



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

의학 석사학위 논문

혈중 남성호르몬과 모발 내 구리, 아연
농도와의 상관관계

아 주 대 학 교 대 학 원

의학과/의학전공

장 충 수

혈중 남성호르몬과 모발 내 구리, 아연
농도와의 상관관계

지도교수 박 셋 별

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2009 년 2 월

아 주 대 학 교 대 학 원

의학과/의학전공

장 충 수

장충수의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 박 셋 별 인

심사위원 김 혜 진 인

심사위원 최 종 보 인

아주대학교 대학원

2008년 12월 22일

혈중 남성호르몬과 모발 내 구리, 아연 농도와의 상관관계

연구 배경 : 총테스토스테론의 양은 남성갱년기 장애와 밀접한 관계가 있으며 최근 외국의 연구에서 테스토스테론과 구리, 아연 사이의 연관성이 알려지고 있다. 본 연구에서는 국내 성인 남성을 대상으로 하여 혈중 테스토스테론 수치와 모발 내 구리, 아연 함유량 사이의 관계에 대해 알아보고자 하였다.

방법 : 2006년 3월 1일부터 2008년 2월 28일까지 일개 대학병원 가정의학과와 건강증진센터에 내원한 환자 및 수진자 중 40~60세 사이의 성인 남성 88명을 대상으로 하였다. 자기 기입식 설문과 문진을 통해서 인구 사회학적 특성을 알아보고, 키와 체중은 신체 계측기를 이용하여 측정하였다. 오전 8시에서 10시 사이에 혈청 총테스토스테론을 측정하였고 동시에 구리, 아연의 측정을 위해 모발 미세칼 검사를 실시하였다.

결과 : 혈중 총테스토스테론 농도에 따라 구분한 정상군과 저하군의 수치비교를 하였을 때, 테스토스테론 정상군이 저하군에 비하여 아연의 농도가 높았으며 이는 통계적으로 유의하였다($p=0.003$). 편상관관계 분석에서는 테스토스테론과 구리의 사이에는 유의한 음의 상관관계를 보였으며($r=-0.252$, $p=0.022$), 구리/아연 비와도 유의한 음의 상관관계를 보였다($r=-0.288$, $p=0.008$).

결론 : 총테스토스테론 저하군에 비해 정상군에서 아연의 농도가 높았으며, 모발 조직 내 구리의 농도 및 구리/아연 비가 높을수록 혈중 총테스토스테론 수치는 감소하는 경향을 보였다.

핵심어 : 테스토스테론, 구리, 아연, 구리/아연 비

차 례

국문요약	I
차례	III
그림 차례	IV
표 차례	V
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	3
A. 연구대상	3
B. 연구방법	4
C. 통계분석	6
III. 결과	7
A. 대상자의 일반적 특성	7
B. 총테스토스테론 정상군과 저하군 사이의 구리, 아연, 구리/아연 비의 차이	7
C. 구리, 아연, 구리/아연 비와 총테스토스테론 사이의 상관관계	7
IV. 고찰	12
V. 결론	15
참고문헌	16
ABSTRACT	20

그림 차례

- Fig. 1. Comparison of copper(A), zinc(B) and Cu/Zn ratio(C) according to total testosterone level..... 10
- Fig. 2. Correlation between copper(A), Cu/Zn ratio(B), Zinc(C) and total testosterone..... 11

표 차례

Table 1. Basal characteristics of the study subjects	9
--	---

I. 서론

사회, 경제적 여건의 향상과 의학의 진보에 힘입어 인구의 노령화가 진행되고 있으며, 최근 사회 모든 분야의 관심이 되고 있다. 우리나라도 평균 수명의 지속적인 증가 추세에 있으며 이와 더불어 노령 인구의 삶의 질에 대한 욕구도 과거에 비해 빠른 증가를 보이고 있다(보건복지가족부, 2007). 노화 과정에서 동반되는 신체 기능의 점진적인 감소에는 심장, 폐, 신장, 간, 뇌 등의 주요 장기뿐만 아니라 내분비계도 포함된다. 노화로 인한 증상들은 전반적인 행복감, 노동력, 근육의 양 및 근력, 생식능력과 남성다움, 성욕, 성기능 등의 감소와 중심 체지방의 증가 및 골다공증, 요실금, 동맥경화증, 인지기능 저하, 기억력 장애, 정서장애 및 수면장애 등이 있다(Bohre등, 1995). 이러한 변화 중 특히 남성호르몬에 관련해서는 해마다 총테스토스테론치의 0.4%, 유리형 테스토스테론치의 1.2%가 감소하는 것으로 알려져 있는데, 이러한 남성호르몬치의 감소는 성기능, 골대사, 근육질과 신체 지방분포의 변화, 기분과 인지능력 등에 영향을 미친다(Gray등, 1991; Gooren, 1997).

Werner는 여성에서 일어나는 폐경기와 마찬가지로 남성에서 일어나는 내분비계의 변화를 남성갱년기라 정의하였고 안면홍조, 신경질, 우울감, 기질적 뇌기능장애, 성욕과 발기력 감소 등의 증상이 이러한 남성호르몬의 저하와 연관성이 있다고 했지만 실제 내분비 기능저하에 의한 남성호르몬치의 저하는 노령 남성 모두에게서 동일하게 일어나지 않으며 관련된 증상들이 남성호르몬치의 감소와 비례하는지는 분명치 않다고 했다(Werner, 1939).

이와 같이 노화와 더불어 혈중 테스토스테론의 결핍으로 특징지어지는 임상적, 생화학적 증후군을 ‘남성갱년기’ 또는 ‘LOH(late onset hypogonadism)’으로 표현하고 있으며 삶의 질에 중대한 변화를 일으키며, 다중 기관의 기능에 안 좋은 영향을 끼친다(Morales와 Lunefeld, 2002). 남성갱년기 장애는 테스토스테론

수치의 저하가 동반되어야 한다. 오전 8시~10시 사이에 측정된 혈중 총테스토스테론 수치가 3.5ng/ml 이하일 때 남성 갱년기 장애로 진단하고 테스토스테론 보충요법을 실시한다(김제중, 2004). 그러나 남성호르몬의 일중 변동성과 개인의 차이를 고려하여 4.0ng/ml 이하의 경우 치료에 적용이 될 수 있고(Tenover, 2003), 본 연구에서도 남성호르몬의 저하군을 4.0ng/ml 이하로 정의하였다.

미량영양소는 총테스토스테론의 합성과 밀접한 관계를 가지고 있다고 알려져 있다. 특히 아연은 테스토스테론의 합성에 중요한 라이디히 세포(Leydig cell)의 활성화에 중요한 인자로 작용한다(Prasad, 1991). 그리고 구리의 경우 동물연구에서 테스토스테론 합성의 독성 인자로 작용하고 이는 누적정도와 양의 상관관계가 있다고 보고되었다(Chattopadhyay 등, 2005). 다양한 미량 영양소와 남성호르몬 사이의 연관성에 대한 연구가 이루어지고 있으나 국내에서는 관련된 연구가 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 남성 갱년기 진단 및 치료의 중요한 지표로 인정이 되는 남성호르몬의 농도와 미량 영양소 중 남성호르몬 합성과 관계가 있다고 알려진 구리, 아연 그리고 구리/아연 비 사이의 연관성을 알아보려고 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

A. 연구 대상

2006년 3월 1일부터 2008년 2월 28일까지 경기도 소재 일개 대학병원 가정의학과 및 건강검진센터에 내원한 환자 및 수진자 중 과거력 상 고혈압, 당뇨, 만성간질환 등의 특이병력이 없으며, 이전에 남성호르몬 대체요법을 받지 않은 자로 모발미네랄검사 및 총테스토스테론 검사를 시행한 88명의 남성 환자를 대상으로 연구를 진행하였고 혈중 총테스토스테론이 4.0ng/ml 이상인 자를 정상그룹, 4.0ng/ml 미만인 자를 저하그룹으로 정의하였다.

B. 연구 방법

건강증진센터에 내원한 환자는 자기 기입식 설문 조사를 시행하였고, 외래에 내원한 환자는 의사의 문진을 통해 흡연 여부, 음주 여부 및 과거병력을 조사하였다. 흡연의 경우 현재 흡연자 및 현재는 끊었지만 과거에 흡연력이 있는 사람을 흡연자로, 현재까지 한 번도 담배를 피운 적이 없는 사람을 비흡연자로 정의하였다. 음주는 주1회 이상 음주를 하는 사람을 음주군으로 정의하였다. 신장과 체중은 건강증진센터 및 외래 내의 자동신체측정기를 이용하여 측정하였고, 체질량지수(BMI)는 체중(kg)/신장(m²)으로 계산하였다. 허리둘레는 가볍게 숨을 내쉬 상태에서 늑골 최하단부와 장골능 최상단부의 중간지점에서 측정하였다.

총테스토스테론의 측정을 위해 오전 8시경 환자의 상완에서 채혈한 혈액을 방사선 면역측정법(Gamma CoatTM[¹²³I] Testosterone Radioimmunoassay Kit, Diasorin, Minnesota, USA)을 통해 측정하였다. 측정된 테스토스테론의 농도에 따라 남성갱년기의 치료 적응이 되는 4ng/ml 미만의 범위를 저하군으로 정의하였고, 4ng/ml 이상의 그룹을 정상군으로 정의하였다(Tenover, 2003).

구리와 아연의 측정은 모발 미네랄 검사를 통해 진행하였으며, 약 2주 정도 염색제 및 퍼머를 시행하지 않고 모발 채취 48시간 이내에는 세척을 피하도록 하였다. 주로 후두부와 목덜미 여러 군데에서 두피에서 가까운 약 5 cm 이내의 모발을 건조중량으로 약 150mg 이상 채취하여 한국 TEI(Trace Elements, Inc)에 분석을 의뢰하였다. 한국 TEI에서는 수거한 모발을 미국 TEI(Dallas, Texas, USA) 검사소로 보냈고, 검사소에서는 모발을 탈 이온수로 2회 세척하고, 3 mm 이하의 길이로 더욱 가늘게 자른 후 금속 측정용 질산과 함께 시험관에 넣어 마이크로파 오븐(CEM Mars 5 Plus Microwave Digestion apparatus, CEM corporation, Matthew, NC, USA)을 이용하여 70도에서 20분간 방치 후 온도를 천천히 올린 다음 115도에서 15분간 더 방치하여 가열분해하였다. 분해된 표본을

냉각하고 탈 이온수로 희석하여 유도 결합 플라즈마 질량 분석기(Sciex Elan 6100, Perkin-Elmer corporation, Foster, CA, USA)를 이용하여 포함된 미네랄의 양을 분석하였다. 측정된 미네랄의 농도는 mg% (mg/100 g of hair)로 보고하였다(Miekeley 등, 2001).

C. 통계 분석

통계적 분석은 SPSS(ver. 12.0)를 이용하였다. 테스토스테론 농도에 따른 그룹 사이의 수치 비교를 위해 독립표본 T 검정을 시행하였고, 특히 그룹 간 구리, 아연, 구리/아연 비의 수치 비교를 위해 나이, 흡연 여부, 음주 여부, 체질량지수, 허리둘레를 보정한 후 공분산분석을 시행하였다. 총테스토스테론과 구리, 아연, 구리/아연 비 사이의 상관관계를 분석하기 위해 나이, 흡연여부, 음주여부, 체질량지수, 허리둘레를 보정한 후 편상관계수를 구하였다. 모든 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 일 때 유의하다고 하였다.

III. 결 과

A. 대상자의 일반적 특성

총 88명의 평균 나이는 47.0 ± 5.3 (40.0~60.0)세였으며, 총 테스토스테론은 평균 5.29 ± 1.56 (2.02~9.55)ng/ml이었다. 모발 내 구리의 평균 농도는 2.40 ± 1.05 (0.80~5.00)mg% 였으며, 아연 농도는 16.70 ± 3.85 (9.01~26.00)mg%로 측정되었다. 총테스토스테론 농도에 따라 4.0ng/ml 미만을 저하그룹, 4.0ng/ml 이상을 정상그룹으로 나누어 비교 분석을 시행하였다. 두 그룹 사이에 나이, 신장, 체중, 허리둘레, 체질량지수, 흡연 여부, 음주 여부의 차이는 보이지 않았다. 두 그룹 사이에서 구리(2.77 ± 0.71 vs 2.30 ± 1.10 , $p=0.032$), 구리/아연 비(0.20 ± 0.08 vs 0.14 ± 0.7 , $p=0.002$), 아연(14.63 ± 3.07 vs 17.27 ± 3.86 , $p=0.007$) 사이에 유의한 차이를 보였다 (Table 1).

B. 총테스토스테론 정상군과 저하군 사이의 구리, 아연, 구리/아연 비의 차이

두 그룹에 대해 나이, 흡연 여부, 음주 여부, 체질량지수, 허리둘레를 보정한 후 공분산 분석을 시행하였고 구리($F=0.779$, $p=0.588$), 구리/아연 비($F=2.014$, $p=0.073$)는 두 그룹 사이에 상관성을 보이지 않았으나, 아연($F=3.636$, $p=0.003$)은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Fig.1).

C. 구리, 아연, 구리/아연 비와 총테스토스테론과 사이의 상관관계

나이, 흡연 여부, 음주 여부, 체질량 지수, 허리둘레를 보정한 후 시행한 편상관관계 분석에서 총 테스토스테론과 구리($r=-0.252$, $p=0.022$), 구리/아연 비($r=-0.288$, $p=0.008$) 사이에는 통계적으로 유의한 상관성을 나타내었다. 총 테스

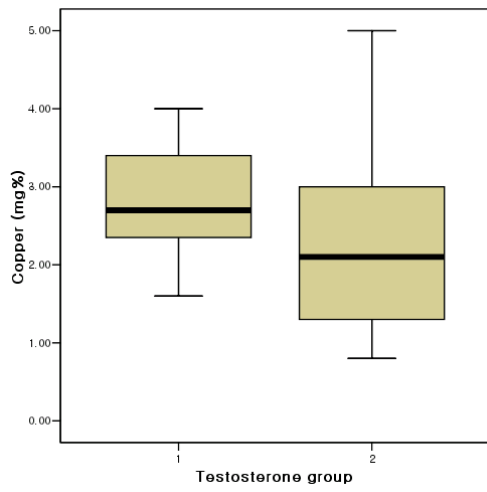
토스테론과 아연($r=0.060$, $p=0.590$)과의 상관성은 유의하지 않았다(Fig.2).

Table 1. Basal characteristics of the study subjects

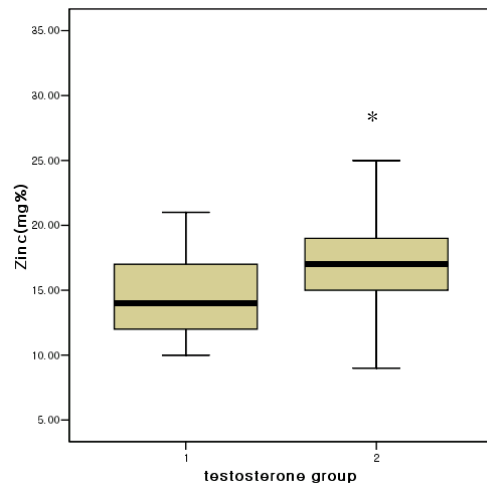
	Total (n=88)	Group divided by testosterone concentration		p-value*
		Tes < 4.0 ng/ml (n=19)	Tes ≥ 4.0 ng/ml (n=69)	
Tes(ng/ml)	5.29±1.56	3.41±0.52	5.80±1.34	0.000
Age(years)	47.0±5.3	45.8±4.6	47.3±5.5	0.266
Height(cm)	170.2±5.7	169.7±1.1	170.3±5.9	0.707
Weight(kg)	72.2±9.8	74.6±8.3	71.5±10.2	0.228
BMI(kg/m ²)	24.9±2.9	25.9±2.3	24.6±3.1	0.108
WC(cm)	87.5±7.4	89.6±5.3	86.9±7.8	0.096
Smoking (%) (Yes/No)	75 (66/22)	68 (13/6)	77 (53/16)	0.084
Alcohol drinking (%) (Yes/No)	78 (69/19)	84 (16/3)	77 (53/16)	0.493
Cu(mg%)	2.40±1.05	2.77±0.71	2.30±1.10	0.032
Zn(mg%)	16.70±3.85	14.63±3.07	17.27±3.86	0.007
Cu/Zn ratio	0.15±0.08	0.20±0.08	0.14±0.07	0.002

Mean ± SD, * : P-value was obtained by independent t-test. Tes : total testosterone, BMI : body mass index, WC : waist circumference, Cu : copper, Zn : zinc

A.



B.



C.

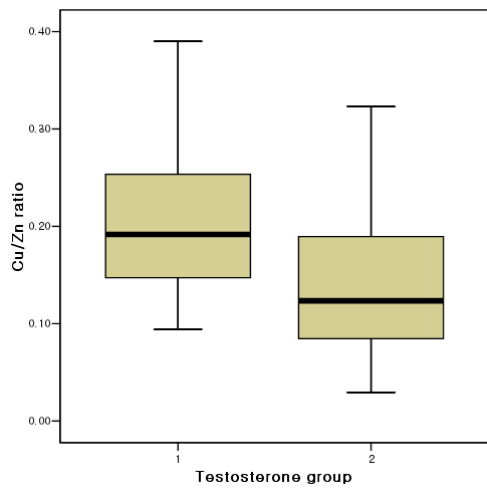
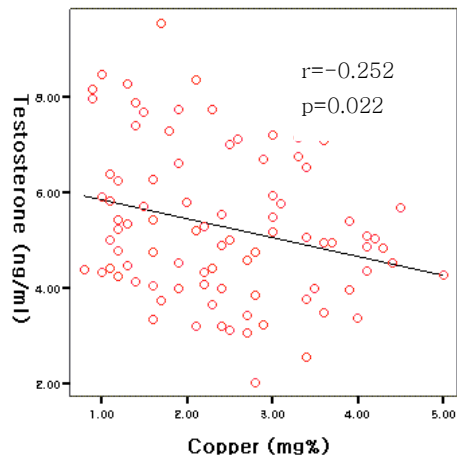
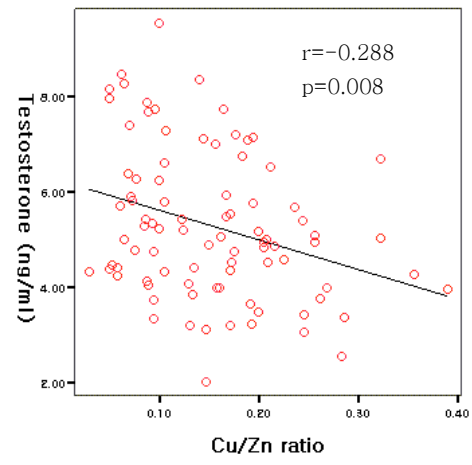


Fig. 1. Comparison of copper(A), zinc(B) and Cu/Zn ratio(C) according to total testosterone level. P-value was calculated by ANCOVA(adjusted for age, BMI, smoking, alcohol drinking, waist circumference). 1: Low testosterone level group, 2: Normal testosterone level group, * : p-value < 0.05

A.



B.



C.

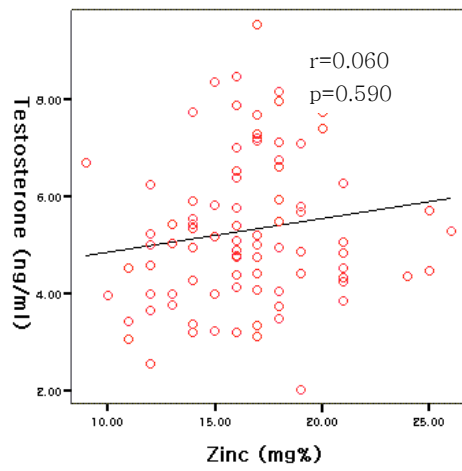


Fig 2. Correlation between copper(A), Cu/Zn ratio(B), Zinc(C) and total testosterone. P-value was obtained by partial correlation adjusted for age, BMI, waist circumference, smoking, alcohol drinking.

IV. 고 찰

남성갱년기 장애를 진단하기 위해서는 임상적 지표인 증상과 생화학적 지표인 혈중 남성호르몬 농도를 면밀하게 살펴야 한다(박현준 등, 2006). 진단에 있어서 남성호르몬 농도는 중요하지만 혈중 테스토스테론의 농도와 남성갱년기 장애의 증상과는 관련성이 없다는 연구가 다수이다. Christcrain 등은 혈중 총테스토스테론, 혈중 유리테스토스테론 모두 갱년기 증상과 연관성이 없다고 하였고(Christcrain 등, 2004), Lin 등 역시 650명을 대상으로 한 연구에서 혈중 유리테스토스테론과 증상과의 연관성은 없다고 발표하였다(Lin 등, 2005).

하지만 테스토스테론 보충요법으로 성욕 및 발기능의 향상, 골밀도 증가에 의한 골절방지효과, 근육량의 증가, 근력 및 운동능력의 향상, 전신 체형의 개선, 기력증가, 행복감 및 기분 향상 등의 효과를 보여주는 여러 연구결과들이 보고되고 있으며 남성 호르몬의 중요성은 점차 부각되고 있다(Shabsigh, 1997; Morales 등, 1997; Schiavi 등, 1990).

과거의 연구에서 구리와 아연, 그리고 테스토스테론에 관련된 여러 연구가 진행되어 왔다. Chattopadhyay A 등은 쥐를 대상으로 한 동물 실험에서 구리 섭취를 증가시킨 군에서 혈중 테스토스테론의 감소가 나타났고 이는 구리의 남성 생식기에 용량 의존적인 독성과 연관이 있다고 설명하였다(Chattopadhyay 등, 1999). 또한 Spomenka 등은 크로아티아인 20~43세 사이의 남성 98명을 대상으로 한 연구에서 혈중 구리의 양과 정자 활동성 및 정자 수 사이에 음의 상관관계가 있으며 혈중 아연과는 양의 상관관계가 있음을 보고하였다(Spomenka 등, 2000). Yuyan 등은 중국인을 대상으로 한 연구에서 구리/아연의 비가 높을수록 남성 생식기능이 떨어지며, 또한 아연이 낮을수록 생식기능의 저하가 나타난다고 보고하였다(Yuyan 등, 2008). Prasad 등은 20~80세 사이의 특별한 병력이 없는 40명의

남성을 대상으로 한 연구에서 아연의 섭취를 제한했을 때 혈중 테스토스테론의 농도가 감소하였고, 아연 보충군에서 혈중 테스토스테론의 농도가 증가하였음을 보고하였고, 이는 아연이 정상 남성에서 테스토스테론의 합성에 필수적인 미량영양소라고 주장하였다(Prasad 등, 1996). 또한 Curtiss 등이 시행한 연구에서도 아연의 섭취와 남성호르몬 사이에서 유사한 결과가 나타났다(Curtiss 등, 1992). 본 연구에서도 테스토스테론 정상군과 저하군 사이의 아연에 대한 수치 비교에서 유의한 차이를 나타내었다.

구리와 아연의 테스토스테론에 대한 대비되는 연구결과는 구리와 아연 자체의 테스토스테론 합성에 대한 직접적인 역할도 있지만 아연의 섭취를 증가하게 되면 구리의 흡수가 감소하게 되어 구리/아연 비가 낮아지게 되는 것도 하나의 이유이다(David, 1990). 이는 미네랄의 흡수에 중요한 metallothioneine과의 결합에 구리와 아연이 경쟁적으로 작용하기 때문이다(Spomenka 등, 2000). 고용량의 구리 및 아연이 함께 포함된 식사를 하는 경우 metallothioneine과의 결합은 아연보다 구리에서 높아 아연의 흡수가 떨어진다고 한다(Richards, Cousins, 1976). 그리고 고용량의 아연을 투여하였을 때 조직 내 구리의 농도는 떨어지게 된다(Hamilton 등, 1979). 과거의 여러 연구와 마찬가지로 본 연구에서도 구리와 테스토스테론 사이에는 음의 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 구리/아연 비와 호르몬 사이에도 같은 관계를 도출할 수 있었다.

이전 연구와 같이 구리의 과잉 및 아연의 결핍은 혈중 테스토스테론의 농도의 감소와 깊은 관계가 있으며 본 연구에서도 같은 결과를 도출할 수 있었다. 혈중 테스토스테론에 영향을 줄 수 있는 인자인 고혈압, 당뇨, 만성간질환 환자는 연구에서 제외시켰고, 나이, 흡연 여부, 음주 여부, 비만(체질량 지수) 인자는 보정을 통해 연구의 신뢰도를 높였다(Feldman 등, 2002).

이전의 연구가 혈중 구리와 아연의 농도를 바탕으로 시행하였으나 본 연구는 모발 조직 검사를 통해 연구가 진행된 차이점이 있다. 하지만 아직까지 모발 내

미네랄의 측정이 인체의 세포 내 미네랄의 농도를 어느 정도 반영하는지에는 이견이 많다(Jacob 등, 1978; Rivlin 등, 1983). 한편 본 연구는 대상자 수가 88명으로 적어 일반화 하기에는 제한적이며, 일개 대학병원에 내원한 남성들을 대상으로 조사하여 대표성이 떨어지는 한계점이 있다. 또한 본 연구는 단면연구로서 테스토스테론의 저하와 미량영양소 사이의 인과관계를 증명하지 못한 제한점이 있다.

추후 대표성이 있는 보다 많은 사람들을 대상으로 연구가 필요할 것으로 생각하며, 또한 단면 연구가 아닌 구리와 아연의 섭취에 따른 테스토스테론 수치 변화에 대한 전향적 연구를 통해 테스토스테론 농도에 영향을 끼칠 수 있는 식습관을 연구하고 나아가 남성갱년기 장애의 치료에 도움을 줄 수 있는 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

모발 조직 내 구리의 농도 및 구리 아연 비가 높을수록 혈중 총테스토스테론 수치는 감소하는 경향을 보였으며 총테스토스테론 정상 그룹에서 아연의 농도가 저하군에 비해 유의하게 높았다. 이는 테스토스테론 저하로 대표되는 남성갱년기 장애에서 구리와 아연이 중요한 역할을 하는 미량영양소임라고 할 수 있다. 추후 구리의 섭취 제한 또는 아연의 보충이 혈중 테스토스테론에 미치는 영향을 분석하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김제중. 남성갱년기와 호르몬 보충요법, *대한남성과학회지* : 제 22권 제 2호, 2004
2. 박현준, 박부경, 김정만, 박남철. 혈중 총 테스토스테론치와 남성갱년기 증상의 연관, *대한남성과학회지* : 제 24권 제 1호, 2006
3. 보건복지가족부. *2007년도 보건복지통계연보*, 2007
4. Behre HM, Baus S, Kliesch S, Keck C, Simoni M, Nieschlag E. Potential of testosterone buciclate for male contraception; endocrine differences between responders and nonresponders. *J Clin Endocrinol Metab* 80:2394-40, 2005
5. Chattopadhyay A, Sarkar M, Sengupta R, Roychowdhury G, Biswas NM. Antitesticular effect of copper chloride in albino rats. *Journal of Toxicology Science*. Dec;24(5):393-7, 1999
6. Chattopadhyay A, Sarkar M, Biswas NM.. Dose-dependent effect of copper chloride on male reproductive function in immature rast. *Kathmandu Univ med J*. Oct-Dec;3(4):392-400, 2005
7. Christ-Crain M, Mueller B, Gasser TC, Kraenzlin M, Trummler M, Huber P. Is there a clinical relevance of partial androgen deficiency of the aging male? *J Urol* 172:624-7, 2004
8. Curtiss D Hunt, Phyllis E Johnson, JoLayne Herbel. Effects of dietary zinc depletion on seminal volume and zinc loss, serum testosterone concentrati-

- on, and sperm morphology in young men. *Am J Clin Nutr* 56:148-57, 1992
9. David L. Watts. Nutrient interrelationships Minerals-Vitamins-Endocrines, *Journal of Orthomolecular Medicine*, Vol 5, No.1, 1990
 10. Feldman HA, Longcope C, Derby CA, Johannes CB, Araujo AB, Coviello AD, Bremner WJ, McKinlay JB. Age trends in the level of serum testosterone and other hormones in middle-aged men: longitudinal results from the Massachusetts male aging study. *J Clin Endocrinol Metab.* Feb;87(2): 589-98, 2002
 11. Gooren LJ. The benefits and risks of androgen therapy in the aging male: prostate disease, lipids and vascular factors. In: Wren BG, editor. Progress in the management of the menopause. *Parthenon Publishing*; 340-51, 1997
 12. Gray A, Feldman HA, McKinlay JB, Longcope C. Age, disease, and changing sex hormone levels in middle-aged men; results of Massachusetts Male Aging Study. *J Clin Endocrinol Metab* 73:1016-25, 1991
 13. Hamilton RP, Fox MRS, Fry BE Jr, Jones AOL, Jacobs RM, Zinc interference with copper, iron and manganese in young Japanese quail. *J Food Sci*, 44:738-41, 1979
 14. Jacob RA, Klevay LM, Logan GM Jr. Hair as a biopsy material. V. Hair metal as an index of hepatic metal in rats: copper and zinc. *Am J Clin Nutr* 31(3):477-80, 1978
 15. Lin YC, Hwang TI, Chiang HS, Yang CR, Wu HC, Wu TL. Correlations of androgen deficiency with clinical symptoms in Taiwanese males. *Int J Impot Res* 17:343-7, 2005

16. Miekeley N, de Fortes Carvalho LM, Porto da Silveira CL, Lima MB. Elemental anomalies in hair as indicators of endocrinologic pathologies and deficiencies in calcium and bone metabolism. *J Trace Elem Med Biol* 15(1):46-55, 2001
17. Morales A, Lunefeld B, *The Aging Male* 5:74-86, 2002
18. Morales A, Johnston B, Heaton JP, Lundie M. Testosterone supplementation for hypogonadal impotence: assessment of biochemical measures and therapeutic outcomes. *J Urol* 157:849-54, 1997
19. Prasad A. Discovery of human zinc deficiency and studies in an experimental human model. *Am J Clin Nutr* 53:403-12, 1991
20. Prasad AS, Mantzoros CS, Beck FW, Hess JW, Brewer GJ. Zinc status and serum testosterone levels of healthy adults. *Nutrition*. May;12(5):344-8, 1996
21. Richards MP, Cousins RJ. Metallothionein and its relationship to the metabolism of dietary zinc in rats. *J Nutr* 106:1591-9, 1976
22. Rivlin RS. Misuse of hair analysis for nutritional assessment. *Am J Med* 75(3):489-93, 1983
23. Schiavi RC, Schreiner-Engel P, Mandeli J, Schanzer H, Cohen E. Healthy aging and male sexual function. *Am J Psychiatry* 147:766-71, 1990
24. Shabsigh R. The effects of testosterone on the cavernous tissue and erectile function. *World J Urol* 15:21-6, 1997

25. Spomenka Telisman, Petar Cvitkovic, Jasna Jurasovic, Alica Pizent, Mirjana Gavella. Semen Quality and Reproductive Endocrine Function in Relation to Biomarkers of Lead, Cadmium, Zinc, and Copper in men. *Environmental Health Perspectives*. Volume 108, Number 1; January 2000
26. Tenover JS. Declining testicular function in aging male. *Int J Impot Res* 15 Suppl 4:S3-8, 2003
27. Werner AA. The male climacteric: Report of 273 cases. *J Am Med Assoc* 112:1141-3, 1939
28. Yuyan L, Junqing W, Wei Y, Weijin Z, Ersheng G. Are serum zinc and copper levels related to semen quality?. *Fertil Steril*. Apr;89(4):1008-1, 2008

-ABSTRACT-

Correlation between Testosterone and Copper, Zinc in Hair Tissue

Chung Su Jang

Department of Medical Science

The Graduate School Ajou University

(Supervised by Associated Professor Sat Byul Park)

Background : Testosterone deficiency is associated with late onset hypogonadism. Past studies had shown that some micronutrients such as copper and zinc had an influence on testosterone synthesis. We studied the association with the micronutrient concentrations in hair tissue and the serum testosterone of Korean men.

Methods : The subjects of this study included 88 men aged 40~60 years old who visited the health promotion center and out-patient clinic of family medicine at university hospital from March 2006 to February 2008. To get the population-sociological features of the subjects, they performed self-administered surveys and interview. We got the information of height and weight by anthropometric measurement. We examined serum total testosterone and collected hair tissue for copper and zinc level during

morning.

Results : According to testosterone level, normal testosterone group had significantly higher zinc level compared to low testosterone group($p=0.003$). And there were significant negative correlations between total testosterone and copper level($r=-0.252$, $p=0.022$), Cu/Zn ratio($r=-0.288$, $p=0.008$).

Conclusion : Normal testosterone group had higher zinc level compared to low testosterone group. Decreased serum testosterone level was significantly associated with high copper level and Cu/Zn ratio in hair tissue.

Key words : testosterone, copper, zinc, Cu/Zn ratio