

2019년 9월 22일 (일)
부산경남내과학회 연수강좌

미네랄, 중금속 검사

박혜경내과
박혜경 MD PhD

순서 및 내용

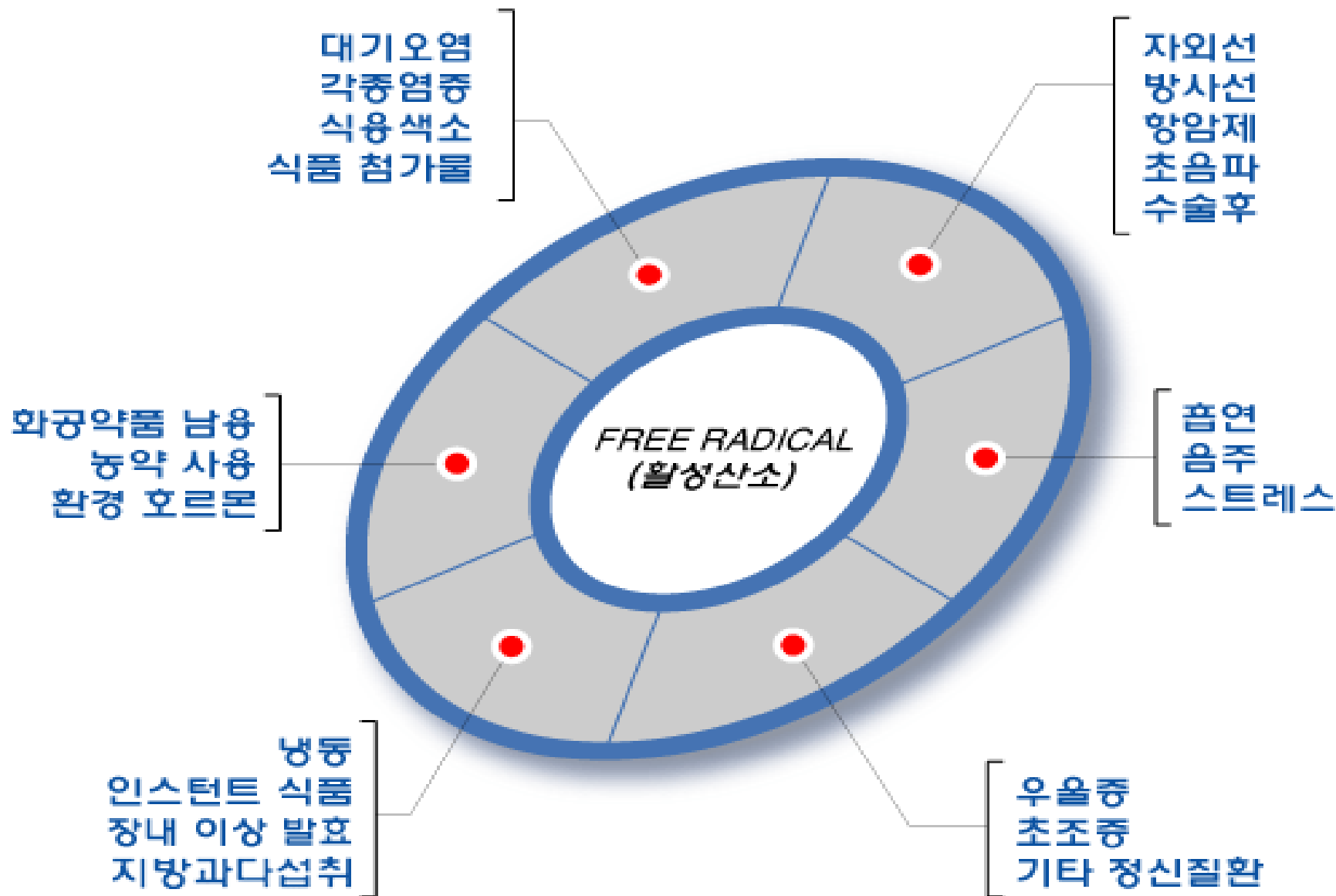
- **영양미네랄 독성미네랄**
- **미네랄 검사법**
- **미네랄 연구**
- **HMT(모발 미네랄검사)의 이해**

왜 아플까요?

1. 독소

2. 필수영양소 부족

3. 생활습관



미네랄의 종류

- 인체를 구성하는 원소 : 54종

미네랄 : C, H, O, N 을 제외한 50종

- 미네랄의 분류

영양 미네랄 (macro mineral)

: 1일 100mg 이상 필요한 미네랄, 인체 내 5gm 이상

Ca, Mg, K, Na, S, P, Cl

미량 미네랄 (trace mineral)

: 1일 100mg 이하로 필요한 미네랄, 인체 내 5gm 이하

Fe, Zn, Cu, Se, Cr, Mn, Co, I, B, F,

Ni, Mo, Si, V

독성 미네랄 (toxic mineral) : As, Hg, Al, Cd, Pb, U 등

중금속

- 화학적으로 비중 4.0 이상의 무거운 금속으로
이중 Fe, Zn, Cu 등은 인체에 필요한 물질이나,
Pb, Cd, Hg 등은 생물체에 유해할 뿐만
아니라 체내에서 대사되지 않고 축적되어
여러 가지 질환을 일으킨다.

Heavy Metal Toxins

Heavy Metal/Toxin	Obtained From	Toxic Effects
Lead	Auto exhaust	High blood pressure
Mercury	Seafood and "silver" fillings	Immune system depression
Cadmium	Cigarette smoke (second-hand)	Cancer
Aluminum	Al foil and anti-perspirants	Alzheimer's and memory loss

Function of Minerals

- Structural support
 - Acid-base balance Water balance
 - Nerve conduction Muscle contraction
 - Enzyme function
- **Biochemical process** : minerals are the basic spark-plugs in the chemistry - by Henry Schroeder
- Involvement in the prevention of cancer, immune regulation, chronic degenerative diseases, aging and even emotions.
- Mineral metabolism requires **vitamins**

영양 미네랄의 작용, 권장량, 최대 용량, 부작용

Harrison's principles of Internal Medicine, 2005

Clinical Nutrition : A Functional Approach, 1999

미네랄	작용	권장량	일일 최대용량	부작용	많이 든 식품
칼슘	뼈, 신경, 심장, 혈액 응고, 산염기	800-1200mg	2500mg	변비, 우울, 신결 석	유제품, 콩, 녹황색 채소
마그네슘	에너지, 당대사, 이완, 신경 안정	310-420mg		설사, 심장, 호흡 장애	엽록소 채소, 콩
포타슘 (칼륨)	신경, 근육 수축, 혈압, 당대사	1000-2000mg		심혈관, 신경, 근 육장애	야채, 과일
철분	혈색소, 에너지, 뇌기능	10-30mg	45mg(위장)	위장장애 장기손상	붉은 살코기, 시금치
아연	성장, 면역, 뇌, 항산화	12-15mg	40mg (구리 길항)	구리 흡수저해	계란, 육류, 굴
구리	혈색소, 콜라겐, 콜레스테롤 저하	0.9-1.3mg	10mg (간독성)	위장, 간, 신장애	야채, 해산물
셀레니움	항산화(암, 면역)	50-100 μ g	400 μ g (모발, 손톱)	모발, 피부, 위장, 말초 신경증	통곡, 생선
망간	항산화, 뇌기능, 갑상선, 당 지방대사	2-5mg	11mg (신경 독성)	신경독성, 파킨 슨양 증세	견과류
크롬(3가)	내당인자, 지질, 체지방, 면역	50-200 μ g		6가 크롬의 직업 성 노출때 신장 애, 피부염, 암	통곡

Nutrition

- Health of the human body as a whole begins at the **cellular level**.
- Whether nutrients are reaching the cellular level, and what the consequence are of **too much or too little**, is the major concern today.

체내 마그네슘 측정법

- Serum total Mg
- Muscle biopsy
- Plasma ionized Mg
- Total erythrocyte Mg contents
- Mononuclear blood cell Mg contents
- Urine Mg
- 구강 점막 검사
- Mg tolerance test
- Hair Mineral analysis
- 경구 임상 시행

Handbook of Minerals as Nutritional Supplements. Robert A. Disilvestro, 2005

EFFECTS OF ORAL MAGNESIUM SUPPLEMENTATION ON INSULIN SENSITIVITY AND BLOOD PRESSURE IN NORMO-MAGNESEMIC NONDIABETIC OVERWEIGHT KOREAN ADULTS

S. LEE, H.K.PARK ET AL.

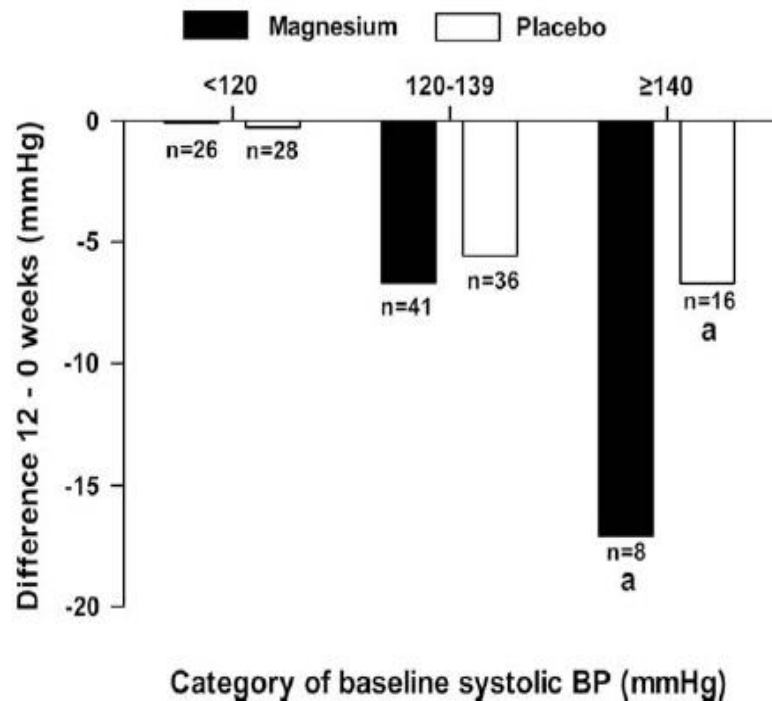


Figure 1 Mean changes of systolic blood pressure (BP) from baseline to 12 weeks in magnesium and placebo groups according to category of systolic BP at the start of the study. ^a $P < 0.05$ by two-way repeated-measures ANOVA over time.

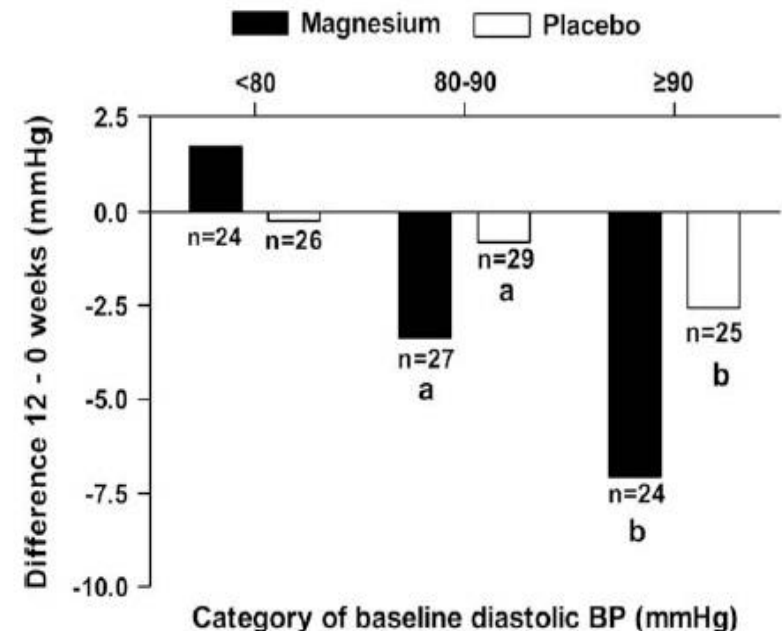


Figure 2 Mean changes of diastolic blood pressure (BP) from baseline to 12 weeks in magnesium and placebo groups according to category of diastolic BP at the start of the study. ^{a,b} $P < 0.05$ by two-way repeated-measures ANOVA over time.

Evaluation of mercury exposure level, clinical diagnosis and treatment for mercury intoxication

- The global mercury issue is drawing more attention in **Korea**, given that the level of human exposure to **mercury** in the country has been rated high. According to the **2009 and 2010 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES)**, the geometric means of the blood mercury concentration levels in Korean adults were **4.28 ug/L** and **3.64 ug/L** in 2009 and 2010, respectively. Furthermore, the **2009 and 2010 Korean National Environmental Health Survey** reported the geometric means of the blood mercury concentration levels to be **3.93 ug/L** and **2.88 ug/L**, respectively. Despite varying levels reported among the surveys, blood mercury concentration levels in Korea are reported to range from 2.88 ug/L to 4.28 ug/L. That is about four to six times **higher than that of the U.S. (0.86 ug/L), Germany(0.58 µg/L) or Canada (0.76 ug/L)**.
Furthermore, considering that about **26.2 %** of the population in Korea is estimated to **exceed the limit** of the blood mercury exposure level set by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Korea shows a much higher exposure level to mercury than do advanced countries.
- The WHO recommends the monitoring of methylmercury concentration in **pregnant women's hair** and argues that the level of **10 ppm** or above can increase the risk of fetal neurological defects

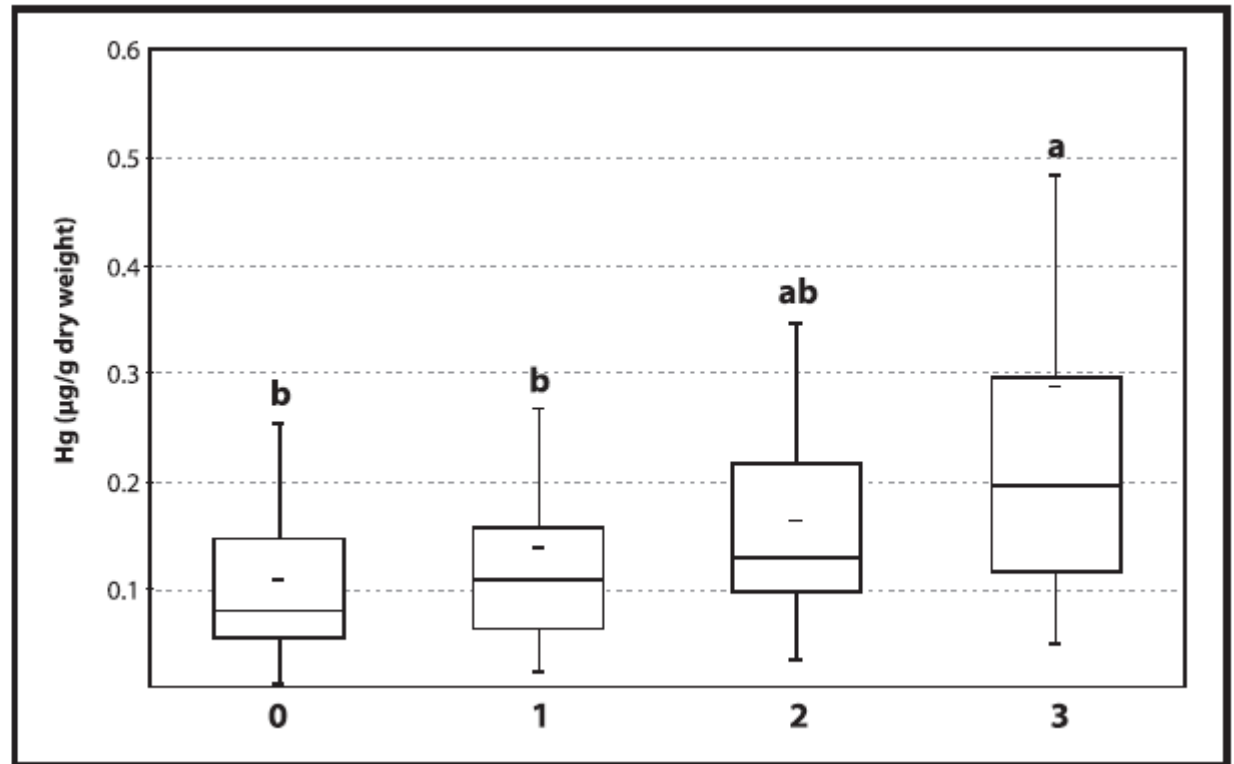
Mercury in human hair as an indicator of the fish consumption

The amount of mercury in hair increases with more frequent consumption of freshwater and marine fish.

Consumption of
marine fish:

- 0 – none
- 1 – rarely
- 2 – once a month
- 3 – several times a month

Figure 3. Content of mercury in hair in relation to the consumption of marine fish
Consumption of marine fish:
0 – none; 1 – rarely; 2 – once a month;
3 – several times a month
a, b different alphabetic letters differ significantly ($p < 0.05$)
Median=Middle line of the box; Lower (upper) Quartile=Bottom (Top) line of the box; Lower (Upper) Whisker=Lower (Upper) adjacent value



생선 섭취와 혈중 비타민 D 및 수은 농도 사이의 관련성: 국민건강영양조사 5기(2010-2011년)

- 생선 섭취 빈도는 혈중 비타민 D 및 수은 농도와
양의 관련성을 나타냈고,
혈중 비타민 D 수치가 높을수록
수은 농도가 높게 나타났다.

혈 중 수은 농도와 건강 및 생활요인과의 관련성

- 수은은 생체내 유입 시, 세포막을 구성하는 단백질이나 효소의 SH group과 결합하여 세포막의 손상을 유도하거나 그 기능을 저해시키고 (Stacey et al., 1990), 과산화연쇄반응 (peroxidative chain reaction) 의 강력한 자극제로서 지질과산화 (lipid peroxidation) 를 촉진시켜 세포독성을 유발하는 것으로 보고되고 있다 (Halliwell et al., 1985). 또한 세포내에서 glutathione peroxidase, superoxide dismutase, catalase의 활성을 저해시켜 free oxygen radical에 대한 항산화능력 (antioxidative defence)를 감소시키거나, 기타 효소의 활성을 변조시켜 세포 독성을 나타내는 것으로 알려져 있다 (Dieter et al., 1983;Goyer, 1991).
- 혈중 수은의 농도분포는 전체 평균 3.19 µg/L (불검출~8.64 µg/L)이며, 대체로 정규분포 (normal distribution)을 나타냈다. 검출한계 이하의 대상자는 35명(15.2%)이었으며, WHO (1990)에서 제시하고 있는 일반인 수은 노출 수준 (5 µg/L)을 초과하는 연구대상자는 총 230명 중 16명(7.0%)으로 나타났다. 성별을 구분하여 혈중 수은 농도를 평가하였을 경우에, 남성이 평균 3.45 µg/L (ND~7.84µg/L)로서 여성 (3.10 µg/L (ND~8.64))에 비해 혈중 수은 농도가 높은 수준으로 조사되었으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다.
- 식습관 항목 중에서는 채소 및 과일을 주 4회 이상 섭취하는 집단에서 주 1회 섭취하는 집단에 비해 혈중 수은의 농도가 낮아지는 것으로 조사되었다 (p<0.05).
- 음주 습관에서는 거의 술을 먹지 않는 대상자에 비해 거의 매일 마시는 대상자에서 혈중 수은 농도가 약 1.5배 높은 것으로 조사되었다 (p<0.05). 그 외 통계적으로 유의한 수준은 아니었지만 체질량 지수 (BMI), 구운 고기 섭취량의 항목과 혈중 수은사이의 양의 상관성이 나타났다.

자폐아동 모발에서의 미네랄 및 중금속 함량에 관한 연구

- 무기질은 serotonin, gamma-aminobutyric acid 및 neuropeptide 등 인체 구조의 구성성분이며, 체내에서 다양한 생리적 기능을 수행하는데 필수적인 역할을 하는 영양소로서 Donaldson 등은 학령 전 및 학령 후 아동들에게 있어 필요한 영양소 가운데에서도 무기질의 중요성을 강조하였다.
- Kozielec 등의 연구에서는 Mg, Cu, Zn 및 Fe 등의 부족이 인지기능 사이에서 유의한 관련성을 보인다고 하여 본 연구에서와 일치하는 것을 알 수 있었다.
- 모발 중 다량미네랄 함량을 측정한 결과 Ca, Mg, P 및 S는 일반아동이 자폐아동보다 다소 높게 나타났으며, Na 및 K는 자폐아동에서 일반아동에 비해 유의적으로 높았다.
- Cd와 Pb는 일반아동에 비해 자폐아동에서 유의하게 높은 것을 관찰할 수 있었다.
- 향후 연구에서는 자폐아동에게 부족한 영양소의 보충 및 중금속 해독 영양소를 섭취함으로써 자폐아동의 행동 및 발달장애의 개선 기능에 대한 연구가 시행되어야 할 것이다.

Lead, Cadmium, Copper and Zinc Concentrations in Blood and Hair of Mothers of Children with Locomotor System Malformations

Table 1. The content of lead, cadmium, copper and zinc in blood and hair of the examined groups of mothers and reference range for the general population.

Metal	Biological material	Mothers of children with locomotor system malformations (n=51)		Mothers of healthy children (n=46)		Reference range
		x ± SD min. – max.	Median	x ± SD min. – max.	Median	
Pb	whole blood µg/L	<u>132.71±77.64</u> 12.55 – 300.80	109.63	<u>62.97±35.15</u> 6.75 – 151.63	66.45	0.0-350.0 [12]
	hair µg/g	<u>1.93±2.17</u> 0.00 – 10.69	1.31	<u>0.77±0.71</u> 0.00 – 2.35	0.58	4.06±4.87 [13]
Cd	whole blood µg/L	2.04±1.78 0.33 – 8.23	1.53	2.81±2.46 0.00 – 12.10	2.59	0.52-2.63 [14]
	hair µg/g	0.84±1.56 0.04 – 10.01	0.47	0.71±1.21 0.03 – 4.06	0.22	0.41±0.38 [13]
Cu	serum mg/L	1.11±0.32 0.65 – 2.47	1.04	1.18±0.23 0.76 – 1.77	1.16	0.75-1.50 [15]
	hair µg/g	11.69±5.00 1.20 – 26.92	10.63	12.28±4.24 5.14 – 21.32	11.26	5.0-55.0 [16]
Zn	serum mg/L	0.73±0.20 0.36 – 1.18	0.74	0.66±0.21 0.20 – 1.19	0.64	0.70-1.20 [15]
	hair µg/g	217.87±54.21 85.48 – 437.92	212.23	224.21±68.40 82.24 – 443.81	210.80	105-309 [16]

x - mean; SD – standard deviation; n – numbers of mothers

한국 성인의 중금속 농도와 대사증후군과의 연관성

- **카드뮴**의 혈중농도는 **고혈압** 유병률과 상관관계가 있는 것으로 나타났고, **수은**의 혈중농도는 **복부비만** 유병률과 **대사증후군** 유병률과 상관관계가 있는 것으로 나타났다.
납의 혈중농도는 어느 것과도 통계적인 유의한 관계가 있는 것으로 나타나지 않았다.

사구체 여과율과 모발조직 내 수은, 납 농도와의 연관성

- 모발 내 수은 농도와 납 농도가 정상인 그룹 137명과

모발 내 수은 농도가 1.1ppm 초과하고

납 농도는 정상인 그룹 73명을 비교 했을 때

모발내 수은 농도와 GFR, 혈중요소질소,

크레아티닌은 통계적으로 유의하였다

($P<0.01$, $P<0.001$, $P<0.001$).

모발 내 납 농도는 GFR, 혈중요소질소, 크레아티닌과 유의한 연관관계를 보이지 않았다($P=0.67$, $P=0.17$, $P=0.08$).

고혈압과 모발조직 내 니켈, 카드뮴, 납 및 아연 농도와의 연관성

- 카드뮴, 납과 같은 중금속물질의 모발 내

농도증가와

아연과 같은 항산화 물질의 결핍이

고혈압이나 고혈압의 유병률과 관련되어 있음을

보여주었다.

Dietary Cadmium Intake and Sources in the US

- Cadmium (Cd) is a toxic heavy metal that can contribute to numerous diseases as well as increased mortality.
- This study provides important information on the dietary Cd exposure of Americans, and identifies the groups with the greatest dietary Cd exposure as well as the major sources of dietary Cd among sociodemographic subgroups.

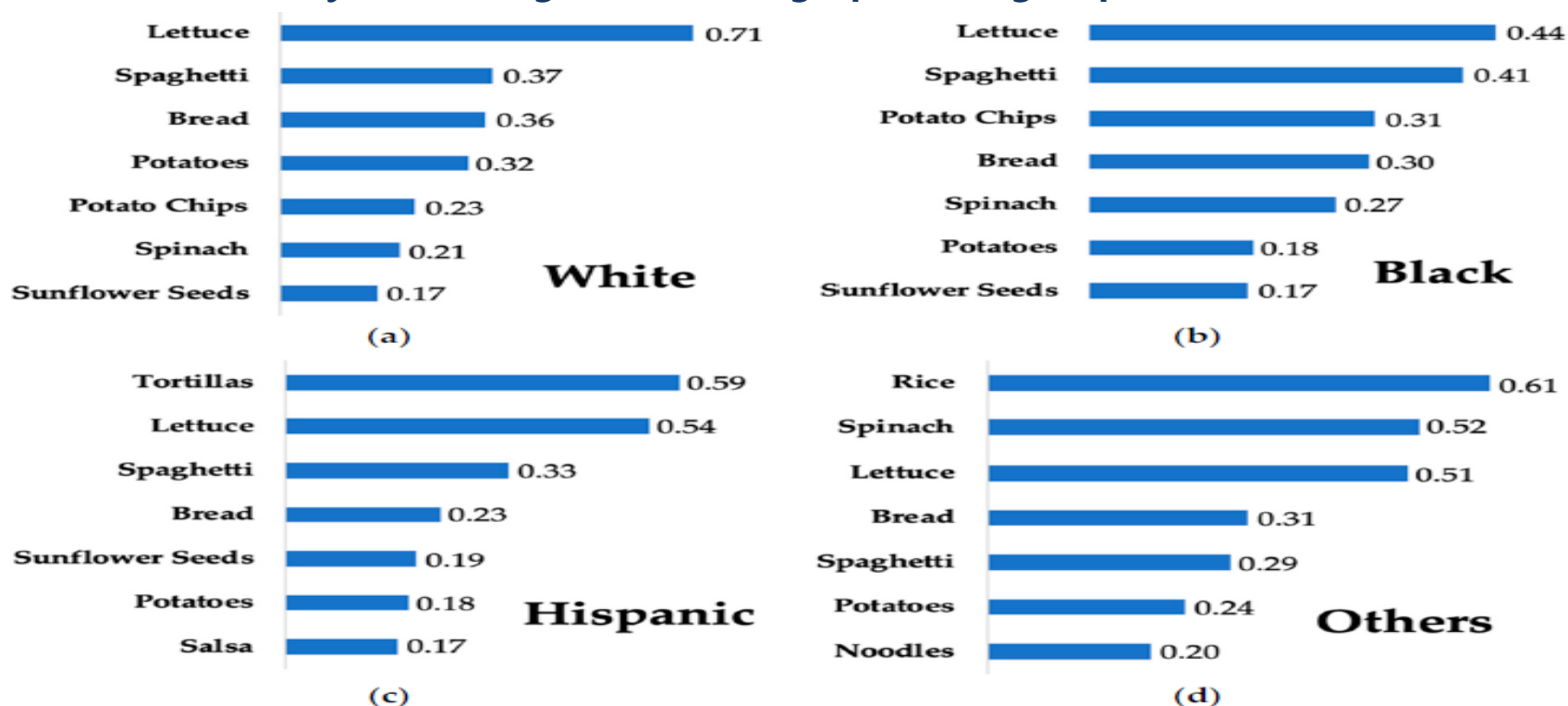


Figure 2. Cd contribution ($\mu\text{g/day/person}$) of top sources of dietary Cd intake among racial/ethnic groups in the US population aged ≥ 2 years in NHANES 2007–2012: (a) White; (b) Black; (c) Hispanic; (d) others including Asians.

Dietary Strategies for the Treatment of Cadmium and Lead Toxicity

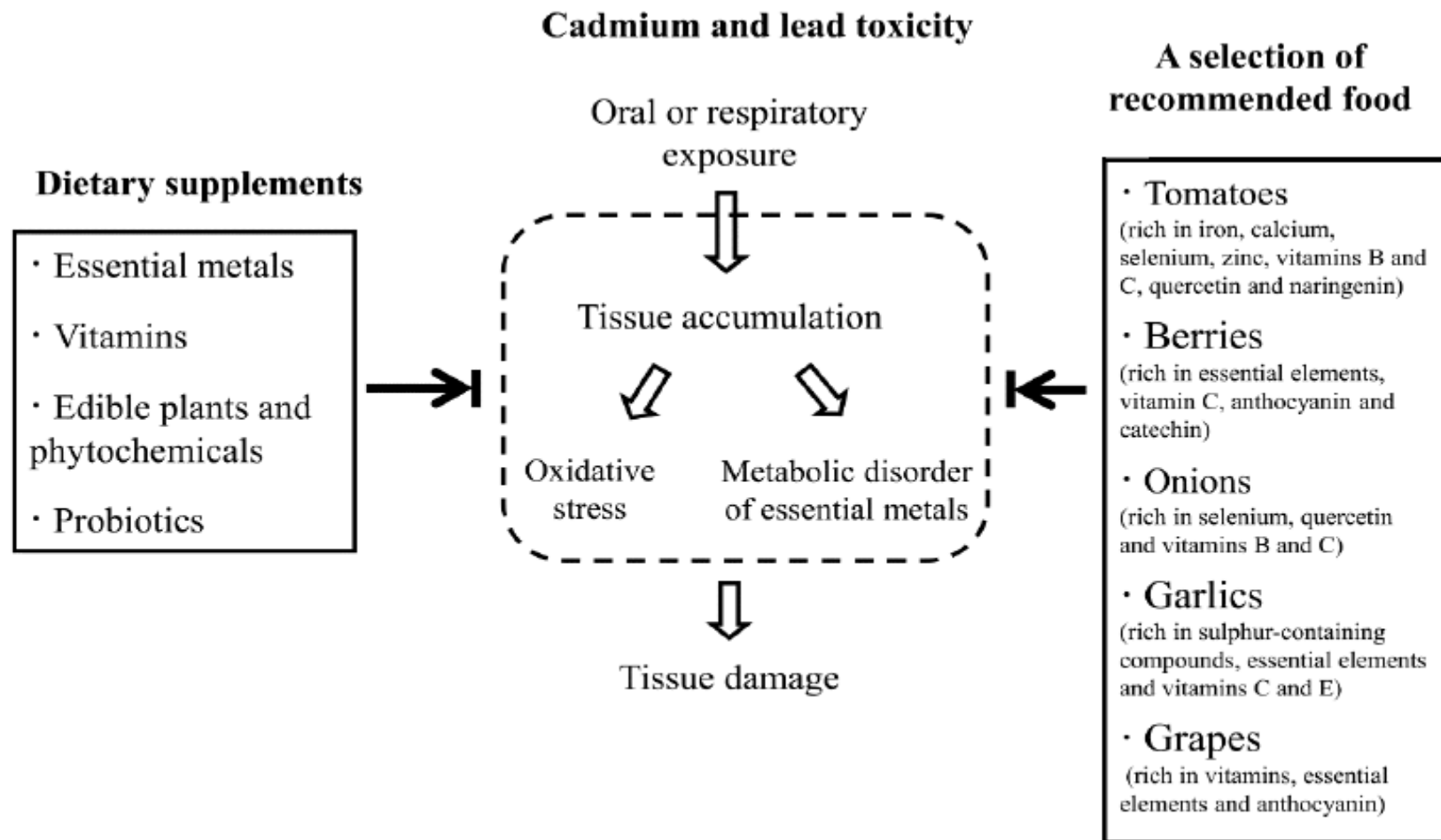


Figure 1. Dietary supplements and recommended strategy against cadmium and lead toxicity.

Coronary Calcification Is Reversely Related with Bone and Hair Calcium: The Relationship among Different Calcium Pools in Body

- Coronary artery calcium score (CACS)
- CACS inversely correlated with BMD ($r=-0.280$, $P=0.049$ with lumbar vertebrae 1-4, $r=-0.310$, $P=0.028$ with femur neck, $r=-0.333$, $P=0.018$ with femur total) and hair calcium concentration ($r=-0.352$, $P=0.012$).
- CACS has negative correlation with BMD and hair calcium level in women. Different body calcium pools such as bone, hair and blood vessel significantly correlated each other.

Hair Zinc Level Analysis and Correlative Micronutrients in Children Presenting with Malnutrition and Poor Growth

- Zinc deficiency can induce serious clinical problems in the gastrointestinal (GI) system and immune system and can affect growth and development. It is more severe in younger patients. Chronic zinc deficiency is reflected more precisely in hair than in serum.
- Hair zinc deficiency was diagnosed in 88%, and serum zinc deficiency was diagnosed in 55% of the children. There was no statistical correlation between serum and tissue zinc level. Hair zinc levels were highly correlated with serum vitamin D ($r=-0.479$, $p=0.001$), which also showed correlation with hair levels of magnesium and calcium. ($r=0.564$, 0.339 , $p=0.001$, 0.011). Hair calcium level was correlated with serum pre-albumin ($r=0.423$, $p=0.001$). These correlations may explain the phenomenon that the major clinical manifestation of zinc deficiency is poor body growth. Clinical symptoms were resolved in most children after zinc supplementation.
- Hair zinc and mineral analyses are useful as a therapeutic guide in the clinical investigation of children with malnutrition and poor growth.

일부 한국여성의 모발아연농도와 대사위험인자의 연관성

- 낮은 모발 아연은 비만 관련

대사위험인자의 증가와 관련이 있다.

피로와 모발 미네랄 검사(Hair Tissue Mineral Analysis)의 연관성에 대한 예비 연구

- 셀레늄(Se)과 황(S)이 각각 대조군과 환자군에서 0.079 ± 0.022 , 0.058 ± 0.027 (mg%, $P=0.032$)/ $4,733.3 \pm 542.189$, $4,267.7 \pm 518.682$ (mg%, $P=0.016$)으로 환자군에서 유의하게 낮았다.
- 피로도가 높은 환자에서 스트레스, 불안과 우울 점수가 높은 경향을 보였고, 조직 내에 셀레늄(Se), 황(S)이 적은 경향을 보였다.

한국 성인에서 비알코올성 지방간 질환과 모발조직 내 구리 및 아연 농도와의 관련성

- 비알코올성 지방간 질환은 대사이상과 관련이 있는 것으로 알려져 있으며, 구리 및 아연은 이러한 대사이상에 관여하는 효소 또는 호르몬의 기능에 필수 미네랄로 보고되고 있다.
- 모발 구리 농도는 정상군에 비해 비알코올성 지방간 질환군에서 유의하게 낮았고 (2.9 ± 4.2 vs. 5.4 ± 7.8 mg%; $P < 0.001$) 이는 여러 혼란변수에 대해 보정한 분석에서도 확인되었다 (model 3, OR 0.934; 95% CI 0.885 to 0.986; $P = 0.013$). 모발 아연 농도의 경우, crude model에 서는 정상군에 비해 비알코올성 지방간 질환군에서 유의하게 낮았으나 (21.1 ± 12.1 vs. 17.1 ± 7.6 mg%; $P < 0.001$), 혼란변수에 대해 보정한 분석에서는 유의한 결과를 얻지 못하였다.

Association between hair mineral and age, BMI and nutrient intakes among Korean female adults

This study was performed to investigate the association between hair mineral levels and nutrient intakes, age, and BMI in female adults who visited a woman's clinic located in Seoul. Dietary intakes were assessed by food frequency questionnaire and mineral levels were measured in collected hairs, and the relationship between these was examined. The average daily nutrient intakes of subjects were compared to those of the KDRI, and the energy intake status was fair. The average intake of calcium in women of 50 years and over was 91.35% of KDRI and the potassium intake was greatly below the recommended levels in all age groups. In the average hair mineral contents in subjects, calcium and copper exceeded far more than the reference range while selenium was very low with 85.19% of subjects being lower than the reference value. In addition, the concentrations of sodium, potassium, iron, and manganese in the hair were below the reference ranges in over 15% of subjects. The concentrations of sodium, chromium, sulfur, and cadmium in the hair showed positive correlations ($P < 0.05$) with age, but the hair zinc level showed a negative correlation ($P < 0.05$) with age. The concentrations of sodium, potassium, chromium, and cadmium in the hair showed positive correlations ($P < 0.05$) with BMI. Some mineral levels in subjects of this study showed significant correlations with nutrient intakes, but it seems that the hair mineral content is not directly influenced by each mineral intake. As described above, some hair mineral levels in female adults deviated from the normal range, and it is considered that nutritional intervention to control the imbalance of mineral nutrition is required. Also, as some correlations were shown between hair mineral levels and age, BMI, and nutrient intakes, the possibility of utilizing hair mineral analysis for specific purposes in the future is suggested.

Hair Tissue Mineral Analysis (HTMA)

- Hair: easily obtained **biopsy** material of the body.

blood lymph intracellular fluid에

노출 Mineral이 축적되어

internal metabolic environment

가 기록됨



. 후두부

. 두피쪽 5cm

. **0.15gm** 이상 샘플

조직 미네랄 검사 (TMA)의 역사

- 1961년 나폴레옹의 머리에서 비소의 농도가 100배 높게 분석되었다.
- 1974년 캐나다에서 인간에게 TMA 적용
- 1984년까지 세계의 과학적 학문에서 1500여 개 이상 인용
- 1988년, 미국 정부는 임상실험으로서의 TMA 를 인정
정부에 의해 매 2년마다 갱신
- TMA는 일반 검사보다는 좀 더 엄격한 인정 정밀검사를 받음
- 2003년 초에 국내에서 **심평원**으로부터 인정 **비급여**를 받음

모발 미네랄 검사로 알 수 있는 것

1. 대사율
2. 스트레스 상태
3. 면역 상태
4. 내분비계의 세포 수준에서의 활성화
5. 당내성
6. 에너지 수준
7. 질환 발병 가능성
8. 정신적 상태 - 우울, 학습 장애, 불면증
9. 식사 교정
10. 질병의 원인분석 (생화학적)
11. 중금속 오염
12. 성격 변화



Overview – Metabolism (Cellular)

Cell Communications

Extra Cellular Fluid

Na^+ 140 mM
 Cl^- 100 mM

K^+ 4 mM

Ca^{++} 2.5 mM

Mg^{++} 1 mM

C
E
L
L

M
E
M
B
R
A
N
E

Intra Cellular Fluid

Na^+ 10 mM
 Cl^- 4 mM

K^+ 140 mM

Ca^{++} 0.1 μM

Mg^{++} 3 mM

Vitamin/mineral Relationship

Stimulating Nutrients

Vitamins

Vitamin A

Vitamin B₁

Vitamin B₃

Vitamin B₅

Vitamin B₆

Vitamin E

Minerals

P, Na, K, Fe, Mn, Se

Water

Soft Water

Sedating Nutrients

Vitamin B₂

Vitamin B₁₂

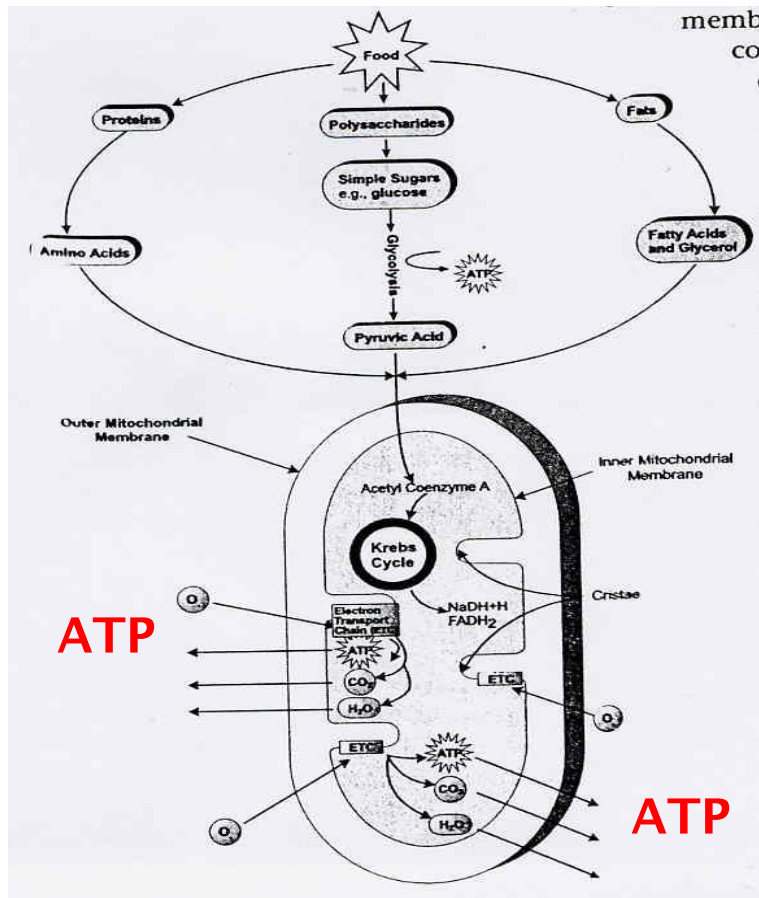
Vitamin D

Ca, Mg, Zn, Cu, Cr

Hard Water

미토콘드리아 동력학(에너지)

Mitochondrial Structure



미토콘드리아내로 지방산 등 기질 통과
(비타민C, B₃, B₆, Fe) ★ L-카르니틴

↓
Krebs cycle

(비타민 B₁, B₂, B₃, B₅, α-lipoic acid)

Fe, Mg, S, P

↓
Electron Transport Chain , ETC

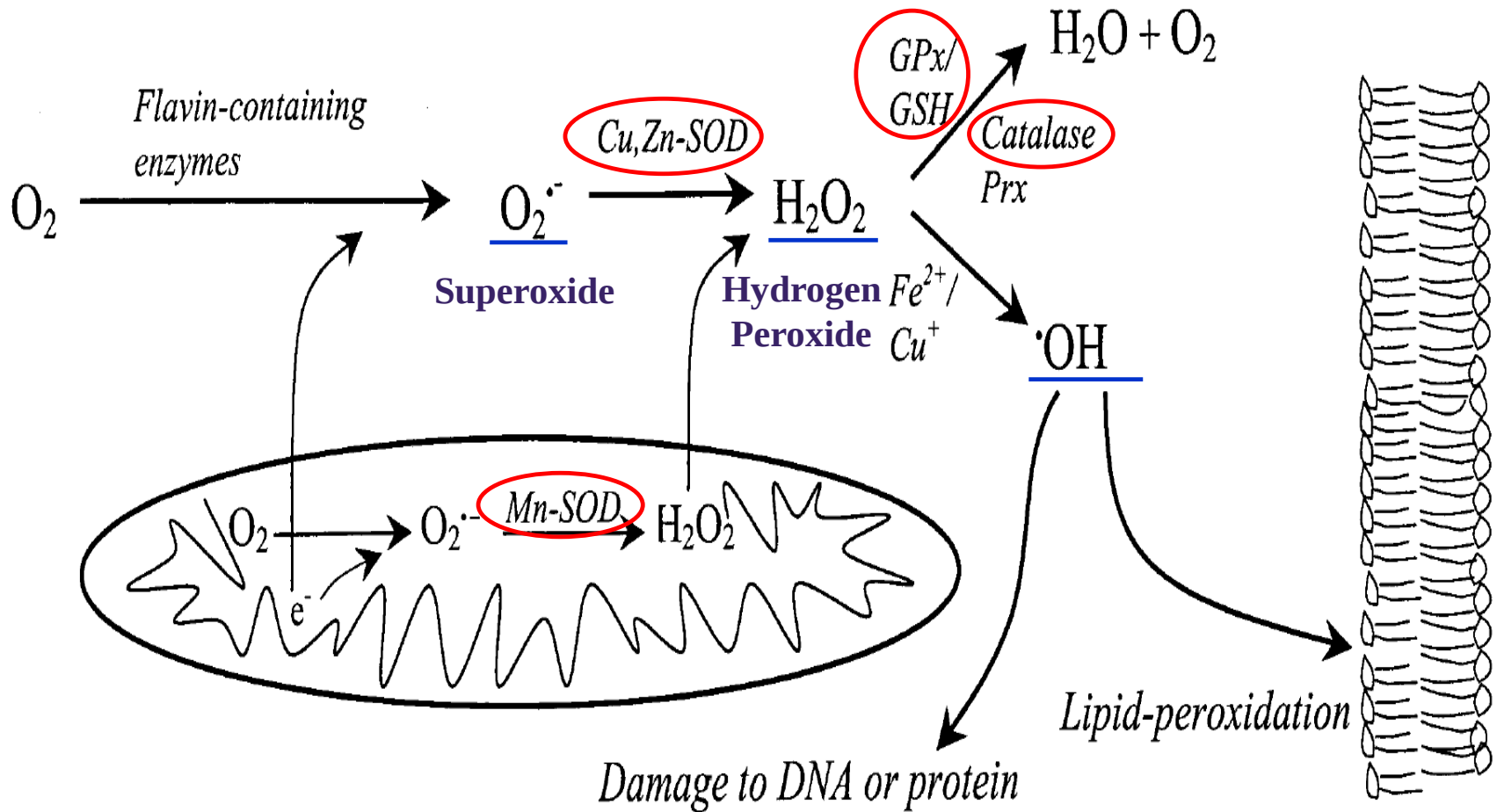
(B₂, B₃, C, K, Mg, Zn, Fe, 조효소 Q-10)

↓ O₂ 이용

고에너지 인 결합(P bond)을 함유한 ATP가 형성

(Mg-ATP)

Simplified nonstoichiometric scheme of oxidative and antioxidative systems in cells

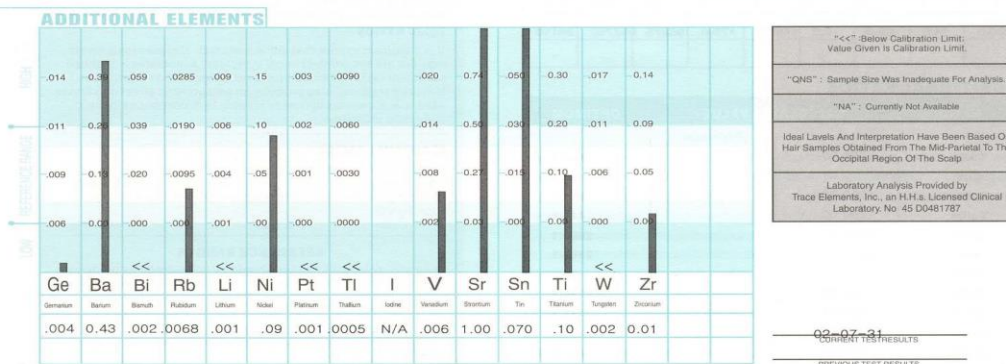
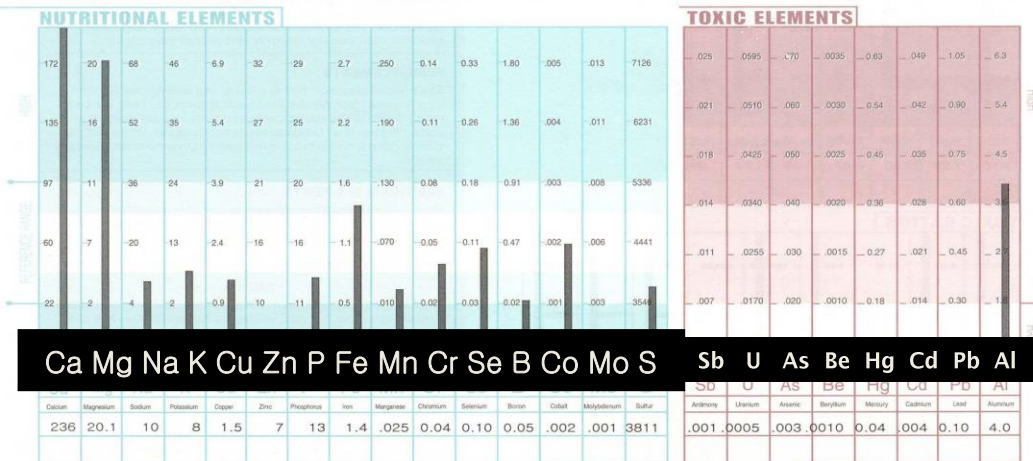


모발 미네랄 검사의 해석

- 미네랄 패턴 : 산화형 (대사형)
- 미네랄 비율 : Na/K (스트레스) Ca/K (갑상선)
 Zn/Cu (면역 및 성장, 남성 및 황체 호르몬/
 여성 호르몬)
 Na/Mg (부신) Ca/Mg (내당)
- 개별 미네랄의 수치
- 구리 불균형
- 독성 미네랄

TMA (Tissue Mineral Analysis) 해석 방법

 TRACE ELEMENTS, INC. 4501 Sunbelt Drive • Addison, TX 75001 • USA		LABORATORY NO: 368400	
PATIENT: SC [REDACTED]		PROFILE NO: 2	SAMPLE TYPE: SCALP
REQUESTED BY: [REDACTED]		AGE: 53	SEX: F
		METABOLIC TYPE: SLOW 1	
		ACCOUNT NO: 4011	DATE: 02-07-31



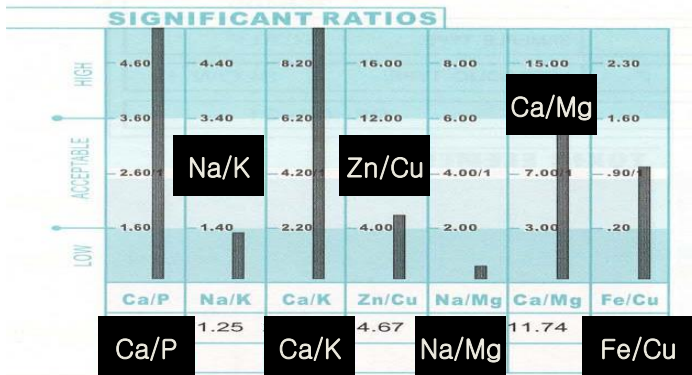
모든 미네랄의 수치(LEVEL)은
mg% 따라서 (x 10 = ppm)

영양미네랄 및 미량 미네랄
: 흰 부분이 정상범위
정상범위 보다 높으면 HIGH
낮으면 LOW

독성 중금속은 허용범위는 흰 부분,
많이 축적될 수록 붉은 색

TMA는 인정 비급여
(심평원 공문, 수가083.1-13
: 2003년 1월 6일)

미국에서 인가된 검사 기관
: CLIA 88, 45D0481787



ADDITIONAL RATIOS

RATIO	CALCULATED VALUE		OPTIMUM
	Current	Previons	
Ca/Sr	236.00		131/1
Cr/V	6.67		13/1
Cu/Mo	1500.00		625/1
Fe/Co	700.00		440/1
K/Co	4000.00		2000/1
K/Li	8000.00		2500/1
Mg/B	402.00		40/1
S/Cu	2540.67		1138/1
Se/Tl	200.00		37/1
Se/Sn	1.43		0.67/1
Zn/Sn	100.00		167/1

	대사율 Ca/P(2.6:1)	갑상선 기능 Ca/K(4.2:1)	부신 기능 Na/Mg(4.0:1)
느린대사1형	↑	↑(저항성)	↓(저항성)
2형	↑	↑(저항성)	↑(감수성)
3형	↑	↓(감수성)	↓(저항성)
4형	↑	↓(감수성)	↑(감수성)

빠른대사1형	↓	↓(감수성)	↑(감수성)
2형	↓	↑(저항성)	↑(감수성)
3형	↓	↓(감수성)	↓(저항성)
4형	↓	↑(저항성)	↓(저항성)

빠른 대사는 Na, K가 Ca, Mg보다 높다
느린 대사는 Ca, Mg가 Na, K보다 높다

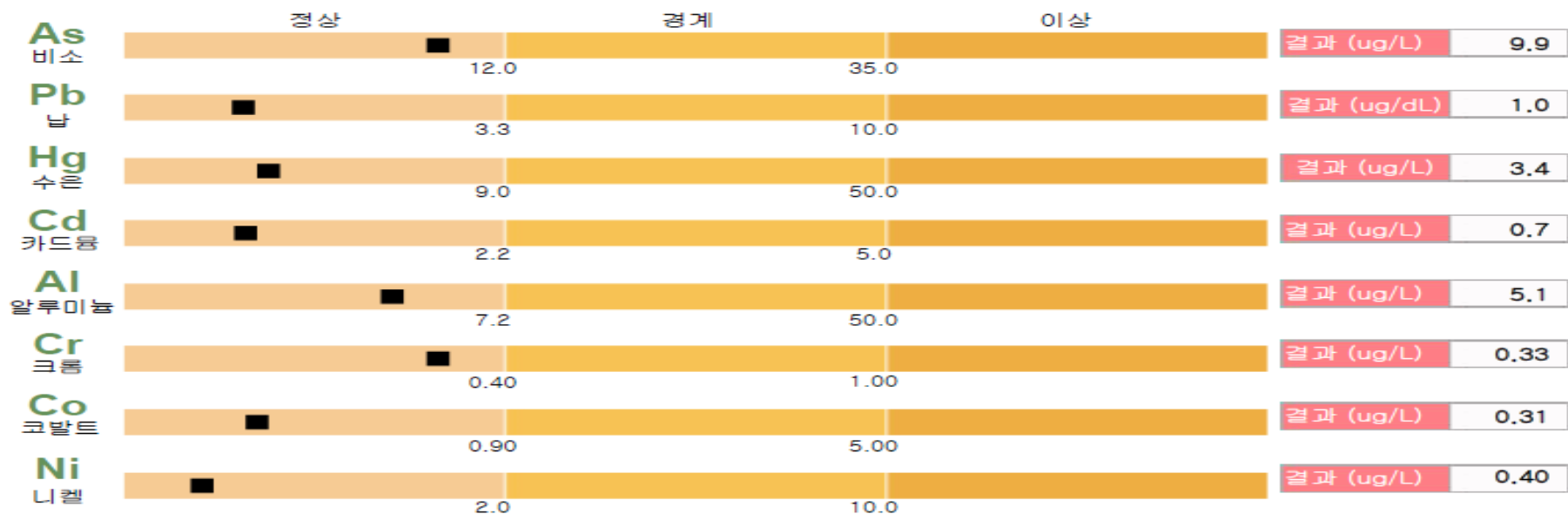
박 O O 64세 여 혈액 검사 (2019)
Hosp. No 1209

- **Cu(S) 149.3 ug/dL (N : 70.0 – 130.0)**
- **Zn(S) 140.7 ug/dL (N : 66.0 – 110.0)**
- **Hg(WB) 2.6 ug/dL**

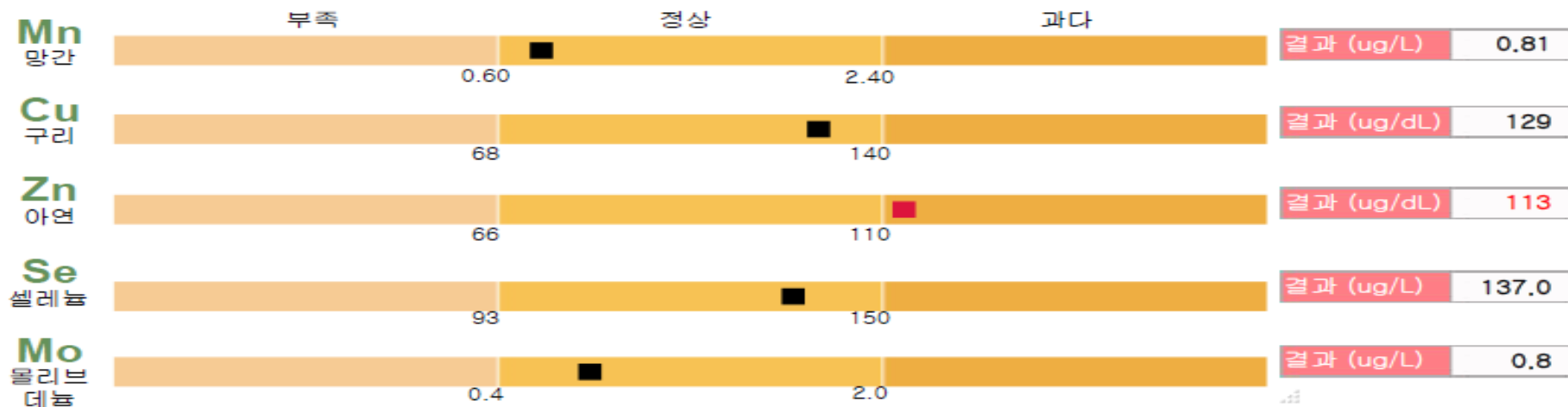
박 0 0 64세 여 혈중 중금속 및 미네랄 13종 검사

Hosp. No 1209

중금속 항목



미네랄 항목



RECOMMENDATION

RECOMMENDATION	AM	NOON	PM
TEI - TP Pack	1	0	1
TEI - TA Complex	1	1	1
TEI - Mg Plus	1	1	1
TEI - Cr Plus	2	2	2
TEI - TPD Plus	1	0	1
TEI - Fe Plus	0	0	1
TEI - Mn Plus	1	1	2
TEI - Zn Plus	1	1	2
Vita C - TCL Plus	1	1	2

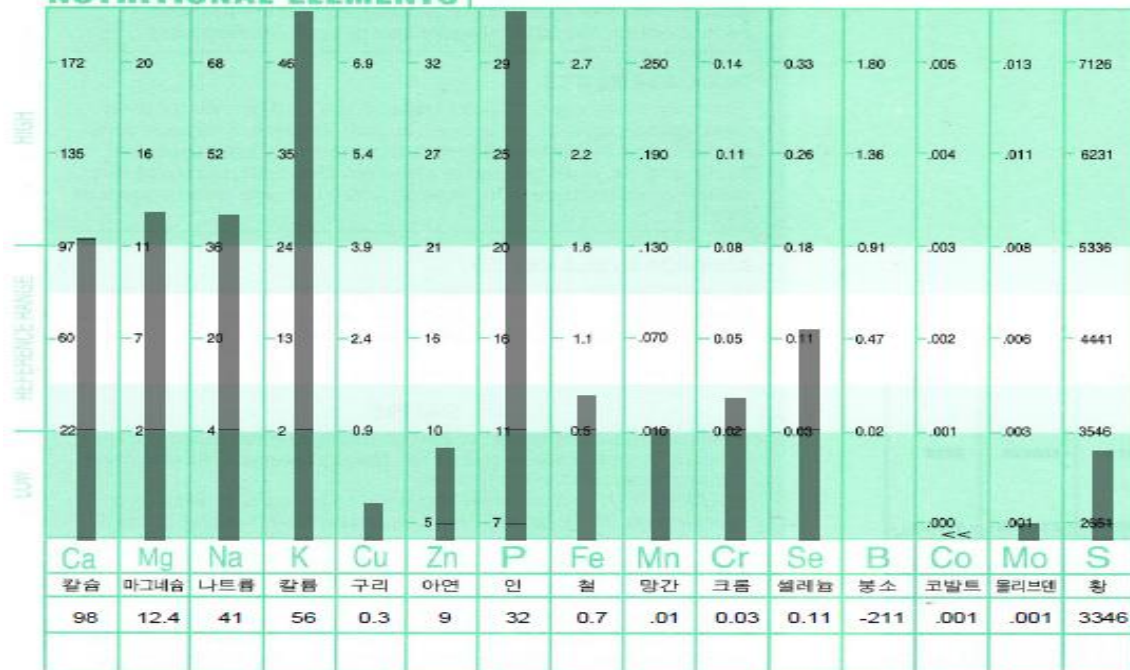
이 O O

21세 남

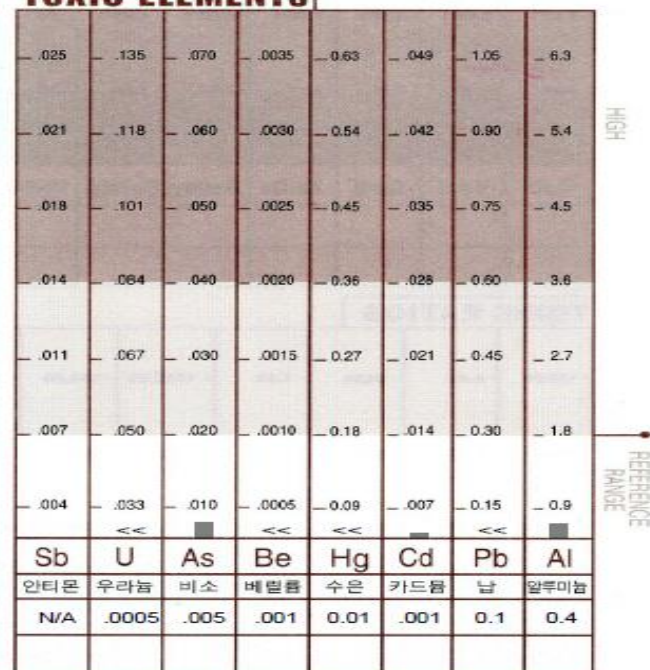
Nail 검사

Hosp. No 44449

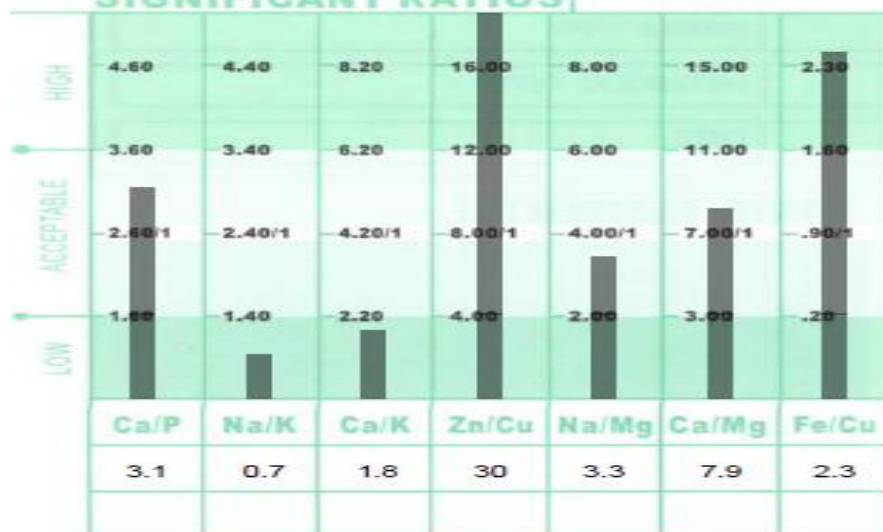
NUTRITIONAL ELEMENTS



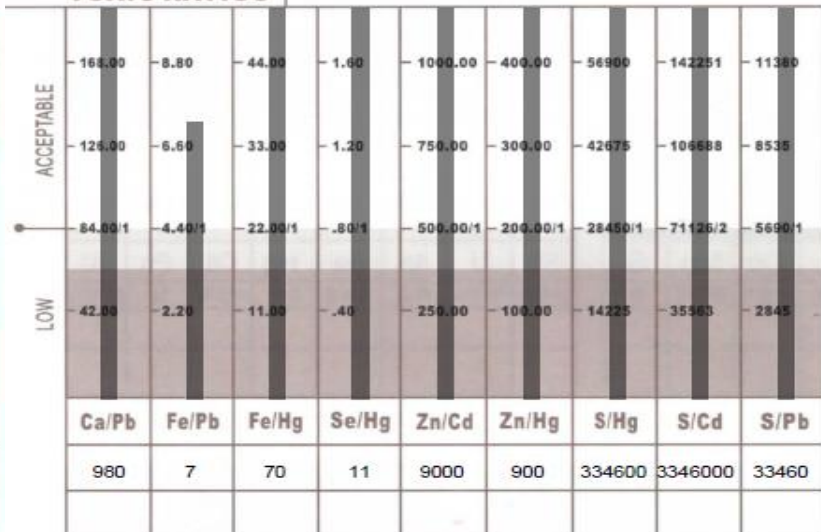
TOXIC ELEMENTS



SIGNIFICANT RATIOS



TOXIC RATIOS



An aerial photograph of a coastal city, likely Honolulu, Hawaii. The city is built on a peninsula with a steep, forested hill in the background. A vibrant rainbow arches over the deep blue ocean, its colors clearly visible. The sky is a mix of blue and white, with large, fluffy clouds. The overall scene is serene and picturesque.

경청해 주셔서
감사합니다.