

台灣國小學童營養健康狀況調查 2001-2002  
台灣國小學童礦物質鎂與磷之飲食與生化營養狀況

王瑞蓮<sup>1</sup>、高美丁<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 弘光科技大學食品營養系

<sup>2</sup> 靜宜大學食品營養系

摘 要

本研究之目的是探討國小學童鎂與磷之營養狀況。研究對象為「台灣國小學童營養健康狀況變遷調查」(Elementary School Children's NAHSIT 2001-2002)中 6~12 歲之學童 2386 人，其中男學童 1277 人、女學童 1109 人進行評估，血清鎂與磷濃度採用比色法配合臨床檢驗自動分析儀進行分析。結果顯示，男、女學童的鎂攝取量分別約為 247 mg 及 228 mg，約達「國人膳食營養素參考攝取量」(DRIs) 的 123~135 %。各地區飲食鎂的平均攝取量男性在 194-286 mg，女性在 182-247 mg 間；男學童以中部第一層、女學童以北部第一層攝取量最高(達 DRIs 之 134-159 %)，兩性皆以山地最低(達 DRIs 之 100-107 %)，雖然各地區國小學童的飲食鎂平均攝取量都達 DRIs 之標準，但是也有高達 35~44 % 的國小學童之飲食鎂平均攝取量低於 DRIs 標準。以 0.75-0.95 mmol/L 為血清鎂濃度之參考值，國小學童之血清鎂的平均濃度為 0.87 mmol/L，且不隨性別、年齡層變化而改變；血清鎂濃度在各地區間並無差異，男學童在澎湖、中部第一層地區顯著高於女學童。以血清鎂濃度 < 0.7 mmol/L 為缺乏指標，我國國小學童的血清鎂缺乏比例為 0.5-0.7 %，缺乏比例在年齡層間差異不大；在地區分層中，男學童以山地(2.9 %)、中部第一層(2.2 %) 地區，女學童以東部(2.8 %)、澎湖(2.5 %)、中部第三層(2.2 %) 地區缺乏比率最高。而若以血清鎂濃度 < 0.8 mmol/L 為缺乏指標，缺乏比例則增加為 10.5~13.4%。磷攝取量分別約為 1131 mg 及 1010 mg，約達「國人膳食營養素參考攝取量」(DRIs) 的 160~178 %。各地區飲食磷

的平均攝取量男性在 964~1336 mg，女性在 814~1122 mg 間；兩性皆以南部第二層攝取量最高(達 DRIs 之 179-210%)，兩性皆以山地最低(達 DRIs 之 131-152%)，各地區國小學童的飲食磷平均攝取量都達 DRIs 之標準，約 19~23 %的國小學童之飲食磷平均攝取量低於 DRIs 標準。國小學童之血清磷的平均濃度約為 5.0 mg/dL，男學童血清磷濃度隨年齡層變化而上升，女學童則有下降趨勢。各年齡層兩性之間，9 歲女學童血清磷濃度顯著高於男學童，而 11、12 歲男學童血清磷濃度則顯著高於女學童。血清磷濃度在各地區間差異不大。以血清磷濃度 < 2.5 mg/dL 為缺乏指標，我國國小學童的血清磷缺乏比例為 0.19-0.48%，男學童以 8 歲(0.66%)、9 歲(0.62%)，女學童以 10 歲(1.71%)、12 歲(2.37%) 缺乏比率較高，其他年齡層皆無缺乏。在地區分層中，男學童以中部一層(2.09%)地區，女學童以東部(1.62%)、北部第一層(1.24%)、中部第一層(1.36%)、南部第三層(1.07%)地區缺乏比率較高，其他各地區分層也都無缺乏情形。本研究中雖然飲食鎂、磷量平均攝取均達 DRIs 標準，血鎂與血磷缺乏比例也都相當低，但仍有約 40%、20% 國小學童之飲食鎂、磷攝取量未達 DRIs 標準，因此，仍有攝取不足之危險群須特別關注。

關鍵字：國民營養健康狀況變遷調查、飲食鎂、血清鎂、飲食磷、血清磷

## 前 言

鎂在人體內的含量僅次於鈣、磷、鈉是體內礦物質含量第四豐富的陽離子<sup>1</sup>。鎂是所有活細胞所需，原子量為 24.3，是典型二價金屬，具有金屬的共同特性，是人體中所有合成過程(biosynthesis process)、葡萄糖分解、形成 cyclic-AMP 和傳遞遺傳物質的必需因子<sup>2</sup>。人體正常紅血球細胞中鎂濃度約為 2.3-3.1 mmol/L，而血清鎂濃度約為 0.75 - 0.95 mmol/L (1.8-2.3 mg/dL)，除非發生很嚴重的缺乏，否則血清鎂的濃度並不會下降，紅血球鎂的濃度也會維持在同樣的基準。血鎂能維持衡定之機制迄今未明，可能藉由腸道之吸收、腎臟之排泄、膜上陽離子的流通及荷爾蒙的調節，來維持恆定<sup>3</sup>。

飲食中鎂之吸收率約為 40 %~ 60 %，一般在正常的生理狀況下，鎂的吸收率與攝取量成反比<sup>1,3</sup>，當鎂之攝取量低時(<24 mg/day)，其吸收率可高達 75%，而在高鎂攝取時(600 mg/day)，其吸收率會降低至 25 %<sup>4</sup>。鎂吸收率亦受膳食中其他組成之影響，如胺基酸、乳糖等會促進鎂的吸收，過多的磷、草酸、植酸和膳食纖維等則會降低鎂吸收<sup>5-9</sup>。

衛生署新版營養標準訂定之時，專家群注意到國人資料反映鎂營養有低落之疑慮，特別是血清鎂濃度都在正常範圍的低限，飲食鎂供應量與攝取量也明顯較國外為低<sup>10-11</sup>。雖然富裕社會沒有嚴重之營養問題，但是文獻明確指出，鎂攝取偏低增加高血壓、胰島素抗性、骨質疏鬆症等多種慢性疾病之風險<sup>12-19</sup>。

磷是人體必需的营养素，成人體內磷總量約佔體重之 0.65-1.1%，磷是骨骼及牙齒中最主要的礦物質之一，也是磷脂質、細胞膜、DNA 等核酸物質的成份，同時也是維持體內的酵素作用、酸鹼度平衡、能量代謝的重要物質<sup>20</sup>。血漿中磷的濃度約為 14 mg/dL，其中臨床檢驗可分析的無機態磷約為 4 mg/dL，以磷酸根離子的形式參與磷的代謝利用。血磷偏低時細胞缺乏代謝所需之磷，足以導致肌肉與骨骼病變，血磷過高時會引發高副甲狀腺素血症，異位性組織鈣化與骨骼病變<sup>12</sup>。血磷偏低可能導因於服用大量制酸劑、酗酒、糖尿病控制不良、呼吸性鹼中毒、副甲狀腺素分泌異常或疾病導致腎臟排泄

增加等<sup>21</sup>。血磷偏高可能導因於小腸吸收過量、酸中毒、腎臟功能降低等<sup>22</sup>。從食物吸收與骨骼分解釋出之磷，或是尿液排泄與骨骼礦質化利用之磷，均直接影響細胞外液與血漿之磷濃度。由於血磷濃度影響細胞功能，最新版美國膳食營養素參考攝取量（Dietary Reference Intakes）採用維持血清磷濃度所需的磷攝取量作為成人的磷建議量（Recommended Dietary Allowance）<sup>12</sup>。各類食物都含有磷，吸收率為 60-70%，飲食攝取通常不虞匱乏。

雖然國小學童的慢性疾病之盛行率低，但是有效的營養監測工作是需要涵蓋全國人民，因此希望藉由本次營養調查所收集之飲食與血清樣品資料，來了解國內學童之鎂、磷營養現況，以釐清缺乏問題之疑慮，並評估缺乏嚴重程度與盛行率，以為訂定營養改善目標和策略之參考。

## 材料與方法

### 研究對象

台灣國小學童營養健康狀況調查 2001-2002 (Elementary School Children's Nutrition and Health Survey in Taiwan, NAHSIT 2001-2002) 之目標學童人群為台灣地區具有中華民國國籍且有正式學籍、年齡滿 6 歲且小於 13 歲之學生。採用分層隨機集束取樣法，將台灣地區依特殊族群、地理位置分出客家、山地、東部、澎湖四層，另外又分北中南三區，各區以人口密度分為三層，總共有 13 層。各層中以「抽取率與母體大小成正比」(probabilities proportional to sizes, PPS) 的方法，各層中以 PPS 抽出 8 所學校，共得 104 個學校。在各抽中學校中，再以簡單隨機法抽出 24 名學生，全台灣地區共取樣 2496 名學生。所收集之血液檢體，分裝後冷凍存放於-70°C 以供後續分析。二十四小時飲食回憶資料詳見「台灣國小學童營養健康狀況調查 2001-2002：以二十四小時飲食回顧法評估國小學童膳食營養狀況」<sup>23</sup>。

## 研究方法

血液樣本之收集程序和前處理步驟詳述於身體檢查之訓練手冊<sup>24</sup>。血清鎂濃度採用比色法，以藥品用市售試劑套組配合臨床檢驗自動分析儀 (Olympus 640 Autoanalyzer) 執行。分析原理利用乃血清鎂可和 xylydyl blue 結合成一鹼性之複合物，於波長 520 nm 吸光，經對照鎂標準溶液 (Olympus System Calibrator) 定量，其此值與血清鎂濃度成正比，若檢體中之鎂愈多，則形成之有色複合物亦愈多，可用 Glycoetherdiamine -N,N,N',N' -tetraacetic acid (GEDTA) 遮蔽鈣之干擾。血清濃度的線性範圍是 0.5 – 8.0 mg/dL (0.2 – 3.3 mmol/L)。血清鎂之診斷標準以低於 0.7 mmol/L 為血清鎂偏低，以高於 1.0 mmol/L 為血清鎂偏高。

血清磷濃度採用臨床化學分析法，選用市售檢驗試劑，以自動分析儀 (Olympus 640 Autoanalyzer) 執行定量，配合紫外光比色法 (Photometric UV) 執行分析定量。定量原理乃利用無機磷酸根與鉬酸鹽在強酸環境下生成錯化合物，在近紫外光波長測量吸光值，此值與無機磷酸根濃度成正比，血清濃度的線性範圍是 1 - 20 mg/dL (0.32 - 6.4 mmol/L)，對照標準溶液計算無機磷濃度。

分析品管以樣品之 5% 重複樣品，於每批分析後，經解碼驗證分析變異程度，CV 值皆低於 10% 以內，為可接受結果。

## 統計分析

各項指標依年齡、性別分層而統計分析，數值以加權之平均值±標準誤 (SE) 表示，使資料具有全國代表性。平均值、異常或缺乏率、性別、年齡與地區間之差異，以及各指標隨年齡變化之趨勢，均以 SAS 8.2 與 SUDAAN 9.0, SAS-callable Window 統計軟體進行分析。兩性間及正常者與缺乏者間之變項差異以 T-Test 檢定，多項年齡分層中以 Contrast 檢定其年齡分層間之趨勢，統計檢定之顯著水準設在  $p < 0.05$ 。

## 結 果

在去除資料或血清檢體不完整的樣本後，本研究共完成 6~12 歲之國小學童 2386 人之飲食鎂與磷之攝取狀況分析，其中男學童 1277 人、女學童 1109 人；完成國小學童 2141 人之血清鎂與血清磷營養狀況分析，其中男學童 1149 人、女學童 992 人。研究結果如下：

### 學童飲食鎂與磷之攝取狀況

國小學童飲食鎂平均攝取量男學童為 247 mg/day、女學童 228 mg/day，約達「國人膳食營養素參考攝取量」(DRIs)<sup>25</sup>之 123~135 % (表一)，男學童顯著高於女學童( $P < 0.05$ )，且兩性各年齡層之飲食鎂平均攝取量均達 DRIs 之建議標準。兩性學童中，女學童之飲食鎂平均攝取量隨年齡層增加而增加，男學童則無此趨勢。雖然整體國小學童之飲食鎂平均攝取量均達 DRIs 之建議標準，但仍有約 35~44%的國小學童之飲食鎂平均攝取量是低於 DRIs 之標準(表二)，且比例隨年齡層增加而增加。各地區學童飲食鎂的平均攝取量男性為 194-286 mg/day，女性為 182-247 mg/day；其中兩性學童皆以山地地區之飲食鎂攝取量為最低(男學童 194 mg/day、女學童 182 mg/day；達 DRIs 之 100-107 %)，男學童以中部第一層最高(286 mg/day，159 %DRIs)，女童以北部第一層最高(247 mg/day、134 %DRIs)(表三)。

國小學童飲食磷平均攝取量男學童為 1131 mg/day、女學童 1010 mg/day，約達 DRIs 之 160~178 % (表四)，男學童顯著高於女學童( $P < 0.05$ )，且兩性各年齡層之飲食磷平均攝取量亦均達 DRIs 之建議標準。兩性學童之飲食磷平均攝取量隨年齡層增加而呈現升高趨勢。雖然整體國小學童之飲食磷平均攝取量均達 DRIs 之建議標準，但仍有約 19~23 %的國小學童之飲食磷平均攝取量是低於 DRIs 之標準(表五)，且比例隨年齡層增加而增加。各地區學童飲食磷的平均攝取量男性為 964-1336 mg/day，女性為 814-1122 mg/day；其中兩性學童皆以山

地地區之磷攝取量為最低(男學童 946 mg/day、女學童 814 mg/day；達 DRIs 之 131-152%)，以南部第二層最高(男學童 1136 mg/day、女學童 1122 mg/day；達 DRIs 之 179~210%) (表六)。

表一 台灣國小學童兩性各年齡層之飲食鎂平均攝取量<sup>1</sup>

年 齡 (歲)	男性				女性				P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg)	DRIs (mg)	佔 DRIs (%)	人數 (人)	Mean±SE (mg)	DRIs (mg)	佔 DRIs (%)	
All	1277	247±6	188	135	1109	228±6	192	123	0.0082
6	103	244±16	120	203	98	221±17	120	184	0.3520
7	232	242±9	165	147	179	192±9*	165	117	0.0001
8	217	222±10	165	135	184	223±11	165	135	0.9569
9	208	245±9	165	148	180	219±11*	165	133	0.0637
10	212	258±12	230	112	193	239±12	240	100	0.1977
11	221	260±11	230	113	177	255±18	240	106	0.7996
12	84	262±17	230	114	98	255±14	240	106	0.7483
P for trend <sup>3</sup>		0.0815				0.0024			

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE. An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of age 12.
2. P value analyzed between gender.
3. P trend analyzed with age group.

表二 台灣國小學童分年齡層之飲食鎂未達國人膳食營養素參考攝取量 (DRIs) 之百分比

年齡 (歲)	男性		女性		P Value <sup>1</sup>
	人數 (人)	%	人數 (人)	%	
total	1277	35.2	1109	44.3	0.0008
6	103	4.2	98	23.7	0.0006
7	232	27.6	179	44.1	0.0039
8	217	35.6	184	33.2	0.7003
9	208	25.1	180	36.3	0.0456
10	212	48.5	193	56.5	0.2345
11	221	48.5	177	58.5	0.1227
12	84	46.4	98	52.5	0.4607
P trend <sup>2</sup>		<0.0001		0.0001	

1. P trend analyzed with age group.
2. P value analyzed between gender.



表三 台灣國小學童兩性各地區之飲食鎂平均攝取量<sup>1</sup>

地區	男性			女性			P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg)	佔 DRIs (%)	人數 (人)	Mean±SE (mg)	佔 DRIs (%)	
客家	98	240±17*	131	86	204±8*	110	0.0566
山地	85	194±10	107	99	182±7	100	0.1582
東部	92	230±25	126	98	222±19	123	0.6872
澎湖	105	252±8*	140	84	225±23	121	0.2521
北部第一層	87	246±16*	135	81	247±28*	134	0.9583
北部第二層	98	219±12	118	79	224±17*	117	0.7657
北部第三層	104	235±17*	128	80	219±18	122	0.3958
中部第一層	101	286±12*	159	89	246±12*	131	0.0049
中部第二層	110	247±27	134	89	209±14	112	0.0415
中部第三層	96	229±11*	122	69	221±15*	116	0.5232
南部第一層	99	265±13*	145	90	234±16*	126	0.0386
南部第二層	101	271±23*	151	89	229±24	124	0.0181
南部第三層	107	246±23*	140	84	234±20*	131	0.6230

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE. An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of mountain areas.
2. P value analyzed between gender.

表四 台灣國小學童兩性各年齡層之飲食磷平均攝取量<sup>1</sup>

年 齡 (歲)	男性				女性				P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg)	DRIs (mg)	佔 DRIs (%)	人數 (人)	Mean±SE (mg)	DRIs (mg)	佔 DRIs (%)	
All	1277	1131±22	643	178	1109	1010±23	640	160	<0.0001
6	103	1111±58	500	222	98	1028±71	500	206	0.3742
7	232	1115±43	600	186	179	888±42*	600	148	0.0001
8	217	1030±40*	600	172	184	951±34*	600	159	0.0944
9	208	1106±36	600	184	180	995±43	600	166	0.0611
10	212	1165±47	800	146	193	1069±43	800	134	0.1242
11	221	1186±48	800	148	177	1081±40	800	135	0.1047
12	84	1262±95	800	158	98	1119±65	800	140	0.1953
P for trend <sup>3</sup>		0.0415				0.0095			

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE. An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of age 12.

2. P trend analyzed with age group.

3. P value analyzed between gender.

表五 台灣國小學童分年齡層之飲食磷未達國人膳食營養素參考攝取量(DRIs)之百分比

年齡 (歲)	男性		女性		P Value <sup>1</sup>
	人數 (人)	%	人數 (人)	%	
total	1277	18.8	1109	23.4	0.0320
6	103	3.3	98	10.1	0.0711
7	232	12.7	179	23.5	0.0043
8	217	16.5	184	16.8	0.9398
9	208	13.4	180	18.2	0.3067
10	212	25.9	193	29.3	0.5398
11	221	27.8	177	31.8	0.4988
12	84	29.6	98	31.7	0.7989
P trend <sup>2</sup>		<0.0001		0.0001	

1. P trend analyzed with age group.

2. P value analyzed between gender.

表六 台灣國小學童兩性各地區之飲食磷平均攝取量<sup>1</sup>

地區	男性			女性			P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg)	佔 DRIs (%)	人數 (人)	Mean±SE (mg)	佔 DRIs (%)	
客家	98	1083±49	171	86	955±63*	149	0.0612
山地	85	964±55	152	99	814±30	131	0.0012
東部	92	1035±65	166	98	950±69	152	0.1314
澎湖	105	1112±57	178	84	936±80	147	0.0190
北部第一層	87	1097±41	175	81	1102±100*	178	0.9436
北部第二層	98	1010±40	158	79	914±60	144	0.1934
北部第三層	104	1054±83	165	80	891±65	143	0.0618
中部第一層	101	1315±49*	207	89	1057±41*	164	0.0001
中部第二層	110	1095±81	174	89	955±49*	150	0.0195
中部第三層	96	1166±69*	181	69	1083±73*	171	0.3340
南部第一層	99	1255±48*	199	90	1083±52*	175	0.0036
南部第二層	101	1336±120*	210	89	1122±98*	179	0.0017
南部第三層	107	1103±104	175	84	1014±77*	163	0.3966

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE . An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of mountain areas.
2. P value analyzed between gender.

### 學童血清鎂與磷之營養狀況

血清鎂濃度之正常範圍為 0.75-0.95 mmol/L。國小學童之調查結果顯示，各年齡性別層的血清鎂平均濃度多在 0.86-0.87 mmol/L 範圍附近，在性別與年齡分層間並無差異(表七)；各地區分層間以山地地區之血清鎂濃度最低，但各地區分層間差異不大(表八)，兩性間僅在澎湖、中部第一層，男學童血清鎂濃度顯著高於女學童。當以血清鎂濃度<0.7 mmol/L 為缺乏指標時<sup>25</sup>，國小學童的血清鎂缺乏比例為 0.5-0.7%，缺乏比例以 6 歲學童的 4.0% 與 10 歲的女學童

2.1%最高，其他年齡層皆低於 1.0%(表九)。而若以血清鎂濃度 $<0.8$  mmol/L 為缺乏指標，缺乏比例則增加為 10.5-13.4%，各年齡分層中以男童 6 歲(16.7%)、女童 10 歲(19.3%)缺乏比例為最高(表十)。在地區分層中，男童以山地(2.9%)、中部第一層(2.2%)，女學童以東部(2.8%)、澎湖(2.5%)、中部第三層(2.2%)地區缺乏比例最高(表十一)，其他地區皆在 0-1.3%之間。

表七 台灣國小學童兩性各年齡層血清鎂濃度平均值<sup>1</sup>

年齡 (歲)	男性		女性		P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mmol/L)	人數 (人)	Mean±SE (mmol/L)	
All	1149	0.87±0.00	991	0.86±0.00	0.0530
6	93	0.87±0.01	76	0.86±0.01	0.7257
7	208	0.87±0.01	160	0.86±0.01	0.1863
8	180	0.87±0.01	162	0.86±0.01	0.2793
9	184	0.87±0.01	163	0.87±0.01	0.8704
10	194	0.87±0.01	176	0.86±0.01	0.7684
11	209	0.87±0.00	168	0.87±0.01	0.4999
12	81	0.87±0.01	86	0.86±0.01	0.2525
P for trend <sup>3</sup>		0.5567		0.5081	

1. Values for each age group are expressed as mean  $\pm$  SE and weighted. An asterisk significant difference ( $P<0.05$ ) when compared to the group of age 12.
2. P value analyzed between gender.
3. P trend analyzed with age group

表八 台灣國小學童各地區層血清鎂濃度平均值<sup>1</sup>

地區	男性		女性		P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mmol/L)	人數 (人)	Mean±SE (mmol/L)	
全台灣地區	1149	0.87±0.00	992	0.86±0.00	0.0526
客家	82	0.87±0.00*	78	0.87±0.01*	0.9241
山地	76	0.84±0.01	91	0.83±0.01	0.3743
東部	86	0.87±0.01	91	0.85±0.01	0.1306
澎湖	94	0.85±0.01	76	0.83±0.01	0.0081
北部第一層	79	0.87±0.01	71	0.86±0.01	0.7019
北部第二層	85	0.86±0.01	68	0.87±0.01*	0.6736
北部第三層	86	0.86±0.01	72	0.85±0.01	0.0908
中部第一層	88	0.87±0.01	77	0.84±0.01	0.0473
中部第二層	108	0.87±0.01	83	0.86±0.01*	0.2396
中部第三層	98	0.88±0.01*	63	0.87±0.01*	0.2110
南部第一層	88	0.87±0.01*	74	0.86±0.01	0.0569
南部第二層	85	0.88±0.02	76	0.89±0.02	0.7117
南部第三層	94	0.90±0.02*	72	0.89±0.02	0.4245

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE and weighted. An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of mountain areas.
2. P value analyzed between gender.

表九 台灣國小學童各年齡層血清鎂濃度之分佈

性別	年齡層 (歲)	人數 (人)	<0.7mmol/L	0.7-1.0 mmol/L	>1.0mmol/L
			%		
男  性	All	1148	0.5	96.4	3.1
	6	93	4.0	94.9	1.1
	7	208	0.0	98.0	2.0
	8	180	0.1	94.2	5.7
	9	184	0.7	95.1	4.2
	10	193	0.0	99.0	1.0
	11	209	0.6	95.6	3.9
	12	81	0.0	96.7	3.3
女  性	All	991	0.7	96.7	2.6
	6	76	0.0	98.6	1.4
	7	160	0.2	98.8	1.0
	8	162	0.5	95.4	4.0
	9	163	0.6	97.1	2.3
	10	176	2.1	96.1	1.8
	11	168	0.6	93.8	5.6
	12	86	0.0	100	0.0

表十 台灣國小學童各年齡層血清鎂濃度之分佈

性別	年齡層 (歲)	人數 (人)	<0.8 mmol/L	≥0.8 mmol/L
			%	
男  性	All	1147	10.5	89.5
	6	93	16.7	83.3
	7	208	12.7	87.3
	8	180	11.9	88.1
	9	184	8.2	91.8
	10	192	10.4	89.6
	11	209	6.1	93.9
	12	81	12.4	87.6
女  性	All	990	13.4	86.6
	6	76	9.1	90.9
	7	160	14.8	85.2
	8	162	13.3	86.7
	9	163	9.2	90.8
	10	175	19.3	80.7
	11	168	10.7	89.3
	12	86	16.9	83.1

表十一 台灣國小學童各地區層血清鎂濃度之分佈

性別	地區層	人數 (人)	<0.7mmol/L	0.7-1.0 mmol/L	>1.0mmol/L
			%		
男 性	客家	82	0.0	96.4	3.6
	山地	76	2.9	93.1	3.9
	東部	85	0.0	99.0	1.0
	澎湖	94	0.0	97.7	2.3
	北部第一層	79	1.4	97.3	1.4
	北部第二層	85	0.0	96.4	3.6
	北部第三層	86	1.0	96.7	2.3
	中部第一層	88	2.2	95.5	2.3
	中部第二層	108	0.0	100	0.0
	中部第三層	98	0.0	98.2	1.8
	南部第一層	88	0.0	100	0.0
	南部第二層	85	0.0	94.1	5.9
	南部第三層	94	0.0	90.1	9.9
	女 性	客家	78	0.0	98.6
山地		91	0.0	100	0.0
東部		91	2.8	96.0	1.2
澎湖		76	2.5	97.5	0.0
北部第一層		71	1.2	95.7	3.1
北部第二層		68	0.0	97.0	3.0
北部第三層		72	1.1	97.8	1.1
中部第一層		77	1.3	98.7	0.0
中部第二層		83	0.0	98.9	1.1
中部第三層		63	2.2	96.1	1.7
南部第一層		74	1.3	96.2	2.5
南部第二層		76	0.0	95.0	4.9
南部第三層		72	0.0	93.2	6.8

血清磷濃度之正常範圍為 1.29-2.26 mg/dL。調查結果顯示，國小學童之血清磷平均濃度約 5.0 mg/dL。在年齡層間，男學童血清磷濃度隨年齡層增加而顯著升高，而女學童則有顯著降低趨勢，兩性呈現相反之趨勢，在 9 歲年齡層的女學



童其血清磷濃度顯著高於男學童，相反的，11、12 歲年齡層的男學童血清磷濃度則顯著高於女學童(表十二)。當以山地地區作為比較依據時，血清磷濃度在地區分層中，兩性的澎湖學童及北部第三層的男學童，其血清磷濃度顯著低於山地學童(表十三)。當血清磷濃度 $<2.5$  mg/dL 為缺乏指標<sup>25</sup>，國小學童的血清磷缺乏比例為 0.19-0.48%，僅有 10 歲與 12 歲女學童之缺乏比例較高外(分別 1.71%、2.37%)，其他年齡層皆於 0-0.66% 之間(表十四)。在地區分層中，男學童以中部第一層(2.09%)，女學童以東部(1.62%)、中部第一層(1.36%)、北部第一層(1.24%)、南部第三層(1.07%) 地區缺乏比例較高，其他各地區層則無缺乏情形(表十五)。

表十二 台灣國小學童各年齡層血清磷濃度之平均值<sup>1</sup>

年齡 (歲)	男性		女性		P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg/dL)	人數 (人)	Mean±SE (mg/dL)	
All	1148	5.03±0.03	990	5.01±0.03	0.5001
6	93	5.03±0.07	76	5.06±0.06*	0.6955
7	208	5.02±0.05*	160	4.97±0.05*	0.4265
8	180	5.02±0.07*	162	5.08±0.05*	0.3736
9	184	4.90±0.06*	163	5.13±0.06*	0.0031
10	193	4.95±0.06*	175	5.03±0.06*	0.3069
11	209	5.14±0.05	168	4.96±0.06*	0.0073
12	81	5.19±0.07	86	4.73±0.09	0.0001
P for trend <sup>3</sup>		0.0314		0.0067	

1. Values for each age group are expressed as mean  $\pm$  SE and weighted. An asterisk significant difference ( $P<0.05$ ) when compared to the group of age 12.
2. P trend analyzed between gender.
3. P value analyzed with age group.

表十三 台灣國小學童各地區層血清磷濃度之平均值<sup>1</sup>

地區	男性		女性		P value <sup>2</sup>
	人數 (人)	Mean±SE (mg/dL)	人數 (人)	Mean±SE (mg/dL)	
全台灣地區	1148	5.03±0.10	991	5.01±0.03	0.5000
客家	82	5.04±0.10	78	5.04±0.05	0.9740
山地	76	5.04±0.09	91	5.05±0.08	0.7927
東部	86	4.91±0.08	91	5.01±0.08	0.1978
澎湖	94	4.74±0.05*	76	4.81±0.05*	0.3571
北部第一層	78	5.03±0.10	71	4.87±0.08	0.0214
北部第二層	85	5.04±0.06	68	4.98±0.07	0.2112
北部第三層	86	4.80±0.06*	71	4.87±0.05	0.0770
中部第一層	88	5.05±0.13	76	5.03±0.08	0.8642
中部第二層	108	4.98±0.13	84	5.08±0.10	0.0637
中部第三層	98	5.20±0.08	63	5.13±0.04	0.2088
南部第一層	88	5.16±0.10	74	5.08±0.09	0.2846
南部第二層	85	5.05±0.16	76	5.20±0.12	0.1769
南部第三層	94	5.06±0.13	72	5.03±0.10	0.8234

1. Values for each age group are expressed as mean ± SE and weighted with SUDAAN. An asterisk significant difference (P<0.05) when compared to the group of mountain areas.
2. P value analyzed between gender.

表十四 台灣國小學童各年齡層血清磷濃度之缺乏率

性別	年齡層 (歲)	人數 (人)	% 血清磷濃度	
			<2.5mg/dL	≥2.5mg/dL
男  性	All	1147	0.19	99.81
	6	93	0.00	100
	7	208	0.00	100
	8	180	0.66	99.34
	9	184	0.62	99.38
	10	192	0.00	100
	11	209	0.00	100
	12	81	0.00	100
女  性	All	990	0.48	99.52
	6	76	0.00	100
	7	160	0.00	100
	8	162	0.00	100
	9	163	0.00	100
	10	175	1.71	98.29
	11	168	0.00	100
	12	86	2.37	97.63

表十五 台灣國小學童各分地區層血清磷濃度之缺乏率

性別	地區層	人數 (人)	血清磷濃度	
			<2.5mg/dL %	≥2.5mg/dL
男 性	全台灣地區	1147	0.19	99.81
	客家	82	0.00	100
	山地	76	0.00	100
	東部	85	0.00	100
	澎湖	94	0.00	100
	北部第一層	78	0.00	100
	北部第二層	85	0.00	100
	北部第三層	86	0.00	100
	中部第一層	88	2.09	97.91
	中部第二層	108	0.00	100
	中部第三層	98	0.00	100
	南部第一層	88	0.00	100
	南部第二層	85	0.00	100
	南部第三層	94	0.00	100
	女 性	全台灣地區	991	0.48
客家		78	0.00	100
山地		91	0.00	100
東部		91	1.62	98.38
澎湖		76	0.00	100
北部第一層		71	1.24	98.76
北部第二層		68	0.00	100
北部第三層		71	0.00	100
中部第一層		76	1.36	98.64
中部第二層		84	0.00	100
中部第三層		63	0.00	100
南部第一層		74	0.00	100
南部第二層		76	0.00	100
南部第三層		72	1.07	98.93

## 討 論

台灣地區國小學童飲食鎂平均攝取量約 228-247 mg/day 比美國 NHANES 1999-2000 之國小學童飲食鎂攝取量平均值高(9-11 歲男學童 233 mg/day, 女學童為 211 mg/day)<sup>26</sup>, 且在美國 1994-1996 調查結果中發現約 36.5%之 6-18 歲學童其鎂攝取量低於平均需要量(estimated average requirements, EAR)<sup>27</sup>。在台灣 6~12 歲國小學童約高達 35~44 %的國小學童之飲食鎂平均攝取量低於 DRIs 標準, 而哥斯大黎加則有超過 25 %之 12-19 歲青少年, 每日飲食鎂攝取量達不到 DRIs 的 50 %<sup>28</sup>。血清鎂濃度方面, 以血清鎂濃度 <0.7 mmol/L 為缺乏指標時, 台灣僅 0.5~0.7 %的國小學童有低血鎂現象; 若以血清鎂濃度 <0.8 mmol/L 為缺乏指標, 缺乏比例則增加為 10.5-13.4 %。其他國家中, 美國以血清鎂濃度 <0.8 mmol/L 為缺乏指標, 其缺乏比例為 23 %<sup>29</sup>; 德國是以血清鎂濃度 <0.76 mmol/L 為缺乏指標, 其缺乏比例為 14.5 %<sup>30</sup>。結果顯示, 台灣地區整體國小學童鎂之營養狀況比其他國家之學童為佳, 但是仍有約四成的台灣學童需注意飲食鎂之攝取, 應鼓勵學童增加五穀根莖類、豆類、蔬菜類等含鎂豐富食品之攝取。

磷攝取量方面, 隨加工食品磷酸鹽類添加物的使用量增多, 以及含磷碳酸飲料消耗量增加, 磷的攝取量有日漸增加之趨勢。台灣地區國小學童飲食磷平均攝取量 1010-1131 mg/day, 與美國在 NHANES 1999-2000 調查結果 6-11 歲學童之磷攝取量 (男性為 1216 mg/day, 女性為 1130 mg/day)<sup>26</sup>、西班牙 6-14 歲男童每日磷平均攝取量為 1449 毫克、女童為 1262 毫克<sup>31</sup> 調查結果相似。另外在台灣僅約 19~23 %國小學童磷平均攝取量未達 DRIs 標準, 和在美國 1994-1996 之調查得知約 19.9 %之學童其磷攝取量低於 EAR<sup>27</sup> 的結果極為類似。經由上述資料可知, 各國學童磷之營養攝取狀況大致而言皆不錯。然而有研究指出含磷酸之碳酸飲料與低血鈣症有顯著關聯, 此外腎功能障礙者也必須限制磷攝取量<sup>32</sup>, 因此國人磷攝取量之變化趨勢對骨骼及腎臟健康之影響必須密切注意。由於磷廣泛存在各類食物中, 缺乏症罕見, 而本調查亦發現血磷缺乏比例僅 0.2-0.5 %, 因此本研究結果可提供國小學童血中磷分佈的資訊。

由台灣地區最近三次營養變遷調查結果發現(表十六)<sup>33-35</sup>, 飲食鎂攝取量在

王瑞蓮、高美丁

19-64 歲成人及 65 歲以上老人相似，約有 82-84 % 未達 DRIs 之建議標準，而 6-12 歲學童則約 35-44 % 未達 DRIs 之建議標準，雖然血鎂之缺乏比例在老人及學童中均相當低(<1 %)，但是日常生活中飲食鎂的攝取仍需加強。血磷缺乏比例在老人及學童中均相當低(<1 %)，飲食磷攝取量在 19-64 歲成人及 65 歲以上老人中，男性約有 35~39 % 未達 DRIs 之建議標準，女性則約 54~57 %、6-12 歲學童約 19~23 %，整體而言，女性磷攝取量達 DRIs 標準之百分比在各年齡層均低於男性，因此，女性之飲食磷攝取需多加注意。

表十六 台灣國人鎂與磷之營養狀況分析

性別	年齡 (歲)	鎂營養狀況					磷營養狀況				
		飲食鎂			血鎂		飲食磷			血磷	
		攝取量 (mg/day)	佔 DRIs (%)	未達 DRIs (%)	血鎂濃度 (mmol/L)	缺乏率 <sup>1</sup> (%)	攝取量 (mg/day)	佔 DRIs (%)	未達 DRIs (%)	血磷濃度 (mmol/L)	缺乏率 <sup>2</sup> (%)
國小學童營養健康狀況調查 NAHSIT 2001-2002 (本研究)											
男性	6~12	247	135	35	0.87	0.5	1131	178	19	5.03	0.2
女性	6~12	228	123	44	0.86	0.7	1010	160	23	5.01	0.5
老人營養健康狀況調查 NAHSIT 1999-2000											
男性	65+	250	70	84	0.90	0.9	1074	134	39	3.28	7.8
女性	65+	216	69	83	0.91	0.7	919	115	54	3.72	1.0
國人營養健康狀況調查 NAHSIT 1993-1996											
男性	19-64	268	75	82	未分析		1087	136	35	未分析	
女性	19-64	218	69	84	未分析		858	107	57	未分析	

1. 血鎂<0.7 mmol/L 代表缺乏

2. 血磷<2.5 mg/dL 代表缺乏

## 參考文獻

1. Wacker WE and Parisi AF (1968) Magnesium Metabolism. *N Eng J Med* 45:658-663.
2. National Research council (1989) Recommended dietary allowance, 10th edition. National Academy Press, Washington, D.C.
3. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (2000) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, National Academy Press, Washington, DC USA.
4. Wester PO (1987) Magnesium. *Am J Clin Nutr* 45:1305-1312.
5. Schwartz R, Walker G, Linz MD and Mackellar I (1973) Metabolic responses of adolescent boys to two levels of dietary magnesium and protein. I. Magnesium and nitrogen retention. *Am J Clin Nutr* 26:510-518.
6. Kelsay JL, Behall KM and Prather ES (1979) Effect of fiber from fruits and vegetables on metabolic responses of human subjects. II Calcium, magnesium, iron, and silicon balances. *Am J Clin Nutr* 32:1876-1880.
7. Wisker E, Nagel R, Tanudjaja TK and Feldheim W (1991) Calcium, magnesium, zinc, and iron balances in young women: Effects of a low-phytate barley-fiber concentrate. *Am J Clin Nutr* 54:553-559.
8. Siener R and Hesse A (1995) Influence of a mixed and vegetarian diet on urinary magnesium excretion and concentration. *Br J Nutr* 73:783-790.
9. Hardwick LL, Jones MR, Brautbar N and Lee DB (1991) Magnesium absorption: Mechanisms and the influence of vitamin D, calcium and phosphate. *J Nutr* 121:13-23.
10. Chen Y, et al. (1994) Urinary mineral excretion among normal Taiwanese children. *Pediatr Nephrol* 8: 36-39.
11. 劉珍芳、駱菲莉、王慈圓、陳巧明、蕭寧馨、高美丁、莊佳穎、黃青真 (2002) 普通飲食中維生素 E、硒、礦物質及一般營養成份分析。 *中華營誌* 27:221-231。
12. IOM (Institute of Medicine) (1997) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. Washington DC: National Academy Press.
13. Ma J, Folsom AR and Melnick SL (1995) Associations of serum and dietary magnesium with cardiovascular disease, hypertension, diabetes, insulin, and carotid arterial wall thickness : The ARIC study. *Atherosclerosis Risk in Community Study. J Clin Epidemiol* 48:927-940.
14. Sacks FM., Obarzanek E, Windhauser MM, Svetkey LP, Vollmer WM, McCullough M, Karanja N, Lin PH, Steele P, Proschan MA, Evans MA, Appel LJ, Bray GA, Vogt TM and Moore TJ (1995) Rationale and design of the dietary approaches to stop hypertension trial (DASH). A multicenter controlled-feeding study of dietary pattern to lower blood pressure. *Ann Epidemiol* 5:108-118.
15. Dreosti IE (1995) Magnesium status and health. *Nutr Rev* 53:23-27.
16. Paolisso G, Scheen A, D'Onofrio F and Lefebvre P (1990) Magnesium and glucose homeostasis. *Diabetologia* 33:511-514.
17. Nadler JL, Bunchanan T, Natarajan R, Antonipillai I, Bergman R and Rude RK (1993) Magnesium deficiency produces insulin resistance and increased thromboxane synthesis. *Hypertension* 21:1024-1029.
18. Schmidt LE, Arfken CL and Heins JM (1994) Evaluation of nutrient intake in subjects with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Am Diet Assoc* 94:773-774.
19. Sjogren A, Floren CH and Nilsson A (1988) Magnesium, potassium and zinc deficiency in subjects with type II diabetes mellitus. *Acta Med Scand* 224:461-465.
20. Wood RD (2000) Calcium and phosphorus. In: Stipanuk MH ed. *Biochemical and physiological Aspects of human nutrition*, pp. 643-670.
21. Agarwal R and Knochel JP (2000) Hypophosphatemia and hyperphosphatemia. In: Brenner



- BM ed. Brenner and Rector's The Kidney. 6<sup>th</sup> ed., pp. 1071-1113. Philadelphia:Saunders.
22. Hsu C and Chertow GM (2002) elevations of serum phosphorus and potassium in mild to moderate chronic renal insufficiency. *Nephrol Dial Transplant* 17:1419-1425.
  23. 吳幸娟、潘文涵、葉乃華、張新儀 (2006) 台灣國小學童營養健康狀況調查：以 24 小時飲食回顧法評估國小學童膳食營養狀況。學童營養現況 PP.25-66，行政院衛生署，台北市。
  24. 潘文涵 (2005) 民國九十四年至九十七年度台灣地區國民營養健康狀況變遷調查訓練手冊 (身體檢查)，台北市。
  25. 國人膳食營養素參考攝取量及其說明(2003)。行政院衛生署。台北市。
  26. Ervin RB, Wang CY, Wright JD and Kennedy-Stephenson J (2004) Dietary intake of selected minerals for the united states population: 1999-2000. *Adv. Data.* 341:1-5.
  27. Suitor CW and Gleason PM (2002) Using dietary reference intake-based methods to estimate the prevalence of inadequate nutrient intake among school-aged children. *J Am Diet Assoc* 102:530-536.
  28. Monge-Rojas R (2001) Marginal vitamin and mineral intake of Costa Rican adolescents. *Arch Med Res* 32:70-78.
  29. Ford ES (1999) Serum magnesium and ischaemic heart disease: finding from a national sample of US adults. *Int J Epidemiol* 28:645-651.
  30. Schimatschek HF and Rempis R(2001) Prevalence of hypomagnesemia in an unselected German population of 16,000 individuals. *Magnes Res* 14: 283-290.
  31. Serra-Majem LI, Ribas-Barba L, García A, Pérez-Rodrigo C and Aranceta J (2003) Nutrition adequacy and mediterranean diet in Spanish school children and adolescents. *Eur J Clin Nutr* 57: s35-s39.
  32. Mazariegos-Ramos E, Guerro-Romero F, Rodriguez-Moran M, Lazcano-Burciaga G, Paniagua R and Amato D (1995) Consumption of soft drinks with phosphoric acid as a risk factor for development of hypocalcemia in children: a case control study. *J Pediatr* 126: 940-942.
  33. 高美丁、王瑞蓮、蕭寧馨、章雅惠、吳幸娟、杭極敏、潘文涵(2004)台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000：老年人鎂營養狀況。台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000 調查結果。Pp.177-191。行政院衛生署。
  34. Wang JL, Shaw NS, Yeh HY and Kao MD (2005) Magnesium Status and Association with Diabetes in the Taiwanese Elderly. *Asia Pac J Clin Nutr* 14 263-269.
  35. 王瑞蓮、藍武祥、柯國楨、劉燦榮、蕭寧馨 (2004) 台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000：老年人血清磷與藍銅蛋白濃度。台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000 調查結果。Pp.209-220。行政院衛生署。

