J. O. Tuomilehto, L. Pulkkinen and M. I. Uusitupa, "Association between ghrelin gene variations and blood pressure in subjects with impaired glucose tolerance", American Journal of Hypertension, Vol.19, pp. 920-926, 2006.
- [5] S. Y. Kim, D. S. Jo, P. H. Hwang, J. H. Park, S. K. Park, H. K. Yi and D. Y. Lee, " Preproghrelin Leu72Met polymorphism is not associated with type 2 diabetes mellitus", Metabolism, Vol.55, pp. 366-370, 2006.
- [6] V. D. Dixit, E. M. Schaffer, R. S. Pyle, G. D. Collins, S. K. Sakthivel, R. Palaniappan, J. W. Lillard Jr and D. D. Taub, "Ghrelin inhibits leptin- and activation-induced proinflammatory cytokine expression by human monocytes and T cells" Journal of Clinical Investigation, Vol.114, pp. 57-66, 2004.
- [7] M. C. Chu, P. Cosper, F. Orio, E. Carmina and R. A. Lobo, "Insulin resistance in postmenopausal women with metabolic syndrome and the measurements of adiponectin, leptin, resistin, and ghrelin", American Journal of Obstetrics and Gynecology, Vol.194, pp. 100-104, 2006.

- [8] T, McLaughlin, F, Abbasi, C, Lamendola, R. S, Frayo and D. E. Cummings, "Plasma ghrelin concentrations are decreased in insulin-resistant obese adults relative to equally obese insulin-sensitive controls", *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, Vol.89, pp. 1630-1635, 2004.
- [9] S. F. Burns, D. R. Broom, C. Mundy, M. Miyashita, and D. J. Stense, "A single session of treadmill running has no effect on plasma total ghrelin concentrations", *Journal of Sports Science*, Vol.25, pp. 635-642, 2007.
- [10] J. Jürimäe, P. Hofmann, T. Jürimäe, R. Palm, J. Mäestu and P. Purge, "Plasma ghrelin responses to acute sculling exercises in elite male rowers", *European Journal of Applied Physiology*, Vol.99, pp. 467-474, 2007.
- [11] S. Y. Ueda, T. Yoshikawa, Y. Katsura, T. Usu, H. Nakao and S. Fujimoto, "Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males", *Journal of Endocrinology*, Vol.201, No.1, 151-9, 2009.
- [12] J. Jürimäe, R. Rämson, J. Mäestu, P. Purge, T. Jürimäe and P.J. Arciero, "Plasma visfatin and ghrelin responses to prolonged sculling in competitive male rowers", *Medicine & Science and Sports & Exercise*, Vol.41, No.1, pp. 137-43, 2009.
- [13] M. Konopko-Zubrzycka, A. Baniukiewicz, E, Wróblewski, I, Kowalska, W, Zarzycki, M, Górska and A. Dabrowski, "The effect of intragastric balloon on plasma ghrelin, leptin, and adiponectin levels in patients with morbid obesity" *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 94(5), 1644-9. Epub 2009.
- [14] K. T. Borer, E, Wuorinen, K, Ku and C. Burant, "Appetite responds to changes in meal content while ghrelin, leptin, and insulin track changes in energy availability", *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, Vol.94, No.7, pp. 2290-8, 2009.
- [15] E. Ravussin, M, Tschop, S, Morales, C, Bouchard and M. L. Heiman, "Plasma ghrelin concentration and energy balance: overfeeding and negative energy balance studies in twins", *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, Vol.86, pp. 4547-4551, 2001.
- [16] A, Ghanbari-Niaki, A, Jafari, H, Abednazari and H. Nikbakht, "Treadmill exercise reduces obestatin concentrations in rat fundus and small intestine", *Biochemical Biophysics Research Communication*, Vol.8, No.372(4), pp. 741-745, 2008.
- [17] R, Kelishadi, M, Hashemipour, N, Mohammadifard, H, Alikhassy and K. Adeli, "Short and long-term relationships of serum ghrelin with changes in body composition and the metabolic syndrome in prepubescent obese children following two different weight loss programmes". *Clinical Endocrinology(Oxf)*. Vol.69, No.5, pp. 721-729, 2008.
- [18] Y. Zhang, R. Proenca, M. Maffei, M. Barone, L, Leopold, J.M. Friedman, "Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue", *Nature*, Vol.372, pp. 425-432, 1994.
- [19] M.S. Hickey, R.V. Considine, R.G. Israel, T.L. Mahar, M.R. McCammon and G.L. Tyndall, "Leptin is related to body fat content in male distance runners", *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism* Vol.271, No.5 Pt 1, pp. E938-940, 1996.
- [20] S. wanger, M. Egermann, P. Nowroth and P. bartsh, "Minimal alterations in serum concentration of leptin after exhaustive treadmill running", *International Journal of Sports Medicine*, Vol.19, S52. 1998
- [21] Schmid, Baum, Weib, Pridzun and Liesen, "Influence of moderate exercise on serum leptin levels" *International Journal of Sports Medicine*, Vol. 19, S52. 1998
- [22] W. J, Pasman, M. S. Westerterp-Plantenga, & W. H. Saris "The effect of exercise training on leptin levels in obese males", *American Journal of Physiology*, Vol.274, No.2pt1, E280-286, 1998.
- [23] S. A. Chang, Plasma leptin and BMI, Vo2, Hormones, energy substrates relationship in cerebral palsed adolescents : 16-wks during with and 4-wks without aerobic training", *The Korean Journal of Physical Education*, Vol.39, No.2, pp. 388-406, 2000.
- [24] S, Dagogo-Jack, C, Fanelli, D, Paramore, J, Brothers, M., Landt, "Plasma leptin and insulin relationships in obese and nonobese humans", *Diabetes*, Vol. 45, No.5, pp.695-698.
- [25] J. W, Kolaczynski, M. R, Nyce, R. V, Considine, G, Boden, J. J, Nolan, R, Henry, S. R, Mudaliar, J, Olefsky, J. F. Caro, "Acute and chronic effects of insulin on leptin production in humans: Studies in vivo and in vitro", *Diabetes*, Vol.45, No.5, pp.699-701, 1996.
- [26] R. R. Kraemer, R. J. Durand, E. O. Acevedo, L. G. Johnson, G. R. Kraemer and E. P. Hebert, "Rigorous running increases growth hormone and insulin-like growth factor-I without altering ghrelin", *Experimental*

biology and medicine/ Society for Experimental Biology and Medicine, Vol.229, pp. 240-246, 2004.

[27] 한국마사회 "경마시행규정 해설집". 한국마사회, pp55, 1997.

[28] A. M. Haqq, I. S. Farooqi, S. O'Rahilly, D. D. Stadler, R. G. Rosenfeld and K. L. Pratt, "Serum ghrelin levels are inversely correlated with body mass index, age, and insulin concentrations in normal children and are markedly increased in Prader-Willi syndrome", Journal of Clinical Endocrinology Metabolism, Vol.88, 2003.

[29] H. Hosoda, K. Doi, N. Nagaya, H. Okumura, E. Nakagawa, M. Enomoto, F. Ono, K. Kangawa. "Optimum collection and storage conditions for ghrelin measurements: octanoyl modification of ghrelin is rapidly hydrolyzed to desacyl ghrelin in blood samples", Clinical Chemistry Vol.50, pp. 1077-1080, 2004.

[30] R. Rämson, J. Jürimäe, T. Jürimäe, J. Mäestu, "The influence of increased training volume on cytokines and ghrelin concentration in college level male rowers", European Journal of Applied Physiology, Vol.104, No.5, pp. 839-846, 2008.

[31] A. Schmidt, C. Maier, G. Schaller, P. Nowotny, M. Bayerle-Eder and B. Buranyi, "Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations", Hormone and metabolic research, Vol.36, pp. 174-177, 2004.

[32] S. Y. Ueda, T. Yoshikawa, Y. Katsura, T. Usui, H. Nakao, S. Fujimoto, "Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males", Journal of Endocrinology, Vol.201, No.1, pp.151-9, 2009.

[33] E. R. Christ, M. Zehnder, C. Boesch, R. Trepp, P. E. Mullis, P. Diem and J. Décombaz, "The effect of increased lipid intake on hormonal responses during aerobic exercise in endurance-trained men", European Journal of Endocrinology, Vol.154, No.3, pp. 397-403, 2006.

[34] M. Konopko-Zubrzycka, A. Baniukiewicz, E. Wróblewski, I. Kowalska, W. Zarzycki, M. Górski and A. Dabrowski, "The effect of intragastric balloon on plasma ghrelin, leptin, and adiponectin levels in patients with morbid obesity", Journal of Clinical Endocrinology Metabolism, Vol.94 No.51, pp. 644-1649, 2009.

[35] E., Weimann, C., Witzel, S. Schwidergall, H. Lohrer and J. Bohles, "Does influence pubertal development of elite female and male gymnast?", International

Journal of Sports Medicine, Vol.19, S52, 1998

[36] A. J. Van der Lely, M. Tschöp, M. L Heiman and E. Ghigo, "Biological, physiological, pathophysiological, and pharmacological aspects of ghrelin," Endocrine Review, Vol.25, pp. 426-457, 2004.

장 석 암(Seok-Am Zhang)

[정회원]



- 2000년 2월 : 한국체육대학교 대학원 스포츠의학전공(이학박사)
- 현재 : 단국대학교 운동처방재활학과 교수

<관심분야>
의생명공학, 스포츠의학