

韓國人 칼슘 및 철분 勸獎量 策定을 위한 基礎研究

“A BASIC STUDY ON CALCIUM AND IRON
REQUIREMENTS FOR THE ESTABLISHMENT OF
KOREAN RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES”

86-09

責任研究者：金淑喜（梨花女子大學校 教授）
研 究 者：李日夏（中央大學校 教授）
白喜英（淑明女子大學校 助教授）

1986. 12

韓國人口保健研究院

KOREA INSTITUTE FOR POPULATION AND HEALTH

머 리 말

우리 나라는 經濟·社會發展과 함께 國民所得의 增加로 國民의 食生活水準이 높아졌으며, 이에 따라 國民의 體位도 많은 向上을 가져 왔습니다.

그러나 오늘날 우리 나라 營養政策에 있어 가장 問題가 되는 것은 全體的인 食糧供給의 不足이 아니라 農村이나 都市貧困層의 營養不足現象과 더불어 一部 特殊層에서 볼 수 있는 營養過剩現象도 考慮되어야 할 問題라고 봅니다.

이러한 점에서 볼 때 우리에게 알맞는 營養勸獎量設定은 國民의 健康 및 體位向上과 關係되는 問題로서 均衡있는 營養供給이 健康한 身體와 精神, 그리고 安定된 精緒의 源泉으로서 旺盛한 創造力과 勞動力을 誘發하여 높은 生産性を 가져올 수 있는 原動力이 된다는 점에서 그 重要性이 더욱 強調되고 있습니다.

그러나 이제까지의 營養勸獎量設定은 形便上 外國의 文獻에 나타난 資料를 基礎로 設定하였기 때문에 우리 國民의 體位에 適合한 것이라고 할 수가 없습니다. 따라서 當院에서는 이의 重要性을 認識하고 保健社會部の 支援과 韓國營養學會의 協助로 1985年1월에 ‘韓國人營養勸獎量’을 編纂發刊하였으며, 1985年12월에 “韓國人 營養勸獎量設定을 위한 基礎研究”등을 用役研究로서 推進한 바 있습니다. 그러나 同研究가 豫算의 制約으로 必要한 모든 分野의 研究를 實施하지 못하였으며 이번의 研究에서도 칼슘과 철분만을 對象으로 營養勸獎設定을 위한 基礎的研究로 限定實施하였기 때문에 앞으로도 이에 대한 研

究는 계속되어야 할 줄 압니다.

끝으로 本 研究를 위하여 많은 勞苦를 하여 주신 韓國營養學會의 研究者 여러분께 깊은 감사를 드리는 바입니다.

1986. 12

韓國人口保健研究院
院長 朴 贊 武

目 次

머 리 말	1
I. 序 論	5
II. 研究方法	7
1. 研究對象 및 期間	7
2. 食餌攝取 調査	7
3. 試料 收集 및 事前處理	8
4. 試料分析	10
5. 統計 處理	14
III. 結 果 및 考 察	16
1. 食餌攝取 實態	16
2. 糞 排泄量 및 平衡과 이에 영향을 미치는 要因	18
3. 인 排泄量과 外見的 吸收率 및 平衡과 이에 影響을 미치는 要因	22
4. 糞 排泄量과 吸收率 및 平衡과 이에 관련된 食餌要因	24
IV. 結 論	30
參考文獻	32
英文要約	37
附錄表	39

附 錄 表 目 次

<表 1>	男子 對象者들의 特性	39
<表 2>	女子 對象者들의 特性	40
<表 3>	男子 對象者들의 熱量	41
<表 4>	女子 對象者들의 熱量	42
<表 5>	男子 對象者들의 칼슘 排泄, 吸收 및 平衡	43
<表 6>	女子 對象者들의 칼슘 排泄, 吸收 및 平衡	44
<表 7>	男子 對象者들의 인 排泄, 吸收 및 平衡	45
<表 8>	女子 對象者들의 인 排泄, 吸收 및 平衡	46
<表 9>	男子 對象者들의 철 排泄, 吸收 및 平衡	47
<表 10>	女子 對象者들의 철 排泄, 吸收 및 平衡	48
<表 11>	男子 對象者들의 철 攝取 內容	49
<表 12>	女子 對象者들의 철 攝取 內容	50

I. 序 論

칼슘과 철은 한국에서 가장 問題視 되는 無機質이다. 이리하여 1962年 韓國人 營養勸獎量이 처음 設定되었을 당시부터 칼슘과 철의 勸獎量이 策定되어, 그 이후 수차례 걸쳐 改定되어 왔다. 人體의 칼슘과 철의 必要量은 여러가지 食餌因子와 個人의 생리적 與件에 따라 매우 달라 실로 복잡하다.

食餌因子中 칼슘의 體內 利用率에 影響을 미치는 因子는 우선 단백질로서, 고단백질 攝取時에 尿中 칼슘 排泄이 增加한다는 報告^{1,2,3)}는 많이 있으며, 특히 動物性 단백질의 섭취가 calciurea를 더욱 促進시킨다는 보고^{4,5)}도 있다. 그러나 高蛋白質 섭취시나 적정 蛋白質 섭취시에 磷(phosphorus)의 섭취량을 높이면 尿中 칼슘 排泄이 감소^{1,6)}한다고 한다. 또 高蛋白質 섭취시에 칼슘과 磷의 攝取量이 모두 높은 경우 칼슘 平衡이 양호하다는 報告⁷⁾도 있다. 이외에도 칼슘 利用率에 影響을 미치는 食餌因子는 많이 있다. 곡류나 야채류에 많이 含有되어 있는 phytate이나 oxalate, 식이섬유(dietary fiber) 등의 칼슘 吸收 妨害效果는 이미 알려져 있으며⁸⁾비타민 D나 lactose가 칼슘 吸收를 증진시킨다는 보고⁹⁾도 있다.

철 이용을 역시 個人의 철 營養狀態와 철 섭취량, 섭취하는 식품의 種類에 따라 매우 다양하다.^{10,11,12)}철의 體內貯藏狀態가 불량하면 철 吸收率¹³⁾이 높아, 月經을 하는 女性이나 妊娠期 같이 철 要求量이 높은 경우 吸收率¹³⁾이 높다. 또한 鐵 利用率은 섭취하는 철의 形態에 따라 다르다. 육류, 생선류, 가금류에 함유되어 있는 heme 철은 穀類, 菜蔬類

牛乳製品에 함유되어 있는 nonheme 철에 비하여 體內利用率이 높으며 14,15,16,17,18) 다른 食餌因子에 의하여 별 影響을 받지 않는다고 한다. 반면에 우리가 섭취하는 철의 대부분을 차지하고 있는 nonheme 철은 利用率이 매우 낮고 여러 食餌因子에 의하여 그 利用率이 달라진다는 보고가 많이 있다. 즉 육류와 함께 攝取 되었을 때 nonheme 철의 利用率이 증대되며 16,17,18) 비타민 C의 섭취량이 높을 때에 그 이용율이 상승된다 19,20) 는 사실은 이미 確認되었다. 이외에도 p-hytate²¹⁾ 이나 식이섬유²²⁾ 등과 같이 철 吸收를 妨害하는 물질도 있어 鐵 利用率에 관하여는 食餌因子는 多様하다.

이와같이 칼슘이나 鐵의 體內 必要量은 여러가지 因子가 복합적으로 작용하며, 특히 다양한 식이 인자간의 相互關係가 복잡하여 食餌 構成이나 식이 pattern에 따라 위의 無機質 利用率도 달라지기 때문에 韓國人의 無機質의 體內 必要量을 알려면 한국의 日常 食生活 pattern 하에서의 이용율을 구하여야 한다. 이리하여 本 研究에서는 現在 우리나라의 日常 食餌 攝取時 칼슘과 鐵, 그리고 磷의 吸收率 및 平衡狀態를 알아내어 韓國人 칼슘과 철의 勸奨量을 좀 더 意味있게 定하는데 기여하고자 한다.

Ⅱ. 研究 方 法

1. 研究對象 및 期間

본 研究는 外見상 健康하고 특별한 藥을 常用하지 않는 20대 女性 26名과 20대 男性 23名을 對象으로 1986年 5月부터 8월 사이에 실시 되었다. 對象者들의 身體的 特徵은 표 1과 Appendix 1과 2에 提示되어 있다. 대상자들은 모두 大學 또는 大學院에 在學中인 學生들로 本 研究에 대한 趣旨와 內容에 대한 說明을 들은 후 자발적으로 本 研究에 參與하였다.

각 대상자에서 아래와 같은 방법으로 食餌 記錄에 의한 食餌 攝取調査와 大便 및 小便의 Ca, p, Fe의 排泄量을 測定하였다.

2. 食餌攝取調査

각 대상자는 연속 3일동안 섭취한 모든 飲食物(음료수 포함)의分量 및 材料名을 정확히 記錄하도록 하였으며, 시작전에 飲食物의量 測定에 대한 事前 教育을 받았다. 각 음식물은 식품의 實重量으로 換算한 후 食品分析表²³⁾ 또는 Food values²⁴⁾에 의하여 열량, 蛋白質, Ca, P, 철 및 維生素의 含量등을 계산하였다. 또한 단백질은 動物性 蛋白質과 植物性 蛋白質을 分離하여 계산하였고, 철분은 heme iron과 non-heme iron의 양과 그에 따른 吸收率을 Monsen²⁵⁾ 등의 基準에 의하여 計算하였다.

3. 試料收集 및 事前處理

實驗 對象者들은 食餌 攝取調査를 施行하는 연속 3일 동안에 排泄하는 小便, 大便의 全量을 아래와 같이 收集하였다.

1) 小便의 收集

本 實驗에 사용한 小便의 試料는 각 대상자에게서 연속 3일 간 24 시간 尿를 收去하여 잘 混合하여 容量을 釐 후 일부를 取하여 칼슘과 磷의 含量을 分析하였다.

<표 1 > 對象者들의 特徵

성 별	인 원 수		나 이	신 장	체 중
		평 균	21.39	173.74	64.78
남	n = 23	S.D	1.53	6.02	11.18
		범 위	20-25	165-191	48-100
		평 균	21.19	160.23	50.88
여	n = 26	S.D	2.06	5.35	6.01
		범 위	20-27	147-173	36-66

각 對象者에게 toluene 1 ml를 미리 넣어둔 容量 2 - 6 的 플라스틱 採尿用器 (3 개), ice box , 이온 제거수 및 주의사항이 적힌 설명서 등 기타 採뇨에 필요한 器具를 전달하여 충분한 교육을 실시한 후 小便을 採取하도록 하였다.

採尿용기는 採뇨기간동안 小便 收集시 이외에는 언제나 얼음을 채

은 ice box 안에 保管하도록 하였고, 採尿에 必要한 기구는 항상 이온 제거수만을 使用하여 처리한 후, 일정한 장소에 保管하도록 하였다.

24 시간 尿의 收集은 각 날의 起床후 첫 小便은 버리고, 두번째 소변부터 다음날 아침 기상후 첫 소변 까지로 하였으며, 수집된 24 시간 뇨는 실온 (20 - 25 ℃) 에 약 1 시간 放置하여 실온으로 한 후 mass cylinder 로 總量을 측정한 다음 정확히 總量의 1/10 을 취하여 냉장고에 保管하였다.

同一한 방법으로 收集한 둘째날과 세째날의 24 시간 소변의 각 1 / 10 과 첫날 소변 1/10 을 합쳐서 均等히 混合한 후 일부를 질산 처리된 시험관에 넣어서 冷凍 保管하였다가 칼슘과 磷의 分析에 使用하였다.

2) 大便의 收集

大便 試料는 3 일간의 全量을 한 용기에 계속 합하여 收集하였다. 大便을 收集할 때에는 용량 2 kg 정도의 뚜껑이 있는 플라스틱 採便 용기에 두꺼운 이중 vinyl 주머니를 깔고 收集하였으며, 채변 용기는 항상 ice box 안에 保管하였다.

수집한 3 일간의 大便은 그 總量을 정확하게 측정하고, vinyl 주머니의 끝을 고무줄고 단단히 묶은 후, 그 내용물을 vinyl 외부에서 손으로 잘 균일하게 문질러 혼합하여, 그 일부를 작은 통에 넣어서 冷凍室에 보관 하였다가 칼슘, 磷, 鐵의 分析에 使用하였다.

試料 收集 및 事前處理에 使用되는 모든 플라스틱 제품들은 EDTA

(4 g/l) 용액에 12 시간 이상 담근 후, 다시 이온제거수에 12 시간 이상 담갔다가 이온 제거수로 3회 이상 헹구어 말린 후 사용하였다.

4. 試料分析

實驗期間동안 각 對象者들로부터 收集된 小便試料로 부터 칼슘과 磷을 分析하였고, 大便에서는 칼슘, 磷과 鐵分을 分析하였다.

모든 分析値는 최소한 2회 이상 測定하여 그 平均値를 구하였다.

1) 小便의 分析

(1) 小便의 칼슘 分析

冷凍室에 保管중인 小便試料를 꺼내어, 常溫에 放置하여 完全히 녹인후 잘 섞어 chloranilate method²⁶⁾ 에 의해서 칼슘의 含量을 測定하였다.

試 藥 chloranilic acid 용액
 50 % isopropyl alcohol 용액
 5 % EDTA (disodium salt) 용액
 calcium standard 용액 (0.1 mg/ml)

方 法

① 遠心分離用 시험관에 각각 소변 1-2 ml, calcium standard 용액 0, 0.5, 1, 2, 3 ml 를 넣는다.

② 각 시험관을 이온 제거수로 용량을 3 ml로 맞춘후 cholaran-

ilic acid 용액 1 ml 를 넣는다.

- ③ 常溫에서 약 30 분동안 定置한 후, 약 1800 r.p.m에서 10 분동안 遠心分離 시킨다.
- ④ 모든 遠心分離管의 上層液을 버리고 여기에 50% isopropyl alcohol 용액 5 - 6 ml 를 넣어서 다시 원심분리 시킨후 上層液을 버린다.
- ⑤ 원심분리관에 생긴 덩어리 沈澱物에 이온 제거수 두 방울을 넣어서 沈澱物이 뜰때까지 손바닥에 遠心分離管의 밑바닥을 가볍게 두드린다.
- ⑥ 여기서 EDTA 용액 6 ml 를 넣어 沈澱物이 녹도록 잘 섞는다.
- ⑦ spectrophotometer 의 파장을 520 m에 맞추어 흡광도를 읽어 ca 含量을 測定한다.

(2) 小便의 磷 分析

冷凍保管 중이던 小便 試料를 꺼내서 常溫에 放置하여 녹인 후 3000 r.p.m에서 15 분간 遠心分離 시킨 후, 상등액을 이온 제거수로 20 배 희석하여 몰리브덴산 암노늄 비색 분석법²⁷⁾으로 인의 含量을 測定하였다.

試 藥

磷 標準溶液 : 특급 KH_2PO_4 결정 0.4394 g 을 황산 몇방울을 가한 물에 용해하여 1 l 로 한다. 이 용액 50 ml 에 물을 가해 200 ml 로 한다. 이 1 ml 는 0.025 mg 의 인을 갖는다.

몰리브덴산 암모늄 : $(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 25 g 을 300 ml 의 물에 녹인다. $\text{C}-\text{H}_2\text{SO}_4$ 75 ml 를 물 150 ml 에 녹여 放冷한 것을 앞의 용액이 가하고 필요하며 濾過한다.

0.5 % hydroquinone 용액 : hydroquinone 0.5 g 을 증류수 100 ml 에 녹이고 $\text{c}-\text{H}_2\text{SO}_4$ 1 방울을 가한다. 찬곳에 두어야 하고, 着色되면 사용하지 못한다.

10 % 아황산나트륨용액 : 약 10 % Na_2SO_3 용액이다. 무수아황산 Na_2SO_3 5 g 을 물 45 ml 에 녹여 여과한다. 여액을 밀전하면 오래 쓸 수 있다. 가능한 한 정량 직전에 調製할 것.

方 法

- ① 小便 稀釋液 1 ml 를 시험관에 넣고, 인 표준용액 0, 0.5, 1, 2, 3 ml 를 각각 다음 시험관에 넣는다.
- ② 모든 시험관에 이온 제거수를 각각 넣어서 4 ml 를 만든다.
- ③ 여기에 몰리브덴산 암모늄 용액 2 ml 를 넣은 후 5 분동안 放置해 둔다.
- ④ 0.5 % hydroquinone 용액 2 ml 를 모든 시험관에 넣는다.
- ⑤ 10 % 아황산나트륨용액 2 ml 를 모든 시험관에 넣은 후 잘 混 合한다.
- ⑥ spectrophotometer 의 파장을 650 m 에 맞추고 흡광도를 읽어 磷 含量을 測定한다.

2) 大便의 分析

(1) 試料溶液의 調製

- ① 冷凍 保管한 大便 sample 을 꺼내서 常溫에 放置하여 녹 후 잘 混合되도록 섞은 후 여기서 약 3 g을 도가니에 採取한다.
- ② 採取한 sample 을 서서히 加熱하여 炭化시킨 후 뚜껑을 열어 연기를 내어 보낸 후 550 - 600 °C의 전기로에서 6 시간가량 회화 作열시켜서 내용물이 회백색이 되도록 한다.
- ③ 加熱이 끝난 후 放冷하여 소량의 재증류수로 재를 吸濕시키고 염산 (1:1) 5 ml 를 넣고 수욕상에서 가열하여 증발 건조시킨다.
- ④ 건조물에 다시 염산 (1:3) 용액을 가하여 수욕상에서 가열한 후 재증류수를 사용하여 유리막대로 내용물을 녹이고 여과하여 100 ml 로 만든다.

(2) 칼슘分析

위에서 제조한 試料 溶液을 사용하여 chloranilate method⁴⁾에 의해서 大便의 칼슘을 정량하였다.

(3) 磷 分析

(1)에서 製調한 試料溶液으로 몰리브덴산 암모늄 比色分析法⁵⁾으로 磷의 含量을 정량하였다.

(4) 철분 분석

(1)에서 제조한 試料溶液을 사용하여 비색 분석법²⁸⁾으로 철분의 含量을 測定하였다.

試 藥 철 표준용액 (10 μ g/ml)

0.2 N 아세트산 완충용액 : 1.38 g 아세트산 나트륨 (3H₂O) 을 물에 녹이고 빙초산 (glacid acetic acid) 을 가하여 PH 5.0 에 맞춘 후 물을 가해 1 ℓ 로 채운다.

2.5 % hydroquinone 용액 : hydroquinone 2.5 g 을 물에 녹이고 진한 염산 0.5 ml 를 가한 후 물을 가해 100 ml 로 채운다.

0.25 % o - phenanthroline 용액

方 法

- ① 6 개의 시험관에 hydroquinone 용액을 0.5 ml 씩 넣는다.
- ② 2 개의 시험관에 大便試料溶液을 2 ml 넣는다. 나머지 시험관 에는 철 표준溶液을 0 , 0.2 , 0.4 , 1 , 2 ml 씩 각각 넣고, 이온 제거수로 2 ml 를 만든다.
- ③ 0.2 N 아세트산 緩衝溶液 1 ml 를 모든 시험관에 넣는다.
- ④ 0.25 % o-phenanthroline 용액 0.5 ml 를 모든 시험관에 넣은 후 잘 섞어 30 분 - 1 시간정도 放置한다.
- ⑤ spectrophotometer 의 파장을 520 m 에 맞추고 吸光度를 읽어 大便試料 溶液중에 있는 철분의 함량을 測定한다.

5 . 統 計 分 析

이 모든 資料는 2 회이상 測定하여 각 대상자의 平均値를 구하고, 칼슘, 인, 철분의 食餌 攝取量과 排泄量을 比較하여 外見的 平衡 (apparant balance) 과 吸收率 (apparant absorption) 을 구하였다.

외견적 흡수율 = $[(\text{Ca 섭취량} - \text{변 Ca 배설량}) / \text{Ca 섭취량}] \times 100$

외견적 평형 = $\text{Ca 섭취량} - (\text{노 Ca 배설량} + \text{변 Ca 배설량})$

각 무기질의 排泄量 및 平衡과 食餌因子들간의 相互關係는 SAS (Statistical Analysis System) package 를 사용하여 컴퓨터로 相關分析과 회귀분석을 시행하여 分析하였다.

Ⅲ. 結 果 및 考 察

1. 食餌攝取實態

본 研究對象者들의 食餌攝取調査 結果는 표 2 와 Appendix 3 과 4 에 提示되어 있다. 男子對象者 23 名의 1일 平均 熱量 攝取量은 2,005 Kcal 로 同 集團의 營養 勸獎量에 비하여 80 % 정도였으며, 女子對象者들의 平均 열량 攝取量은 1,473 Kcal 로서 권장량의 약 74%의 비교적 낮은 水準을 보이고 있다. 1984 년도 國民營養調査²⁹⁾ 에 의하면 우리나라 成人의 1일 열량 섭취량은 소요량의 90 %인데, 本 연구의 결과는 男, 女 모두 이 수치에도 훨씬 未達되는 結果를 보여 주고 있다.

總 蛋白質 攝取量은 男子 대상자들에서 1日 평균 76.2 g 으로 勸獎量을 上廻하는 水準이었으며, 女子 대상자들에서는 56.5 g 으로 勸獎量의 86.9 %의 水準을 보여 女子 대상자들의 熱量 및 蛋白質 攝取狀態가 특히 낮았다. 動物性 蛋白質 攝取比率은 男子에서 45.3%, 女子가 47.8 %로 모두 비슷하였다.

本 對象者들의 칼슘 섭취량은 男子가 543 mg, 女子가 533 mg 으로 매우 비슷한 수준이었으며, 모두 勸獎量 600 mg 에 비하여 약 90 % 수준을 섭취하였다. 이에 비하여 磷의 섭취량은 男子가 1,136mg 女子가 869 mg 으로 男子 대상자에게서 훨씬 높아 Ca:P의 비율은 男子에서는 1:2.09였고, 女子는 1:1.63으로 이상적인 Ca:p의 비율이 1:1-1.2라 할 때 남자는 약간 높은 경향을 보였다.

철의 섭취량은 男子는 1日 14.3 mg 으로 권장량에 비하여 높았으

나, 女子는 1日 10.8 mg 으로 권장량의 약 60% 수준에 불과하였다. 이들의 食餌중 열량 1,000 Kcal 에 含有된 철분의 含量은 男子에게서 7.13 mg, 女子에서 7.33 mg 으로 모두 7 mg 정도였다. 따라서 女子 대상자들이 이들의 食事を 통해 1日 18 mg 의 철을 攝取하기 위해서는 약 2,500 Kcal 를 攝取해야 할 것으로 計算되기 때문에 우리의 日常 食餌로서는 18 mg 의 철을 確保하기 힘든 것으로 보인다. 總 鐵 攝取量中 heme 철 섭취량은 남자 대상자에서 1.33 mg(9.3%) 女子 대상자에서 0.94 mg(8.7%) 으로 男女 對象者에서 모두 총 철 섭취량의 9% 정도를 heme 철로서 섭취하고 있었다.

비타민 C 의 攝取량은 男子 대상자가 1日 79 mg, 女子가 67 mg 으로 勸奨量에 비하여 높았다. 이는 調査期間이 야채와 과일이 풍부한 여름철이었기 때문인 것으로 思料된다.

<表 2> 對象者들의 主要 營養素 攝取狀態

영 양 소	남 자		여 자	
	RDA	섭취량 (%RDA)	RDA	섭취량 (%RDA)
열 량	2,500cal	2,005±60.3(80.2)*	2,000cal	1,473±53.8(73.7)*
단 백 질	75 g	76.2±4.8(101.6)	65 g	56.5±3.0(86.9)
동 물 성		34.5±3.9(45.3)+		27.0±2.9(47.8)+
식 물 성		41.8±1.9(54.7)+		30.0±1.4(52.2)+
칼슘 (Ca)	600 mg	543.2±43.6(98.5)	600 mg	533.2±34.5(88.9)
인 (P)	--	1,135.7±43.6		869.3±41.4
철분 (Fe)	10 mg	14.3±0.8(143)	18 mg	10.8±0.8(60.0)
heme 철분		1.33±0.20(9.3)#		0.94±0.14(8.7)#
non-heme 철분		12.9±0.71(90.7)#		9.82±1.93(90.9)#
비 타 민 C	55 mg	79.2±9.6(144)		67.3±8.4(122)

* Mean ± S.E

+ %총단백질 섭취량

%총철분 섭취량

2. 칼슘 排泄量 및 平衡과 이에 影響을 미치는 要因들

本 對象者들의 小便 및 大便으로의 칼슘 排泄量과 食餌攝取 기록에 의한 칼슘 섭취량으로부터 計算된 칼슘의 外見的 吸收率 (Apparent absorption) 과 外見的 平衡 (Apparent balance) 에 관한 結果는 <표 3>과 Appendix 5 에서 보는 바와 같다. 男子 대상자들의 小便 칼슘 排泄量은 1日 평균 10 mg-431 mg 으로 個人差가 매우 큰 것으로 나타났으며, 男子 대상자 23 명의 平均 1日 小便中 칼슘 排泄量은 161.6 mg 이었다. 大便中의 칼슘 배설량 역시 매우 개인차가 커서 1日 79 mg - 749 mg 의 範圍를 가지며, 23 명의, 1日 平均 大便 칼슘 배설량은 508 mg 이었다. 小便과 大便 칼슘 배설량을 합한 總 배설량은 231 mg - 1,020 mg 으로 평균 508 mg 이었다. 攝取한 칼슘중 大便으로 排泄되고 남은 量이 體內로 吸收되었다고 假定하여 다음과 같은 공식으로 外見的 吸收率을 計算한 결과 23 명의 平均

$$[(\text{Ca 섭취량} - \text{대변 Ca 배설량}) / \text{Ca 섭취량}] \times 100 = \text{외견적 흡수율}$$

吸收率은 34.8 %이었다. 이 또한 個人差가 매우 커서 최저 -38.5% 에서 최고 82.2 %의 범위에 이르렀다.

總 칼슘 排泄量을 칼슘 攝取量과 비교하여 칼슘 平衡狀態를 살펴 보면 1日 -363.3 mg- +410mg 으로 23 명의 平均 平衡은 1日 35.4 mg 이었다. 23 명의 대상자중 -200 mg 이상의 심한 陰 (negative) 평형을 보인 대상자는 4 명이었으며, + 200 mg 이상의 陽 (positive) 평형을 보인 대상자는 3 명 이었다. (Appendix 5).

<표 3>

對象者들의 Ca攝取, 排泄 및 平衡

	남자 (n = 23)	여자 (n = 26)
Ca 섭취량 (mg/day)	543.2 ± 60.3*	533.2 ± 34.5*
Ca 배설량 (mg/day)		
뇨 배설량	161.7 ± 19.8	154.4 ± 16.4
변 배설량	346.2 ± 38.6	261.7 ± 26.1
총 배설량	507.8 ± 58.1	416.0 ± 24.1
외견적 흡수율 (%)**	34.8 ± 6.4	48.8 ± 5.3
외견적평형 (mg/day)***	35.4 ± 42.8	117.1 ± 36.0

* Mean ± S.E

** [(Ca 섭취량 - 변배설량) / Ca 섭취량] × 100

*** 외견적 평형 = Ca 섭취량 - 칼슘 총 배설량

女子 對象者들의 Ca 배설 및 平衡에 관한 結果는 <표 3> 과 Appendix 6 에 提示되어 있다. 女子 대상자들의 1日 平均 小便 Ca 배설량은 22 mg - 344 mg 이며, 26 명의 평균치는 154.3 mg 으로 男子 대상자 23 명의 평균치 161.7 mg 과 비교하여 큰 차이가 없었다. 大便중 Ca 배설량은 81 mg - 487 mg 으로 26 명의 평균치는 261.7 mg 이었으며, 大便과 小便을 합한 總 排泄量은 1日 203 - 628 mg 으로 26 명의 평균 총 Ca 배설량은 416.0 mg 이었다. 女子 대상자들의 Ca 外見的 吸收率은 -16.4% - +77.5%로 평균 48.8%로 나타나 男子 의 평균 34.8%에 비하여 현저히 높으나, 有意的인 差異는 없었다. 女子 대상자들의 Ca 平衡은 1日 平均 -193.3mg - +604.3mg 으로 26 명의 평균은 117.1 mg 으로 男子의 평균 -35.4 mg 에 비하여 현저히 높았다.

男, 女 모두 陰 Ca 평형을 이룬 대상자는 대부분이 Ca 섭취가 극히 낮았으나, 男子의 경우 600 mg 이상을 攝取했어도 陰 平衡 狀態인 대상자가 2명이었다. 이들은 subject 109 와 116 으로서 비교적 體格이 큰 편에 속하며, 따라서 현 권장량 600 mg 은 女子에게는 適正한 量이나 男子 대상자들에게는 약간 不足하지 않나 생각한다.

Ca 平衡은 여러가지 食餌因子에 의하여 影響을 받는 것으로 알려져 있다. 高蛋白質 攝取가 尿中 Ca 배설을 增加시킨다는 報告는 많이 있으며 1,2,3) 그중 특히 動物性 蛋白質의 섭취가 calciuretic 效果가 크다고 한다 4,5) 蛋白質 섭취가 適正하거나 높을때에 磷의 섭취가 높으면 오히려 Ca 排泄이 減少한다는 報告도 있다. 1,6) 이외에도 Ca 섭취량 여하에 따라 칼슘 吸收가 影響을 받으며, 칼슘 吸收를 妨害하는 因子도 여러가지가 있어 混合食餌 (mixed diet) 를 하는 일반 식사 pattern 에서는 Ca 平衡에 影響을 끼치는 因子를 糾明하기는 매우 복잡하다. 그중 本 研究에서는 蛋白質 動物性 蛋白質 및 Ca 섭취량, 인 섭취량과 Ca 배설 및 外見的 平衡狀態와의 關係를 調查하였다. 그 結果는 <표 4 - a> 와 < 4 - b>에 나타난 바와 같이 男子의 경우 小便과 大便의 排泄量은 각 食餌因子들과 正의 相關關係로 攝取量이 많음수록 Ca 排泄量이 높았으나 칼슘 平衡과는 相關이 없었다. 반면에 女子 대상자의 경우는 Ca 배설량 보다는 Ca 평형과 關聯이 있는 것으로 나타났다. 특히 蛋白質, Ca, 인 섭취량이 높을시에 Ca 평형이 높게 나타났다. 따라서 韓國의 現 食事 pattern 하에서는 Ca 排泄量은 대체로 食餌因子와 關聯이 있으나 實驗 食餌와 같은 極端的인 食事を 하지 않는 한 큰 影響을 준다고는 보이지 않으며, 女子의 경

우 均衡食事を 適正量 섭취하면 Ca 평형이 良好하게 됨을 間接적으로 시사해 준다.

<표 4 - a> 男子 對象者들의 Ca 排泄, 平衡과 食餌因子들간의 相關關係

	총 단백질	동물성단백질	Ca 섭취량	인 섭취량
소변 Ca 배설량	0.4605 *	0.4932*	0.4074 *	0.6269 *
대변 Ca 배설량	0.3839 *	0.4414*	0.5560 *	0.4653 *
총 Ca 배설량	0.4780 *	0.5353*	0.5896 *	0.6065 *
Ca 평 형	0.2018	0.1544	0.3277	0.0231

* $P < 0.05$

<표 4 - b> 女子 對象者들의 Ca 排泄, 平衡과 食餌因子들간의 相關關係

	총 단백질	동물성단백질	Ca 섭취량	인 섭취량
소변 Ca 배설량	0.0698	0.1240	0.1117	0.0268
대변 Ca 배설량	0.1399	0.3421*	0.1950	0.2077
총 Ca 배설량	0.1987	0.2855	0.2867	0.2427
Ca 평 형	0.4707*	0.2780	0.7660 *	0.6577 *

* $P < 0.05$

3. 磷 排泄量과 外見的 吸收率 및 平衡과 이에 影響을 미치는 要因

磷의 排泄量과 外見的 吸收率 및 平衡에 관한 結果는 <표 5>와 Appendix 7 과 8 에 提示되어 있다. 男子 대상자의 경우 인 배설량은 총 1,135 mg 으로서 뇨에서 751 mg 과 便에서 384 mg 이었다. 平均인 攝取量인 1,136 mg 에 대한 外見的 吸收率は 약 66 %로서 이는 여러 實驗 設計에서 60 % 內외의 吸收率을 보인다는 報告^{5,30)}들과 비슷한 水準이었다.

外見的 磷 平衡은 平均 0.3 mg 으로서 平衡 狀態로 나타났다. 그러나 個人差가 심하여 최저 -484 에서 최고 588 mg 까지였고, 심한 陰 磷 平衡을 이루는 경우는 주로 吸收率이 낮은 對象者들이었다.

女子 대상자의 경우 磷 배설량은 小便에서 552mg, 大便에서 342 mg 으로 총 894 mg 이었다. 869 mg 의 平均 섭취량에 대한 外見的 吸收率は 약 58 %로서 男子 대상자에 비하여 약간 低調하였다. 外見的 平衡 역시 低調하여 -25mg 정도 였으며, 陰 平衡인 대상자는 총 26 명중 12 명이었고 極甚한 陰 平衡을 이룬 對象者는 -1,028mg을 기록하였다. 그 대상자는,

<표 5> 對象者들의 磷 攝取, 排泄 및 平衡

	남자 (n = 23)	여자 (n = 26)
섭취량 (mg/day)	1135.7 ± 43.2*	869.3 ± 41.4 *
배설량 (mg/day)		
뇨 배설량	751.0 ± 45.1	552.0 ± 28.7
변 배설량	384.4 ± 26.1	342.2 ± 32.6
총 배설량	1135.4 ± 55.6	894.2 ± 49.8
외견적흡수율 (%)**	65.9 ± 2.2	58.1 ± 4.7
외견적평형 (mg/day)***	0.3 ± 46.9	-24.8 ± 65.2

* Mean ± S.E

** 외견적 흡수율 : $[(P\text{섭취량} - \text{변배설량}) / P\text{섭취량}] \times 100$

*** 외견적 평형 : $P\text{섭취량} - P\text{총배설량}$

<표 6 - a> 男子 對象者들의 磷 排泄 및 平衡과 食餌要因 間의 相關關係

	총 단백질	동물성 단백질	Ca 섭취량	P 섭취량
노 P 배설량	0.5346 *	0.7069 *	0.3714 *	0.5073 *
변 P 배설량	0.2318	0.2500	0.3458	0.3455
총 P 배설량	0.5429 *	0.6912 *	0.4638 *	0.5740 *
P 평 형	0.0838	- 0.1169	0.0724	0.2419

* P < 0.05

<표 6 - b> 女子 對象者들의 磷 排泄 및 平衡과 食餌要因 間의 相關關係

	총 단백질	동물성 단백질	Ca 섭취량	P 섭취량
노 P 배설량	0.4008 *	0.4904 *	0.0469	0.1289
변 P 배설량	- 0.1444	0.1026	- 0.1705	- 0.1381
총 P 배설량	0.1368	0.3504 *	- 0.0847	- 0.0161
P 평 형	0.4038 *	0.1377	0.6080 *	0.6470 *

* P < 0.05

食餌攝取가 극히 不良하여 熱量 1,114 Kcal, 단백질이 48g 밖에 되지 않았다. 男子의 경우와 같이 女子에 있어서도 陰 磷 平衡인 대상자는 주로 吸收率이 낮은 자들로서 陰 磷 平衡은 低調한 吸收에 起因하는 것같이 보인다. 우리나라는 아직 磷의 勸奨量을 設定하지 않고 있으나 앞으로 磷의 營養問題에도 關心을 기울여야 되지 않을까 생각된다.

磷의 排泄 및 平衡과 食餌因子와의 相關關係는 表 6-a와 6-b에 나타난 바와 같이 男, 女 모두 단백질과 특히 動物性 蛋白質과 磷의 排泄간에 密接한 關係가 있었다. 즉 蛋白質攝取가 높을수록 磷의 排泄이 높았다.

Ca과 磷의 섭취량과 尿의 磷의 排泄과는 男子에게는 正의 相關關係를 보였으나, 女子에게는 關聯性이 없게 나타났다.

外見的 平衡과 食餌因子간의 關係는 女子 대상자에게만 有意한 結果를 보였다. 즉 總蛋白質, Ca과 磷의 攝取量이 적은 경우 Ca과 磷의 平衡이 좋지 않았으므로 適正 食餌攝取量을 維持하는 것이 무엇보다도 重要的 것으로 思料된다.

4. 鐵 排泄量과 吸收率 및 平衡과 이와 關聯된 食餌要因

本 研究 대상자의 鐵攝取量, 排泄量 및 外見的 吸收率, 外見的 平衡은 表 7과 Appendix 9와 10에 提示되어 있다.

男子 대상자의 平均 鐵攝取量은 14.23 mg이며, 總 便 排泄量은 12.69 mg으로서 外見的 平衡이 1.56 mg이었고, 平均 5.44 %의 섭취

된 鐵이 吸收된 것으로 算出되었다. 女子의 경우는 섭취량이 10.79 mg 에 배설량이 10.1 mg 으로 外見的 平衡이 1日 0.71 mg , 外見的 吸收率은 -0.81 %로 나타났다.

鐵의 吸收率은 個人着가 심하여 男子 대상자의 경우 -112 %에서 부터 59 %에 이르며, 女子의 경우도 -88 %에서 66 %까지 分布되어 있었다. 대체로 吸收率은 個人的 鐵 營養狀態와 철 섭취량 및 排泄量, 體內 鐵 要求量과 攝取하는 食品의 種類에 따라 좌우 된다고 한다. (10,11,12)

<표 7 > 對象者들의 鐵 攝取, 排泄 및 平衡

			남 (n = 23)	여 (n = 26)
철 섭취량 (mg / day)				
Heme	철	분	1.33 ± 0.20*	0.94 ± 1.14
Non - heme	철	분	12.89 ± 0.71	9.82 ± 1.93
총	철	분	14.23 ± 0.77	10.79 ± 0.83
available iron	day)		0.64 ± 0.05	0.80 ± 0.01
철 배설량 (mg / day)			12.69 ± 0.82	10.10 ± 0.83
외견적 흡수율 (%)			5.44 ± 8.25	- 0.81 ± 8.09
외견적 평형 (mg / day)			1.56 ± 1.08	0.71 ± 0.99

* Mean ± S. E.

체내 鐵 損失의 主要 經路는 腸管을 통한 內的分泌 (endogenous secretion)와 피부 및 尿로 배설되는 것을 들 수 있고 ³¹⁾, 月經을 하는 女子의 경우는 이에 月經을 통한 鐵 損失이 더하여 진다. 그러므로 철의 便中 배설량은 주로 섭취한 철이 吸收되지 않은 것과 腸管을 통한 內的分泌에 의한 것으로서, 본 研究에서와 같이 內的 分泌量을 計算하지 않는 경우 吸收率이 낮아지게 된다. 內的 分泌는 여러 調査 結果 70 kg인 남자에게서 1日 1 mg 정도이며, 55 kg인 女子에게서는 약 0.8 mg에 해당된다고 한다.³²⁾ 이를 감안할 때에 본 研究의 外見的 吸收率이 낮은 것은 당연하며, 특히 女子 대상자의 경우 - 0.81%의 外見的 吸收率은 섭취량이 低調하여 內的 分泌를 堪當하지 못한 結果라고 풀이할 수 있다.

本 研究에서 女子 대상자의 低調한 鐵 平衡은 대단히 심각한 營養問題라고 아니할 수 없다. 韓國人의 月經에서의 平均 鐵 損失量은 1日 0.5 mg 정도 ³³⁾ 라고 報告된 바 있는데 이를 補充하려면 男子의 경우와 같이 5%의 鐵 吸收率로 計算하여도 10 mg 정도는 섭취하여야 된다. 그런데 平均 10.81 mg을 본 대상자가 섭취했을 때 거의 平衡狀態이었으므로 총 21 mg 정도가 必要한 것으로 計算된다. 그러므로 본 研究 結果를 통하여 現 勸獎量인 18 mg을 必히 攝取하도록 勸獎하여야 한다는 사실을 確認할 수 있었다.

鐵의 排泄量과 外見的 吸收率 및 平衡과 식이인자 간의 相關關係는 표 8-a와 8-b에서 보는 바와 같이 男, 女 모두 外見的 吸收率이 總 鐵 攝取量과 正의 相關關係로 나타나 鐵 攝取량이 低調할 때에 吸收率은 낮음을 보여 주었다. 이는 다른 여러 報告 ³⁴⁾에서 提示된 바

와 같이 鐵攝取量이 낮을 때에 일어나는 현상이라 볼 수 있다.

外見的 鐵 平衡 역시 男子의 경우 鐵 섭취량이 높을 때에 높은 平衡狀態를 보였으나 (표 8-a), 女子의 경우 별 相關이 없었다 (표 8-b). 食餌因子중 鐵 吸收率이나 平衡에 영향을 미치는 因子로서 有用性이 높은 鐵 섭취량의 여하에 달려 있다는 報告는 많이 있다. (10,16,35)

Heme iron 이 Nonheme iron 에 비하여 有用性이 높으며^{14,15)}, nonheme iron 도 식이 인자에 따라 有用性이 높아진다고 한다. Ascorbic acid^{19,20)}, 육류, 생선류^{16,17,18)} 등이 nonheme iron 의 유용성을 높인다는 사실도 여러 보고에서 이미 확인된 바 있다.

本 研究에서는 이의 關聯性을 알아보기 위하여 heme iron 과 nonheme iron 을 計算한 結果 표 7 과 Appendix 11,12 에서와 같이 平均 heme iron 은 男, 女 모두 1.33 mg 과 0.935 mg 이었고, Mونسен³⁾ 方法에 의하여 구한 有用性 있는 鐵은 각각 0.64 mg 과 0.80mg 이었다.

Heme iron 섭취량과 外見的 平衡간에 有意한 相關關係가 女子 대상자에게서는 나타났으나, 男子 대상자에게서는 볼 수 없었다. 또한 비타민 C 섭취량과 鐵 吸收率 및 外見的 平衡간에도 남, 여 모두 뚜렷한 關聯性을 보이지 않았다. 이는 아마도 조사 대상자의 대부분이 비타민 C 를 充分히 섭취했기 때문인 것으로 생각되며, 本 研究에서는 調查하지 않았지만 鐵 吸收를 방해하는 phytate²¹⁾ 과 식이 섬유²²⁾ 등 여러 가지 인자가 復合적으로 作用하기 때문이 아닌가 생각된다.

이상을 綜合해 볼 때 韓國의 現 食生活에서는 男子 대상자들은 Ca 섭취가 더욱 적극적으로 要求되며, 女子 대상자들은 深刻한 鐵 營

養對策이 강구되어야 하지 않을까 생각한다.

그리고 磷은 앞으로 계속 주시하여야 할 營養素로 보여진다. 대체로 男·女 모두 食餌攝取量이 良好할 때에 칼슘, 철, 인의 攝取는 充分하며 이들의 吸收나 平衡도 높아짐을 本 研究에서 觀察하였다.

그러나 本 研究에서는 食品 分析表에 依據한 數値로 칼슘, 인, 철의 섭취량을 計算하였기 때문에 攝取量에 오차가 심할 것이다. 또한 排泄量에 있어서도 最初 實驗 食餌와 最終 實驗 食餌에 marker를 사용하여 實驗期間 동안의 尿와 便을 正確히 收據하여야 排泄量을 알 수 있는데, 이러한 過程이 省略되었다. 앞으로 좀 더 精密한 b-balance study가 行하여져서 韓國 食餌 pattern하에서의 韓國人의 無機質 必要量을 알아내는 데 많은 財政的 뒷받침이 있어야 될 것으로 생각한다.

<표 8 - a> 男子 對象者들의 鐵의 便中 排泄, 外見的 吸收率 및 外見的 平衡과 食餌因子 間的 相關關係

	총 Fe 섭취량	Heme Fe	비타민 C 섭취량
변 Fe 배설량	0.0436	0.2286	0.0559
외견적 Fe 흡수율	0.5586 *	0.1356	0.2734
외견적 Fe 평형	0.6512 *	0.1183	0.2875

* $P < 0.05$

<표 8 - b>女子 對象者들의 鐵의 便中 排泄, 外見的 吸收率 및 外見的 平衡과 食餌因子 間의 相關關係

	총 Fe 섭취량	Heme Fe	비타민 C 섭취량
변 Fe 배설량	0.2887	0.1138	- 0.0588
외견적 Fe 흡수율	0.4761 *	0.3274	0.3188
외견적 Fe 평형	0.2925	0.4063 *	0.1984

* P < 0.05

IV. 結 論

韓國 成人의 칼슘과 鐵, 그리고 磷의 平衡狀態를 알아보기 위하여 男, 女 大學生 49 名을 對象으로 한 3 日間の 無機質 吸收率 및 平衡狀態를 研究한 結果는 다음과 같다.

平均 Ca 攝取量은 男, 女 각각 勸獎量의 약 95 % 水準을 섭취하였고 平均 外見的 吸收率은 男子 대상자가 約 35 %, 女子가 49 %였다. 外見的 平衡은 모두 陽 平衡 狀態이었으나 個人差가 심하였다. 總 蛋白質, 動物性 蛋白質, Ca 攝取量, 磷 攝取量은 男子가 1,136 mg, 女子가 869 mg으로 Ca:P의 比率이 각각 1:2.1 과 1:1.6 이었다. 磷의 外見的 吸收率은 각각 66 %, 58 %로 良好한 편이었으나 女子의 경우는 陰 平衡狀態를 이루었다. 磷 배설이나 平衡에도 總蛋白質, 動物性 蛋白質, Ca 섭취량, 인 섭취량등이 關聯이 있는 것으로 나타났다.

철은 男子 대상자는 吸收率이 約 5.44 %로 陽 平衡을 이루었으나, 女子의 경우 섭취량이 매우 低조하여 勸獎量의 60 %정도였고, 吸收率도 不良하였다. 平均 外見的 平衡은 維持되었으나 月經을 통한 鐵 損失을 計算한다면 크게 不足되는 狀態였다. 鐵의 吸收率이나 平衡은 總 鐵 攝取량과 關聯이 있었으며, 女子의 heme 철의 攝取량이 높을 때 平衡 狀態가 良好하였다.

結論적으로 韓國의 現 食生活에서는 男子 대상자는 Ca 섭취가 더 욱 적극적으로 要求되며, 女子 대상자는 철 營養問題가 深刻하였다.

鐵 섭취량의 增加와 有用性이 높은 heme 鐵의 섭취가 더욱 強調 되어야겠다.

그리고 磷은 앞으로 계속 注視하여야 할 營養素로 보여진다. 대체로 男, 女 모두 食餌攝取量이 良好할 때에 칼슘, 철, 인의 섭취가 充分하며 無機質의 吸收 平衡도 높아짐을 本 研究에서 觀察하였다.

1. 參 考 文 獻

1. Hegsted, M., S.A. Schuette, M.B. Zemel, and H.M. Linkswiler, Urinary Ca and Ca balance in young men as affected by protein and phosphorus intake, J. Nutr., 111;553-562, 1981.
2. Margen, S. J-Y Chu, N.A. Kaufmann and D.H. Calloway, Studies in calcium metabolism 1. The calciuretic effects of dietary protein, Am. J. Clin. Nutr. 27;584-589, 1974
3. Walker, E.M., H.M. Linkswiler, Calcium retention in the adult human male as affected by protein intake, J. Nutr., 102;1297-1302, 1972
4. Spencer, H., L. Kramer, D. Osis, and N. Clemontain, Effect of a high protein (meat) intake on calcium metabolism in man, Am. J. Clin. Nutr., 31;2167-2180, 1978.
5. 피재은, 백희영, 단백질 종류가 체내 칼슘 대사에 미치는 영향에 관한 연구, 한국 영양학회지, 19 권 1 호, 32-40, 1986.
6. Spencer, h., J. Menczel, I. Lewin and J. Samerchson, Effect of high phosphorus intake on calcium and phosphorus metabolism in man, J. Nutr., 65;125-132, 1986.
7. Schuette, S.A., H.M. Linkswiler, Effect on calcium and phosphorus metabolism in humans by adding meat, meat plus milk, or purified proteins plus calcium and phosphorus to

- a low protein diet, *J. Nutr.*, 112;338-339, 1982
8. Reinhold, J.G., B. Faradji, P. Abadi, and F. Ismail-Beigi, Decreased absorption of Ca, Mg, Zn and P consumption as wheat bread, *J. Nutr.*, 106;493, 1976.
 9. Kobayashi, A., S. Kawai, Y. Ohbe, and Y. Nagashima, Effect of dietary lactose and a lactase preparation on the intestinal absorption of Ca and Mg in normal infants, *Am. J. Clin. Nutr.*, 28;681, 1975
 10. Acosta, A., M. Amar, S.C. Cornbluth-Szarfare, E. Dillman, M. Fosil, R. Gongora Biachi, G. Grebe, E. Hertrampf, S. Kremenchuzky, M. Layrisse, C. Martinez-Torres, C. Moron, F. Pizarro, C. Reynafarje, A. Stekel, D. Villavicencio and YH Zuniga, Iron absorption from typical Latin American diets, *Am. J. Clin. Nutr.*, 39;953-962, 1984
 11. Charlton, R.W., and T.H. Bothwell, Iron absorption, *Ann. Rev. Med.*, 34;55-68, 1983.
 12. Narasinga, R., Physiology of Iron absorption and supplementation, *Brit. Med. Bull.*, 37;25-30, 1981
 13. Munro, H.N., Iron absorption and nutrition, *Fed. Proc.*, 36'2015, 1977
 14. Morris, E.R., An overview of current information on bio-availability of dietary iron to humans, *Fed. Proc.*, 42;

- 1716-1720, 1983.
15. Hallberg, L. Bioavailability of dietary iron in man, *Ann, Rev. Nutr.*, 1;123-47, 1981
 16. Cook, J.D., E.R. Monsen, Food iron absorption in human subjects, III. Comparison of the effect of animal proteins on nonheme iron absorption, *Am. J. Clin. Nutr.*, 29;859-867, 1976
 17. Hallberg, L. E. Björn-Rasmussen, L. Garby, R. Pleehachinda, R. Suwanik, Iron absorption from South East Asian diets and the effect of iron fortification, *Am. j. Clin. Nutr.*, 31; 1403-1408, 1978
 18. Hallberg, Wl. E. Björn-Rasmussen, L. Rossander and R. Suwanik, Iron absorption from Southeast Asian diet, II. Role of various factors that might explain low absorption, *Am. J. Clin. Nutr.*, 30;539-548, 1977
 19. Cook, J.D., D.A. Lipschitz, L.E.M. Miles, and C.A. Finch, Serum ferritin as a measure of iron stores in normal subjects, *Am. J. Clin. Nutr.*, 27;681-687, 1974
 20. Rathee, S. and K. Pradhan, Effect of ascorbic acid on availability of iron from an egg based whole day diet of college girls, *Ind. J. Nutr. Dietet.*, 7;90-94, 1980
 21. Turnbull, A., F. Cleton, C.A. Finch, Iron absorption, IV.

- The absorption of hemoglobin iron, *J. Clin. Invest.*, 41; 1897-1907, 1962
22. Björn-Rasmussen, E., L. Hallberg, Iron absorption from maize, Effect of ascorbic acid on iron absorption from maize supplemented with ferrous sulphate, *Nutr. Metab.*, 16;94-100, 1974
 23. 농촌 진흥청 영양 개선 연수원, 식품 분석표, 제 2 개정판, 1981.
 24. Pennington, J.A. and H.N. Church, *Food Values of Portions Commonly Used*, Harper & Row, Pub. 1980
 25. Mosen, E.R., L. Hallberg, M. Layrisse, D.M. Hegsted, J. D. Cook, W. Mertz, and C.A. Finch, Estimation of available dietary iron, *Am. J. Clin. Nutr.*, 31;134-141, 1978.
 26. Ferro, P. V., and A. B. Ham, A simple spectrophotometric method for the determination of calcium, *Am. J. Clin. Pathol.*, 28;689-693, 1957
 27. Fisk, C.H., and Y. Subbarow, The colorimetric determination of phosphorus, *J. Biol. Chem.*, 66;375-400, 1925
 28. Dept. of Nutritional Sciences, Univ. of California, Berkeley, *Nutrition Lab. textbook*, 1982
 29. 보건사회부, 국민 영양조사 보고서, 1984
 30. Spencer, H., L. Kramer, D. Osis, Effect of Ca on phosphorus metabolism in men, *Am. J. Clin. Nutr.*, 40;219-225, 1984

31. Baker, S.J. and E.M. DeMaeyer, Nutritional anemia; It's understanding and control with special reference to the work of the World Health Organization, Am. J. Clin. Nutr., 32;368-417, 1979
32. Magnusson, B.E.O., L. Hailberg, B. Aroldsson., Iron absorption after antrectomy with gastroduodenostomy, Iron absorption from food and from ferrous ascorbate, Scand. J. Haematol. (Suppl, 26), 69-85, 1976
33. 채범석, 한정호, 남명희, 한국여성의 월경중 혈액 손실과 체내 철분 영양상태에 관한연구, 한국영양학회지, 13권 2호, 82-91, 1980
34. Kuhn, I.N, E.R. Monsen, J.D. Cook and C.A. Finch, Iron absorption in man, J. Lab. Clin. Med., 71;715-721, 1968
35. Layrisse, M., J.D. Cook, C. Martinez, M. Roche, I.N. Kuhn, R.B. Walker and C.A. Finch, Food iron absorption; A Comparison of vegetable and animal foods, Blood, 33;430-443, 1969

ABSTRACT

CALCIUM, PHOSPHORUS, AND IRON BALANCE IN YOUNG KOREAN ADULTS

Balance studies on Ca, P, and Fe were performed to investigate the mineral requirements of Korean adults. Forty-nine college students participated voluntarily in 3-day study period. Food intakes and urine and feces samples were obtained for 3 consecutive days. Mineral intakes of the subjects were calculated by using food composition table and mineral contents of urine and feces were measured. Apparent absorption rates and balance states of the minerals were calculated by comparing intakes with excretions of each mineral. Correlations between mineral balance and dietary factors were examined by using SAS package. Apparent Ca balance for men and women were appeared to be positive, but there was large variations in individuals. Dietary factors that may influence Ca balance and excretion were total protein, animal protein, Ca, and P intakes. Ca:P ratio for men and women were 1:2.1 and 1:1.6. Male subjects maintained positive P balance but women did not. Iron intakes of men were satisfactory, so was the balance. Apparent Fe absorption rate were

5.44%. However, only 60% of RDA for Fe were taken by the female subjects. Their Fe balance appeared to be balance appeared to be balance state but the absorption rate was -0.81%. Considering the menstrual loss of Fe, women in this study seemed to have serious Fe problem. Apparent Fe absorption rate and Fe balance were closely related to total Fe intakes. Heme Fe intakes and Fe balance were related positively in female subjects. Therefore, it can be concluded in the present study that Ca intake should be encouraged, especially for men, and Fe nutriture must be emphasized since women seemed to have serious Fe problems. Phosphorus, also, needs to be considered in the future.

Appendix 1

男子 對象者들의 特性

번 호	나 이	신 장	체 중
101	22	172	59
102	20	181	77
103	24	168	55
104	20	176	76
105	22	166	48
106	22	170	58
107	23	191	82
108	21	178	69
109	25	178	70
110	20	173	56
111	20	177	68
112	21	175	60
113	20	174	55
114	23	169	67
115	24	180	65
116	20	177	100
117	20	166	57
118	20	170	65
119	20	177	64
120	21	168	62
121	22	170	61
122	21	175	63
123	21	165	53
Mean	21.39	173.74	64.78
S.D.	1.53	6.02	11.18

Appendix

女子 對象者들의 特性

번	호	나	이	신	장	체	중
201		24		160		54	
202		27		162		50	
203		27		158		47	
204		20		156		45	
205		22		158		52	
206		20		162		50	
207		20		160		50	
208		21		162		45	
209		20		164		55	
210		20		157		49	
211		20		165		50	
212		20		165		53	
213		21		160		56	
214		21		162		55	
215		21		163		51	
216		21		152		50	
217		20		157		56	
218		20		157		43	
219		20		165		54	
220		20		147		36	
221		20		151		47	
222		20		173		66	
223		20		167		60	
224		22		162		46	
225		20		163		55	
226		24		158		46	
평	균	21.19		160.23		50.88	
S.D.		2.06		5.35		6.01	

Appendix 3 남자대상자들의 열량, 단백질 및 무기질 섭취량

번호	열량	단백질	동물성단백질	식물성단백질	칼슘	인	철
101	1648	49.4	13.7	35.7	251.7	914.4	9.7
102	1679	63.6	24.3	39.3	291.5	850.8	12.2
103	1695	67.3	38.8	28.5	730.6	1223.4	16.4
104	1946	84.3	47.5	36.7	432.4	903.9	11.8
105	1927	80.7	23.9	56.8	704.3	1200.9	9.9
106	1733	53.7	10.8	42.9	371.8	740.3	13.9
107	2505	68.0	14.1	53.9	444.3	1095.2	12.5
108	2590	97.0	51.3	45.7	833.8	1361.0	19.2
109	2367	106.6	61.2	45.4	687.6	1478.5	18.0
110	1460	54.8	25.0	29.8	584.4	899.3	9.9
111	1968	70.4	35.5	34.9	545.6	1133.8	12.7
112	2217	148.7	88.6	60.1	1152.2	1577.3	13.5
113	2161	57.2	16.2	41.0	366.7	1059.7	8.8
114	1833	59.1	24.9	34.2	456.5	1075.4	12.3
115	1981	67.6	23.2	44.4	505.4	1110.7	11.7
116	1994	95.2	64.2	31.0	730.1	1375.2	15.2
117	2375	104.0	47.6	56.4	625.6	1227.3	23.2
118	2223	70.3	23.5	46.8	425.8	1116.0	12.7
119	2138	86.2	39.6	46.6	306.6	1276.5	18.6
120	1724	83.5	36.0	47.5	464.6	1157.0	20.1
121	1989	71.2	30.7	40.5	630.3	1236.0	16.8
122	2030	56.3	24.0	32.3	322.3	1218.0	14.3
123	1910	58.2	23.3	29.9	630.0	890.0	14.3
평균	2004.91	76.23	34.48	41.75	543.22	1135.68	14.25
S.D.	289.24	22.88	18.77	9.25	208.94	207.43	3.70

Appendix 4 여자 대상자들의 열량, 단백질 및 무기질 섭취량

번호	열량	단백질	동물성 단백질	식물성 단백질	칼슘	인	철
201	1373	60.8	36.2	24.6	475.3	746.6	18.5
202	1114	47.5	33.2	14.3	505.8	738.2	10.5
203	1258	45.3	15.2	30.1	449.1	773.1	11.6
204	1504	59.1	28.4	30.7	600.6	957.7	20.8
205	1214	53.4	31.7	21.7	456.1	921.7	7.3
206	1961	103.4	81.5	21.9	588.9	1143.7	14.8
207	1246	48.3	17.1	31.2	359.7	737.2	9.2
208	1490	53.8	24.3	29.0	367.2	725.7	9.5
209	1674	49.5	9.2	40.3	301.5	662.4	8.9
210	1770	86.6	45.1	41.5	945.1	1230.0	12.1
211	1204	42.5	20.3	21.7	440.3	742.6	6.2
212	1211	61.0	33.4	27.6	576.2	741.8	8.3
213	1169	53.0	25.2	27.8	434.7	848.9	8.6
214	1853	69.8	28.2	41.6	626.0	1056.8	10.0
215	1728	72.4	31.6	40.8	667.3	1077.4	10.6
216	1375	52.2	24.1	28.1	535.7	755.4	6.2
217	1446	46.6	20.2	26.4	421.8	745.9	7.1
218	1316	48.7	12.9	35.8	422.7	747.6	11.5
219	1967	54.5	17.8	36.7	528.1	944.3	21.8
220	1568	53.1	24.1	29.0	784.3	922.8	10.0
221	1296	52.7	23.1	24.6	612.1	953.0	6.6
222	1603	39.9	13.9	26.0	319.1	568.6	13.9
223	1608	70.5	40.6	29.9	581.9	1153.0	13.2
224	1818	71.7	35.3	36.4	1032.3	1438.0	9.0
225	1296	38.2	9.4	28.8	390.3	673.2	7.8
226	1256	35.2	13.0	22.2	440.2	596.8	7.1
평균	1473.77	56.53	26.96	29.57	533.17	869.32	10.81
S.D.	258.1	15.27	14.68	6.99	175.82	211.19	4.23

Appendix 5 男子對象者들의 칼슘排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량			외견적 흡수율	외견적 평형
		Urine	Feces	Total		
101	251.7	51	229	280	9.019	-23.3
102	291.5	10	221	231	24.185	60.5
103	730.6	77	364	441	50.178	289.6
104	432.4	48	202	250	53.284	182.4
105	704.3	127	495	622	29.717	82.3
106	371.8	88	242	330	34.911	41.8
107	444.3	182	79	261	82.219	183.3
108	833.8	76	749	825	10.170	8.8
109	687.6	316	637	953	7.359	-265.4
110	584.4	124	449	573	23.169	11.4
111	545.6	107	248	355	54.545	190.6
112	1152.2	286	456	742	60.424	410.2
113	366.7	222	508	730	-38.533	-363.3
114	456.5	202	600	802	-31.435	-345.5
115	505.4	240	360	600	28.769	-94.6
116	730.1	431	589	1020	19.326	-289.9
117	625.6	167	335	502	46.451	123.6
118	425.8	135	160	295	62.424	130.8
119	306.6	167	122	289	60.209	17.6
120	464.6	164	360	524	22.514	-59.4
121	630.3	176	257	433	59.226	197.3
122	322.3	169	136	305	57.803	17.3
123	630.0	153	164	317	73.968	313.0
평균	543.22	161.65	346.17	507.83	34.79	35.40
S.D.	208.94	94.98	185.17	240.23	30.58	205.37

Appendix 6. 女子對象者들의 칼슘 排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량			의견적 흡수율	의견적 평형
		Unine	Feces	Total		
201	475.3	81	458	539	3.640	-63.7
202	505.8	69	589	658	-16.449	-152.2
203	449.1	22	376	398	16.277	51.1
204	600.6	34	169	203	71.861	397.6
205	456.1	55	309	364	32.252	92.1
206	588.9	129	264	393	55.171	195.9
207	359.7	240	81	321	77.481	38.7
208	367.2	173	238	411	35.185	-43.8
209	301.5	132	107	239	64.511	62.5
210	945.1	225	253	478	73.230	467.1
211	440.3	193	131	324	70.248	118.3
212	576.2	207	336	543	41.687	33.2
213	434.7	212	416	628	4.302	-193.3
214	626.0	208	226	434	63.898	192.0
215	667.3	230	125	355	81.268	312.3
216	535.7	93	184	277	65.652	258.7
217	421.8	124	104	228	75.344	193.8
218	422.7	285	121	406	71.374	16.7
219	528.1	276	263	539	50.199	-10.9
220	784.3	344	187	531	76.157	253.3
221	612.1	133	384	517	37.265	95.1
222	319.1	177	122	299	61.767	20.1
223	581.9	89	487	576	16.309	5.9
224	1032.3	81	347	428	66.386	604.3
225	390.3	128	246	374	36.9716	16.3
226	440.2	73	281	354	36.1654	86.2
평균	533.17	154.35	261.69	416.04	48.78	117.13
S.D.	175.82	83.67	133.05	123.09	26.86	183.45

Appendix 7 男子對象者들의 磷 排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량			외견적	외견적
		Urine	Feces	Total	흡수율	평형
101	914.4	637	335	972	63.364	-57.6
102	858.8	780	202	982	76.258	-131.2
103	1223.4	812	616	1428	49.649	-204.6
104	903.9	868	394	1262	56.411	-358.1
105	1200.9	499	423	922	64.776	278.9
106	740.3	431	205	636	72.309	104.3
107	1095.2	457	380	837	65.303	258.2
108	1361.0	936	470	1406	65.467	-45.0
109	1478.5	978	465	1443	68.549	35.5
110	899.3	793	369	1162	58.968	-262.7
111	1133.8	807	377	1184	66.749	-50.2
112	1577.3	1202	394	1596	75.021	-18.7
113	1059.7	656	377	1033	64.424	26.7
114	1075.4	859	700	1559	34.908	-483.6
115	1110.7	758	271	1029	75.601	81.7
116	1375.2	1086	355	1441	74.186	-65.8
117	1227.3	465	543	1008	55.757	219.3
118	1116.0	780	431	1211	61.380	-95.0
119	1276.5	972	232	1204	82.825	72.5
120	1157.0	768	467	1235	59.637	-78.0
121	1236.0	335	313	648	74.676	588.0
122	1218.0	767	271	1038	77.750	180.0
123	890.0	628	250	878	71.910	12.0
평균	1135.68	751.04	384.35	1135.39	65.86	0.29
S.D.	207.43	216.46	125.07	266.58	10.54	224.97

Appendix 8. 女子 對象者들의 인排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량			외견적	외견적
		urine	Feces	Total	흡수율	평형
201	746.6	809	492	1,301	34.101	-554.4
202	738.2	793	973	1,766	-31.807	-1027.8
203	773.1	553	421	974	45.544	-200.9
204	957.7	389	327	716	65.856	241.7
205	921.7	637	325	962	64.739	-40.3
206	1,143.7	783	340	1,123	70.272	20.7
207	737.2	533	455	988	38.280	-250.8
208	725.7	668	283	951	61.003	-225.3
209	662.4	397	218	615	67.089	47.4
210	1,230.0	615	239	854	80.569	376.0
211	742.6	418	225	643	69.701	99.6
212	741.8	560	239	799	67.781	-57.2
213	848.9	740	388	1,128	54.294	-279.1
214	1,056.8	610	147	957	67.165	99.8
215	1,077.4	612	163	775	84.871	302.4
216	755.4	732	213	945	71.803	-189.6
217	745.9	336	269	605	63.936	140.9
218	747.6	470	135	605	81.942	142.6
219	944.3	704	290	994	69.289	-49.7
220	922.8	450	241	691	73.884	231.8
221	953.0	471	392	863	58.867	90.0
222	568.6	408	283	691	50.229	-122.4
223	1,153.0	435	521	956	54.814	197.0
224	1,438.0	435	241	676	83.241	762.0
225	673.2	422	537	959	20.2317	-285.8
226	596.8	372	339	711	43.1971	-114.2
평균	869.32	552.0	342.15	894.15	58.11	-24.83
S . D	211.19	146.52	166.39	253.75	24.19	332.74

Appendix 9. 男女 對象者들의 철 (Fe) 排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량	외견적	외견적
		(Feces)	흡수율	평형
101	9.7	9.3	4.12	0.4
102	12.2	12.3	-0.82	-0.1
103	16.4	13.3	18.90	3.1
104	11.8	13.6	-15.25	-1.8
105	9.9	21.0	-112.12	-11.1
106	13.9	8.8	36.69	5.1
107	12.5	11.9	4.80	0.6
108	19.2	9.9	48.44	9.3
109	18.0	16.2	10.00	1.8
110	9.9	11.2	-13.13	-1.3
111	12.7	8.4	33.86	4.3
112	13.5	8.1	40.00	5.4
113	8.8	12.0	-36.36	-3.2
114	12.3	20.2	-64.23	-7.9
115	11.7	12.5	-6.84	-0.8
116	15.2	11.6	23.68	3.6
117	23.2	14.5	37.50	3.7
118	12.7	17.4	-37.01	-4.7
119	18.6	10.9	41.40	7.7
120	20.1	19.0	5.47	1.1
121	16.8	18.1	22.02	3.7
122	14.3	10.8	24.48	3.5
123	14.3	5.8	59.44	8.5
평균	14.25	12.69	5.44	1.56
S . D	3.70	3.92	39.56	5.17

Appendix 10. 女子對象者들의 철 (Fe) 排泄, 吸收 및 平衡

번호	섭취량	배설량	외견적	외견적
		(Feces)	흡수율	평형
201	18.5	22.5	-21.622	-4.0
202	10.5	15.2	-44.762	-4.7
203	11.6	11.3	2.586	0.3
204	20.8	8.5	59.135	12.3
205	7.3	9.1	-24.658	-1.8
206	14.8	7.2	51.351	7.6
207	9.2	10.2	-10.870	-1.0
208	9.5	10.2	-7.368	-0.7
209	8.9	7.3	17.978	1.6
210	12.1	8.3	31.405	3.8
211	6.2	4.6	25.806	1.6
212	8.3	9.7	-16.867	-1.4
213	8.6	10.2	-18.605	-1.6
214	10.0	11.7	-17.000	-1.7
215	10.6	7.8	26.415	2.8
216	6.2	7.9	-27.419	-1.7
217	7.1	11.5	-61.972	-4.4
218	11.5	5.6	51.304	5.9
219	21.8	9.7	55.505	12.1
220	10.0	8.6	14.000	1.4
221	6.6	10.5	-59.891	-3.9
222	13.9	10.1	27.338	3.8
223	13.2	20.1	-52.273	-6.9
224	9.0	3.1	65.556	5.9
225	7.8	14.7	-88.462	-6.9
226	7.1	7.0	1.408	0.1
Mean	10.81	10.10	-0.81	0.71
S.D	4.23	4.25	41.26	5.05

Appendix 11. 男子 對象者들의 철 (Fe) 攝取內容

번호	Vit.C	Fe Intake			Available Fe		
		heme	non-heme	total	heme	non-heme	total
101	29.6	0.468	9.212	9.68	0.07	0.28	0.35
102	25.3	1.565	10.595	12.16	0.23	0.32	0.55
103	74.3	1.165	15.185	16.35	0.17	0.46	0.63
104	69.8	1.459	10.321	11.78	0.22	0.31	0.53
105	18.9	0.924	8.956	9.88	0.14	0.18	0.32
106	19.3	0.323	13.217	13.54	0.05	0.26	0.31
107	56.3	0.599	11.944	12.51	0.09	0.36	0.45
108	86.7	2.348	16.852	19.2	0.35	0.67	1.02
109	147.7	2.936	15.064	18.0	0.44	0.60	1.04
110	52.0	0.711	9.299	9.94	0.11	0.28	0.39
111	83.4	1.051	11.649	12.7	0.16	0.47	0.63
112	110.9	2.685	10.825	13.51	0.40	0.43	0.83
113	49.3	0.267	8.493	8.76	0.04	0.25	0.29
114	38.1	1.769	10.521	12.29	0.27	0.32	0.59
115	157.1	0.244	11.496	11.74	0.04	0.46	0.5
116	37.4	3.312	11.858	15.17	0.50	0.36	0.68
117	123.5	0.325	22.875	23.5	0.05	0.92	0.97
118	169.8	1.077	11.623	12.7	0.16	0.46	0.62
119	139.9	1.5	17.09	18.59	0.23	0.68	0.91
120	106.2	3.424	16.676	20.1	0.51	0.67	1.18
121	74.2	1.047	15.753	16.8	0.16	0.47	0.63
122	46.8	0.651	13.649	14.3	0.1	0.41	0.51
123	104.4	0.819	13.481	14.3	0.12	0.54	0.66
Mean	67.33	0.935	9.82	10.79	0.22	0.57	0.80
S.D	42.76	0.722	3.84	4.22	0.17	0.29	0.04

Appendix 12. 女子 對象者들의 철 (Fe) 攝取 內容

번호	Vit.C	Fe Intake			Available Fe		
		heme	non-heme	total	heme	non-heme	total
201	107.5	2.017	16.379	18.45	0.48	1.31	1.79
202	72.3	1.341	9.159	10.5	0.31	0.46	0.77
203	105.5	0.992	10.618	11.61	0.23	0.85	1.08
204	48.2	3.063	17.747	20.81	0.7	0.89	1.59
205	12.0	0.537	6.743	7.28	0.12	0.2	0.32
206	130.5	2.816	11.984	14.8	0.65	0.96	1.61
207	33.1	0.55	9.61	9.16	0.13	0.43	0.56
208	42.0	0.963	8.547	9.51	0.2	0.43	0.65
209	30.4	0.284	8.586	8.87	0.07	0.43	0.5
210	150.1	1.105	10.945	12.05	0.25	0.88	1.13
211	121.7	0.524	5.676	6.2	0.12	0.45	0.57
212	49.3	0.896	7.394	8.29	0.21	0.37	0.58
213	160.9	0.62	7.95	8.57	0.14	0.64	0.78
214	41.6	0.777	9.193	9.97	0.18	0.46	0.64
215	59.0	1.359	9.221	10.58	0.32	0.46	0.78
216	55.8	0.863	5.367	6.23	0.2	0.27	0.47
217	32.4	0.636	6.424	7.06	0.15	0.32	0.47
218	43.6	0.62	10.84	11.46	0.14	0.54	0.68
219	74.9	0.4	21.36	21.76	0.09	1.07	1.16
220	35.8	0.865	9.145	10.01	0.2	0.46	0.66
221	40.4	0.553	6.037	6.59	0.13	0.3	0.43
222	19.7	0.873	12.977	12.85	0.2	0.39	0.59
223	75.4	1.043	12.177	13.22	0.24	0.97	1.21
224	133.7	1.305	7.645	8.95	0.3	0.61	0.91
225	28.1	0.096	7.674	7.77	0.02	0.38	0.4
226	46.6	0.145	6.915	7.06	0.03	0.35	0.38
Mean	67.33	0.935	9.82	10.79	0.22	0.57	0.80
S.D	42.76	0.722	3.84	4.22	0.17	0.29	0.04