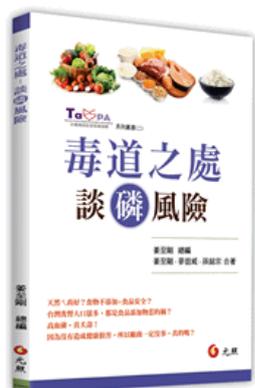




# 毒道之處~談磷風險



臺灣大學  
姜至剛 教授



<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A3%9F%E5%93%81%E5%AE%89%E5%85%A8>



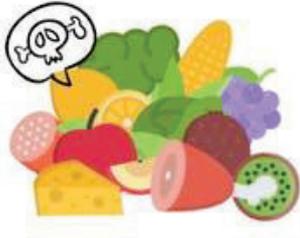
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

2017年度巡迴講座

# 毒道之處， 談「磷」風險?!



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM



- 「食品安全與風險分析」



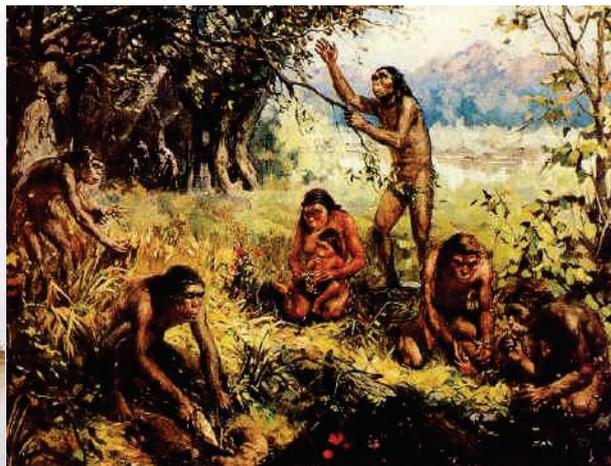
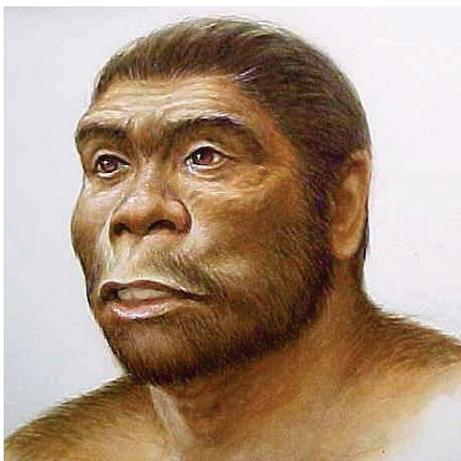
- 「食品安全與毒理」



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

3

## 飲食型態進化論



- 直立人（北京人）  
距今50萬年前

- 天然洞穴，打製石器。  
以採集、漁獵為生，懂  
熟食，用火禦敵。



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

4

# 飲食型態進化論

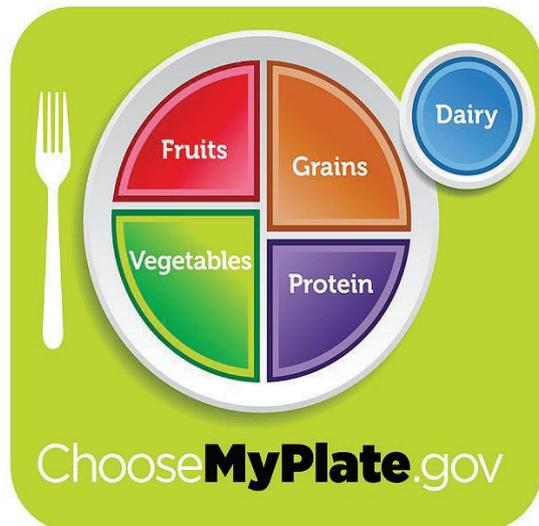
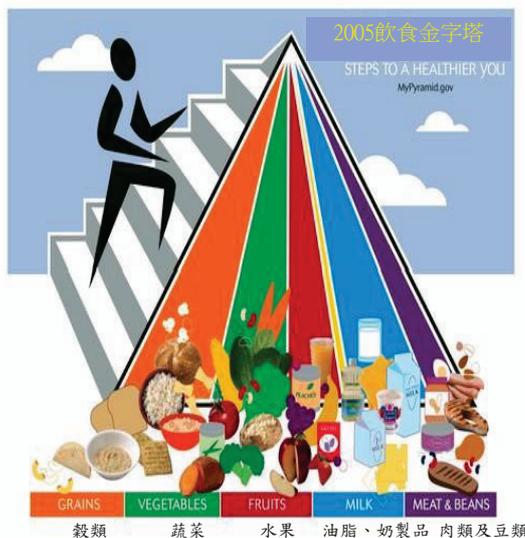


○ 滿漢全席 CC



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 飲食型態進化論



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 飲食文化進化論

- 吃飽
- 吃好
- 吃巧
- 吃健康



<https://pixabay.com/zh/photos/%E7%BE%8E%E9%A3%9F/?cat=feelings>



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

7

## 談「磷」風險之前，先談「零」風

### 險！

食物？

生存！



100% 純淨！？



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

8

# 食物的天然性及複雜性(II)

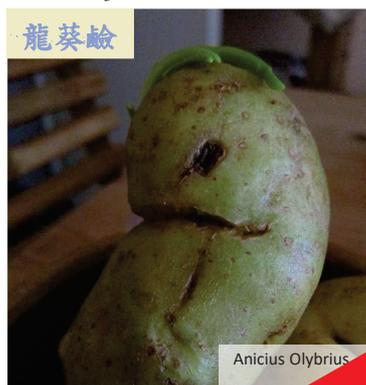
食物	已鑑定“非營養”化學物質
切達乾酪起司	160
柳橙汁	250
香蕉	325
番茄	350
酒	475
咖啡	625
牛肉（烹煮）	625



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

9

## “非營養”物質存在的目的？



龍葵鹼

胰蛋白酶抑制劑



United Soybean Bo...  
Soybeans in Glass Jar



番茄素



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

10

# 毒理學基本概念

- 毒性劑量效應
- 人體自然代謝機制—ADME
- 如何決定多少劑量對人體有毒？  
--ADI值
- 如何訂定食品檢驗標準？



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

11

## 毒性劑量效應



*所有的物質都是毒物，沒有一種不是毒物。只要劑量正確，就可以把毒物變成仙丹。*

- Paracelsus (1493-1541)



Prof. Chih-Kang Chiang  
Graduate Institute of

FAMOSO DOCTOR PARESELSVS

12

# 半致死劑量—LD<sub>50</sub>

## 水中毒事件

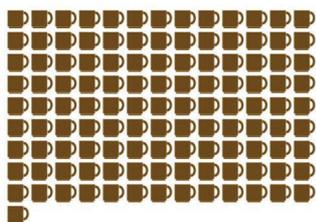
### LETHAL DOSES OF COMMON CHEMICALS

LD<sub>50</sub> stands for 'median lethal dose', and is defined as the amount of a substance required to kill 50% of a test population of animals, expressed in mg per kg of body weight. Human LD<sub>50</sub> values are calculated from these tests. For ethical reasons, tests on animals to determine LD<sub>50</sub> are being phased out in favour of other methods.

The figures provided below are median lethal doses, and are rough averages for a body weight of 75kg, when the amount specified is taken all at once. Actual figures will vary depending on physical and medical condition.



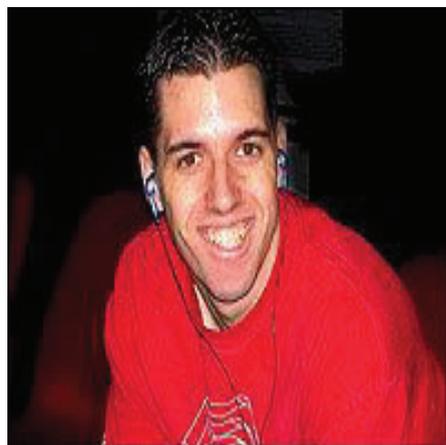
WATER  
6 LITRES



CAFFEINE  
118 COFFEES  
1 coffee = approx 240ml  
(Or 175 shots of espresso)



ALCOHOL  
13 SHOTS  
Where 1 shot = 45 ml  
(40% ABV)



- 2005年 二月
- Matthew Carrington
- Chico State University in California
- 五加侖的水



Prof. Chih-Kang Chiang  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

© COMPOUND INTEREST 2014 - WWW.COMPOUNDINTEREST.COM  
Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem  
References & further information: www.compoundchem.com/2014/07/27/lethaldoses



13

## 砒霜才是治病良藥 原來我們都誤會了潘金蓮！



vs.



三氧化二砷（學名：Arsenic trioxide，藥品名：Asadin），俗稱**砒霜**... 對急性前骨髓性白血病(APL)，使得這一疾病的五年無病生存率躍升至**90%以上**，達到基本“治癒”標準。

14



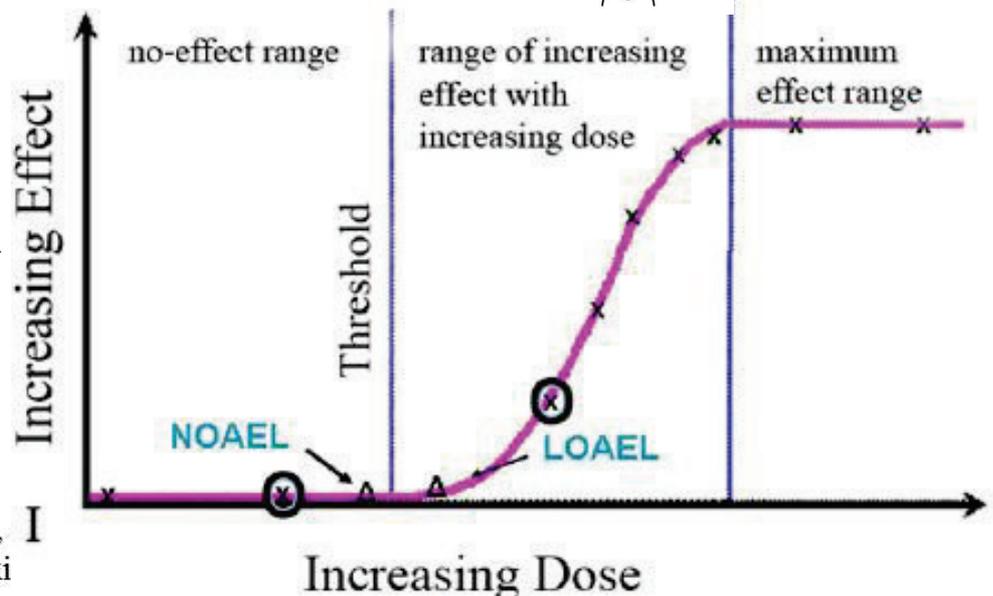
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

<http://www.readhouse.net/articles/130024632/>

# 如何決定多少劑量對人體有毒？

判斷是否有毒性的方法

- 單次給予物質的急毒性試驗
- 持續給予物質的慢毒性試驗
- 基因毒性
- 致癌性
- 生殖與發育毒性



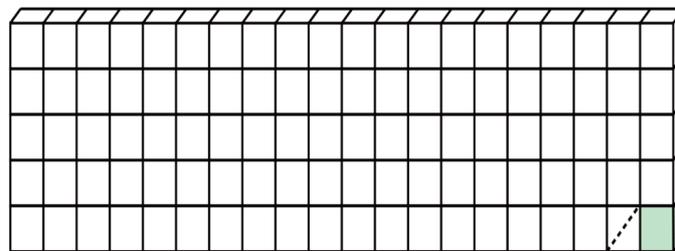
Prof. Chih-Kang Chiang,  
Graduate Institute of Toxi

# 如何決定多少劑量對人體有毒？

人體每日可接受攝取量(ADI)



確定對動物無危害的劑量（無可見不良反應劑量）



人類即使每天攝取也安全的劑量(ADI)

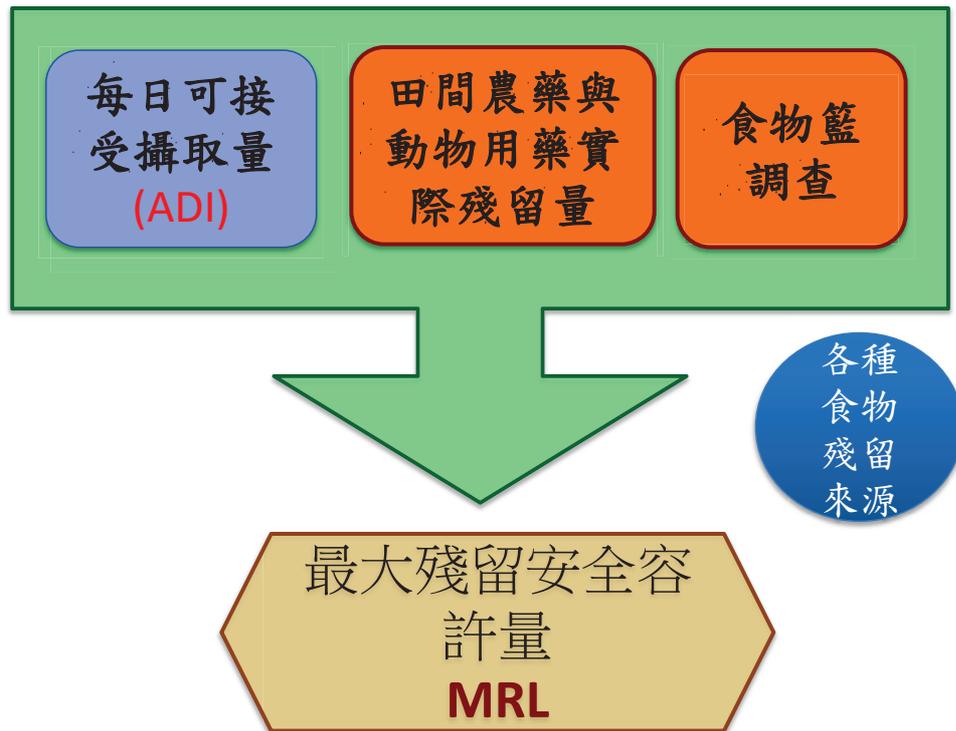
實際飲食中會吃到的劑量  
(食品安全管理上所參考的標準)



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 如何訂定食品檢驗標準？

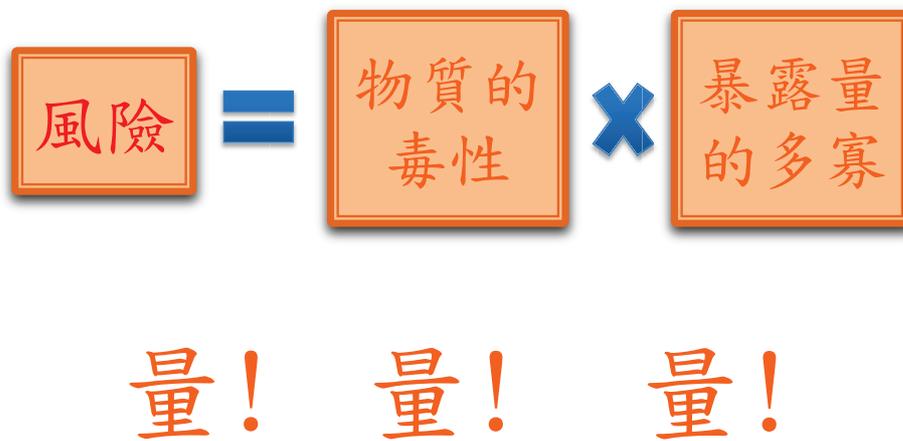
最大殘留安全容許量—MRL



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

17

# 風險由什麼構成？



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

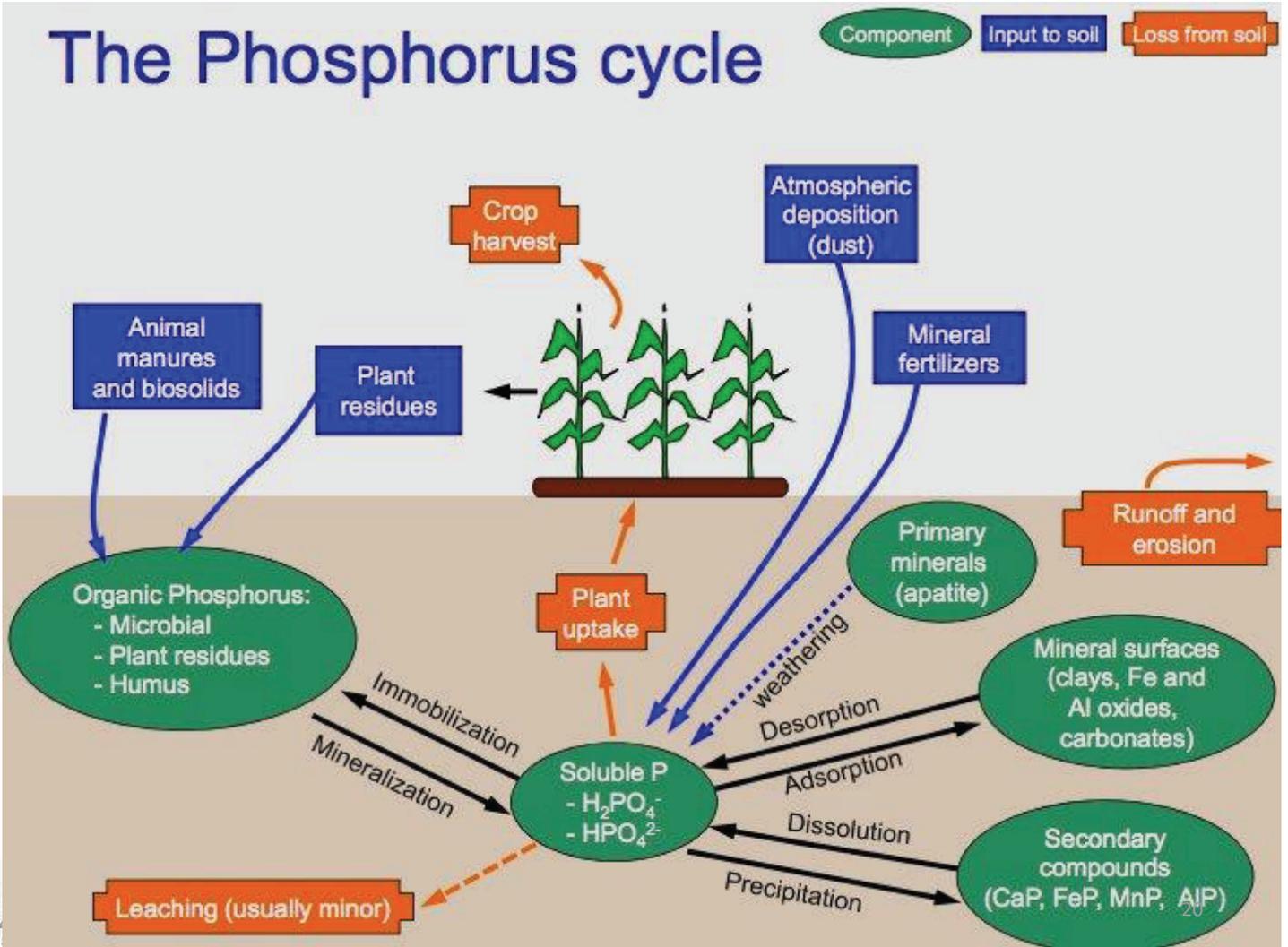
18

# 毒道之處， 談「磷」風險?!



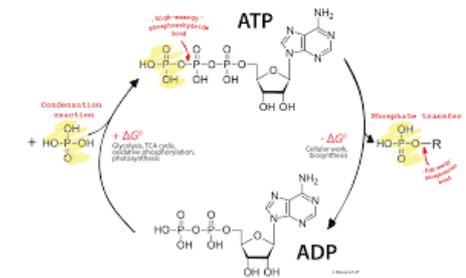
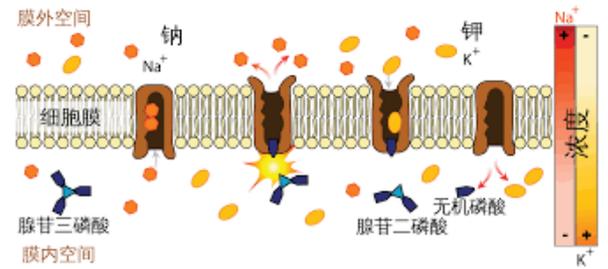
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

## The Phosphorus cycle



# 「磷」在人體中的主要功能

- 構造成分
- 代謝活化步驟
- 能量的傳遞與儲存手段
- 緩衝作用
- 第二傳訊者 ([second messenger](#))
- 調節蛋白質活性
- 幫助氧氣的運輸



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

21

## 磷酸鹽添加在肉品加工上的功用

- 1 當作**緩衝劑**，調整pH值，提高**保水性**。
- 2 與食鹽對製品的保水性，具有**相乘**之效果。
- 3 **減少**冷凍食品之**液滴**發生。
- 4 酸性磷酸鹽有**保色**作用。
- 5 具有**抗氧化**作用，並使香腸**乳化**更好。



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

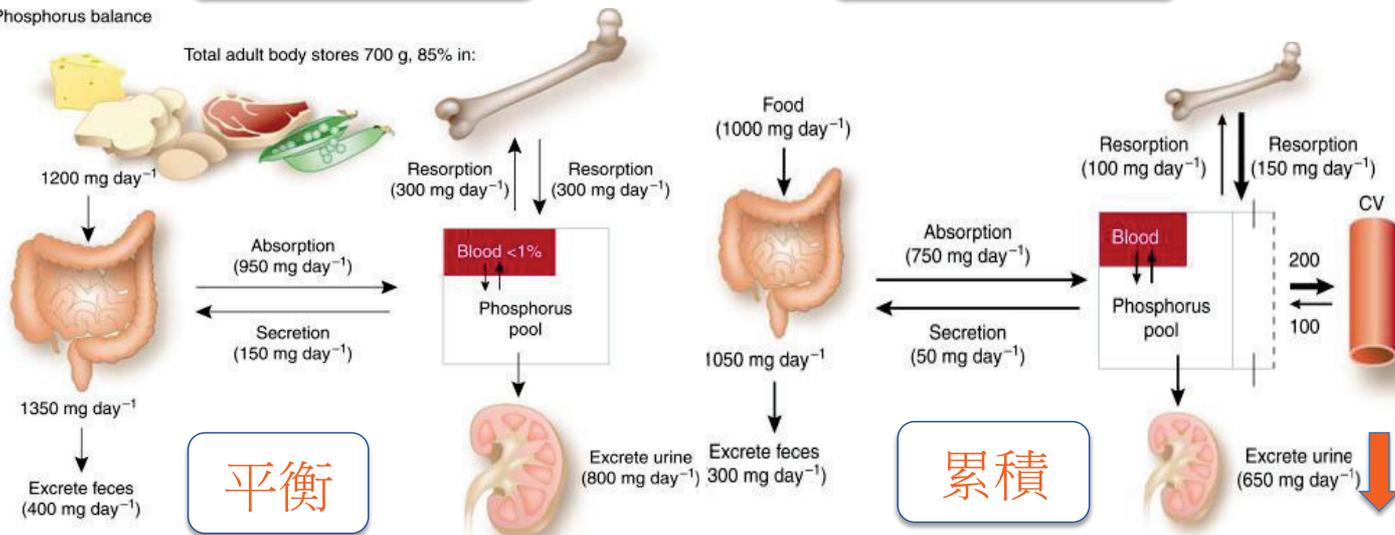
22

# ADME 「磷」的宿命

健康成人

慢性腎病

Phosphorus balance

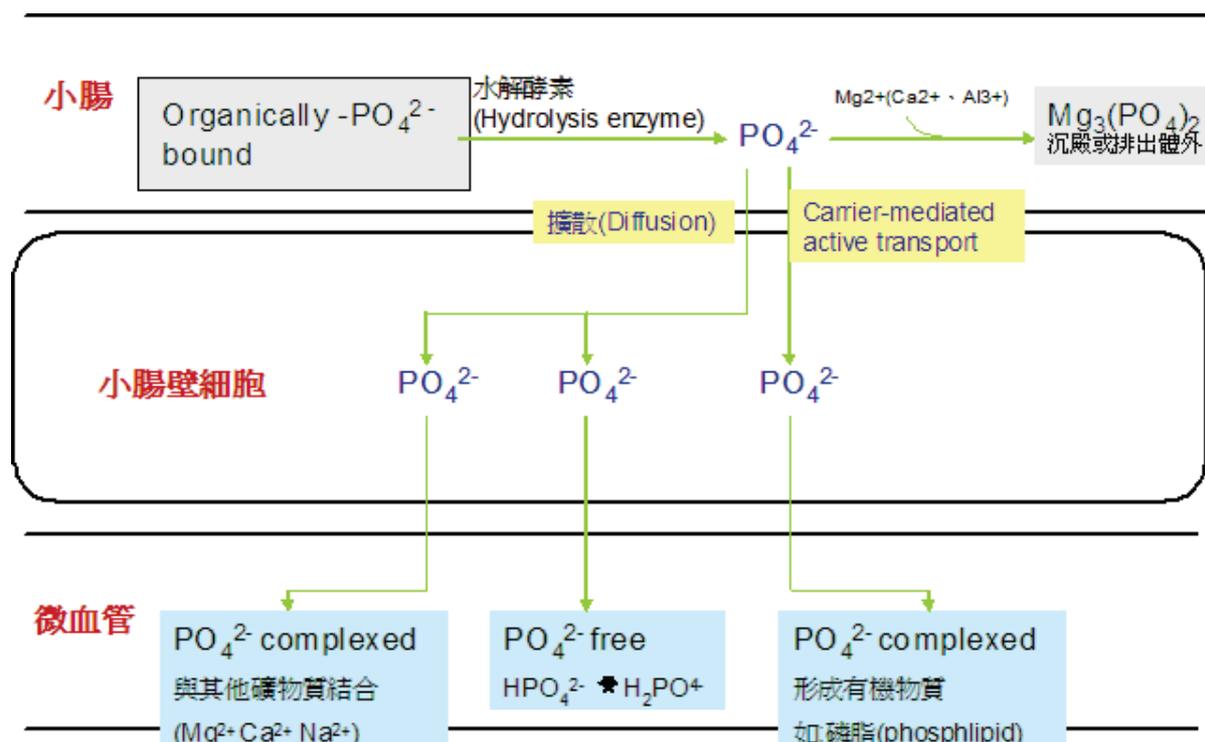


透析移除：2200 ~ 2500mg/wk



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

Kidney Int. 2008 Jul;74(2):148-57. 23



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM



## 高血磷之影響 ～慢性腎臟病患～

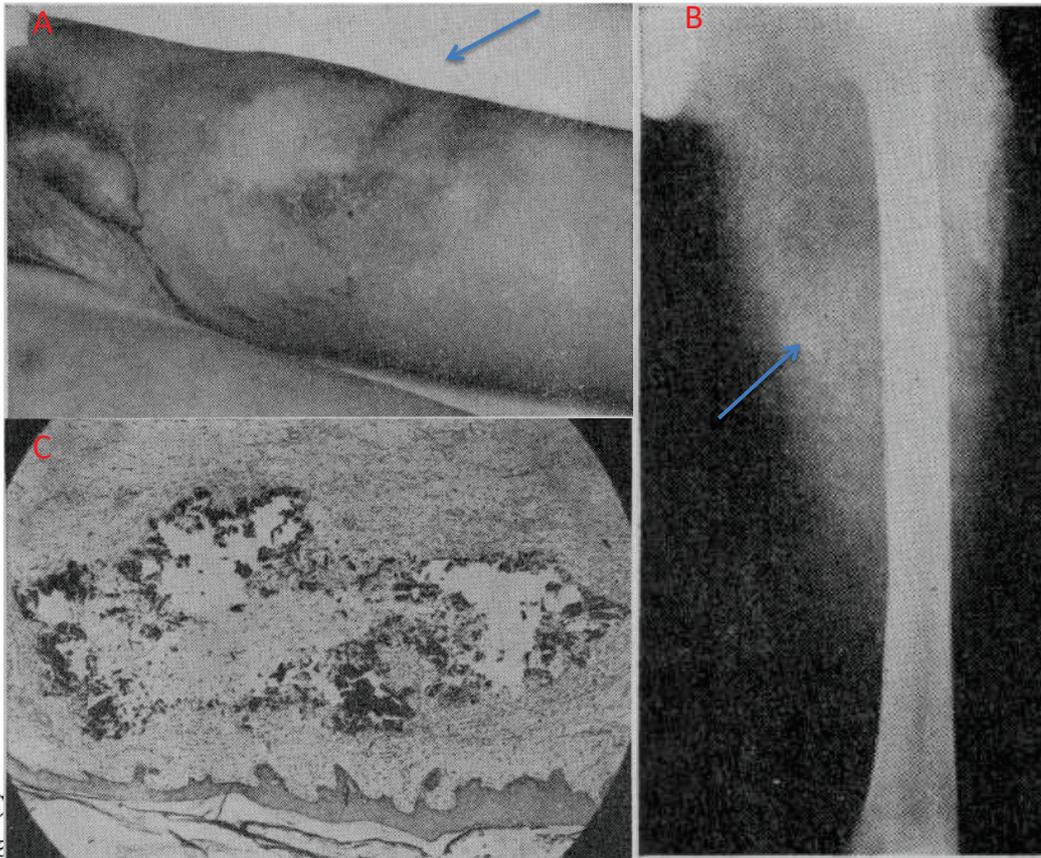
- Chronic Kidney Disease - Mineral and Bone Disorder (**CKD-MBD**) 慢性腎臟病-礦物質骨病變
- **Vascular Calcification** 血管鈣化
- Hyperparathyroidism 副甲狀腺機能亢進
- Left Ventricular Hypertrophy (LVH) 左心室肥大
- Increased Mortality 死亡率增加



# Case Presentation

## Calciphylaxis

-BMJ 1969, 2, 670-2



Prof. C  
Gradua

27

## Calciphylaxis



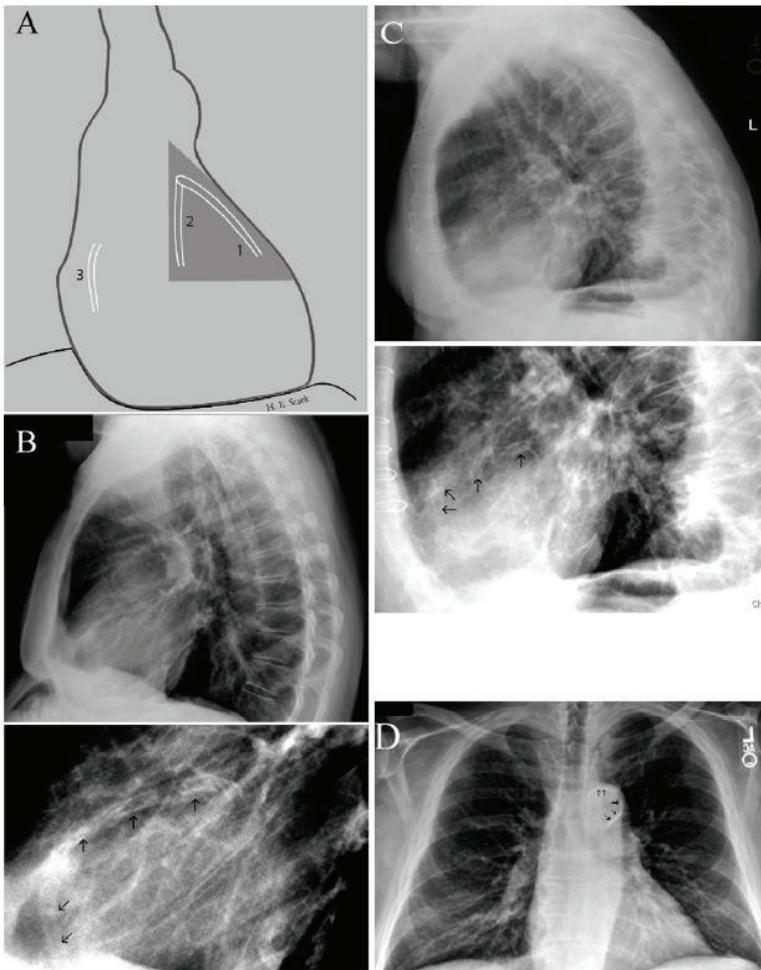
Bryant JH, White WH. A case of calcification of arteries and obliterative endarteritis associated with hydronephrosis, in a child aged six months. *Guys Hosp Rep* **1898**;55:17-20.

Selye H. The dermatologic implications of stress and calciphylaxis. *J Invest Dermatol* **1962**;39:259-75.

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

*N Engl J Med* 2007;356:1049-57.

28



冠狀動脈鈣化

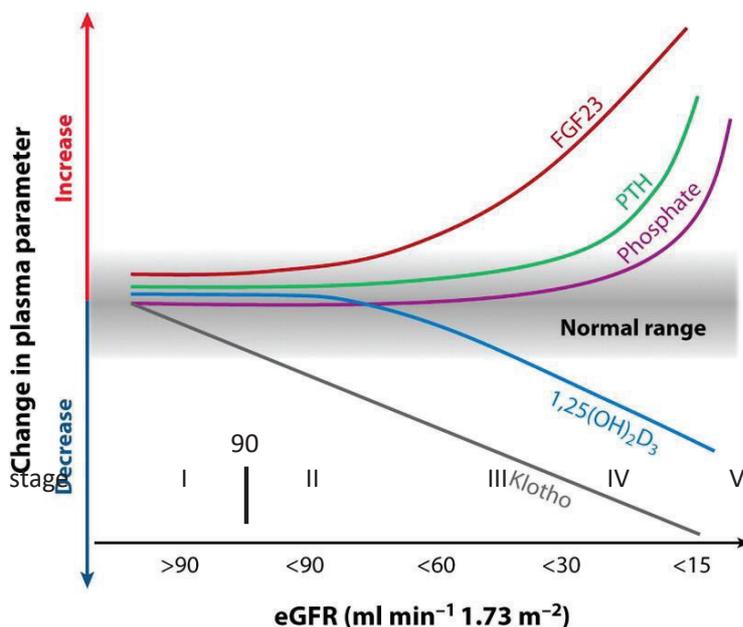
主動脈弓鈣化



Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

29

## 腎臟功能退化與礦物性骨病變指標的關聯



- 磷的上升是晚期的指標
- 隨著老化的過程，腎絲球過濾率就在下降

**Aging society**

Age ↑1

eGFR ↓1

**CKD全國盛行率：11.9%**



AR

Hu MC, et al. 2013.

Annu. Rev. Physiol. 75:503–33

30

# 慢性腎臟病患—磷的排除

- Low-phosphorus diet 低磷飲食
- Phosphorus chelating agent 磷螯合劑 → 貴
- Dialysis adequacy 足量透析
- 透析患者血中磷的濃度 > 5.5 mg/dl  
→ 近四成



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

31

## 高血磷增加心血管死亡風險

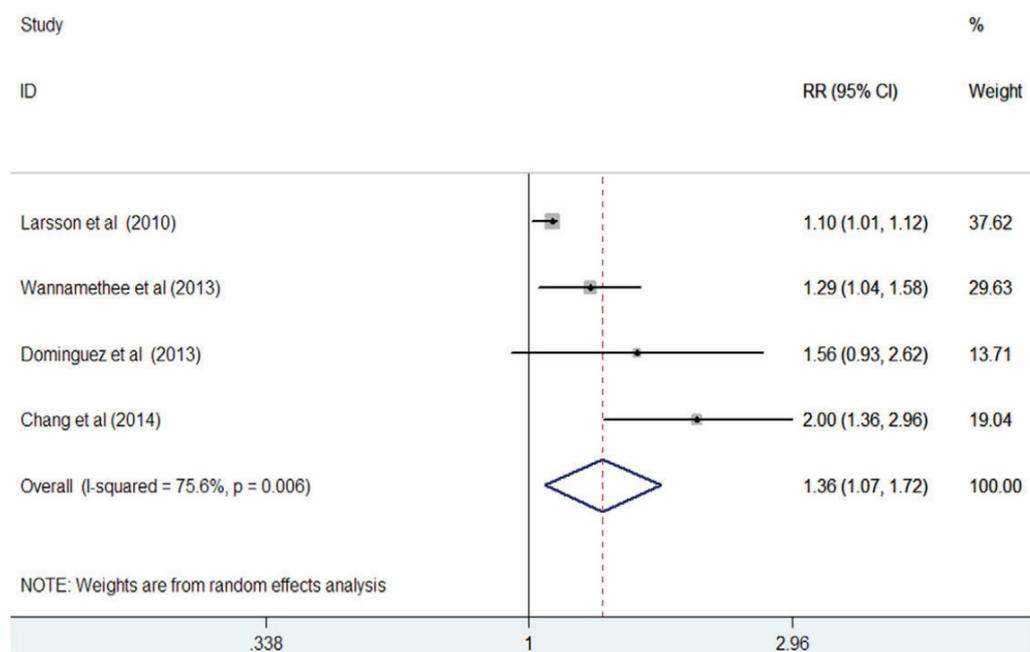


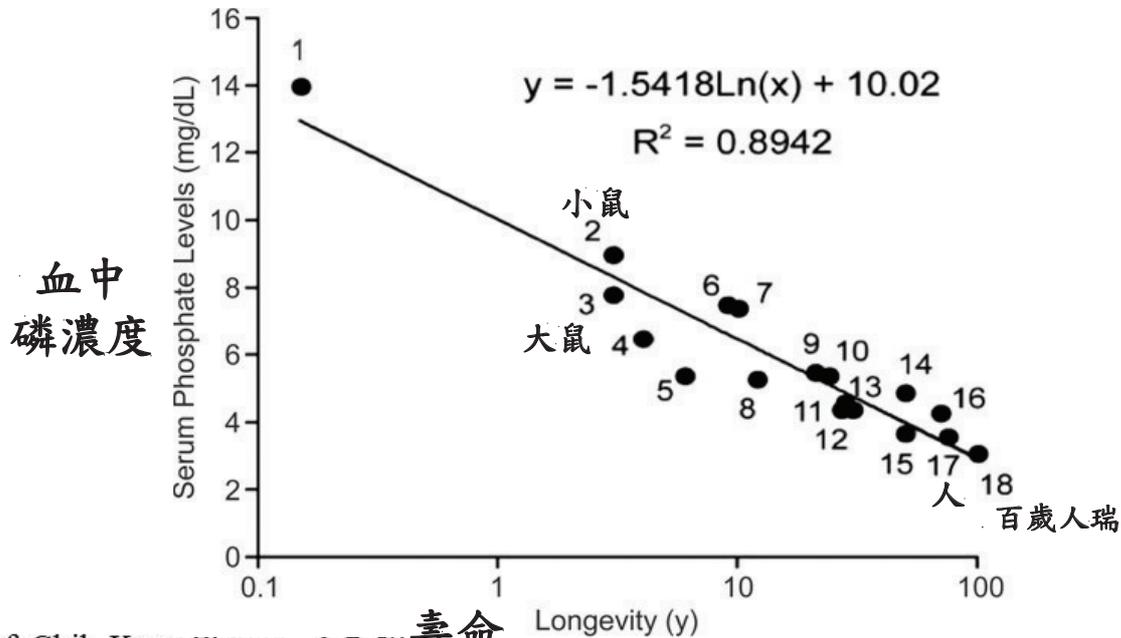
Fig. 4. Forest plots showing pooled risk ratio and 95% confidence intervals of cardiovascular mortality comparing the highest with the reference category of phosphorus concentration in a random effect model.

Clin Chim Acta. 2016. 461:76-82



# 高血磷就是「夭」壽：提早老化

## • Premature aging

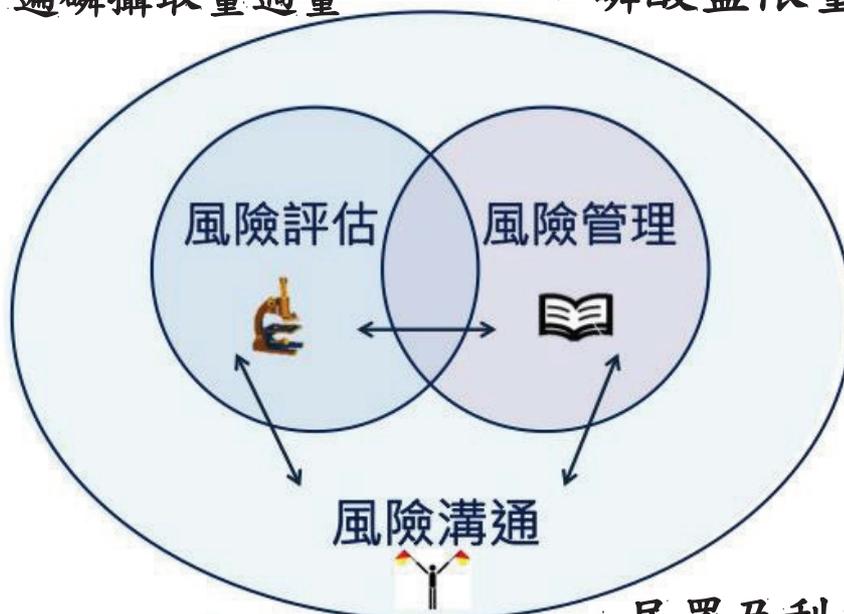


Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

Mech Ageing Dev. 2010;131:270-275.

# 食品添加物磷酸鹽含量—風險分析

- 高血磷的健康風險證據
  - 國人普遍磷攝取量過量
- 磷酸鹽限量標準的修訂



民眾及利益相關者對於  
高血磷健康風險的認知

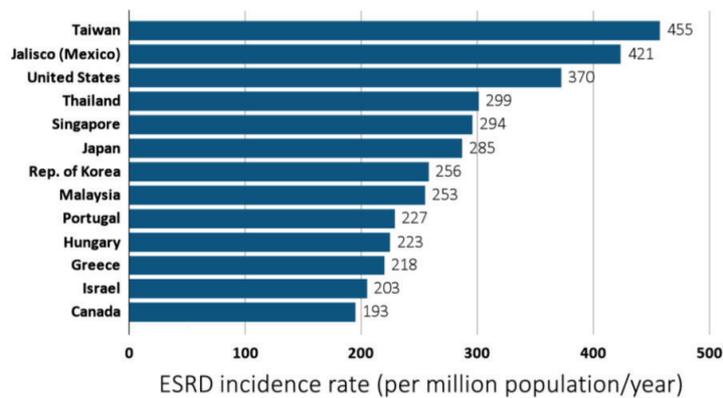


Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 食品添加物磷酸鹽含量—風險分析

- CODEX 對食品中添加磷酸鹽的限量標準
  - 高磷風險的新證據越來越強烈
  - 國人健康狀況?

vol 2 Figure 13.2 Incidence rate of treated ESRD (per million population/year), by country, 2014



國人透析病患  
發生率與盛行率  
位居世界第一

ESRD incidence rate (per million population/year)

USRDS, 2016<sup>5</sup>



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM



# 上菜囉



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

37



紅燒雞蛋豆腐



燙空心菜



豬肝連



白飯



貢丸湯



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

38

# 你覺得這樣一餐含有多少磷呢?

(1) 300-500 mg

(2) 500-1000 mg

(3) 1500-2000 mg

(4) 2000-3000 mg



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

39

## 磷的建議量

13-16歲：**1000** 毫克/日

一般健康成人及老年人：**800** 毫克/日

透析病患：**600-800** 毫克/日

**800-1000** 毫克/日(K/DOQI)

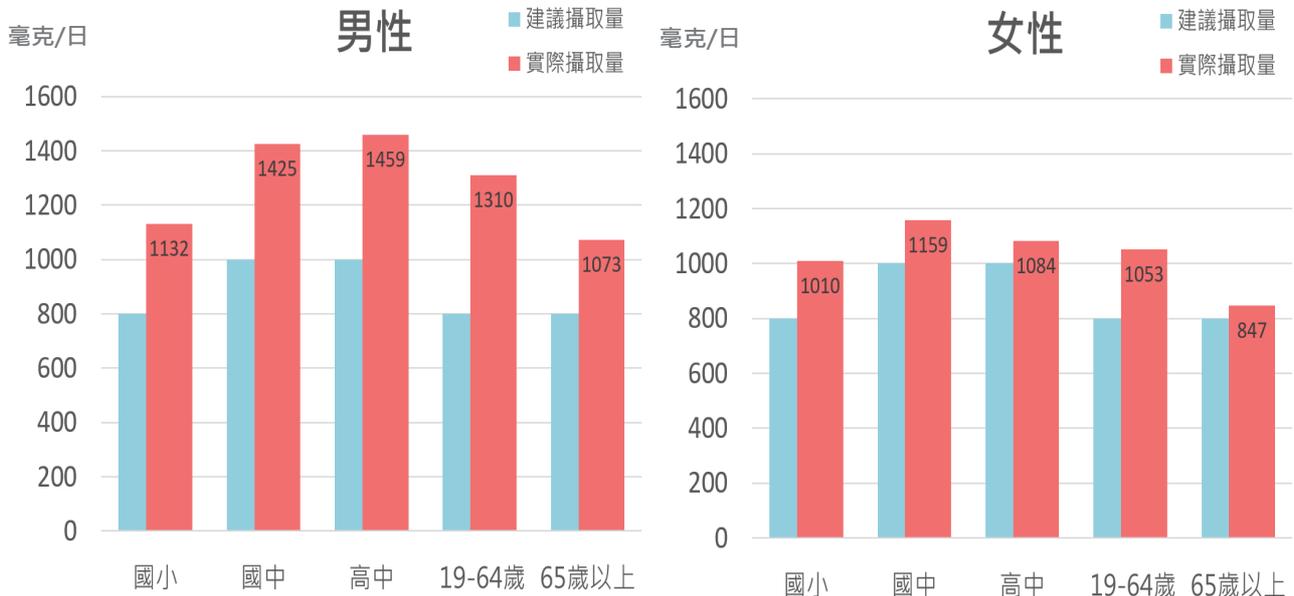


美國腎臟基金會  
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
NKF K/DOQI: The National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality Initiative  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

40

# 國人的磷攝取量—國民營養健康狀況變遷調查

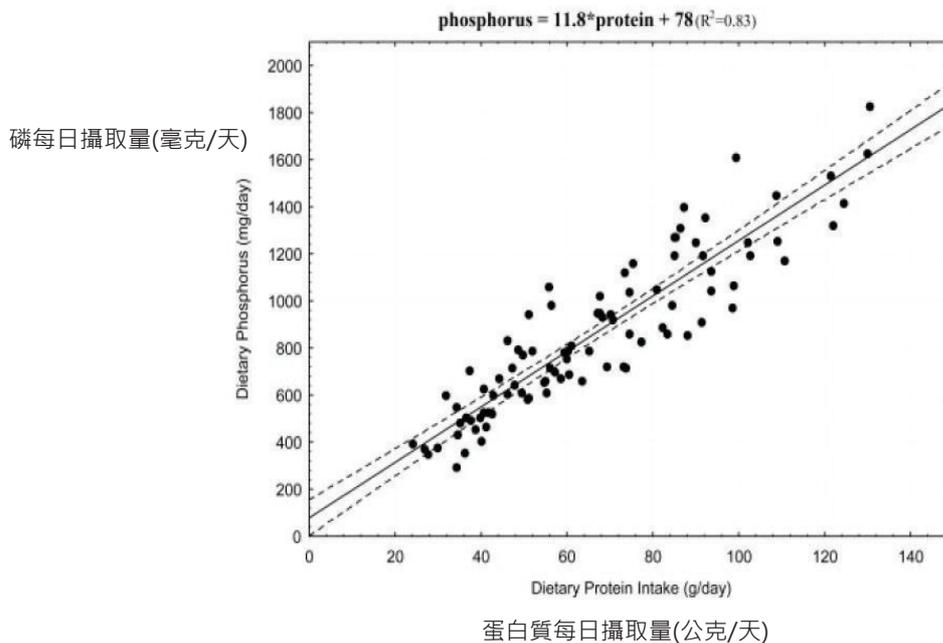
各年齡層的磷攝取量都超過建議量！



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

資料出自科技大觀園—蕭寧馨老師  
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/KJVb.htm>  
41

## 磷攝取量與蛋白質攝取量的關係



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

*J Am Diet Assoc* 1996;36: 1268-1270  
42

# 磷以何種型態存在於食物中?

## 有機磷

## 無機磷



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

43

# 磷以何種型態存在於食物中

## A. 有機磷

- ✓ 動物性蛋白質：魚肉蛋、奶類
- ✓ 植物性蛋白質(植酸)：豆類、全穀類與堅果類

## B. 無機磷

- ✓ 主要為食品添加物，具有保水、黏著、防腐、膨鬆、調整顏色、鮮味等功能
- ✓ 普遍存在於加工食品中，  
如：冷凍食品、加工肉品、飲料、泡麵、洋芋片等



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

44

# 食物中的磷與腸道吸收率

植物性  
20~40%



動物性  
40~60%



食品添加物(無機磷)  
80~100%



植酸  
phytate



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

45

## 很多食物本身磷含量就很高 那要怎麼選擇食物？



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

46

# 高磷食物

類別	高磷食物
乳製品	鮮奶、奶粉、優格、乳酪、冰淇淋
乾豆類	紅豆、綠豆、黑豆、黃豆
堅果類	杏仁果、開心果、腰果、花生、核桃、瓜子
全穀類	薏仁、蓮子、糙米、全麥製品(麵包)、小麥
內臟類	豬肝、豬心、雞胗、粉腸、鵝肝
調味料	沙茶醬、醬油、豆腐乳、豆瓣醬、芝麻醬、花生醬
加工食品	貢丸、香腸、熱狗、漢堡肉、雞蛋豆腐、肉鬆、醃漬物、洋芋片、火鍋料
其他	可可、巧克力、芝麻、酵母粉、可樂、汽水、蛋黃、魚卵、蝦皮

47

## 讓你「看看」高磷食物



114 mg/3顆



燙空心菜

但是不含滷汁喔！41 mg/1份

X 2



92 mg/球



171 mg 磷/整份

花生醬 91 mg/1大匙

48



# 高磷食物-飲料

食品添加物 340 mL

Table 3. P content of selected beverages, mostly as a result of additives (based on 12-oz serving)

Brand Name	Specification/Flavors	P Content (mg)	磷含量(毫克)
Contain >10 mg of P per 12-oz serving			
AMP Energy	All flavors	30 to 207	
Aquafina Flavorsplash	All flavors	93 to 128	
Coca-Cola Classic 可口可樂	All types	62	
Diet Coke (Coca-Cola)	All types	27	
Dr. Pepper	All types	68	
Fanta 芬達	Orange, red tangerine	11	
Fruitworks	All flavors	53 to 140	
Gatorade and G2	All flavors	36	
Hawaiian Punch	All flavors	260	
Lipton Brisk Tea 立頓	Green, lemon, raspberry, sweet tea, no calorie lemon	98 to 189	
Lipton Iced Tea (plastic bottled)	All flavors	98 to 114	
Lipton Sparkling	All flavors	98 to 104	
Mountain Dew	Code Red	53	
Mr. Pibb	Pibb Xtra, Pibb Zero	44	
Nestea 雀巢	Diet lemon, green tea citrus, diet green tea citrus, red tea	47 to 71	
Pepsi 百事可樂	pomegranate passion, raspberry		
	Most colas (except Pepsi Natural)	54	



Prof. Chiu  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

Clin J Am Soc Nephrol 2010;5: 519-530<sup>49</sup>



## 磷與蛋白質比值 Phosphorus to Protein Ratio(PP值)

限制：未考量磷的吸收率

PP值	食物
<5	蛋白(1.4)
5~10	鱈魚、鮭魚、雞腿、牛肉/豬肉(內臟類除外)、雞胸肉
10~15	全蛋、鮭魚、豆腐、旗魚、黃豆
15~25	堅果類-花生、腰果、核桃 豆類-毛豆、黑豆 其他-奶油乳酪、豆漿、起司、蛋黃
>25	餅乾、牛奶、芝麻醬、葵花籽、奶精



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

*Clin J Am Soc Nephrol* 2010;5: 519-530

51

## 磷與蛋白質比值 Phosphorus to Protein Ratio(PP值)

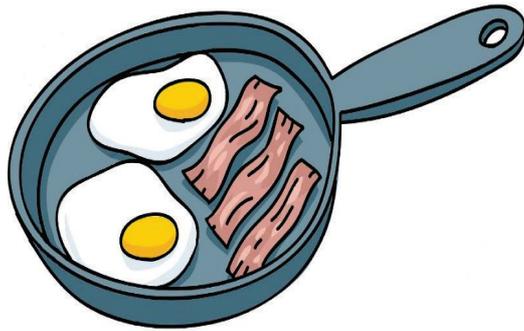
食物(100g)	蛋白質(g)	磷(mg)	PP值
雞蛋(白殼)	12.6	181	14.4
傳統豆腐	8.5	111	13.1
<b>雞蛋豆腐</b>	<b>6.9</b>	<b>1040</b>	<b>150.7</b>
豬後腿肉	20.4	190	9.3
<b>冷凍貢丸</b>	<b>16.6</b>	<b>190</b>	<b>11.4</b>
豬肝	20.8	328	15.8
鵝肝	20.5	287	14.0
熱狗	13.3	164	12.33



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

資料來源-台灣食品營養成分資料庫2016版 52

# 烹調方式會影響磷的含量？



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

53

## 猜猜看， 哪種烹調方式最能降低磷含量？



- (1) 清蒸
- (2) 燒烤
- (3) 油炸
- (4) 翻炒
- (5) 水煮



網址手動輸入：<http://zuv.io/7092927>  
ang Chiang, 姜至剛  
stitute of Toxicology, NTUCM

54

# 不同烹調(加熱)方式對於磷含量的影響

**Table 2.** Changes in Protein, Phosphorus, and Calcium Content of Meat Caused by Thermal Processing Using Different Methods

Poultry, Meat, and Fish Samples	Change From Preprocessing Value (As % Dry Weight)		
	Proteins	Phosphorus 磷	Calcium
5. Fresh chicken breasts—fillet 雞胸肉			
5A. Boiled in water 100 °C 水煮, 25 min	5.80	-25.89	36.00
5B. Stewed in oil to which water had been added 100 °C 燉(+油), 20 min	0.01	-24.00	$P < 0.05$ -40.00
5C. Roasted in oven using oil 180 °C 烤(+油), 20 min	-2.63	-10.78	2.00
5D. Soaked in water 1 h, then roasted in oven using oil	-18.05	-23.44	-12.00
6. Fresh beef 牛腿肉 泡水1小時後再烤(+油)			
6A. Boiled in water 100 °C 水煮, 120 min	0.21	-33.20	$P < 0.05$ 230.00
6B. Stewed in oil to which water had been added 100 °C 燉(+油), 60 min	0.23	-37.07	35.00
6C. Soaked in water 1 h, then stewed in oil to which water had been added 泡水1小時後再燉(+油)	-5.75	-40.13	80.00
7. Fresh pork 豬腿肉			
7A. Roasted in oven using oil 180 °C 烤(+油), 90 min	21.84	8.95	75.00
7B. Soaked in water 1 h, then roasted in oven using oil 泡水1小時後再烤(+油)	16.79	-11.94	50.00
8. Frozen hake 鱈魚類			
8A. Roasted in oven using oil 180 °C 烤(+油), 20 min	-5.51	-49.18	$P = 0.01$ 270.00

油：葵花籽油

*J Ren Nutr.* 2014 ;25(3):308-315.



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

55

## 範例—台灣鯛魚片



食物(100g)	蛋白質(g)	磷(mg)	PP 值
台灣鯛魚片(生)	18.2	166	9.1
台灣鯛魚片(清蒸)	19.3	173	9.0
台灣鯛魚片(油煎)	23.1	228	9.8
台灣鯛魚片(烤) 190°C, 20分鐘	23.0	203	8.8
<b>台灣鯛魚片(水煮)</b>	<b>23.4</b>	<b>136</b>	<b>5.8</b>



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

資料來源-台灣食品營養成分資料庫2016版

56

## 除此之外，你還可以透過改變切割的方式減少食物中的磷含量



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

57

## 不同切割方式與加熱時間對肉類水煮後磷含量與PP值的影響

牛腿肉 100g, in 1000 mL 水

**Table 2.** Effect of Different Directions of Cut on Nutrient Content of Meat and Boiling Fluid

Boiling Time (min)	Raw 生肉	Block 切塊		Sliced 切片		Cubed 切丁	
	—	10 min	30 min	10 min	30 min	10 min	30 min
Phosphorus (mg/100 g)	208.7 ± 6.1	148.9 ± 4.3	109.4 ± 2.1	104.9 ± 6.8	74.2 ± 4.6	129.9 ± 12.2	101.3 ± 5.7
P in boiling fluid (mg)	—	69.8 ± 13.7	100.7 ± 10.4	113.0 ± 3.4	129.6 ± 15.2	89.2 ± 1.2	109.3 ± 3.3
P retention rate (%)	—	71.4 ± 4.0	52.4 ± 0.9	50.2 ± 1.8	35.5 ± 2.0	62.2 ± 4.5	48.5 ± 1.3
Protein (g)	22.9 ± 1.3	—	21.0 ± 1.3	—	21.2 ± 1.5	—	21.4 ± 0.9
Prot retention rate (%)	—	—	91.7 ± 3.2	—	92.5 ± 3.5	—	93.9 ± 5.7
P/Prot (mg P/g Prot) <b>PP值</b>	9.1 ± 0.2	—	5.2 ± 0.2 ↓	—	3.5 ± 0.3 ↓	—	4.7 ± 0.3 ↓

P, Phosphorus; Prot, Protein.

Values are mean ± standard deviation (n = 3).

*J Ren Nutr.* 2015 ;25(6):504-9.

切片、水煮30分鐘的降磷效果最為明顯



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

58

# 使用壓力鍋也是另一種減少磷含量的方式



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

59

## 平底鍋與壓力鍋 對肉類水煮後磷含量與PP值的影響

牛腿肉

**Table 3.** Effect of Boiling at Different Methods on Nutrient Content of Meat and Boiling Fluid

Boiling time (min)	Raw 生肉	Block (NP) 切塊+平底鍋		Block (PC) 切塊+壓力鍋		Sliced (PC) 切片+壓力鍋	
	—	10 min	30 min	10 min	30 min	10 min	30 min
Phosphorus (mg/100 g)	208.7 ± 6.1	148.9 ± 4.3	109.4 ± 2.1	104.7 ± 3.5	91.2 ± 3.1	70.5 ± 3.4	57.9 ± 2.6
P in boiling fluid (mg)	—	69.8 ± 13.7	100.7 ± 10.4	113.3 ± 3.7	122.1 ± 8.6	141.1 ± 7.8	153.1 ± 7.8
P retention rate (%)	—	71.4 ± 4.0	52.4 ± 0.9	50.2 ± 1.9	43.7 ± 0.2	33.8 ± 2.6	27.8 ± 0.5
Protein (g)	22.9 ± 1.3	—	21.0 ± 1.3	—	21.0 ± 0.6	—	20.1 ± 1.5
Prot retention rate (%)	—	—	91.7 ± 3.2	—	91.9 ± 4.7	—	87.8 ± 4.9
P/Prot (mg P/g Prot) <b>PP值</b>	9.1 ± 0.2	—	5.2 ± 0.2	—	4.4 ± 0.2 ↓	—	2.9 ± 0.2 ↓

NP, normal pan; P, Phosphorus; PC, pressure cooker; Prot, Protein; SD, standard deviation.  
Values are mean ± SD (n = 3).

*J Ren Nutr.* 2015 ;25(6):504-9.

➡ 切片+壓力鍋的降磷效果最為明顯



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

60

# 減「磷」飲食小撇步



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

61

## 閱讀食品成分標示

選擇未添加含磷添加物的食品



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

62

# 教導末期腎衰竭(ESRD)患者避免含磷添加物 能夠改善其血磷值

**Table 2.** Primary and Secondary Outcomes Among 145 Intervention and 134 Control Participants

	Intervention 給予含磷添加物教育組				Control 控制組				Difference in Differences	
	Baseline, Mean (SD)	Final, Mean (SD) <sup>a</sup>	Difference (95% CI)	P Value	Baseline, Mean (SD)	Final, Mean (SD) <sup>a</sup>	Difference (95% CI)	P Value	Change in Intervention Group Minus Change in Control Group (95% CI)	P Value
<b>血磷濃度</b> Phosphorous level, mg/dL	7.2 (1.2)	6.2 (1.7) ↓	-1.0 (-1.3 to -0.7)	<.001	7.1 (1.0)	6.7 (1.9)	-0.4 (-0.7 to -0.1)	.02	-0.6 (-1.0 to -0.1)	.03
Food knowledge score <sup>b</sup>	67 (16)	74 (14)	7 (5 to 10)	<.001	66 (16)	70 (16)	4 (2 to 7)	<.001	3 (-1 to 7)	.13
<b>閱讀食品成分表</b> <b>閱讀營養成分標籤</b> Reads ingredient list <sup>b</sup>	53 (36)	77 (28) ↑	24 (17 to 30)	<.001	62 (35)	64 (35)	2 (-4 to 7)	.62	22 (15 to 30)	<.001
Reads nutrition facts label <sup>b</sup>	57 (36)	76 (28) ↑	19 (12 to 26)	<.001	59 (39)	69 (35)	10 (4 to 15)	<.001	9 (1 to 17)	.04

Abbreviation: CI, confidence interval.  
SI conversion factor: To convert phosphorus to mmol/L, multiply by 0.323.  
<sup>a</sup>Final measurement occurred in the third month of the study.  
<sup>b</sup>Measured on a 0-to-100 scale in which 0 indicates the lowest knowledge or reading behavior and 100 indicates the highest knowledge or reading behavior.



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

JAMA. 2009;301(6):629-635

選擇**低PP值**的食物



新鮮肉類、魚類

優先選擇**植物性**蛋白質



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 植物性蛋白質新選擇： 穀類紅寶石-台灣紅藜

每100 g 的台灣紅藜含有

- 膳食纖維：17.6 g
- 蛋白質：14.4 g (完全蛋白質)  
(佔14% · 且含有穀類缺乏的胺基酸-  
離胺酸、纈胺酸和組胺酸等)
- 磷：460.7 mg



<http://www.sinfongfarm.com/index.php/quinoa>

**但是慢性腎臟病患不適合食用喔！**



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

65

**選擇天然、無加工、無添加物的食物**



66



66

蛋白質攝取要適量，

均衡飲食最重要！



★ 蛋白質建議量：

- 健康成年人：1 g protein/kg body weight
- CKD stage I-III：0.8 g protein/kg body weight
- CKD stage IV-V：0.6 g protein/kg body weight
- 透析病患：1.2 g protein/kg body weight



Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

67

改變食物烹調與切割的方式



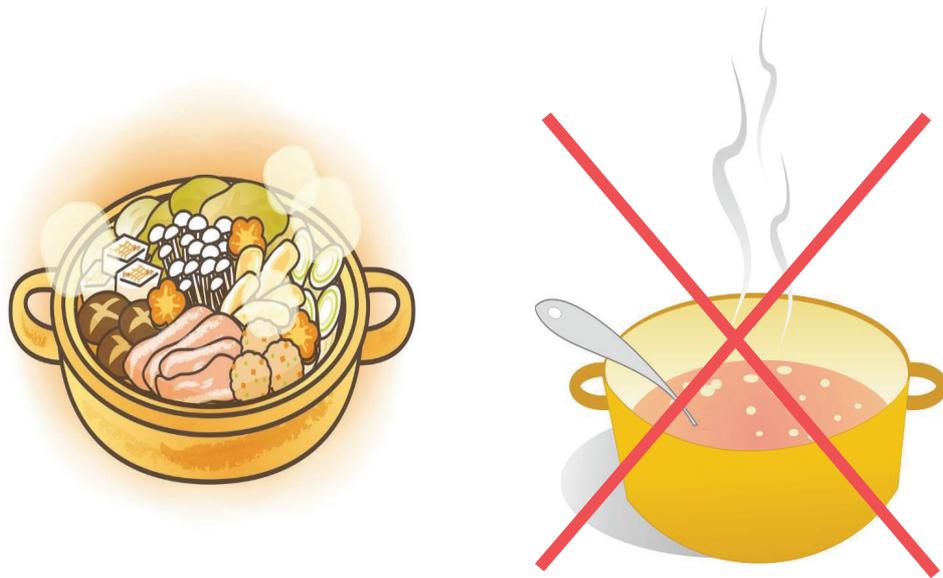
以水煮、切片、使用壓力鍋等方式降低食物的磷含量



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

68

# 不喝湯汁、不淋肉汁



磷在烹煮過程中會流失至水中，  
因此若要降低磷的攝取，不可飲用烹煮後的湯汁



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

69

## 少醬料

多使用**天然辛香料**，如：新鮮蔥末、蒜末、薑末、香菜



盡量避免使用沙茶醬、芝麻醬、豆腐乳、豆瓣醬、醬油  
等高鹽分、高磷的沾料



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

70

# 減「磷」的飲食小撇步

- ✓ 閱讀食品成分標示，選擇未添加磷酸鹽的食品
- ✓ 選擇PP值低的食物，優先選擇植物性蛋白質
- ✓ 選擇天然、無加工、無添加物的食物
- ✓ 改變食物烹調與切割的方式  
以水煮、切片、使用壓力鍋等方式降低食物的磷含量
- ✓ 不喝湯汁、不淋肉汁
- ✓ 少醬料



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

## 磷酸鹽的濫用： 讓蚵仔「一暎大一寸」



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

# 慢性腎臟病患者與透析患者

- ✓ 隨餐使用**磷結合劑**，  
分小塊(或磨粉)搭配進食多次服用

**吃點心更要記得服用磷結合劑！**



隨餐使用磷結合劑



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

74

## 磷酸鹽標準放寬 口香糖最高

2017/01/08 13:32 王義仲 劉俊男 報導 / 台北市

字級 大 中 小

食藥署預計年後放寬飲食中的磷酸鹽含量，未來將近有200項食品允許添加磷酸鹽，口香糖容許量最高，可達4萬4000毫克，但腎臟科醫師擔心，腎臟病患有代謝磷酸鹽的障礙，大幅放寬磷酸鹽含量後，恐怕會導致洗腎人口變多，民眾還是盡量少吃加工肉品。

用餐時間來碗香噴噴的泡麵，很多人就愛這種Q彈有勁的麵條，卻不知道在無形中，吃下了一肚子的磷酸鹽，面對層出不窮的食安問題，食藥署預計年後，放寬磷酸鹽添加標準，例如口香糖就放寬到每公斤四萬四千毫克，是現行標準的十四倍多。

麵包、餅乾製品也放寬到九千三百毫克，是現行標準的三倍多，舉例來說，民眾只要吃一個200克的蘇打麵包，就超過一天八百毫克的建議攝取量，專業醫師說，比起堅果和豆類等天然植物中的磷，還有動物內臟中的磷，人工添加的磷酸鹽，腎臟病患幾乎代謝不掉。

新標準預計年後上路，雖然食藥署會依照食物類別來調整，但市售冷凍食品，超過七成都有添加磷酸鹽，只能提醒民眾，多留意這隱藏在美食背後的美味陷阱。

【更多新聞詳情請上 - [華視新聞網](#)】

# 為什麼要放寬標準？ 與國際接軌？

2017年01月08日 15:00  傳送  讚 210 

衛福部食藥署擬接軌聯合國食品法典委員會

(Codex) 的建議，上半年預告調整食品添加物磷酸鹽的限量標準，如放寬口香糖、麵粉的限量，加嚴麵條、早餐穀片的限量等。醫師指，腎功能正常者代謝磷酸鹽沒問題，但腎功能不佳者，大量暴露磷酸鹽恐致高血磷症、腎性骨病變等，政府應謹慎評估。

食藥署科長高怡婷說，目前國際上對磷酸鹽有限量標準為歐盟、Codex，美、日都沒限量，我國現行標準是每公斤限量3克，以奶精為例，其原料是植物油，加工過程需乳化變成白色粉末，添加磷酸鹽可穩定乳化效果，避免油水分離，前年4月參考Codex訂新版限量標準後，口香糖或泡泡糖限量放寬為每公斤44克，麵粉放寬為每公斤9.3克，麵條限縮為每公斤2.5克，糖果、早餐穀片為每公斤2.2克，並非所有食物都放寬標準，且預告後還要蒐集意見，尚未定案。

林口長庚醫院臨床毒物科主任顏宗海指，對腎功能正常的民眾而言，攝食添加磷酸鹽的加工食品，只要多喝水就能代謝，反之腎功能異常者，長期吃含磷酸鹽的食品恐致高血磷症、腎性骨病變等，尤其台灣是洗腎大國，是否適合沿用Codex建議量，應謹慎評估。

1. 有無其他國家或國際組織要求放寬？
2. 現行標準是否已經形成貿易障礙？
3. 決策時有無考量國人飲食習慣之差異？

## 食品安全管制之重要機制

### 食品三級品管

廣告

從農場到餐桌 食品安全無縫管理



一級品管  
自主管理

國產

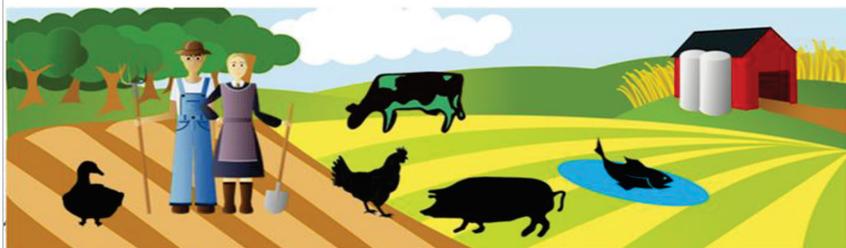
輸入

- 原材料、半成品或成品，定期驗。
- 管理、訪查原物料供應商，找源頭。
- 追溯追蹤，掌握原物料來源及流向，尋得到。



二級品管  
機構驗證

- 公信力第三方，整廠查。
- 衛生安全系統，環環查。
- 原料、製程、產品風險，皆評核。



三級品管  
政府稽查

- 食藥戰隊，捍食安。
- 強力稽查，杜違法。
- 嚴懲重罰，食安心。



107院教字第033號

# 獎狀

姜至剛醫師著作  
 《毒道之處：談磷風險》  
 榮獲臺大醫院107年度  
 教材著作優良獎  
 (醫療一般團體著作)  
 特頒此狀以資鼓勵

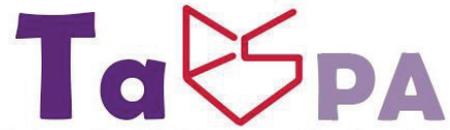
國立臺灣大學 院長  
醫學院附設醫院



中華民國 107 年 8 月 14 日



姜至剛 醫師



Taiwan Food Safety Promotion Association

台灣食品安全促進協會



02-23123456, 88347



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛  
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM