

鎂DRI之修訂說明

作者：王瑞蓮 高美丁 翁瑤琴 詹恭臣 (第七版)

許珊菁 劉奕方 陳語辛 (第八版)

報告者：輔仁大學營養科學系 駱菲莉 副教授

主辦單位：衛生福利部國民健康署

協辦單位：輔仁大學學校財團法人輔仁大學

本活動經費由國民健康署運用菸品健康福利捐支應

109年國人膳食營養素參考攝取量研修計畫

➤ 礦物質編修小組召集人:

- 輔仁學營養科學系: 劉奕方 助理教授

➤ 鎂研修團隊成員:

- 實踐大學保健營養與生化科技系: 許珊菁 助理教授
- 輔仁學營養科學系: 劉奕方 助理教授
- 計畫助理: 陳語辛 先生
- 輔仁學營養科學系: 駱菲莉 副教授

➤ 主要更新內容

- 更新基礎、新進研究文獻資料
- 修改上限攝取量

報告大綱

- 鎂之營養生化生理功能
- 鎂之需要量評估與營養缺乏症
- 各年齡層鎂之參考攝取量訂定
- 國人鎂營養狀態與慢性疾病風險相關性
- 過量危害與毒性

鎂的營養生化生理功能

- 人體之含量僅次於鈣、鉀、鈉，為體內含量第四豐富的礦物質
- 細胞內僅次於鉀，含量第二豐富的陽離子
- 細胞內至少600多種酵素之輔因子，200種酵素的活化因子
- 成人體內含鎂量約 20-28 g，其中骨骼約佔 50-60 %
- 骨骼的重要組成分，可促進及維持骨骼、牙齒的生長
- 臨床研究: 鎂的補充對於一些疾病之治療潛力（例如偏頭痛，神經肌肉疾病），鎂補充劑也被認為是心血管疾病病人的心臟保護劑
- 存在於富含葉綠素的蔬菜中，為葉綠素組成份之一

鎂的營養生化生理功能

原子序:12 原子量: 24.3

The Periodic Table of the Elements

atomic mass or most stable mass number
1st ionization energy (kJ/mol)

atomic number
electronegativity
pinyin
Chinese name
oxidation states most common are bold

alkali metals
alkaline metals
other metals
transition metals
lanthanoids
actinoids

metalloids
nonmetals
halogens
noble gases
unknown elements
radioactive elements have masses in parenthesis

electron configuration blocks

notes
 * as of yet, elements 113, 115, 117 and 118 have no official name designated by the IUPAC.
 • 1 kJ/mol ≈ 96.485 eV.
 • all elements are implied to have an oxidation state of zero.

<https://zh.m.wikibooks.org/zh-tw/File:%E5%85%83%E7%B4%A0%E5%91%A8%E6%9C%9F%E8%A1%A8.png>

鎂的營養生化生理功能

● 理化性質

- ✓ 原子序數: 12，原子量: 24.3；第二族鹼土金屬。
- ✓ 具有二價金屬的活潑特性，可與鹵素、氧、氫、硫等形成多種離子化合物。
- ✓ 與碳酸氫根及鹵素形成的化合物可在水中溶解；
- ✓ 與硫酸根、硝酸根、磷酸根與草酸根形成的化合物則在水中不易溶解。
- ✓ 可與紫質 (Porphyrin) 配位鍵結形成葉綠素。葉綠素是鎂的重要來源。

鎂的營養生化生理功能

● 營養生化功能

- ✓ Complex MgATP: Mg^{2+} :
 - ▣ Cofactor required for enzyme activities;
 - ▣ Utilization and transfer of ATP;
 - ▣ Cellular responses to growth factors and cell proliferation;
 - ▣ Carbohydrate metabolism.
- ✓ Mg^{2+} :
 - ▣ ATPases: necessary for correct structure and activity of DNA and RNA polymerases;
 - ▣ essential for DNA replication, RNA transcription, protein formation: involved in control of cell proliferation.
 - ▣ Crucial to maintain genomic and genetic stability, stabilizing natural DNA conformation;
 - ▣ Cofactors for base repair of nucleic acids.

鎂的營養生化生理功能

● 營養生化功能

- ✓ Bone metabolism:
 - ▣ Serum Mg^{2+} concentration: strongly related to bone metabolism;
 - ▣ Bone surface Mg^{2+} : constantly exchanged with blood Mg^{2+} ;
 - ▣ Mg^{2+} : Induces osteoblast proliferation.
- ✓ Mg^{2+} : Control activity of some ionic channels in many tissues
 - ▣ Direct interaction with channel
 - ▣ Indirect modification:
 - ▶ channel function through other proteins (e.g., enzymes, G proteins) ;
 - ▶ Membrane surface charges and phospholipids
- ✓ Mg^{2+} : Antagonist of Ca^{2+} :
 - ▣ Compete with Ca^{2+} for binding sites in proteins and Ca^{2+} transporters
 - ▣ Effects of Mg observed in cardiovascular system, muscle and brain.

鎂的營養生化生理功能

● 營養生化功能

✓ Neuronal Mg concentration:

- ▣ Downregulate excitability of N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor (essential for excitatory synaptic transmission and neuronal plasticity in learning and memory)
- ▣ Blocks Ca channel in NMDA receptor; must be removed for glutamtergic excitatory signaling.
- ▣ Low Mg²⁺ concentration:
 - ▶ Increase NMDA receptor activity
 - ▶ → enhancing Ca²⁺ and Na⁺ influx and neuronal excitability
 - ▶ Mg deficiency: hypothesized in many neurological disorders:
 - ▶ Migraine, chronic pain, epilepsy, Alzheimer' s disease, Parkinson' s disease, stroke, anxiety and depression.

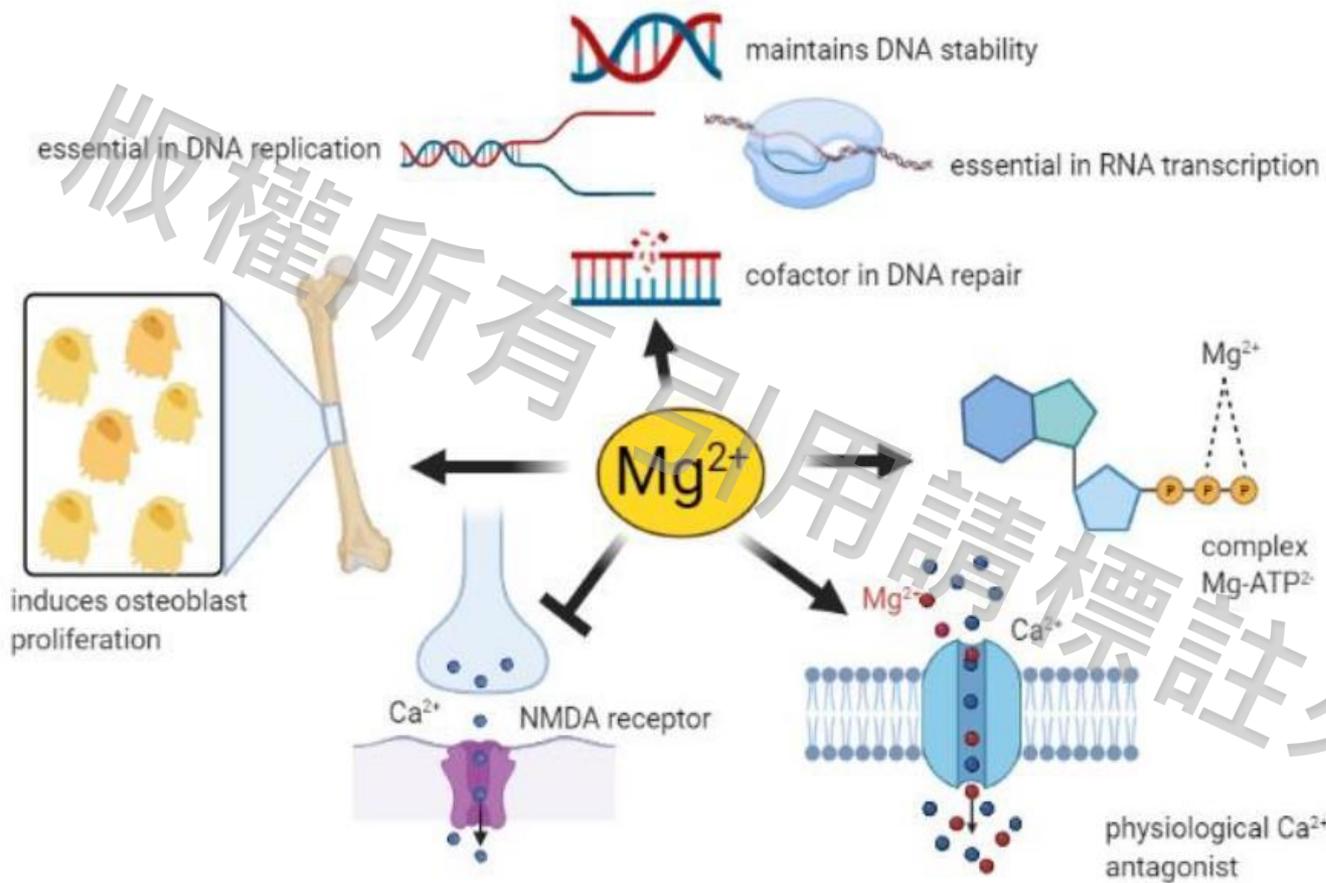


Figure 1. The biochemical involvement of magnesium in many cellular processes. This image is created with [BioRender.com](https://www.biorender.com/).

(Fiorentini et al., *Nutrients* **2021**, 13, 1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>)

鎂的營養生化生理功能

- 生理吸收代謝、個體存量與排泄

✓ 吸收

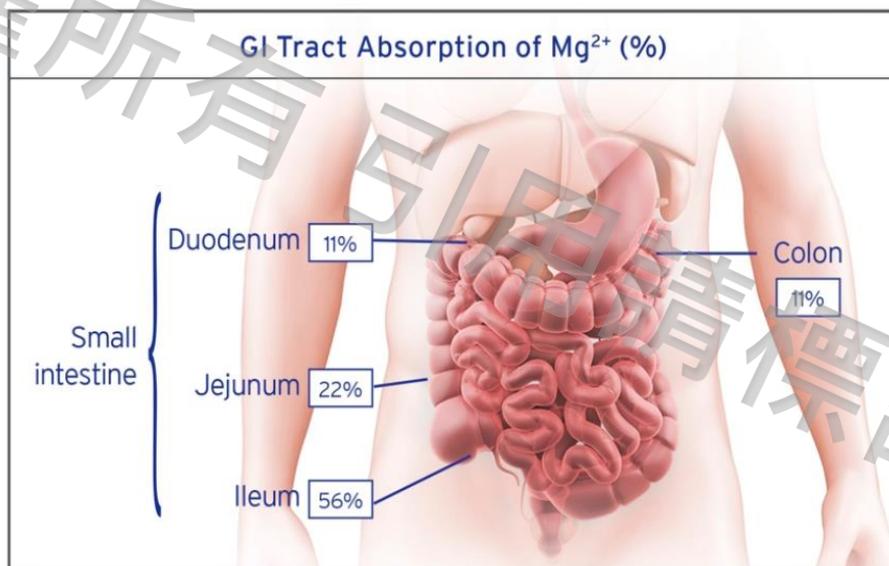


Figure 3. Percentage of magnesium absorption in the GI tract. The majority of magnesium is absorbed in the distal portion of the small intestine. The ileum absorbs 56%, the jejunum 22%, the duodenum 11%, and colon 11% [3,58].

(Workinger et al., Nutrients 2018;10:1202;doi:10.339./nu10091202)

鎂的營養生化生理功能

● 生理吸收代謝、個體存量與排泄

✓ 吸收

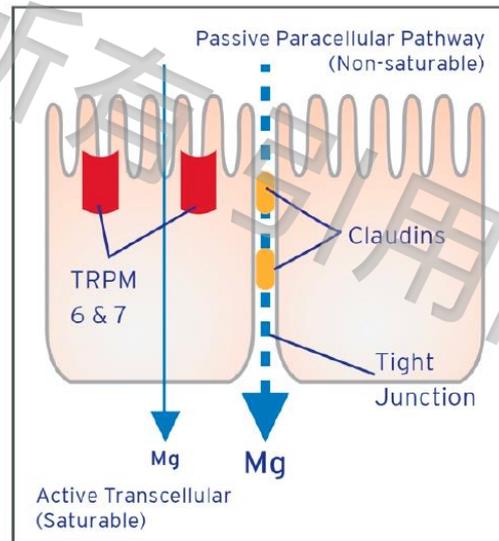


Figure 4. Magnesium absorption in the intestine. Magnesium is absorbed through either a saturable transcellular pathway (left) in which TRPM6 and TRPM7 actively transport magnesium into the GI epithelial cells, which is effluxed through a $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ exchanger and/or a paracellular pathway (right) where magnesium transverse the tight junctions of the intestinal epithelium, assisted by magnesium associated claudin proteins.

二主要吸收途徑

- (1) Passive paracellular pathway
- (2) Transcellular transport by dedicated Mg^{2+} channels and transporters

(Workinger et al., Nutrients 2018;10:1202;doi:10.339./nu10091202)

鎂的營養生化生理功能

● 生理吸收代謝、個體存量與排泄

✓ 吸收: 二主要吸收途徑

▣ Passive paracellular pathway: 12%

▣ Transcellular transport by dedicated Mg^{2+} channels and transporters: 主動運輸70%

▶ TRPM6, TRPM7 (Transient receptor potential melastain 6/7)

▶ SLC41A1: member 1 of solute carrier family 41

▶ MagT1: magnesium transporter 1

✓ 吸收率: 30-50%

✓ 成人平衡實驗(200-300 mg/d): 25%

✓ 干擾吸收之飲食其他成分

✓ 正常飲食建議量之鈣、膳食纖維: 不影響鎂之吸收率



鎂的營養生化生理功能

● 生理吸收代謝、個體存量與排泄

✓ 分布

✓ 成人體內含鎂量約 25-38 g，

▣ 骨骼約佔 50-60 %;

▣ 其餘軟體組織: 肌肉、肝臟、心臟、胰臟等約佔 39 %;

▣ 細胞外液僅佔 1 %。

✓ Transport across cell membrane: variable among tissues

▣ Higher in heart, liver, skeletal muscle, red cells, brain.

✓ Mg homeostasis:

▣ Maintained by Intestine, bone, kidneys under hormonal control.

▣ Mg in bone: 30% exchangeable, pool to stabilize serum Mg^{2+} concentration.

鎂之恆態調控

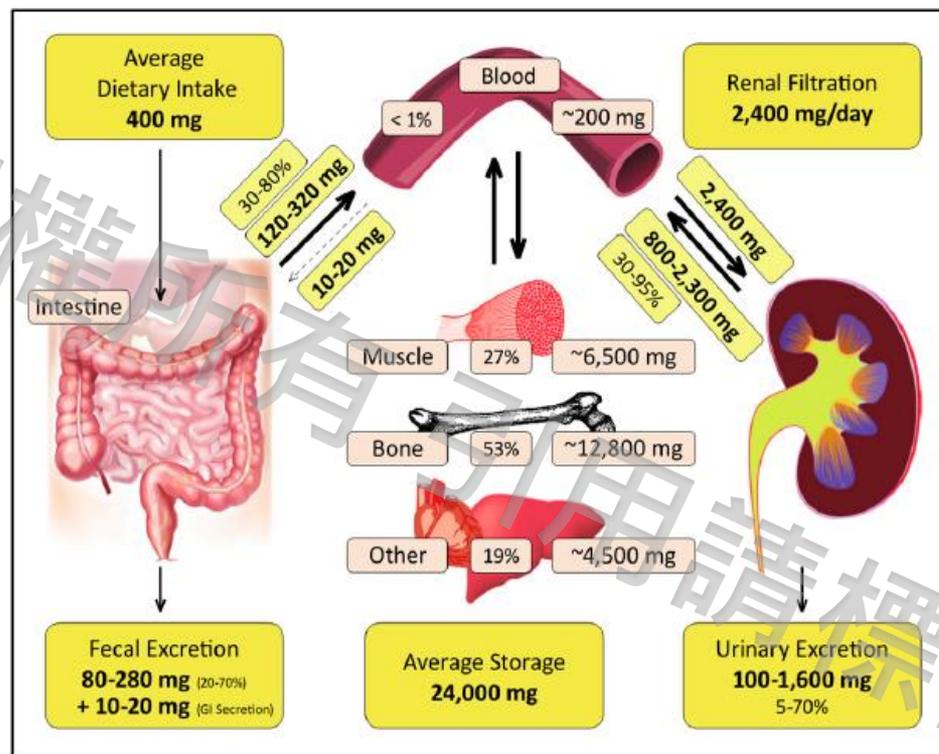


Figure 6. Magnesium homeostasis. Dietary magnesium can be absorbed along the entire length of the GI tract and into the blood but can also be excreted in feces (between 20% and 70% of the ingested amount) [69]. Once in the blood, magnesium is quickly taken up into tissues with muscle containing 27%, bone 53%, and other tissues holding 19% [3,58,93]. Blood and tissue magnesium are in a constant state of exchange and the kidney, which can filter up to 2400 mg of magnesium per day [94] (or 10% of average magnesium content in an adult [95]) can excrete between 5% and 70% of that magnesium depending on multiple variables.

鎂的營養生化生理功能

● 生理吸收代謝、個體存量與排泄

✓ 排泄

- 糞便: 內源性、外源性
- 汗液、皮膚、尿液

✓ 腎臟:

- 體內鎂恆定及維持血鎂濃度的主要器官；
- 流經腎小球之血清鎂，在不同腎小管以不同比率回收
- 飲食中鎂的攝取量很低時，腎臟會增加鎂的再吸收能力，以達到維持體內鎂的平衡。
- 一般飲食狀態下，每日尿鎂的排泄量約為 2–5 mmol/L
- 血清鎂濃度降低時，促使副甲狀腺分泌副甲狀腺素，進而增加腎臟對鎂的再吸收。



鎂之需要量評估與營養缺乏症

● 鎂缺乏症

- ✓ 一般正常飲食狀況下，不易發生鎂缺乏的問題。
- ✓ 鎂缺乏的導因
 - 長期鎂攝取不足、腸道吸收不良或腎臟排出尿鎂增加所致。
 - 酗酒者、營養不良者、腎病患者、胃腸疾病導致吸收不良患者及長期使用利尿劑者也會增加缺鎂的風險。
- ✓ 鎂缺乏會出現的症狀包括：
 - 心律不整、肌肉痙攣、反胃、嘔吐等。嚴重時會出現譫妄 (delirium)、神經錯亂、無法辨識方向等。



Table 2. Suggested illustrative criteria for assessment of magnesium deficiency.

Category	Risk Factor	Criterion
Disease	Diabetes [4], Heart disease [22]	Major
	Osteoporosis [26]	Minor
Diet	Soda [41], Processed Foods [39]	Major
	Coffee [50], Alcohol [49], Protein [42]	Minor
Medication	Diuretics [57], Antacids [51]	Major
	Oral contraceptives [55], Antibiotics [53]	Minor
Clinical History	Leg Cramps [205]	Major
	Sleep Disorder [206], Fibromyalgia [207], Chronic fatigue [208]	Minor
Metabolic Status	Metabolic Syndrome [209]	Major
	BMI > 30 [117]	Minor

(Workinger et al., Nutrients 2018;10:1202;doi:10.339./nu10091202)



鎂之需要量評估與營養缺乏症

- 生化/功能性指標

- 營養狀況評估指標

- ✓ 血清或血漿鎂濃度

- ▣ 雖血清或血漿鎂無法反映細胞內鎂的需要量，但其測量方法簡便
- ▣ Serum total magnesium concentration (STMC)
- ▣ Normal reference range:
 - ▶ 0.85 – 0.96 mmol/L
 - ▶ 2.06 – 2.33 mg/dL
 - ▶ 1.70 – 1.92 mEq/L
- ▣ Magnesium deficiency:
 - ▶ STMC < 0.75 mmol/L
- ▣ STMC: Negatively associated with DM, BMI, serum glucose, serum insulin, HbA1C, HOMA-IR

Total Serum Mg Concentration for Assessment of Mg Status

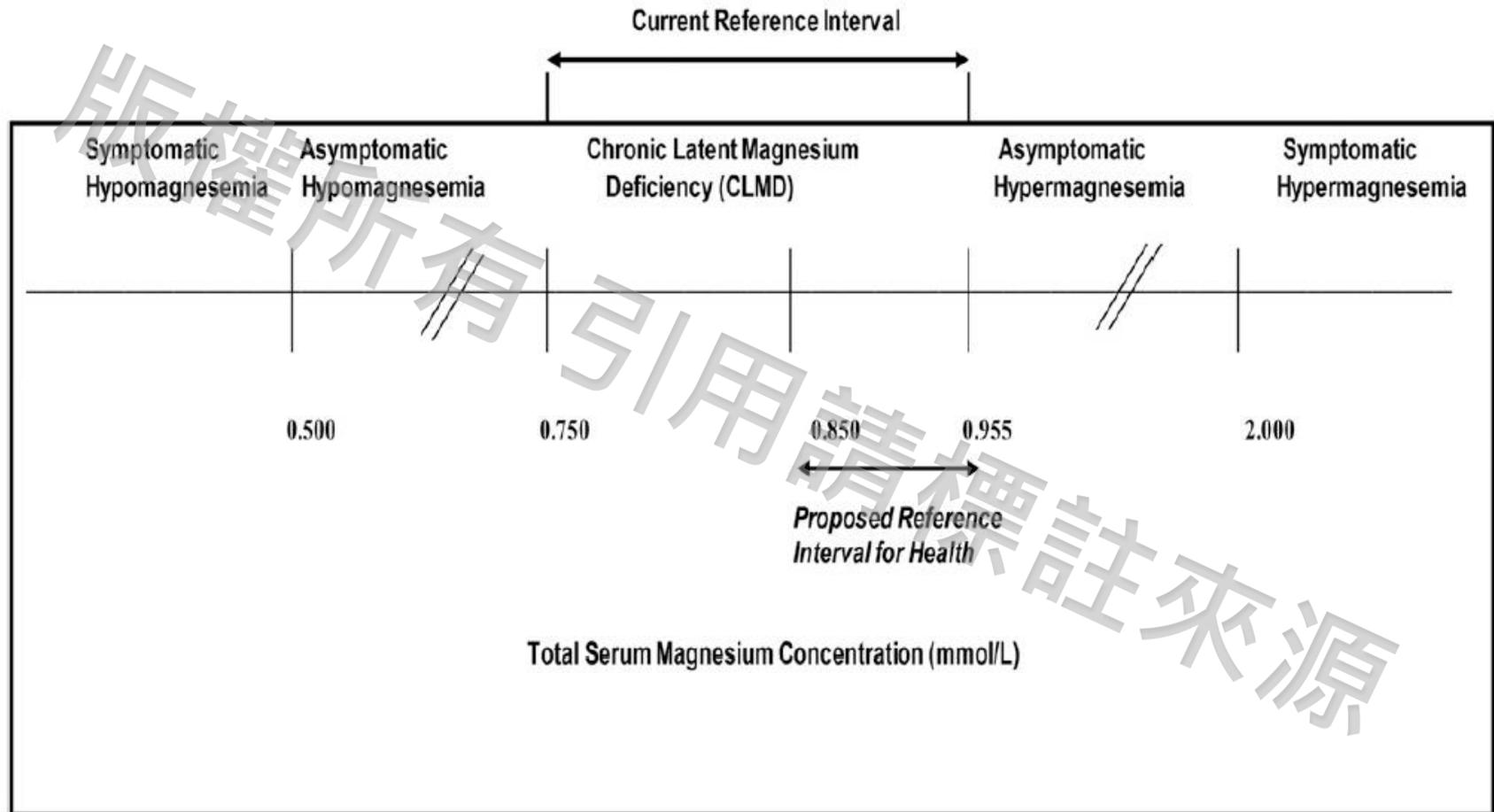


FIGURE 6 Current and proposed clinical cut-offs of the serum total magnesium concentration for assessing magnesium status. Current reference range derived from reference 21.

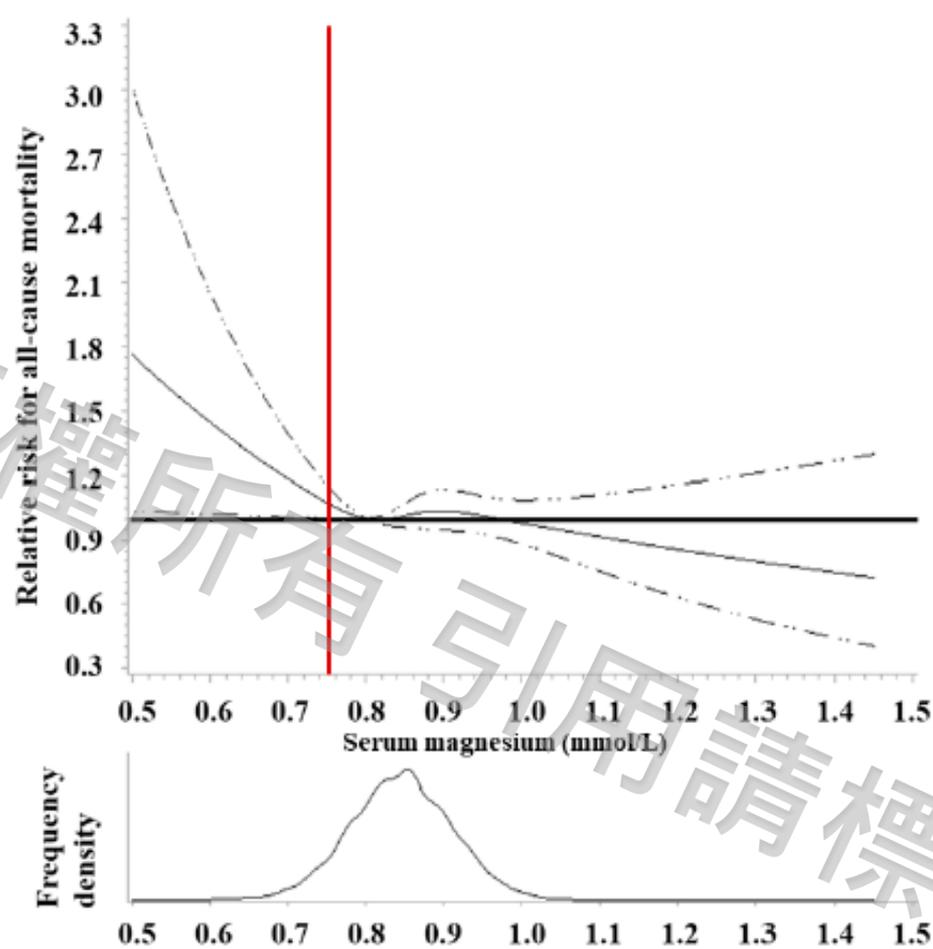


Figure 6. Adjusted hazard ratios of serum magnesium with all-cause mortality in the US adult population (NHANES I 1971–2011). The solid curve is HR calculated by restricted cubic splines with knots at serum Mg levels of 0.73, 0.82, 0.87, and 0.96 mmol/L, a reference HR = 1 set at 0.80 mmol/L, and adjusted using weighted Cox regression model for age, sex, race/ethnicity, education, family income, smoking, alcohol, physical activity, BMI, history of diabetes, hypertension, and vitamin and/or mineral supplement uses. From [190]. Vertical red line indicates magnesium depletion cutoff, i.e., serum Mg concentration <0.75 mmol/L, used in setting DRI [46].

[From NHANES 1971-1975 追蹤至2011，平均28.6年] (McBurney et al., *Nutrients* 2021;13: 1844.)

鎂之需要量評估與營養缺乏症

- 生化/功能性指標

- 營養狀況評估

- ✓ 尿液鎂濃

- 反映鎂營養狀況的指標之一
- 攝取量降低，人體缺鎂，尿液排量下降
- $< 80 \text{ mg/d}$: at risk of Mg deficiency

- ✓ 細胞內鎂濃度

- 體內的鎂分布在多種組織細胞中，包含紅血球、骨骼肌、周邊淋巴球細胞等
- 鎂在細胞內酵素活化過程中占有極重要角色，比血清鎂更能代表身體內鎂的營養狀況

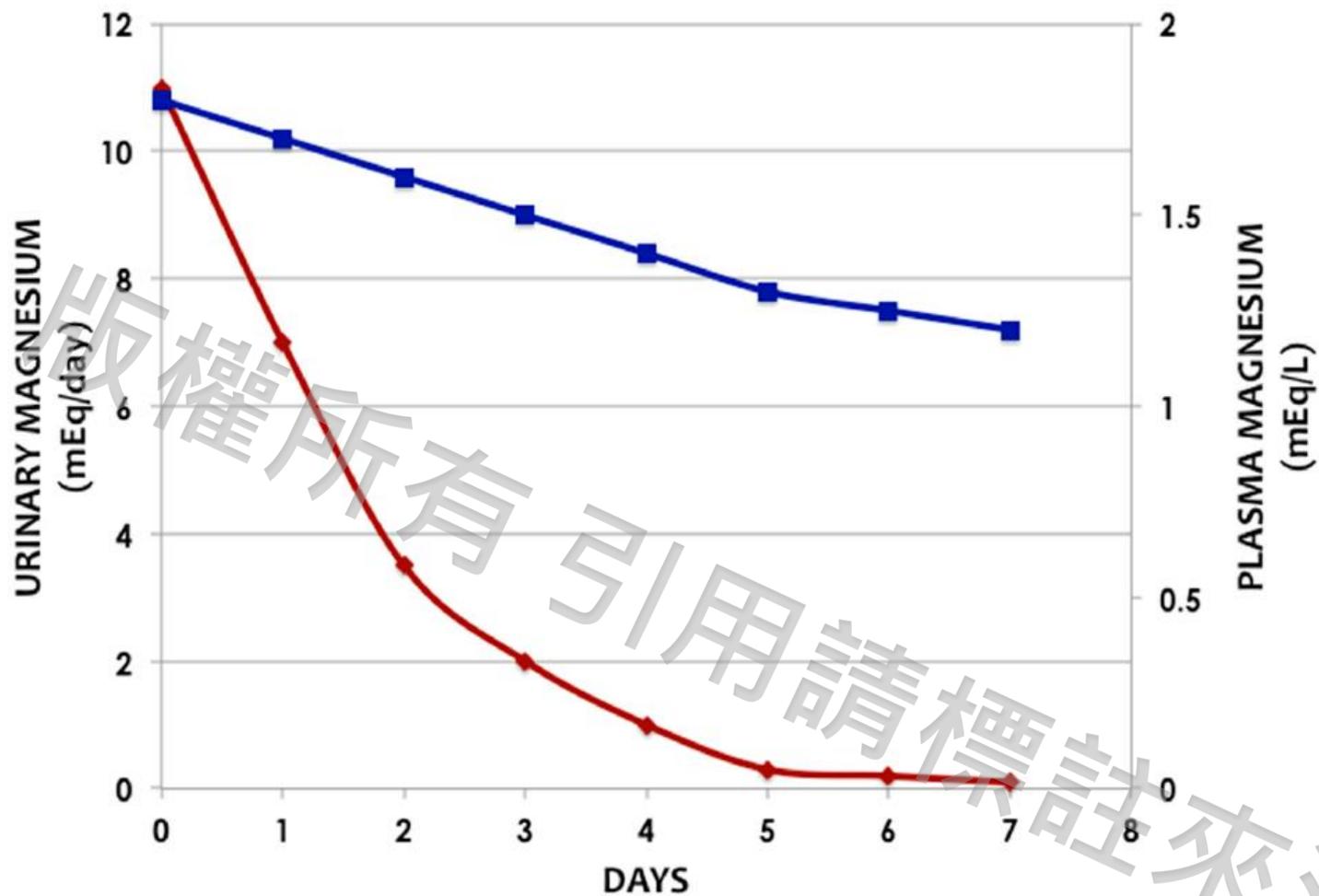


Figure 2. Relation between urinary and plasma magnesium levels in a healthy subject on a magnesium-free diet (Adapted from Shils ME. Experimental human magnesium deficiency [13]) (Blue line—Plasma Magnesium, Red line—Urinary Magnesium).

(Ahmed & Mohmmed. Med Sci 2019;7:56-68)

鎂之需要量評估與營養缺乏症

● 需要量之研究方法

- ✓ 目前沒有一個最適合的鎂生物指標或狀況作為評估鎂需要量及訂定鎂每日建議量的依據
- ✓ 各國仍依循**平衡試驗**作為鎂需求量制訂的考量
 - 對一群健康者進行**鎂攝取量**及**排出量**測定，
 - 找出**維持人體鎂平衡的需求量**，用以作為制訂鎂EAR及RDA的參考基準。
 - 落實鎂攝取足夠的適應期
 - 評估可能會影響鎂吸收及平衡作用的營養素
 - 鎂平衡不會受到年齡及性別的影響。
 - 鎂代謝在攝取量為84-598 mg/d範圍內具有很強、穩定的控制能力，尤其在攝取量低於165 mg/d。



鎂之需要量評估與營養缺乏症

● 影響需要量的因素

- ✓ 每日鈣攝取量超過2600 mg則會降低鎂的吸收；
- ✓ 在鎂負平衡情況下(鎂攝取量為107和118 mg/d)，鈣平衡顯著高於鎂平衡；
- ✓ 在90天期間每天攝取53 mg的鋅會降低鎂的平衡；
- ✓ 高鈉及鈣攝取可能會導致鎂排出量增加，這可能是近端腎小管再吸收過濾鈉、鈣、鎂的相互關係。
- ✓ 適量蛋白質攝取可增加鎂的吸收率；
- ✓ 在9 g/d低膳食纖維攝取下，會使男性鎂攝取355 mg/d出現正平衡；
- ✓ 59 g/d高纖維攝取量則會出現鎂負平衡。



鎂之參考攝取量

- 考量國人目前體位及鎂攝取狀況，其制定原則亦參考美國、澳洲、日本及中國

美國平衡試驗	日本平衡試驗
<ul style="list-style-type: none">✓ 平衡狀態：每日 5 mg/kg✓ 缺乏1-8歲兒童最大保留率資料，依照各年齡層不同估算EAR	<ul style="list-style-type: none">✓ 正平衡狀態：每日 4.5 mg/kg✓ 維持平衡的最小必需量：每日2.6 mg/kg✓ 兒童樣本數較少

嬰兒期(0 -12個月): AI

- 母乳餵食的嬰兒鮮少出現鎂缺乏的狀況，表示母乳鎂含量及生物利用率皆可達到嬰兒的需要量。
- 台灣研究平均母乳攝取量
 - 1-6個月為 0.78 L/d;
 - 7-12 個月為0.56 L/d
 - 母乳鎂含量為 30 mg/L
 - 1-6個月嬰兒之需要量：23.4 mg，故訂AI：25 mg
 - 7-12個月嬰兒之AI，需加上副食品約含17+55 mg，訂為AI: 75 mg

兒童期(1-3歲，4-6歲，7-9歲)

- 美國平衡研究結果: 每天攝取 5 mg/kg BW 鎂可以達到大多數兒童的鎂平衡狀態，以此乘以各年齡層的參考體重則可計算出 EAR⁽⁵³⁾
 - 兒童期每公斤體重所需的鎂在性別上沒有差異
 - $RDA = EAR + 2 \times CV \times EAR$ ，鎂的 CV 約為 10 %
- 臺灣沒有鎂的平衡試驗資料，
 - 日本的兒童平衡試驗樣本數較少，
 - 各年齡層兒童鎂的EAR採用美國提出的 5 mg/kg/d 乘以各年齡的參考體重來換算，沒有性別上的差異。
 - EAR再乘以 1.2 即為各年齡層鎂的RDA。
 - 1-3 歲為 80 mg/d，4-6 歲為 120 mg/d，7-9 歲為 170 mg

青少年(10-12歲，13-15歲，16-18歲)

- 臺灣因沒有相關的資料，故10歲以上的年齡層鎂 EAR 是根據美國所提出5 mg/kg/d 乘以不同性別的參考體重而得；
 - 10-12歲: 以 5 mg/kg/d 乘以不同性別的參考體重，得到 EAR
 - 13-15歲及 16-18歲: 以 5.3 mg/kg/d 乘以該年齡層不同性別的參考體重而得到EAR
 - 10-12歲男性與女性均為 230 mg/d;
 - 13-15歲男性為 350 mg/d，女性為 320 mg/d；
 - 16-18歲男性為 390 mg/d，女性為 330 mg/d

成年人(19-30歲，31-50歲)

- ▶ 台灣歷年國民營養變遷調查顯示
 - 國人鎂攝取量偏低，
 - 研究指出低鎂攝取和許多慢性疾病有關。
 - 19 歲以上的成年人鎂之 EAR：
 - ✓ 以 5 mg/kg/d 乘以各年齡層的參考體重來計算。最後將各年齡層所算出的 EAR 再乘以 1.2 即為各年齡層鎂 RDA
 - 19-30歲與31-50歲男性為 380mg/d，女性為 320 mg/d

老年人(51-70歲、71歲-)

- 51 歲以上健康老年人鎂的EAR和健康成年人計算方式相同。71 歲以上之老年人的參考體重較輕，推算出的EAR相對減少。
 - 51-70 歲男性為360 mg/d，女性為 310 mg/d
 - 71 歲以上男性為 350 mg/d，女性為 300 mg/d

孕婦與哺乳婦

- 沒有直接的研究顯示在懷孕期間有增加鎂的需要。
- 臺灣
 - 無任何有關孕期鎂的研究，所以依據美國的資料來制定 RDA。
 - 臺灣地區孕婦 RDA則為各年齡層女性之 RDA + 35 mg/d，此值適用於懷孕的三個時期。

表一、臺灣的鎂DRI 與各國之比對^a

臺灣2020			日本 2015			中國 2013			美加1997,2019			紐澳 2006		
年齡 (歲)	EAR 男/女	RDA 男/女	年齡 (歲)	EAR 男/女	RDA 男/女	年齡 (歲)	EAR	RNI ^b	年齡 (歲)	EAR 男/女	RDA 男/女	年齡 (歲)	EAR 男/女	RDI 男/女
0月-		25	0月-		20	0月-		20	0月-		30	0月-		30
7月-		70	6月-		60	5月-		65	7月-		75	7月-		75
1-	65	80	1-	60	70	1-	110	140	1-	65	80	1-	65	80
4-	100	120	3-	80	100	4-	130	160	4-	110	130	4-	110	130
7-	140	170	6-	110	130	7-	180	220						
			8-	140	170/160									
10-	190	230	10-	180	210/220	11-	250	300	9-	200	240	9-	200	240
13-	290/260	350/320	12-	250/240	290/290									
16-	330/270	390/320	15-	300/260	360/310	14-	270	320	14-	340/300	410/360	14-	340/300	410/360
19-	320/260	380/320	18-	280/230	340/270	18-	280	330	19-	330/255	400/310	19-	330/255	400/310
31-	320/270	380/320	30-	310/240	370/290	50-	280	330	31-	350/265	420/320	31-	350/265	420/320
51-	300/260	360/310	50-	290/240	350/290	65-	270	320	51-	350/265	420/320	51	350/265	420/320
71-	290/250	350/300	70-	270/220	320/270	80-	260	310	>70	350/265	420/320	>70	350/265	420/320
懷孕期		+35		+40	+40		+30	+40	≤18	335	400	14	335	400
									19-	290	350	19	290	350
									31-50	300	360	31-50	300	360
哺乳期 ^c	+0	+0	+0	+0		+0	+0		≤18	300	360	14	300	360
									19	255	310	19	255	310
									31-50	265	320	31-50	265	320

a 1歲以內嬰兒均為AI；b RNI = recommended nutrient intake；
c + 表示比同齡非孕婦之增加量。

國人鎂營養狀態

• 鎂的主要食物飲食來源

- 鎂存在於富含葉綠素的蔬菜中，為葉綠素組成份之一，例如：菠菜、莧菜及甘藍菜等。
- 胚芽、全穀類之麩皮、核果類、種子類及香蕉亦為鎂豐富的飲食來源。可可、黑巧克力。
- 食物鎂含量受土壤、灌溉用水、肥料、加工、精製(米麥精製)、烹調(水煮等)方法之影響。
- 亟需鎂之生物可獲率(bioavailability)相關研究。



Cereals and Pseudocereals

Amaranth flour
 Barley flour
 Buckwheat
 Millet
 Oat flour
 PopcornKernels



Baby Food



3-6 mg /100 g
 25 mg/day (1-6 months)
 Infant /follow on formulae
 powder: 7,3-8 mg/ 100 g
 liquid: 42-50 mg/100 g



Factors increasing bioavailability

Not refining/ nor processing food
 Fermentable fiber (e.g. inulin, resistant starch)
 Peptides from casein or whey
 Vitamin D
 Vitamin B6
 Hard magnesium-rich water

Legumes

Azuki beans
 Borlotti
 Chickpea
 Kidney beans
 Lentils



Drinks



High Mg water
 (50-120 mg / L)



Seeds and Nuts



Cocoa bean powder,
 high cocoa-chocholate



Pumpkin/
 Squash



Almonds, Hazelnuts, Peanuts,
 Pistachos, Walnuts

Fruits



30 g dried banana or
 apricot/ die provides 30
 mg of Mg likewise one
 portion of avocado purea

Magnesium and Diet



Dietary Supplements



Inorganic

Mg Oxide
 Mg Chloride
 Mg Sulfate

Organic

Mg Citrate
 Mg Malate
 Mg Pidolate
 Mg Taurate

Factors decreasing bioavailability

Refining /processing Food
 High phosphorus to magnesium *ratio*
 Very high calcium intakes
 Dietary aluminium
 A low protein intake (< 30 g/die)
 Alcohol, soft drinks and coffee
 Some drugs (e.g diuretics)

Figure 2. Magnesium and Diet. Main sources of magnesium, magnesium supplements, and factors that increase or decrease magnesium bioavailability are schematized. This image is created with [BioRender.com](https://www.biorender.com).

(Fiorentini et al., *Nutrients* **2021**, 13, 1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>)

Table 3. Magnesium content in Food according to the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database (CREA) and U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service—Food Data Central.

Food	EFSA (mg/100 g)	CREA (mg/100 g)	USDA (mg/Measure)	Measure and Weight
Wheat/Cereal bran	451	550	354	1 cup, 50 g
Pumpkin and squash seed, dried	429	592	764	1 cup, 46 g
Cocoa powder	545	499	29	1 ts ¹ , 6 g
Sunflower seeds dried	346	n.a. ²	173	1 cup, 130 g
Wheat germ	276	255	275	1 cup, 115 g
Amaranth flour	266	266	476	1 cup, 193 g
Cashews dried	258	260	352	1 cup, 137 g
Sweet, dried almonds	251	264	386	1 cup, 143 g
Peanuts, roasted	229	175	260	1 cup, 146 g
Quinoa	n.a.	189	335	1 cup, 170 g
Pecans	168	121	132	1 cup, 109 g
Hazelnuts, dried	163	163	187	1 cup, 187 g
Beans, dried	158	170	258	1 cup, 184 g
Walnuts, dried	150	158	185	1 cup, 169 g
Chickpeas, dried	150	131	158	1 cup, 100 g
Pistachios, dried	147	160	149	1 cup, 123 g
Millet, shelled	136	160	228	1 cup, 200 g
Wheat flour, hard	136	120	164	1 cup, 120 g
Oat flour	131	n.a. ²	150	1 cup, 169 g
Buckwheat flour, whole-groats	121	231	301	1 cup, 120 g
Macadamia	115	120	156	1 cup, 132 g
Wholemeal pasta	111	101	95	1 cup, 90 g
Lentils, dried	101	83.1	113	1 cup, 100 g

¹ Ts: Teaspoon; ² n.a.: Not available data.

國人鎂營養狀態

- 國民營養健康狀況變遷調查之國人每日膳食鎂攝取量平均值

年齡 (歲)	男性 (mg/d)					女性 (mg/d)				
	1993- 1996	1999- 2000	2001- 2002	2005- 2008	2013- 2016	1993- 1996	1999- 2000	2001- 2002	2005- 2008	2013- 2016
1-6					188					158
7-12			247		221			228		204
13-15					245					198
16-18					260					198
19-44	269			299	304	221			253	237
45-64	266			329	323	212			282	291
65-74		250		279	326		216		227	306
≥75					314					237

國人鎂營養狀態

- 歷年國民營養健康狀況變遷調查之國人每日膳食鎂攝取達建議量百分比之比較

男性(%)						女性(%)				
年齡 (歲)	1993- 1996	1999- 2000	2001- 2002	2005- 2008	2013- 2016	1993- 1996	1999- 2000	2001- 2002	2005- 2008	2013- 2016
1-6					191					163
7-12			135		111			123		103
13-15					71					67
16-18					67					60
19-44	75			83	80	70			80	74
45-64	74			91	91	68			90	84
65-74		69		78	91		69		72	100
≥75					90					79

鎂與慢性疾病風險相關性

➤ 許多臨床研究分析膳食鎂攝取量與血漿鎂濃度變化，以及慢性疾病罹患之風險。

1. 糖尿病
2. 心血管疾病
3. 高血壓

新增內容

4. 中風
5. 代謝症候群
6. 骨骼健康

7. 氣喘
8. 憂鬱症
9. 發炎、氧化壓力

Table 4. Diseases associated with magnesium deficiency and toxicity.

Magnesium Deficiency	Magnesium Toxicity
Hypocalcemia, hypokalemia	Diarrhea, nausea and vomiting
Osteoporosis	Muscle weakness
Cardiovascular disorders	Low blood pressure
Neurological disorders	Loss of deep tendon reflexes
Diabetes	Sinoatrial or atrioventricular node blocks
Tumors	Respiratory paralysis
Covid-19	Cardiac arrest

1. 鎂與糖尿病相關性

鎂攝取不足可能降低葡萄糖耐受力並增加胰島素抗性

- 2000年台灣老人營養健康狀況調查中 Wang et al., 2007
 - 血漿鎂濃度最低分位者 (低於 0.863 mmol/L) 罹患糖尿病危險為最高分位者 (高於 0.946 mmol/L) 之 3.25 倍
- 2012年之台灣長期觀察性研究 Weng et al., 2012
 - 鎂攝取量在最低的五分位 (中位數 212.4 mg) 與最高的五分位 (中位數405.9 mg) 相比，罹患第二型糖尿病的風險明顯增加 2.61倍(95 % CI= 1.42-4.79)
- 系統性分析(含13項前瞻性研究) Dong et al., 2011
 - 每日鎂攝取量增加 100 mg，罹患第二型糖尿病的相對風險明顯降低0.86倍 (95% CI= 0.82-0.89)



2. 鎂與心血管疾病相關性

- 14,221 名動脈粥狀硬化患者的社區世代研究追蹤 15 年
 - 飲食鎂攝取量與缺血性中風呈臨界負相關趨勢，由於高血清鎂者有較低的高血壓盛行率
 - 雖然血清鎂濃度與罹患缺血性中風呈負相關性，但調整高血壓與糖尿病後，血清鎂濃度對罹患缺血性中風之風險比則無顯著差異
- Ohira et al., 2009
- 多篇統合分析調整許多因子，例如膳食纖維、鉀攝取量，社會人口統計學和生活方式

不容易從富含鎂的食物攝取研究了解鎂對心血管疾病之作用



3. 鎂與高血壓相關性

- 58,218 名女性受試者之調查 Wittenman et al., 1989
 - 鎂攝取量低於 200 mg/d時，高血壓危險率明顯高於鎂攝取量超過300 mg/d
- 30,681 名男性 (45-75歲)受試者並經 4 年追蹤之前瞻性研究與 15,248 名受試者之調查 Ascherio et al., 1992
 - 鎂攝取量與收縮壓或舒張壓有顯著負相關性
- 14位血壓正常的健康人進行8週鎂補充 368 mg/d之交叉試驗 Cosaro et al., 2014
 - 不會影響血壓

目前公認有顯著防治高血壓成效的得舒(DASH)飲食，能提供人體所需之足夠鎂(約 500 mg/d)

4. 鎂與中風相關性

➤ 歐洲癌症與營養研究前瞻性研究追蹤12年

Slujs et al., 2014

- 飲食鎂攝取量與中風風險呈負相關
- 每日增加攝取鎂 100 mg，中風風險降低 22%

➤ 鎂攝取量與中風的關係之兩篇統合分析

Nie et al., 2013
Larsson et al., 2012

- 鎂攝取量與中風發生率成反比
- 每日鎂攝取量增加 100 mg與總中風風險有降低之趨勢
- 罹患缺血性中風的風險在鎂攝取量最高的組別明顯較低



5. 鎂與代謝症候群相關性

- 統合分析：8項橫斷性研究和2項前瞻性研究 Ju et al., 2014
 - 每日增加150 mg鎂 (150~550 mg)的攝取與代謝症候群風險呈負相關
- 6項橫斷式研究 Dibaba et al., 2014
 - 每日鎂攝取量增加 100 mg，發生代謝症候群的總風險降低 17%
- 針對台灣65歲以上糖尿病患者之橫斷式研究 Huang et al., 2012
 - 鎂攝取量與代謝症候群明顯負相關

6. 鎂與骨骼健康相關性

- 8至14歲少女 Carpenter et al., 2006
 - 飲食鎂攝取低於 220 mg/d，每日補充 300 mg 一年後
 - 提高髖部骨礦物質含量約3%，但腰椎部分則不受影響
 - 補充組和安慰劑組之間的骨密度沒有差異
- 更年期後女性 Orchard et al., 2014
 - 每日鎂攝取量高於 423 mg的女性相較於攝取量少於 207 mg的女性，其髖關節骨密度增加 3%，全身骨密度增加 2%

儘管鎂在骨骼結構和生理中的作用已得到充分證據支持
但有關鎂攝取量與骨骼之相關研究尚不充足

7. 鎂與氣喘相關性

➤ 流行病學研究推測

Britton et al., 1994
Bohmer et al., 1995

- 低鎂飲食會損傷肺功能，造成過度換氣及增加氣喘之危險
- 建議補充鎂可減少支氣管阻塞、降低肺部壓力，且可增加呼吸肌肉強度

➤ 日本流行病學研究：約 40% 氣喘有缺鎂情形

Hashimoto et al., 2000

➤ 台灣國民營養健康狀況調查

Wang et al., 2007

- 6~12歲之國小氣喘女學童比健康女學童雖有較低之飲食鎂攝取量，但兩者間未達顯著差異
- 比較最高分位與最低分位之學童罹患氣喘之危險比，發現不同血清鎂濃度之學童罹患氣喘之危險比並無顯著差異

8. 鎂與憂鬱症相關性

- 挪威研究：以醫院量表評估 5,708 名社區居民之焦慮及憂鬱症狀 Jacka et al., 2009
 - 經熱量調整干擾因子後，鎂攝取量與標準化憂鬱分數、憂鬱狀況呈負相關性，與焦慮狀況則不具相關性
- 統合分析：11項評估飲食鎂攝取與罹患憂鬱症風險研究 Li et al., 2017
 - 飲食鎂攝取量增加可降低罹患憂鬱症之風險
 - 鎂攝取320 mg有最大之預防效應 **非線性關係**

以憂鬱症患者進行鎂的補充之研究，治療效果並不一致



9. 鎂與發炎、氧化壓力相關性

研究顯示鎂缺乏會增加體內慢性發炎與氧化壓力

➤ 鎂攝取量與 C 反應蛋白(C-reactive protein, CRP) 濃度呈現負相關性

➤ 鎂攝取量與發炎之相關性仍需進一步驗證

King et al., 2009

➤ 統合分析

- 鎂的攝取量與血液中 CRP 濃度明顯負相關

- 若血中 CRP 濃度超過3 mg/L，口服補充鎂可降低血中 CRP 濃度

Dibaba et al., 2014

Simental-Romero et al., 2017

過量危害與毒性

• 毒性症狀

- 目前尚無報告指出由一般食物中攝取過量鎂會造成不良的影響。
- 大量攝取食物外的鎂所造成之不良反應，僅在腎臟機能不佳時才會表現出來。
- 在不良症狀出現之前，血清中的鎂濃度會上升到 2-3.5 mmol/L (4.8-8.4 mg/dL) 以上。
- 必須於飲食外額外給予營養補充劑或是醫藥品中攝取 10 mg/kg/d 以上的鎂，才有可能造成血液中的鎂濃度上升。
- 研究指出，年輕男性從食物攝取310 mg鎂，每日再經口攝取 360 mg的鎂補充劑後，血清鎂濃度並沒有上升的情形。
- 研究也發現，若以 140–960 mg/d的飲食攝取，再加上鎂的補充劑時，鎂的吸收量會增加，即使扣除尿中排泄量的增加，體內鎂的滯留量也會增加。鎂在體內滯留量增加對身體的影響，應是今後研究的課題。



過量危害與毒性

• 過量危害及上限攝取量之訂定

- 第七版UL：飲食攝取量+非食物性鎂來源
- 上限攝取量 (UL) 的訂定，是指對所有健康個體不造成不良影響最高營養素攝取量，用來保護一般健康族群中較敏感之個體，如老年人。
- 目前尚無報告指出，一般食物中鎂攝取過量會造成不良的影響
- 研究結果：**鎂攝取過量所造成之不良影響，大多由於含鎂藥物或鎂補充劑攝取過量所引**
- 鎂的 LOAEL 或 NOAEL (No Observed Adverse Effect) 是以鎂攝取過多會導致腹瀉做為訂定標準。

- ✓ 鎂的「上限攝取量」**不考慮從食物的鎂攝取量**
- ✓ 以是否造成不良影響的鎂補充劑的量訂定食物以外過量的鎂攝取
- ✓ 初期的不良影響是腹瀉，以此症狀有無作為鎂安全性的指標

各國鎂UL訂定作法

國家	作法
美國	成年人的鎂UL取其食品以外的鎂為360 mg/d，考慮不確定係數後，建議 食品以外的鎂UL 是 350 mg
日本	以 非食物性的鎂來源 制定成人和兒童（8歲以上）的UL為 350 mg
中國	考慮用 非食物性鎂 來源制定膳食鎂UL不夠合理 → 無制定UL
台灣	沒有國人相關之研究報告，所以 採用美國之計算方式 ，嬰兒未建議 UL，其他年齡層之 UL 為非食物性鎂量

臺灣與各國鎂 UL之比對

台灣第八版		台灣第七版		日本2020		中國2013		美國1997		紐澳2006	
年齡 (歲)	UL (mg)*	年齡 (歲)	UL (mg)	年齡 (歲)	UL (mg)	年齡 (歲)	UL (mg)	年齡 (歲)	UL (mg)	年齡 (歲)	UL (mg)
0月-	-	0月-		0月-		0月-		0月-			
7月-	-	7月-		4月-		6月-		7月-			
1-	65	1-	145	1-	5 mg/kg	1-		1-	65	1-	65
4-	110	4-	230	3-	5 mg/kg	4-		4-	110	4-	110
7-	110	7-	275	6-	5 mg/kg	7-		9-	350	9-	350
10-	350	10-	580	8-	350	11-	無 訂 定	14-	350	14-	350
13-	350	13-	700	10-	350	14-					
16-	350	16-	700	12-	350						
				15-	350						
19-	350	19-	700	≥18	350	≥18		19-	350	19-	350
31-	350	31-	700					31-	350	31-	350
51-	350	51-	700					51-	350	51-	350
71-	350	71-	700					>70	350	>70	350
懷孕期	350	懷孕期	700					≤18	350	14-	350
								19	350	19-	350
								31-50	350	31-50	350
哺乳期	350	哺乳期	700					≤18	350	14-	350
								19	350	19-	350
								31-50	350	31-50	350

*UL 值為非食物性鎂量。



版權所有 已申請標註來源

感謝聆聽