

성인 남성에서 모발조직 마그네슘 농도에 따른 피로 유병률

아주대학교 의과대학 가정의학교실

공 미 희 · 김 광 민[†]

연구배경: 적혈구 세포 내 마그네슘이 결핍된 경우 만성피로와 관련이 있다는 연구 결과가 있다. 본 연구에서는 모발조직의 마그네슘 농도와 피로 유병률에 어떠한 연관이 있는지를 알아보려고 하였다.

방법: 성인 남성 109명을 대상으로 설문조사에서 쉽게 피로하다고 대답한 군을 피로군, 그렇지 않은 군을 대조군으로 하여 두 군의 기초적 특성을 비교하였다. 또한 모발 내 마그네슘의 농도에 따라 네 그룹으로 나누어 각각의 피로 유병률과 피로 유병에 대한 교차비(odds ratio)를 비교하였다.

결과: 총 109명 중 64명이 피로군이었고 45명이 대조군이었다. 모발 내 마그네슘 농도에 따라 네 군으로 나누었을 때 농도가 가장 낮은 최하사분위군부터 피로의 유병률이 각각 32.8%, 23.4%, 23.4%, 20.3%로 모발 내 마그네슘 농도가 낮을수록 피로 유병률이 높은 경향을 보였다(P for trend=0.033). 또한 최하사분위군이 최상사분위군과 비교하여 피로에 유병률 교차비가 3.8 (95% CI 1.1~12.9, P=0.031)배였다.

결론: 성인 남성에서 모발 내 마그네슘의 농도가 낮을수록 피로의 유병률이 높아지는 경향을 보였다.

중심 단어: 모발, 마그네슘, 피로

서 론

피로는 일차 진료에서 흔히 보는 증상으로 일상생활에 지장을 줄 정도의 피로를 호소하며 의료기관을 찾는 환자는 많으나^{1,2)}, 피로의 원인이 되는 특별한 기질적 질환이 있는 경우는 많지 않아²⁾ 원인을 규명하기 어려운 상태이다. 정신적인 원인이 대부분을 차지한다고 보고되고 있으나³⁾ 이것만으로는 설명이 되지 않는 경우가 많아 현재는 면역기능의 이상, 만성적인 염증상태 및 다양한 바이러스 감염설도 원인으로 제시되고 있다.⁴⁾

또한 주요 미네랄의 결핍도 만성 피로의 원인 중 하나로 제시되고 있다. 실제로 만성피로증후군 환자의 적혈구내 마그네슘 농도가 결핍되어 있고 마그네슘을 근육 주사한 결과 증상이 호전되었다는 보고가 있다.⁵⁾

마그네슘은 대부분 세포 내에 존재하여 세포 외 혈중 마그네슘의 측정은 체내 항상성 조절에 의해서 결핍이 있어도 잘 안 나타날 수 있다는 단점을 가지고 있다. 세

포 내 마그네슘 측정방법으로 혈구 내 측정법 등을 이용하기도 하나 방법이 복잡하여⁶⁾ 최근에는 쉽게 조직을 얻을 수 있는 모발을 이용한 검사를 시행하고 있다. 모발 표본은 채취 시 고통이 없으며 저장이 간편하고 또한 모발 생성 당시와 과거의 상태를 측정할 수 있다는 장점이 있다.⁷⁾

본 연구에서는 성인 남성에서 모발조직 내의 마그네슘 농도에 따라 피로 유병률에 차이가 있는지를 알아보려고 하였다.

방 법

1. 연구대상 및 설문조사

2004년 4월부터 2006년 5월 사이에 경기도 소재 일개 대학병원 건강검진센터에서 모발미네랄 검사와 전반적인 전신상태에 대한 자가 기입식 설문지를 작성한 성인 남자 109명을 대상으로 하였다.

자가 기입식 설문지에는 현재상태 증상에 대한 나열 중 본인이 가지고 있는 증상에 표시를 하도록 하였다. 이 중 '쉽게 피로하다'에 표시를 한 경우를 피로군(easy fatigue group)으로 정하였고 표시를 하지 않은 경우를 대조군(control group)으로 정하였다.

생활습관에 대한 설문은 흡연 및 음주여부, 활동량에 대하여 조사하였다. 흡연의 경우는 현재 흡연을 하는 경

접수일: 2007년 3월 12일, 승인일: 2007년 8월 23일

[†]교신저자: 김광민

Tel: 031-219-5309, Fax: 031-217-2418

E-mail: mdoc@nate.com

연구비 수혜원천(financial support) : 한국TEI

우와 그렇지 않은 경우, 음주의 경우는 현재 음주를 하는 경우와 하지 않는 경우, 활동량의 경우는 거의 좌식상태로 규칙적인 운동이 없는 경우와 가벼운 운동 등 규칙적인 활동량이 있는 경우로 나누었다. 흡연 및 음주를 하지 않는 경우에는 과거에는 하였으나 현재에 하지 않는 경우도 포함되었다.

동반질환에 대하여는 현재 당뇨, 혈압, 갑상선 질환으로 약물을 투여 중인 경우를 조사하였고, B형 간염 항원 보유 여부에 따라 B형 간염 보균자 여부를 알아보았다.

2. 모발조직 내 마그네슘 농도 측정

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 150 mg 이상 채취하여 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.⁸⁾ 측정된 미네랄 농도는 mg% (mg/100 g of hair)로 보고하였다.

3. 통계적 분석방법

통계적 분석은 SPSS window version 11.5를 이용하였다. 피로군과 대조군의 기본적 특징의 비교에서 연속변수들은 독립표본 T 검정을 시행하였고, 범주화 변수들은 카이제곱 검정을 시행하였다. 범주화 변수 중 기대 값이 5 미만인 경우는 Fisher의 정확한 검정을 이용하였다. 모발 내 마그네슘 농도에 따라 SPSS프로그램을 이용하여 사분위로 나누었다. 각 네 그룹에 대한 피로의 유병률 측정에는 카이제곱 검정을 이용하여 선형추세 검정을

Table 1. Basal characteristics between two groups (n=109).

	Easy fatigue group (n=64)	Control group (n=45)	P
Age (yr)	49.1±7.3	50.8±7.8	0.251
Body mass index (kg/m ²)	25.8±3.0	25.0±2.8	0.198
Systolic blood pressure (mmHg)	125.3±13.2	120.2±12.0	0.040
Fasting blood sugar (mg/dL)	107.9±31.7	106.1±24.0	0.748
Total cholesterol l(mg/dL)	195.4±28.7	187.7±31.7	0.193
Triglyceride (mg/dL)	190.4±115.9	163.0±91.7	0.188
Albumin (g/dL)	4.6±0.2	4.5±0.2	0.177
ALT (U/L)	42.2±25.0	35.1±20.9	0.122
Hemoglobin (g/dL)	15.4±0.8	15.6±1.0	0.373
Mg in hair (mg%)	5.8±4.5	6.9±4.0	0.170
Smoking (no./no. of total)			0.664*
Yes	30/64 (46.9%)	20/39 (51.3%)	
No	34/64 (53.1%)	19/39 (48.7%)	
Alcohol drinking (no./no. of total)			0.822*
Yes	48/64 (75.0%)	27/37 (73.0%)	
No	16/64 (25.0%)	10/37 (27.0%)	
Activity (no./no. of total)			0.839*
Sedentary	43/57 (75.4%)	25/34 (73.5%)	
Regular activity	14/57 (24.6%)	9/34 (26.5%)	
HBV carrier (no./no. of total)	5/64 (7.8%)	1/45 (2.2%)	0.397 [†]
Diabetes (no./no. of total)	3/64 (4.7%)	3/45 (6.7%)	0.689 [†]
Hypertension (no./no. of total)	17/64 (26.6%)	5/45 (11.1%)	0.048*
Thyroid disease (no./no. of total)	1/64 (1.6%)	1/45 (2.2%)	1.000 [†]

Mean±SD, P of continuous variables were compared using independent t-test, P of categorical variables were compared by Chi-square test, *Pearson Chi-square, [†]Fisher's Exact test. ALT: alanine aminotransferase, Mg: magnesium, HBV: hepatitis B-virus.

Table 2. The magnesium concentration and prevalence of easy fatigue in each quartile group of Mg in hair.

	Quartile of Mg concentration in hair			
	1 (n=27)	2 (n=27)	3 (n=28)	4 (n=27)
Mean±SD of Mg (mg%)	2.3±0.6	4.3±0.5	6.6±0.8	11.8±4.8
Prevalence of easy fatigue (%)	32.8	23.4	23.4	20.3
OR of easy fatigue (95% CI)*	3.8 (1.1~12.9)	1.1 (0.4~3.3)	1.3 (0.4~4.0)	1.0

*by Logistic regression after Hypertension and systolic blood pressure adjusted. Mg: magnesium, SD: standard deviation, OR: odds ratio, 1: lowest quartile, 2: mid-low quartile, 3: mid-high quartile, 4: highest quartile.

통한 경향분석을 시행하였다. 교차비 추정에는 로지스틱 회귀분석을 이용하였고 피로군과 대조군 사이에 유의한 차이를 보인 혼란변수들은 보정하였다. 모든 통계적 유의성은 $P < 0.05$ 일 때 유의하다고 하였다.

결 과

1. 일반적 특징(표 1)

총 대상자 109명 중 쉽게 피로하다고 대답한 경우는 64명, 그렇지 않은 경우는 45명이었다.

피로군과 대조군 사이에 나이, 체질량지수, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방, 알부민, ALT (alalnine aminotransferase), 혈색소 농도에는 두 군의 차이가 없었으며 모발 내 마그네슘 농도에도 차이가 없었다. 두 군 사이에 흡연, 음주 및 활동량이나 B형 간염 보균자, 당뇨, 갑상선 질환 유병률에는 차이가 없었다. 피로군의 수축기혈압이 대조군보다 높았으며, 고혈압 환자의 유병률 또한 높았다.

2. 모발 내 마그네슘 농도에 따른 피로 유병률

모발 내 마그네슘농도에 따라 사분위 그룹으로 나누었을 때 각 그룹의 평균 마그네슘 농도 및 범위는 표 2와 같다. 사분위 그룹에 따른 피로군의 유병률은 최하사분위군의 경우 32.8%, 중하사분위군의 경우 23.4%, 중상사분위군의 경우 23.4%, 최상사분위군의 경우 20.3%로 모발 내 마그네슘의 농도가 낮을수록 피로의 유병률이 증가하는 경향을 보였다(P for trend=0.033) (표 2).

3. 모발 내 마그네슘 농도에 따른 피로 유병 교차비 (Odds ratio)

표1에서 피로군과 대조군사이에 차이를 보였던 수축기혈압과 고혈압 유병여부에 대한 변수를 보정한 후 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 최상사분위군을 기준으로

로 보았을 때 최하사분위군이 피로에 유병될 교차비는 3.8 (95% CI 1.1~12.9, $P=0.031$)배로 유의한 증가를 보였다(표 2). 나머지 중하사분위군과 중상사분위군의 교차비는 증가되어 있었으나 통계적 유의성은 없었다($P=0.888, 0.602$).

고 찰

본 연구결과 성인 남성에서 피로군과 대조군의 모발 내 마그네슘 농도에는 차이가 없었으나, 모발 내 마그네슘 농도가 낮을수록 피로의 유병률이 높아지는 경향을 보였다.

과거 연구에서 보면 만성피로를 호소하는 사람의 적혈구 내 마그네슘 농도가 낮았고 마그네슘을 보충해준 결과 피로와 관련된 증상이 개선되었다는 보고가 있다.^{5,9)} 반면 피로환자와 정상인의 적혈구 내 마그네슘의 양에는 차이가 없으며¹⁰⁾, 마그네슘 투여에도 피로증상 개선에 도움을 주지 못했다는 연구들도 있어¹¹⁾ 아직까지 만성피로와 마그네슘 결핍에 대한 연관성은 불확실하다.

그러나 마그네슘은 세포 내에 다량으로 존재하는 미네랄로 세포 내의 에너지 생산, 단백질합성, 산-알칼리 평형 등¹²⁾ 세포 내 대사에 매우 중요한 역할을 한다. 마그네슘이 결핍된 경우에는 염증 반응 시에 나타나는 염증성 싸이토카인이 증가하고¹³⁾, 반응성 C단백질(C-reactive protein)이 증가하였다.¹⁴⁾ 또한 세포 내 마그네슘의 농도가 낮은 경우 항산화 능력이 낮아져 결국 산화적 스트레스가 증가하는 것으로 보고되어 있다.¹⁵⁻¹⁷⁾ 따라서 마그네슘 부족 시 만성피로의 원인으로 제기되는 만성적 염증 및 산화적 스트레스를 일으킬 수 있으므로 마그네슘의 결핍이 만성피로의 원인이 될 가능성을 제시해 볼 수 있다.

마그네슘 결핍은 이 외에도 동맥경화증 및 당뇨 등 심혈관 질환들과 연관이 있는 것으로 알려져 있으며¹⁸⁻²²⁾

역학적 연구에서 충분한 마그네슘을 섭취하는 경우 심혈관 질환을 예방하는 효과가 있다는 보고도 있다.²³⁾ 따라서 마그네슘의 결핍이 미치는 영향은 연구의 가치가 있다고 할 수 있다. 특히 세포 내 마그네슘의 농도 측정이 중요하므로 조직을 쉽게 얻을 수 있는 모발을 이용한 마그네슘 농도 측정에 대한 유용성과 관련된 연구가 더욱 필요하다. 아직까지 모발 내 미네랄의 측정이 인체의 세포 내 미네랄 농도를 어느 정도 반영하는지에는 이견이 많다.^{24,25)}

본 연구의 한계점으로는 먼저 대상자 수가 적고 일부 지역의 성인 남성만을 조사하여 대표성이 떨어진다고 할 수 있다. 또한 피로군을 선별하는 데 단순 이분법적 설문지 방식으로 현재 쉽게 피로한지 여부로만 나누어 피로의 기간 및 정도에 대한 평가가 되지 못한 한계점을 갖고 있다. 그리고 피로는 우울증 및 스트레스 등 다른 정신적 원인에도 동반될 수 있음에도 이에 대한 조사가 되지 못했다.

추후 대표성이 있는 보다 많은 대상자를 상대로 피로에 대한 유용성이 확립된 설문지를 이용하여 정확한 피로 정도를 측정하고 모발 내 마그네슘뿐 아니라 다른 미네랄과 상대적 미네랄 비와의 관련성도 알아보아야 하겠다. 또한 실제로 마그네슘의 투여로 피로와 관련된 증상이 개선되는지에 대한 전향적 연구도 필요하겠다.

ABSTRACTS

Prevalence of Easy Fatigue according to Hair Magnesium Level in Adult Men

Mi-Hee Kong, M.D., Kwang-Min Kim, M.D.[†]

Department of Family Medicine and Community Health, Ajou University College of Medicine, Suwon, Korea

Background: Magnesium (Mg) deficiency has been associated with cardiovascular diseases. Therefore, past studies had shown that some chronic fatigue syndrome patients had lower red cell Mg concentrations than healthy control subjects. We studied the association the Mg concentrations in hair tissue with the prevalence of easy fatigue.

Methods: A total of 109 adult men were categorized into easy fatigue group and the control group. We compared with the two groups on basal characteristics. The subjects were divided into quartile groups according to the Mg concentration in their hair with the prevalence of easy

fatigue, and compared the odds ratio of easy fatigue with other groups on the basis of the highest quartile group. **Results:** Among the total, 64 subjects were in the easy fatigue group and 45 subjects were in the control group. The mean Mg concentration in hair was not significantly different between the two groups. The prevalence of easy fatigue in quartile groups of hair Mg level was increased according to the low Mg level (P for trend=0.033). And the odds ratio of the lowest quartile group was 3.8 (95% CI 1.1~12.9, $P=0.031$) on the basis of the highest quartile group.

Conclusion: The subjects with low hair Mg level had the high prevalence of easy fatigue. (*J Korean Acad Fam Med* 2007;28:782-786)

Key words: hair, magnesium, fatigue

참 고 문 헌

1. 김철환, 신호철, 박용우. 만성피로 및 만성피로증후군의 유병률-종합병원 가정의학과 환자를 대상으로-. 가정의학회지 2000;21:1288-97.
2. 신호철, 최한석, 최창진, 송상욱. 가정의학과 외래에 피로를 주소로 내원한 환자분석-전향적 연구를 위한 기초조사-. 가정의학회지 1993;14: 833-42.
3. 박기흠. 연수강좌: 만성피로. 가정의학회지 1996;17(4): 19-23.
4. Devanur LD, Kerr JR. Chronic fatigue syndrome. *J Clin Virol* 2006;37(3):139-50.
5. Cox IM, Campbell MJ, Dowson D. Red blood cell magnesium and chronic fatigue syndrome. *Lancet* 1991;337(8744):757-60.
6. Hosseini JM, Johnson E, Elin RJ. Comparison of two separation techniques for the determination of blood mononuclear cell magnesium content. *J Am Coll Nutr* 1983;2(4): 361-8.
7. Klevay LM, Bistran BR, Fleming CR, Neumann CG. Hair analysis in clinical and experimental medicine. *Am J Clin Nutr* 1987;46(2):233-6.
8. 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* 2001;15(1):46-55.
9. Takahashi H, Imai K, Katanuma A, Sugaya T, Hisano K, Motoya S, et al. A case of chronic fatigue syndrome who showed a beneficial effect by intravenous administration of magnesium sulphate. *Arerugi* 1992;41(11):1605-10.
10. Hinds G, Bell NP, McMaster D, McCluskey DR. Normal red

- cell magnesium concentrations and magnesium loading tests in patients with chronic fatigue syndrome. *Ann Clin Biochem* 1994;31(Pt 5):459-61.
11. Moorkens G, Manuel y Keenoy B, Vertommen J, Meludu S, Noe M, De Leeuw I. Magnesium deficit in a sample of the Belgian population presenting with chronic fatigue. *Magnes Res* 1997;10(4):329-37.
 12. Vormann J. Magnesium: nutrition and metabolism. *Mol Aspects Med* 2003;24(1-3):27-37.
 13. Kurantsin-Mills J, Cassidy MM, Stafford RE, Weglicki WB. Marked alterations in circulating inflammatory cells during cardiomyopathy development in a magnesium-deficient rat model. *Br J Nutr* 1997;78(5):845-55.
 14. Guerrero-Romero F, Rodriguez-Moran M. Relationship between serum magnesium levels and C-reactive protein concentration, in non-diabetic, non-hypertensive obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26(4):469-74.
 15. Manuel y Keenoy B, Moorkens G, Vertommen J, Noe M, Nève J, De Leeuw I. Magnesium status and parameters of the oxidant-antioxidant balance in patients with chronic fatigue: effects of supplementation with magnesium. *J Am Coll Nutr* 2000;19(3):374-82.
 16. Kumar BP, Shivakumar K. Depressed antioxidant defense in rat heart in experimental magnesium deficiency. Implications for the pathogenesis of myocardial lesions. *Biol Trace Elem Res* 1997;60(1-2):139-44.
 17. Freedman AM, Mak IT, Stafford RE, Dickens BF, Cassidy MM, Muesing RA, et al. Erythrocytes from magnesium-deficient hamsters display an enhanced susceptibility to oxidative stress. *Am J Physiol* 1992;262(6 Pt 1):C1371-5.
 18. Rasmussen HS, McNair P, Goransson L, Balslov S, Larsen OG, Aurup P. Magnesium deficiency in patients with ischemic heart disease with and without acute myocardial infarction uncovered by an intravenous loading test. *Arch Intern Med* 1988;148(2):329-32.
 19. Paolisso G, Scheen A, D'Onofrio F, Lefebvre P. Magnesium and glucose homeostasis. *Diabetologia* 1990;33(9):511-4.
 20. Rude RK. Magnesium deficiency and diabetes mellitus. Causes and effects. *Postgrad Med* 1992;92(5):217-9, 22-4.
 21. Bloomgarden ZT. American Diabetes Association scientific sessions, 1995. Magnesium deficiency, atherosclerosis, and health care. *Diabetes Care* 1995;18(12):1623-7.
 22. Guerrero-Romero F, Rodriguez-Moran M. Low serum magnesium levels and metabolic syndrome. *Acta Diabetol* 2002;39(4):209-13.
 23. Ma J, Folsom AR, Melnick SL, Eckfeldt JH, Sharrett AR, Nabulsi AA, et al. Associations of serum and dietary magnesium with cardiovascular disease, hypertension, diabetes, insulin, and carotid arterial wall thickness: the ARIC study. *Atherosclerosis Risk in Communities Study. J Clin Epidemiol* 1995;48(7):927-40.
 24. 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* 1978;31(3):477-80.
 25. Rivlin RS. Misuse of hair analysis for nutritional assessment. *Am J Med* 1983;75(3):489-93.