

중량 훈련과 유산소성 운동이 남성 호르몬에 미치는 영향

The Effect of Weight Training and Aerobic Exercise on Men's Sex Hormone

Won Hwa Park, Kang Pung Lee¹, Keun Jong Cho, Moo Sang Lee², Koon Ho Rha²

From The Research Institute for Sports Science, Hanyang University, and ¹Seoul Christian University and ²Department of Urology and Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The detrimental effect of strenuous exercise is well documented. The effect of moderate exercise (weight training and aerobic exercise) in healthy men was evaluated by analyzing the trend of hormones responsible for male reproduction.

Materials and Methods: The subjects were divided into 3 groups: systemically trained by a combination of bench press, sit-up and leg squat by 70% of 1RM for 10 weeks in the weight training group (n=5), systemically trained by a combination of treadmill running or walking by 70% of HRmax for 10 weeks in the aerobic exercise group (n=5), and non-training control group (n=5).

Results: In the weight training group, there were significant reductions of serum testosterone, FSH and LH during exercise ($p < 0.01$). There was no difference in hormone values between weight training and aerobic groups for any of the hormones measured.

Conclusions: Weight training and aerobic exercise lowered the serum FSH and LH levels, suggesting that moderate exercise may positively affect the reproductive hormonal status of males. (Korean J Urol 2004;45:680-684)

Key Words: Exercise, Testosterone, Follicle stimulating hormone, Sperm, Luteinizing hormone

대한비뇨기과학회지
제 45 권 제 7 호 2004

한양대학교 체육과학연구소,
¹서울기독대학교, ²연세대학교
의과대학 비뇨기과학교실,
비뇨의과학연구소

박원화 · 이강평¹ · 조근중
이무상² · 나군호²

접수일자 : 2003년 9월 16일
채택일자 : 2004년 3월 10일

교신저자: 나군호
연세대학교 의과대학
비뇨기과학교실,
비뇨의과학연구소
서울시 서대문구 신촌동 134
TEL: 02-361-5800
FAX: 02-312-2538
E-mail: khrha@yumc.
yonsei.ac.kr

서 론

마라톤과 같은 과도한 운동 (strenuous exercise)은 여성의 생리 및 내분비 생식 기능에 영향을 미쳐, 월경불순 및 무월경과 같은 이상을 일으킨다.^{1,2} 남성에서 장기간의 과도한 운동은 혈장 테스토스테론과 정자수를 감소시키는데,³ 이는 고환의 외상 또는 체온 상승, 체중 및 체지방량 감소 등의 생식선 스트레스 요인들로 인해 시상하부-뇌하수체-고환축 (hypothalamus-pituitary-testis axis)에 변화가 일어난 것 때문이라고 추정되고 있다.⁴ 그러나 남성은 여성과 같은 뚜렷한 생식 주기가 없는 관계로 남성을 대상으로 한 연구는 여성에서와 같이 활발하게 진행되지는 않았다. 또한 대부분의 연구가 마라톤 선수와 과도한 훈련을 하는 선수들을 대상으로 하였고 일상적으로 시행하는 운동이 남성의 생식

기능에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 건강을 증진시키기에 적절한 운동을 건강한 20대 남성을 대상으로 시행하여 운동이 남성 생식에 관여하는 호르몬에 미치는 영향을 연구하였다.

대상 및 방법

1. 대상

연구 대상으로 서울 지역에 거주하는 대학생으로 신체 검사상 이상이 없는 건강한 20대 남자 대학생 15명을 선정하였다. 실험을 위한 집단 분류는 중량 훈련 집단 (weight training group) 5명, 유산소성 운동 훈련 집단 (aerobic exercise training group) 5명, 비교 집단 (control group) 5명으로 무작위 선정하였고, 대상자들의 신체적 특징은 Table 1과 같다.

2. 연구방법

운동은 10주간 시행하였으며, 전신 중량 훈련 (weight training)을 수행한 중량 훈련 집단에서는 근력강화 운동을 1회 최대 반복 근력 (1 Repeated Maximum)의 70%의 강도로 실시하였으며, 유산소성 운동 집단에서는 최대심박수 (HRmax)의 70%로 운동을 실시하였다. 훈련 처치 방법과 훈련기간에 따른 정자 형성에 영향을 미치는 남성 호르몬인 testosterone, LH, FSH, prolactin의 혈장 내 농도를 운동 전, 운동시작 4주, 8주, 10주 (운동종료시점), 운동종료 후 4주 및 8주 등 총 6회 실시하였다.

호르몬 분석을 위한 채혈은 좌측 주정중피정맥에서 1회 용 주사기를 이용하여 운동 자극에 의한 생식 호르몬 반응이 장시간에 걸쳐 변화 양상을 보이는 특성과 생화학적 요인들의 차이를 최소화하기 위하여 혈액 채취가 있는 날은 중량 훈련, 유산소성 운동 집단과 비훈련 집단 모두 공복 상태에서, 다른 신체 활동을 수행하지 않은 상태인 오전 8-10시 사이에 1회 10ml를 채혈하였다.

3. 운동

중량 훈련 집단은 bench-press, sit-up, leg squat machine을 이용하여 각 피험자의 1회 최대 반복 근력 (1 repeated maximum)을 산출하였고, 본 운동을 실시하기 이전에 약 5-10분간 준비운동을 실시한 뒤, 70%RM의 중량으로 훈련

을 실시하였다. 훈련 개시 후 4주 간격으로 1RM을 측정하여 새로운 목표중량을 계산한 뒤 4주마다 새로운 운동 강도로 훈련을 하였고, 훈련은 주 3회 1회 최대 반복 근력 (1 repeated maximum)의 70%로 벤치 프레스, sit-up, 스쿼트를 1회당 3세트 실시하고 한 세트가 끝나면 완전 휴식한 후 다음 세트를 진행하였다 (Table 2).

유산소성 운동 집단의 훈련은 트레드밀 (Jaco-9900A, Jaco Fitness, 한국)을 이용하여, 각 피험자의 최대 심박수를 산출하였고, 피험자들은 실험실에 도착하자마자 sports tester를 이용하여 안정 시 심박수를 검사하고 본 운동을 실시하기 이전에 약 5-10분간 준비운동을 실시한 뒤, 70%HRmax의 수준에서 목표심박수를 계산한 뒤 sports tester를 가슴에 착용하고 훈련을 실시하였다. 훈련 개시 후 4주 간격으로 HRmax (최대심박수)를 측정하여 새로운 목표심박수를 계산한 뒤 4주마다 새로운 운동 강도로 훈련을 하였고, 훈련은 주 3회 HRmax (최대심박수)의 70%로 30분간 실시하였다.

중량 훈련 및 유산소성 운동 집단은 실험기간 전체에 걸쳐 훈련 시간 이외에 다른 신체 활동에 참가하지 못하도록 주지시켰으나, 비훈련 집단은 실험기간 전체에 걸쳐 활동적인 운동에 참가하는 것을 통제하지 않았다.

4. 통계처리

세 집단의 평균과 표준편차를 산출하였으며, 중량 훈련, 유산소성 운동 집단과 비훈련 집단 간 남성 호르몬의 차이, 시기별 차이, 집단과 시기 간의 교호작용에 대한 유의성 검증은 반복 측정에 의한 분산 분석법 (repeated measure of analysis: ANOVA)을 적용하여 검증하였다. 또한 집단별 시기 간의 차이는 랜덤화 블록 계획법의 분산 분석 (randomized block design ANOVA)으로, 시기별 집단 간의 평균치 차이 검증은 일원 변량 분석 (one-way ANOVA)으로 검증하였고, 사후비교 (post-hoc)는 Duncan의 방법 (Duncan's multiple range test)으로 검증하였다. 이상 실험결과와 자료처리를 SAS release 6.12 Program 통계 Package를 이용하였으며, 모

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Number	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
WT	5	24.4±4.03	178±7.59	75±4.96
AT	5	23.6±1.14	175±2.54	71.7±8.56
NT	5	19.2±0.44	181±4.79	70.8±12.74

*Values are Mean±SD. WT: weight training group, AT: aerobic exercise training group, NT: non training group

Table 2. Aerobic exercise and strength training program

Training type	Exercise type	Intensity	Duration/Set	Frequency	Time/Set
Aerobic exercise training	Walking or running	HRmax 70%	30min.	3days/week	90min
Weight training	Bench-press, sit-up, leg squat	1RM 70%	3set	3days/week	9set

*HRmax: maximum heart rate, RM: 1 repeated maximum

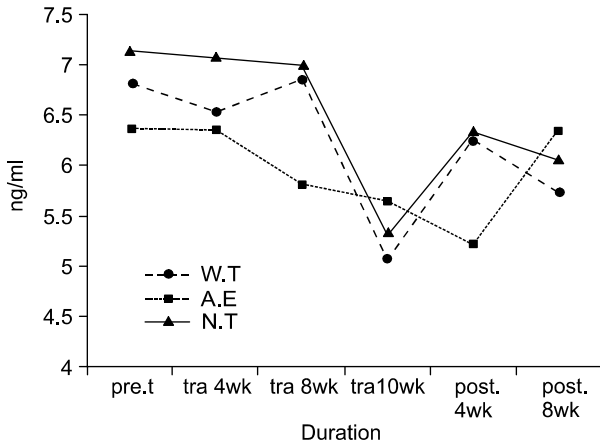


Fig. 1. The change of resting testosterone by weight training group and aerobic exercise group and non training group. Test; Group: $p > .05$, Duration: $p < .01$. *pre.t: pre test, post 4, 8wk: post test 4, 8week, tra 4, 8, 10wk: training 4, 8, 10week.

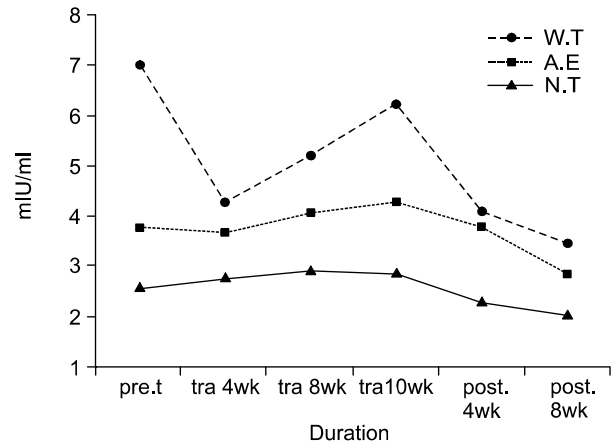


Fig. 3. The change of resting FSH by weight training group and aerobic exercise group and non training group. FSH; Group: $p > .05$, Duration: $p < .01$. *pre.t: pre test, post 4, 8wk: post test 4, 8week, tra 4, 8, 10wk: training 4, 8, 10week.

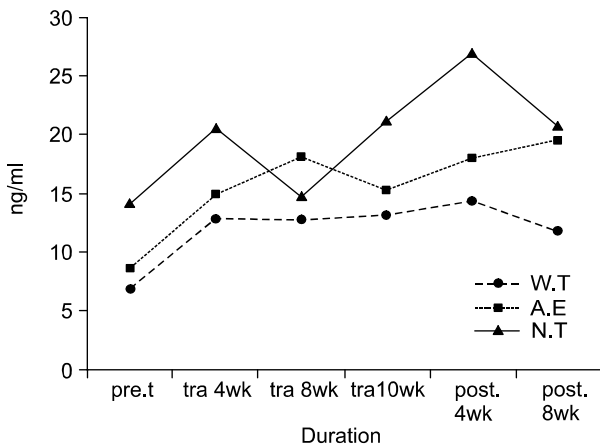


Fig. 2. The change of resting prolactin by weight training group and aerobic exercise group and non training group. Prol; Group: $p > .05$, Duration: $p > .05$. *pre.t: pre test, post 4, 8wk: post test 4, 8week, tra 4, 8, 10wk: training 4, 8, 10week.

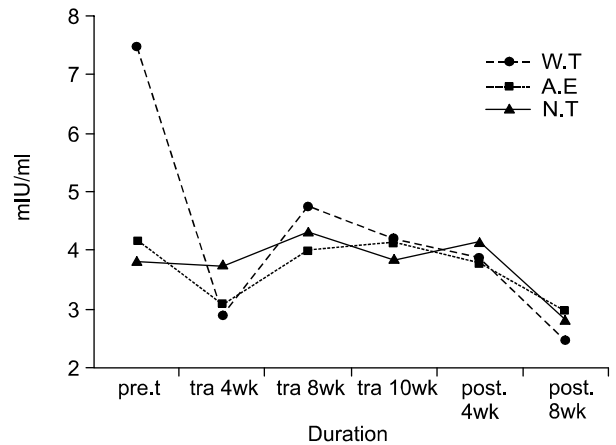


Fig. 4. The change of resting LH by weight training group and aerobic exercise group and non training group. LH; Group: $p > .05$, Duration: $p < .01$. *pre.t: pre test, post 4, 8wk: post test 4, 8week, tra 4, 8, 10wk: training 4, 8, 10week.

든 통계치의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. Testosterone

Testosterone은 중량 훈련 집단과 대조군에서는 훈련기간 중 변화가 없다가 훈련 8주에 급격한 감소를 보였다가 훈련 종료 후 증가하는 경향을 보였고, 유산소성 훈련 집단은 훈련기간 중 서서히 감소하다가 훈련 종료 4주부터 증가하는 경향을 보여 주었다 (Fig. 1).

이를 반복 측정에 의한 분산 분석법에 의해 분석한 결과

집단 간 유의한 차이가 없었으며 ($p > 0.05$), 훈련기간 중에는 중량 훈련 집단에서 유의한 차이가 나타났다 ($p < 0.01$).

2. Prolactin

Prolactin은 중량 훈련 집단에서는 훈련 4주에 증가한 후 훈련기간 중 유지되다가 훈련 종료 8주부터 서서히 감소하는 경향을 나타내었고, 유산소성 훈련 집단은 훈련기간 중 서서히 증가하다가 훈련 8주부터 감소하다가 훈련 종료 후 서서히 증가하는 경향을 나타냈으며, 대조군에서는 불규칙한 양상을 나타냈다 (Fig. 2).

반복 측정에 의한 분산 분석법에 의해 분석한 결과 집단

간 유의한 차이 ($p > 0.05$)가 없었으나 중량 집단의 훈련 4주, 8주 및 10주간의 유의한 차이가 나타났다 (Duncan test $p < 0.05$).

3. Follicle-stimulating hormone (FSH)

FSH는 중량 훈련 집단에서 훈련 4주에 감소하였다가 훈련기간 중 서서히 증가하였고, 훈련 종료 후 서서히 감소되는 경향을 나타내었고, 유산소성 운동 집단과 대조군에서는 훈련기간 중 약간 증가하다가 훈련 종료 이후 서서히 감소하는 경향을 나타냈다 (Fig. 3).

반복 측정에 의한 분산 분석법에 의해 분석한 결과 집단 간 유의한 차이 ($p > 0.05$)는 없었으나, 중량 훈련 집단에서는 훈련기간 중 유의한 차이 ($p < 0.01$)가 나타났다.

4. Luteinizing hormone (LH)

LH는 중량 훈련 집단에서 훈련 4주에 급격히 감소하였다가 훈련 8주부터 증가하였다가 다시 감소하는 경향을 나타냈고, 유산소성 운동 집단은 훈련기간 중 약간 증가한 후 훈련 종료부터 서서히 감소하는 경향을 나타냈으며, 대조군에서는 변화가 없었다 (Fig. 4).

반복 측정에 의한 분산 분석법에 의해 분석한 결과 집단 간 유의한 차이 ($p > 0.05$)가 없었으며, 훈련 중에는 중량 훈련 집단에서 유의한 차이 ($p < 0.01$)가 나타났다.

고 찰

Testosterone은 정세포의 감수분열에 필요하므로 혈 중 testosterone의 감소는 바로 고환의 기능 저하로 이어질 수 있고, testosterone의 결핍은 감수분열이 진행되는 동안 세포 손상을 증가시킴으로써 정자형성이 억제된다.⁵

Kraemer 등,⁶ Gotshalk 등⁷과 Volek 등⁸은 고강도 중량 훈련 (weight training) 후 테스토스테론 수준이 유의하게 증가하였음을 보고하였으나, Kraemer 등⁹은 저항성 훈련 후 테스토스테론 수준이 변화하였지만 이는 증가된 혈장량에 기인한 것이라고 보고하였다. 반면 Hackney,¹⁰ De Souza 등¹¹과 Arce 등¹²은 고강도의 지구성 훈련 후 테스토스테론 수준이 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

본 연구에서는 혈 중 testosterone은 중량 훈련 집단은 훈련기간 중 일정하게 되다가 훈련 종료 후 약간 감소하는 경향을 보였는데 이는 저항성 훈련의 강도가 1회 최대 반복 근력 (1 repeated maximum)의 70%로 훈련했던 것을 감안할 때 실험 대상자가 이전에 체계적인 훈련을 수행하지 않은 대학생들로 구성되었기 때문에 훈련에 비교적 빠르게 적응한 것으로 추측된다. 유산소성 운동 집단에서는 훈련과 동

시에 서서히 감소하다가 훈련 종료 후 회복되는 경향이 나타났는데 이는 Hackney,¹⁰ De Souza 등¹¹과 Arce 등¹²의 연구 결과와 일치하는 것으로 실험 대상자들이 운동 선수들이 아닌 일반인이었고 과훈련이 아닌 HRmax의 70%로 운동했기 때문에 유산소성 운동 종료 후 다시 회복된 것으로 추측된다.

뇌하수체 전엽에서 분비되는 성선 호르몬인 FSH는 정자 형성 기전을 통제하는 호르몬이다.⁵ 시상하부 (hypothalamus)는 뇌하수체에서 성선자극 호르몬 (gonadotropin)의 분비를 조절하는 호르몬을 방출하는데 여기서 방출된 난포자극 호르몬 (follicle stimulating hormone; FSH)은 고환의 정세관을 자극한다. 작용기전은 정세관내의 지주세포 (Sertoli cell)와 협동하여 직접적으로 정자형성을 조절한다.¹³

지구성 훈련 후 Hackney 등,¹⁰ Arce 등,¹² Ayers 등,¹⁴ Bagatell과 Bremner,¹⁵ Gutin 등¹⁶은 FSH의 유의한 차이가 없었다고 보고하였으나 본 연구에서는 FSH는 중량 훈련 집단에서 훈련기간 이후 유의한 감소를 나타냈고, 유산소성 운동 집단과 비훈련 집단은 훈련 처치 기간 중 약간 증가하다가 훈련 종료 이후 서서히 감소하는 경향을 나타냈다. 고환 위축증이나 무정자증 등 고환 자체에 원발성 장애가 있어서 성선자극 호르몬이 증가되는 고성선자극 호르몬성 성선기능부전증 (hypergonadotropic hypogonadism)의 경우 FSH치가 정상보다 높아져 있는데 이는 정자를 생산하는 정세관 세포의 손상을 의미하고, 뇌하수체에 문제가 있어서 선천적으로 FSH수치가 정상보다 낮아져 있는 저성선자극 호르몬성 성선기능부전증 (hypogonadotropic hypogonadism)으로 알려져 있다. 본 연구에 참여한 참여자 중에 고환에 이상이 있었던 피험자는 없었기 때문에 중량 훈련 집단에서 FSH수치가 증가하지 않고 오히려 감소했다는 사실은 중량 훈련이 고환 자체의 손상을 일으키지 않았다는 것을 시사하고, 나아가서 testosterone에 대한 고환조직의 민감성 (sensitivity)을 증가시킬 수 있는 가능성을 시사한다고 할 수 있다.

남성에게 있어서는 LH는 고환의 Leydig세포를 성숙시켜, 테스토스테론 생산, 분비를 촉진한다. LH 생산, 방출은 시상하부에서 조절한다.¹⁷ Hackney 등,¹⁰ Bagatell 등¹⁵과 Gutin 등¹⁶은 지구성 훈련 후 LH의 유의한 증가를 보였다고 보고하였고, MacConnie 등¹⁸과 McColl 등¹⁹은 지구성 훈련 후 LH의 유의한 감소를 보였다고 보고하였으며, Hackney 등,¹⁰ Arce 등¹²과 Ayers 등¹⁴은 유의한 차이가 없었다고 보고하였다.

본 연구에서 중량 훈련 집단은 훈련 후 유의한 감소를 나타냈는데 이는 MacConnie 등¹⁸과 McColl 등¹⁹의 연구 결과와 일치하는 것으로 나타났으며, 유산소성 운동 집단은 유

의한 차이는 없었지만 훈련기간 중 약간 증가하거나 유지되다가 훈련 종료 이 후 서서히 감소하는 경향을 나타냈는데 이 또한 MacConnie 등¹⁸과 McColl 등¹⁹의 연구 결과와 일치하는 것을 보여주었다. 중량 훈련 집단에서의 LH의 감소 역시 앞서 언급된 FSH와 마찬가지로 중량 훈련이 testosterone에 대한 민감성 (sensitivity)을 증가시킬 수 있다는 가능성을 시사한다고 할 수 있다.

결국 본 연구의 결과에 비춰 볼 때 중량 훈련 집단에서 정자 생성에 직접적으로 관여하는 테스토스테론의 생성을 자극하는 난포자극 호르몬과 황체형성 호르몬이 감소했음에도 불구하고 테스토스테론이 증가했다는 결과는 1RM의 70%로 수행된 전신 웨이트트레이닝이 남성 생식기능의 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 제시한 것으로 생각한다.

남성의 생식기능은 여성과 달리 일정한 주기가 존재하지 않고, 여러 가지 환경적 요인에 의해 변화되며 매우 큰 개인차가 존재한다.

또한 본 연구에서는 과도한 운동이 아닌 1RM의 70%의 일반적인 강도로 전신 웨이트 트레이닝을 실시하였으므로, 남성의 생식기능에 보다 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 운동의 강도와 운동 형태를 규명하기 위한 연구가 지속되어야 할 것이다.

결 론

10주간의 운동 (중량 훈련 및 유산소성 운동)이 남성 호르몬에 미치는 영향을 규명하기 위해 웨이트트레이닝을 수행한 중량 훈련 집단 (n=5), 유산소성 운동 집단 (n=5)과 비운동집단 (n=5)에서 중량 훈련 집단, 유산소성 운동집단, 비운동집단 간 및 집단과 훈련기간 두 변인들의 상호작용효과에서 테스토스테론, FSH, LH, 프로락틴에서 모두 유의한 차이가 없었으나 중량 훈련 집단에서 테스토스테론, FSH, 및 LH의 유의한 감소가 나타나 중량 훈련은 남성 생식 호르몬에 긍정적으로 영향을 미칠 수 있다고 추정되었으며, 추후 연구가 필요하리라고 생각한다.

REFERENCES

1. Nash HL. Can exercise suppress reproductive hormone in men. *Sports Med* 1987;15:180-9
2. Shangold MM. Exercise and the adult female: hormonal and endocrine effects. In: Terjung, editor. *Exercise and sports science reviews*. 12th ed. Lexington: Collamore Press; 1984; 53-79

3. Griffith RO, Dressendorfer RH, Fullbright CD, Wade CE. Testicular function during exhaustive endurance training. *Physic Sports Med* 1990;18:54-64
4. Arce JC, De Souza MJ. Exercise and Male factor infertility. *Sports Med* 1993;15:146-69
5. McClure RD. Endocrine evaluation and therapy of erectile dysfunction. *Urol Clin North Am* 1988;15:53-64
6. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* 1999;87:982-92
7. Gotshalk LA, Loebel CC, Nindl BC, Putukian M, Sebastianelli WJ, Newton RU, et al. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Can J Appl Physiol* 1997;22:244-55
8. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Incledon T, Boetes M. Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J Appl Physiol* 1997;82:49-54
9. Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR, Castracane VD. Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise. *Med Sci Sports Exercise* 1992;24:1346-52
10. Hackney AC, Sinning WE, Bruot BC. Hypothalamic-pituitary-testicular axis function in endurance-trained and males. *Int J Sports Med* 1990;11:298-303
11. De Souza MJ, Arce JC, Pescatello LS, Scherzer HS, Luciano AA. Gonadal hormones and semen quality in male runners. A volume threshold effect of endurance training. *Int J Sports Med* 1994;15:383-91
12. Arce JC, De Souza MJ, Pescatello LS, Luciano AA. Subclinical alterations in hormone and semen profile in athletes. *Fertil Steril* 1993;59:398-404
13. Korean Andrological Society. *Textbook of andrology*. Seoul: Kunja Publishing Company; 2003;29-37
14. Ayers JW, Komesu Y, Romani T, Ansbacher R. Anthropomorphic, hormonal, and psychologic correlates of semen quality in endurance-trained male athletes. *Fertil Steril* 1985;43:917-21
15. Bagatell CJ, Bremner WJ. Sperm counts and reproductive hormones in male marathoners and lean controls. *Fertil Steril* 1990;53:688-92
16. Gutin B, Alejandro D, Duni T, Segal K, Phillips GB. Levels of serum sex hormones and risk factors for coronary heart disease in exercise-trained men. *Am J Med* 1985;79:79-84
17. Burtis CA, Ashwood ER. *Tietz textbook of clinical chemistry*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1994;463-82
18. MacConnie SE, Barkan A, Lampman RM, Schork MA, Beitins IZ. Decreased hypothalamic gonadotropin-releasing hormone secretion in male marathon runners. *N Engl J Med* 1986;315: 411-7
19. McColl EM, Wheeler GD, Gomes P, Bhambhani Y, Cumming DC. The effects of acute exercise on pulsatile LH release in high-mileage male runners. *Clin Endocrinol* 1989;31:617-21