

大骨湯之礦物質含量

陳慧君^{1,2*}、蕭寧馨¹

Mineral Content of Bone Soup

Hui-Chuen Chen^{1,2*} and Ning-Sing Shaw¹

¹Institute of Microbiology and Biochemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC

²Department of Dietetics, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan, ROC

(Received: October 18, 2004. Accepted: May 5, 2005.)

ABSTRACT Although bone soup has long been recommended as a calcium source by dieticians, there are few data concerning the calcium content of this soup. This study aimed to evaluate the feasibility of using bone soup as a calcium source by surveying the calcium content of a restaurant's and homemade bone soups and studying the effect of bone source, cooking duration, and the amount of vinegar on the calcium contents of the soups. After appropriate sample pretreatment, concentrations of calcium, magnesium, and phosphorus were measured by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometer. The average Ca concentration in restaurant's and homemade bone soups was 16.0 and 12.4 $\mu\text{g/mL}$, respectively, and there was no significant difference between the two. Calcium content significantly increased with longer cooking times, from 1.3 and 1.5 $\mu\text{g/mL}$ with 3 h of cooking to 4.3 and 4.7 $\mu\text{g/mL}$ with 11 h cooking for spareribs and femurs, respectively; however, there was no difference between the two bone sources. Compared to the soup without vinegar, adding vinegar resulted in a pH decrease of from 6 to 5 in the bone soup and a 25-fold increase in calcium concentration from 1.5 to 38.3 $\mu\text{g/mL}$. An estimation of average calcium content equivalent to a 240-mL bowl of bone soup based on these data was 9.2 mg, which is only 1% of the recommended Ca intake. In conclusion, the calcium concentration in bone soup is significantly increased by prolonged cooking and increased acidity to $\text{pH} \leq 5$; however, bone soup is not considered to be an effective Ca source based on the total Ca content.

Keywords: calcium, bone soup, cooking time, vinegar

前 言

鈣是人體含量最高的礦物質，其中 99% 存在骨骼和牙齒，1% 分佈在血清、肌肉及神經；它是骨骼及牙齒的主要成份，除負責維持肌肉和心肌正常收縮，也協助血液凝固及控制細胞膜的通透性⁽¹⁾。骨骼的組成中有機物質約佔 33%，無機物質約 67%。無機物質以 hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10} [\text{PO}_4]_6 [\text{OH}]_2$) 和磷酸鈣 ($\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$) 為主要成份。有機物質以膠原蛋白 (collagen) 為主⁽²⁾。已知飲

食營養素攝取不當會影響骨骼的代謝，造成骨質不足或流失，其中以鈣較易缺乏。

衛生署 2002 年修訂的「國人營養素參考攝取量」對鈣的建議是成年兩性每天 1000 毫克⁽³⁾，但是衛生署『國民營養健康狀況變遷調查』結果，國人 19-64 歲之鈣攝取量，男性平均為 504 毫克，女性為 496 毫克，分別僅達到建議量的 50.4% 和 49.6%⁽⁴⁾。所以提升國人的鈣攝取量是刻不容緩的課題。

含鈣豐富的動物性食物來源有乳製品、小魚干、蝦米和某些魚貝類。植物性來源有豆類、堅果類和蔬菜類⁽¹⁾。根據衛生署『國民營養健康狀況



變遷調查』結果，成人鈣的來源約有 60~70%是由深色與淺色蔬菜類、乳製品及黃豆類等所提供⁽⁵⁾。但是某些人可能因乳糖不耐症⁽⁶⁾和宗教信仰⁽⁷⁾等原因，而使奶製品的攝取量受限。大量補充鈣片時，有些人又會有便秘、脹氣等副作用⁽⁸⁾。因此營養師諮詢與設計膳食時，介紹多種含鈣豐富的食物以供選用，有助於滿足各種體質人群之需求。

除了奶製品之外，中國傳統觀念中認為煲大骨湯作湯頭，可以提供孕婦和小孩豐富鈣質。骨頭依照型態可分為緻密骨 (cortical bone) 與海綿骨 (Trabecular bone)。緻密骨位於骨骼外層，質密而光滑，比較堅硬，是骨頭強度的主因，含較多礦物質。骨骼的內層是「海綿骨」，礦物質比例較緻密骨低，硬度也較低⁽⁹⁾。緻密骨與海綿骨兩者的比例依骨骼不同而有不同，例如脊椎含 50~75% 海綿骨，而腳大骨則只有約 20%⁽¹⁰⁾。根據中式調理方法，大骨熬湯通常採用雞骨架子、豬肋骨或豬腳大骨為材料，以小火熬煮 30 分鐘以上⁽¹¹⁾。國外的研究指出，加醋烹調可以幫助骨鈣溶解釋出，其增加量會因調理的條件和骨頭材料不同而有差異⁽¹²⁻¹⁵⁾。然而中式熬製的大骨湯之鈣含量卻少有實測的報告可供參考。

因此，為了評估中式骨頭湯作為飲食鈣源的可行性，本研究進行四項實驗：(一) 分析市面上小吃店和家庭製備之大骨湯樣品的鈣含量；(二) 探討不同部位的骨頭材料對鈣溶解量之影響；(三) 探討烹調時間長短對骨頭鈣溶解量之影響；(四) 比較熬湯時加醋與否對鈣溶解量的影響。

材料與方法

一、小吃店與家庭製備之大骨湯樣本收集

小吃店大骨湯收集於臺大醫院地下餐廳小吃店和一般市面上小吃店，共得 8 個樣本。每家小吃店提供兩份高湯樣本，分別於不同時間收集。樣本收集時，先填寫一份材料與製作過程之基本問卷；高湯則待其冷卻後，量取 180 mL 骨頭湯放入耐熱袋密封後，置於 -20°C 冷凍庫保存，以供後續分析。家庭製備的大骨湯有 3 個樣本，收集步驟與小吃店一樣。

二、大骨湯製備

大骨湯的製備流程是依據『道地中國菜』食譜製作⁽¹⁶⁾。豬肋骨和豬腳大骨皆購自青映肉品公司。豬腳大骨和豬肋骨先縱切以增加骨骼暴露於湯中的表面積。將豬肋骨和豬腳大骨周邊的肉和脂肪剝除洗淨秤重，以進行以下不同的處理。

(一) 骨頭部位及烹調時間對鈣溶解量之影響

豬腳大骨和豬肋骨各秤取 2 kg。骨頭用熱水川燙，撈起洗淨，置於不銹鋼鍋中，再放入 4000 mL 冷開水中加熱至沸騰。沸騰後，改用中小火 (高湯溫度維持於約 95°C)，加蓋繼續熬煮。3 小時後，取出 180 mL 大骨湯，並記錄剩下體積。將水量加回到 4000 mL，繼續熬煮，分別於 6、9、11 小時後，重複取樣步驟。每個時間點做 2 重複。樣本冷卻後，收集於耐熱袋，置於 -20°C 冷凍庫保存，以供化學分析。

經 6、9、11 小時熬煮後，剩餘的體積分別為 3830、3280、3405、2480 mL。6、9、11 小時高湯濃度的計算公式： $(前一時間點取樣的體積 \times 前一時間的高湯濃度) + (本時間點的高湯濃度 \times 本次時間點未取樣的高湯體積) \div 本次時間點未取樣前的高湯體積$ 。

(二) 加醋對骨鈣溶解量之影響

秤取豬腳大骨 2 kg。骨頭用熱水川燙，撈起洗淨。將骨頭、4000 mL 冷開水及 80 mL 工研白醋放入不銹鋼鍋中加熱至沸騰。沸騰後，改用中小火，加蓋繼續熬煮。3 小時後，取出 180 mL 大骨湯，冷卻後，先以廣用試紙 (UNIV, pH 1-11, Advantec, Japan) 測量 pH 值，然後放入耐熱袋密封，置於 -20°C 冷凍庫保存，以供化學分析。

三、大骨湯礦物質檢測

(一) 樣品前處理

大骨湯解凍後，取 40 mL 樣品經離心處理後，取出上清液，並分別測量上清液和沉澱部份體積。上清液以去離子水定容到 40 mL 後，取 10 mL 供定量分析。沉澱物部份採用濕式灰化法分解，加入 5 mL HNO₃ 和 1 mL H₂O₂，室溫靜置反應 1 天後，添加去離子水定容為 10 mL，以供定量分析。

(二) 礦物質定量分析



煮骨頭湯之自來水及經前處理之樣本一併送清華大學貴重儀器中心進行鈣、鎂、磷之定量分析。分析儀器為感應耦合電漿原子發射光譜分析儀 (Inductively Coupled Plasma-atomic emission spectrometer, Perkin Elmer OPTIMA 3000)，分析所用波長為鈣 317.933 nm、鎂 279.079 nm、磷 231.618 nm。

四、統計分析

礦物質含量以平均值±標準差 (mean±SD) 表示。每個樣品的礦物質含量都先扣除自來水中礦物質含量。小吃店與家庭製備之間，不同骨頭部位之間，以及加醋與否之間的差異，均以 Student's t-test 統計分析。烹調時間之差異以 one-way ANOVA 和 Tukey's Honest Significant Difference (HSD) 分析。鈣溶解量隨時間之變化趨勢 (*p trend*) 以 Linear Regression 分析。統計軟體採用 SAS 電腦程式系統 (SAS 8.2, U.S.A.)，以 $p < 0.05$ 表示顯著性差異。

結 果

一、小吃店和家庭製備之大骨湯的鈣、鎂、磷含量

兩種來源之大骨湯的材料及鈣、鎂、磷濃度列於表一。小吃店熬煮大骨湯所用的骨頭材料和部位比較多樣，包括雞骨、豬骨和牛骨。家庭製備之大骨湯以豬肋骨為主要材料。小吃店和家庭式製備的大骨湯鈣濃度平均分別為 16.1 和 12.4 $\mu\text{g/mL}$ ；若湯碗的體積以 240 mL 來估算，一碗大骨湯可供應的鈣量分別為 3.9 mg 和 3.0 mg。小吃店和家庭式製備

的大骨湯之鎂濃度平均分別為 10.0 和 13.0 $\mu\text{g/mL}$ ，磷濃度平均分別為 9.2 和 16.9 $\mu\text{g/mL}$ 。兩種來源之間的鈣、鎂、磷濃度均沒有顯著性的差異，不過樣品間的濃度範圍很大，變異係數範圍分別是小吃店樣本 38% -118%，家庭製備樣本為 121-130%，以家庭製備樣本之歧異大於小吃店樣本。

二、不同豬骨頭部位與熬煮時間之影響

不同豬骨頭部位與熬煮時間對湯中鈣、鎂、磷濃度的影響分別顯示於圖一、圖二和圖三，結果顯示在任何一個時間點，以豬肋骨或豬腳大骨熬煮出來的鈣沒有顯著性差異。豬肋骨熬煮出的鎂和磷量高於豬腳大骨，但兩者沒有統計上顯著差異。

以肋骨為材料時，湯中鈣濃度隨著熬煮時間增長而有顯著增加之趨勢 ($p \text{ trend} = 0.0337$ ，圖一)，熬煮 3 小時及 11 小時的湯中鈣濃度分別為 1.3 $\mu\text{g/mL}$ 和 4.3 $\mu\text{g/mL}$ ，兩者有顯著差異 ($p < 0.05$)；但 9 小時及 11 小時的鈣濃度則沒有顯著差異。就以溶出的總鈣量來看，3、6、9、11 小時的高湯平均總鈣量分別為 5.0、7.5、10.5 及 10.5 毫克，熬煮 11 小時的高湯總鈣量顯著地高於 3 小時的高湯總鈣量 ($p < 0.05$)。鎂濃度 (圖二， $p \text{ trend} = 0.1311$) 則沒有隨熬煮時間而顯著改變。磷濃度 (圖三， $p \text{ trend} = 0.0170$) 則隨熬煮時間有增加趨勢。

以腳大骨為材料時，湯中鈣濃度隨著熬煮時間增長而有增多的現象 (圖一， $p \text{ trend} = 0.1537$)，熬煮 11 小時的鈣濃度雖然高於 3 小時，但無顯著差異。就以溶出的總鈣量來看，3、6、9、11 小時的高湯平均總鈣量分別為 5.1、6.2、10.1 及 17.8 毫克，彼此間無顯著差異。鎂 (圖二， $p \text{ trend} = 0.0051$) 及磷濃度 (圖三， $p \text{ trend} = 0.001$) 都隨著

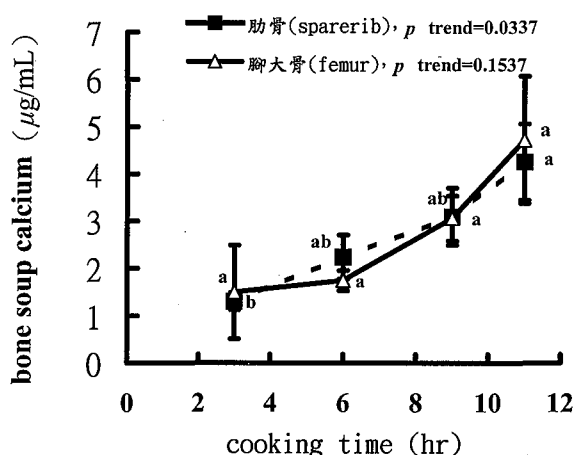
表一 小吃店與家庭式製備大骨湯中鈣、鎂、磷含量¹

Table 1. Calcium, magnesium and phosphorus contents in restaurant's style and homemade bone soups¹

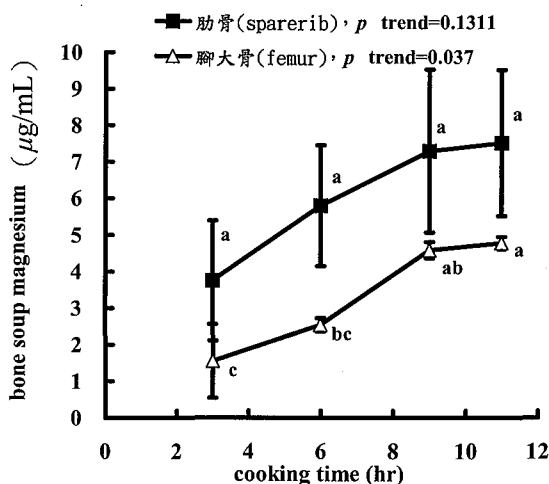
Mineral	Restaurant's style (n = 8) ²		Homemade style (n = 3) ²	
	Mean	Range	Mean	Range
Ca ($\mu\text{g/mL}$)	16.1 ± 9.0	4.3-41.6	12.4 ± 16.1	1.0-30.8
Mg ($\mu\text{g/mL}$)	10.0 ± 3.8	3.1-17.8	13.0 ± 16.2	3.6-31.7
P ($\mu\text{g/mL}$)	9.2 ± 10.8	0.3-36.5	16.9 ± 20.6	2.3-40.5

¹ Values are mean ±SD.

² Each restaurant uses different bone combination for restaurant's style soup preparation, for examples, pig's femur & chicken breast bone, chicken neck & chicken head, pig's femur & commercial chicken powder, cattle's femur & cattle's spine, pig's femur & vegetables, and pig's femur only. The main bone source for homemade style soup is pig's sparerib.



圖一 不同豬骨頭部位及烹調時間對大骨湯鈣溶解量之影響。
Fig. 1 Effect of bone source and cooking duration on calcium contents in bone soup. Values are mean ± SD (n = 2). The differences among those cooking time with different letters (a, b, c) are statistically significant (p < 0.05) in each type of bone sources. P trend represents the trend for change in calcium contents over cooking time.

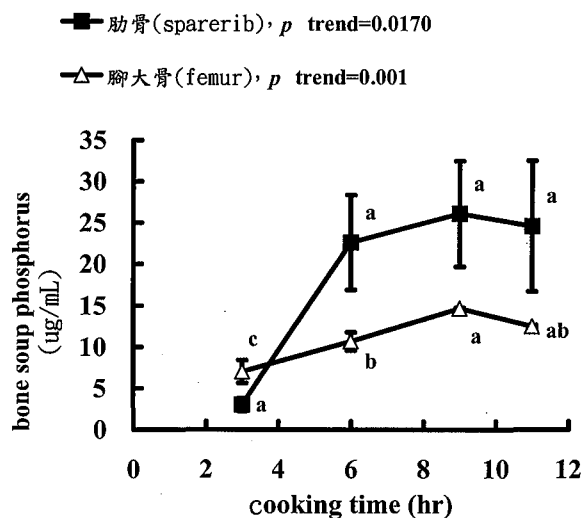


圖二 不同豬骨頭部位及烹調時間對大骨湯鎂溶解量之影響。
Fig. 2 Effect of bone source and cooking duration on magnesium contents in bone soup. Values are mean ± SD (n = 2). The differences among those cooking time with different letters (a, b, c) are statistically significant (p < 0.05) in each type of bone sources. P trend represents the trend for change in magnesium contents over cooking time.

時間增長而顯著增多，熬煮 9 小時的鎂及磷濃度都顯著高於 3 小時。

三、烹調時加醋之影響

熬煮大骨湯時，加醋與否對鈣溶解量的效應列



圖三 不同豬骨頭部位及烹調時間對大骨湯磷溶解量之影響。
Fig. 3 Effect of bone source and cooking duration on phosphorus content in bone soup. Values are mean ± SD (n = 2). The differences among those cooking time with different letters were statistically significant (p < 0.05). P trend represents the trend for change in phosphorus contents over cooking time.

於表二。加醋的大骨湯酸度升高，其 pH 值由 6 降低為 5。加醋熬煮可使大骨湯的鈣濃度由 1.5 µg/mL 增加為 38.3 µg/mL，鎂由 1.3 µg/mL 增加為 17.0 µg/mL，兩者均有顯著的增加 (p < 0.01)，但是磷濃度則沒有顯著的變化。若湯碗的體積以 240 mL 來估算，則一碗湯的鈣供應量可由 0.4 mg 增加到 9.2 mg。

討 論

一、小吃店和家庭製備之大骨湯的鈣含量比較

長久以來熬大骨湯補鈣的說法中外皆有報告，Rosen 分析牛骨湯發現，經過 24 小時熬煮，一碗牛骨湯 (250 mL) 之含鈣量僅有 1.5 毫克，與成人每日所需 1000 毫克的鈣量相距甚遠⁽¹²⁾。如果僅靠牛骨湯來補鈣，每天至少要喝 660 碗。本研究結果顯示小吃店、家庭式或實驗室製備的大骨湯以小吃店的鈣含量 41.6 µg/mL 為最高，但每 240 mL 也僅提供 10.0 mg 鈣。此結果與台灣地區食品營養成分資料庫中所列市售大骨汁的鈣含量 (9.6 mg/240 cc) 相近⁽¹⁷⁾。換言之，大骨湯約需 70 碗才能相當於一杯牛奶的鈣量 (260 mg)。此結果與之前建議喝大骨湯來補充鈣的建議有差距。目前有關建議喝



表二 烹調過程加醋與不加醋對骨頭湯之礦物質含量影響¹
Table 2. Mineral contents of bone soups with and without added vinegar¹

Minerals	Without vinegar	With vinegar
Ca (µg/mL)	1.5 ± 1.0	38.3 ± 1.8*
Mg (µg/mL)	1.3 ± 1.0	17.0 ± 0.6*
P (µg/mL)	7.0 ± 1.4	2.8 ± 0.4
PH	6	5

¹ Values are mean ±SD (n=2).

*Values are significantly different between soups with and without added vinegar at $p < 0.005$.

大骨湯補鈣的參考資料，都未註明引用的文獻來源，因此無法就其烹調方法做更深入探討⁽¹⁸⁻¹⁹⁾。現今大骨湯煮法並無一標準食譜，因此本實驗收集多家小吃店及家庭式熬煮的高湯為樣本，希望能瞭解不同煮法的鈣溶出量情形。但實驗結果顯示這些樣本的鈣含量仍有限。另外本實驗經 11 小時熬煮的大骨湯鈣濃度 (4.7 µg/mL) 較小吃店的大骨湯鈣濃度低 (16.1 µg/mL)，可能部份是因：(一) 有些小吃店大骨湯熬煮時間較本實驗長 (超過 12 小時以上)；(二) 在熬煮過程，有些小吃店會加大骨粉或雞粉以增加風味；(三) 不同小吃店用不同骨頭為材料。因此何種烹調方法可以使鈣溶出量大量增加，有待更進一步的研究。

水份蒸發多寡是會影響湯的濃稀度，所以本實驗以個別烹調時間點 (3、6、9、11 小時) 剩下的體積為基準，求出濃度。結果顯示隨著烹調時間延長，每毫升的大骨湯鈣濃度有增加趨勢。例如肋骨大骨經烹調 11 小時後，大骨湯每毫升的鈣濃度 (4.3 µg/mL) 為烹調時間 3 小時 (1.3 µg/mL) 的 3.3 倍，並達顯著差異。但相較予每日鈣攝取建議量 (1000 mg)，兩個時間的大骨湯含鈣量之貢獻分別為 0.03% (0.3 mg/240 mL) 和 0.1% (1.0 mg/240 mL)，仍是有限。

二、酸度對骨礦物質溶解影響

鈣在酸性環境的溶解度較中性環境高⁽²⁰⁾，Hankermeyer 等指出在 pH=0~2 範圍，hydroxyapatite 溶解度隨酸度增加呈直線上升⁽²¹⁾。一些報告也指出烹調帶骨食物時，醋的添加可以增加骨頭鈣質溶解量⁽¹²⁻¹⁵⁾。表三綜合整理本實驗與其他有關烹調鈣溶解量的影響研究結果。Hoh 等發現烹調糖醋小排時，添加的醋會大幅度地增加鈣溶解量⁽¹³⁾，

高達到 0.6 g / 173.8 g 糖醋小排。在室溫下，Rosanoff 及 Calloway 將雞骨頭浸泡於醋中 8 天，發現浸泡液中有大量的鈣質 (4.4 mg/g 溶液)⁽¹⁴⁾。但是，後來陸續的研究報告及本研究結果都比上述兩個研究所得的鈣量低^(12,15,22)。中國廣東地區的產婦傳統上會食用薑醋湯 (ginger vinegar soup)，這是將骨頭長時期浸入薑醋汁內，定期加熱煎煲，促進骨鈣溶解，但定量結果鈣含量僅為 4.7 mg / 100 mL⁽²²⁾。Hadfield 以雞翅膀為高湯材料，分成加醋 (60 mL) 及未加醋兩種湯品，每種湯品依骨頭重量和烹調時間不同分成 4 種高湯，結果顯示加醋的骨頭湯 pH 值由中性變成弱酸 (pH=5.66)，其中以 2 磅骨頭加醋熬煮 2 小時所得的鈣量最高 (11.2 mg / 240 mL)⁽¹⁵⁾，而加醋與否對骨頭鈣的溶解量沒有顯著影響。但當 Rosen 用牛骨頭為材料，與蔬菜一起烹調 24 小時後，湯的酸度 (pH=4.48) 及鈣量 (38.8 mg / 250 mL) 都增加⁽¹²⁾。本研究實驗結果顯示當加醋 80 mL 使大骨湯 pH 值偏酸 (pH = 5)，其鈣濃度可增加 25 倍。所以造成之前研究骨鈣溶解量之差異，可能部份是因酸度不同 (pH 3.2 ~ 7.06) 所引起^(12,15)。綜合上述的研究，當湯中 pH 值降至 5 時，骨頭鈣的溶解量才會顯著增加。但是骨頭湯的鈣濃度仍然偏低，並非豐富的鈣質來源。

二、不同豬骨頭部位與熬煮時間之影響

Rosen 的研究顯示在中性環境，大骨湯的鈣濃度未隨著時間延長而增加。但在酸性環境 (pH = 4.5) 時，骨頭湯的鈣濃度隨著時間改變而增加⁽¹²⁾。本實驗結果也發現豬肋骨鈣溶解量隨著熬煮時間增長而有顯著增加趨勢。除了 pH 值，影響骨頭 hydroxyapatite 溶解的因素還有溫度、滲透壓、攪拌與否及骨頭暴露的表面積⁽²¹⁾。雖然肋骨和腳大

表三 烹調對骨鈣溶解量的影響

Table 3. The effects of various cooking conditions on the calcium solubility of bone dish.

食品項	骨頭來源 & 樣本數	材料處理	最後溶 液 pH 值	製備流程 & 烹調時間	結果 ¹	Reference
雞骨泡醋 n = 3	雞骨 (2-3 根)	1. 浸泡在 120 mL 醋	NA ²	(1) 室溫下, 浸泡 8 天	3.9 mg/g	Rosanoff et al. (14)
		2. 浸泡在 120 mL 醋	NA	(2) 室溫下, 浸泡 28 天	4.4 mg/g	
薑醋湯 n = 22	豬腳 (1.2 kg) N=22	薑炒後, 加醋 3 kg 煮 2-3 小時。每隔 3-7 天加熱一次。	NA	將薑醋湯倒入豬腳中加熱 至沸騰。視需要不定期再 加熱。	Median: 46.5 µg/mL	Chan et al. (22)
糖醋小排 n = NA ²	肋骨 (150-180 g)	小排切成約 4.3 cm 大小。加入 75 mL 醋一起烹調。	NA	低溫下, 烹調 50 - 60 分鐘。	3.2 mg/g 糖醋 小排 (包含小 排和糖醋汁)	Hoh et al. (13)
雞高湯 n = NA	1. 雞翅膀 (0.9 kg) 2. 雞翅膀 (0.9 kg) 3. 雞翅膀 (1.8 kg) 4. 雞翅膀 (1.8 kg)	(1) 不加醋	6.95	在 93°C 下, 煮 2 小時	28.2 µg/g 雞湯	Hadfield et al. (15)
		(2) 加醋 60 mL	5.58	在 93°C 下, 煮 2 小時	47.3 µg/g	
		(1) 不加醋	6.96	在 93°C 下, 煮 6 小時	26.4 µg/g	
		(2) 加醋 60 mL	5.69	在 93°C 下, 煮 6 小時	35.8 µg/g	
大骨湯 n = 2	1. 豬腳大骨 (2 kg) 2. 豬肋骨 (2 kg)	(1) 不加醋	6	在 95°C 下, 煮 3 小時	1.50 µg/mL	本次研究結 果
		(2) 加醋 80 mL	5	在 95°C 下, 煮 3 小時	38.3 µg/mL	
		不加醋		在 95°C 下, 煮 11 小時	4.3 µg/mL	
大骨湯 n = NA	1. 牛頸椎骨 2. 牛頸椎骨 & 蔬菜	骨頭縱切, 加水熬	7.06	在 87-92°C 下, 熬煮 24 小時	6 µg/mL	Rosen et al. (12)
		煮骨頭縱切, 加入 蔬菜一起烹調	4.48	在 87-92°C 下, 熬煮 24 小時	155.2 µg/mL	

¹ 所有研究結果換算成以 mg/g, µg/g 或 µg/mL 表示。

² NA: data not available.

骨的海綿骨和緻密骨分布不同, 但鈣溶解量並沒有顯著差異, 可能原因之一是本實驗的大骨湯酸度不足之故。此外本研究中並未測量膠原蛋白的濃度, 但是不論肋骨或腳大骨, 熬煮時間超過 6 小時後, 冷卻的湯品都會形成明顯的膠狀物, 表示有機物的溶解度增多。

骨骼的礦物質除了鈣以外, 還有磷、鈉、鉀、鎂等, 所以本研究中同時測量鎂和磷濃度, 結果可見鎂和磷的溶解度也受酸度和加熱時間影響。加醋後, 磷濃度下降, 鎂濃度上升。本實驗鈣磷比值上升, 鎂濃度增加, 但整個高湯內的含量仍有限, 因此加醋之高湯是否對鈣的吸收與利用有益, 有待更深入探討⁽²³⁾。

綜合以上結果可知, 大骨湯的鈣濃度會受酸度和烹調時間影響, 加醋使 pH 降到 5 或是熬煮時間

9 小時以上, 都可以增加鈣的溶解量, 但是其量仍然偏低。所以未來研究應朝著不同烹調條件設計, 以期大量地增加鈣溶出量。但在尚未發現最適合烹調方法之前, 不宜大力推薦, 以免誤導民眾, 延誤了骨骼之保健。

誌 謝

本研究感謝所有提供大骨湯的店家及同仁, 並感謝本單位同事孫萍及林京美和蔡宜芬的協助。

參考文獻

1. 黃伯超、游素玲 (1992) 營養學精要, 第一版, pp176-179, 健康文化事業股份有限公司, 台北市。



2. Boskey AL (1988) Calcified tissues: chemistry and biochemistry. In: Calcium in Human Biology (Nordin BEC, eds) . pp 171-186, Springer-Verlag, New York.
3. 行政院衛生署 (2002) 國人營養素參考攝取量。行政院衛生署, 台北市。
4. 行政院衛生署 (1999) 國民營養現況 1993-1996 國民營養健康狀況變遷調查結果。修訂版, 行政院衛生署: 台北市。
5. 吳幸娟、張雅惠、張新儀、潘文涵 (2001) 台灣地區成人攝入礦物質 (鈣、磷、鈉) 之食物來源-1993-1996 國民營養健康狀況變遷調查結果。中華醫誌: 142-158。
6. Jarvis JK and Miller GD (2002) Overcoming the barrier of lactose intolerance to reduce health disparities. J Nat Med Assoc 94 : 55-66.
7. Kwok TC, Chan TY and Woo J (2003) Relationship of urinary sodium/potassium excretion and calcium intake to blood pressure and prevalence of hypertension among older Chinese vegetarians. Eur J Clin Nutr 57: 299-304.
8. The MedMaster™ Patient Drug Information database (2004) Calcium Carbonate. The American Society of Health-System Pharmacists Inc., Bethesda, Maryland. (<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/druginfo/medmaster/a601032.html>) .
9. 周德程 (1989) 解剖生理學, 第二版, pp 93-99, 昭仁出版社, 台北市。
10. Reck RR (1991) Embryology, anatomy, and microstructure of bone. In: Disorders of Bone and Mineral Metabolism. pp 224-227, Raven Press, New York.
11. 梁淑榮 (1986) 家庭簡易美食, pp 19, 躍昇文化事業有限公司, 台北市。
12. Rosen HN, Salemm H, Zeind AJ, Moses AC, Shapiro A and Greenspan SL (1994) Chicken soup revisited: calcium content of soup increases with duration of cooking. Calcif Tissue Int 54: 486-488.
13. Hoh PW, Williams JC and Pease CS (1934) Possible sources of calcium and phosphorus in the Chinese diet. J Nutr 7: 535-546.
14. Rosanoff A and Calloway DH (1982) Calcium source in Indochinese immigrants. N Engl J Med 306: 239-240.
15. Hadfield LC, Beard LP and Leonard-Green TK (1989) Calcium content of soup stocks with added vinegar. J Am Diet Assoc 89: 1810-1811.
16. 蘇欣潔 (2002) 道地中國菜學習百科, pp 225, 貓頭鷹出版社, 台北市。
17. 傅偉光、陳秀瑩、仇志強、陳景川合編 (1997) 台灣地區食品營養成分資料庫, pp 158-159, 行政院衛生署, 台北市。
18. 周薇麗 (2002) 高鈣成長套餐 - 存骨本防骨鬆, pp 13 -15, 出版菊文化, 台北市。
19. 王馨世、王家璋、宋永魁、李克怡、李奇龍、周松男、顏志峰、徐瑞祥、洪秀勳、林惠君彙編 (2004) 更年期問答集, pp 26, 中華民國更年期協會, 桃園縣。
20. Recker RR (1985) Calcium absorption and achlorhydria. N Engl J Med 313: 70-73.
21. Hankermeyer CR, Ohashi KL, Delaney DC, Ross J and Constantz BR (2002) Dissolution rates of carbonated hydroxyapatite in hydrochloric acid. Biomaterials 23:743-750.
22. Chan SM, Nelson EAS, Leung SSF, Cheung PCK and Li CY (2000) Special postpartum dietary practices of Hong Kong Chinese women. Eur J Clin Nutr 54: 797-802.
23. Wyshak G (2000) Teenaged girls, carbonated beverage consumption, and bone fractures. Arch Pediatr Adolesc Med. 154:610-613.

大骨湯之礦物質含量

陳慧君^{1,2*} 蕭寧馨¹

¹ 台灣大學微生物與生化學研究所

² 台灣大學醫學院附設醫院營養部

(收稿日期：93年10月18日。接受日期：94年5月5日)

摘要 雖然大骨湯長久以來被營養師建議為飲食鈣質來源之一，但有關大骨湯鈣含量的研究有限。故本研究經由分析市面小吃店和家庭製備大骨湯鈣含量及探討骨頭材料、烹調時間長短和加醋與否對骨鈣溶解量的影響，以評估中式骨頭湯作為飲食鈣源的可行性。樣品經由適當前處理，用感應耦合電漿原子發射光譜分析儀測定鈣、鎂及磷濃度。結果顯示，小吃店和家庭製備骨頭湯鈣濃度平均分別為 16.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 12.4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，但兩者無顯著差異。隨著烹調時間延長，骨頭湯鈣濃度顯著的增加。豬肋骨骨頭湯和豬腳大骨湯鈣濃度分別由 3 小時的 1.3 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 1.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 增加到 11 小時的 4.3 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和 4.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。與未加醋的大骨湯相比較，加醋大骨湯的 pH 值由 6 降到 5；鈣濃度增加 25 倍，由 1.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 增加至 38.3 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。據上述結果，若湯碗的體積以 240 mL 估算，一碗大骨湯可供應的平均鈣量為 9.2 mg，相當於每日鈣建議量的 1%。綜合以上結果，大骨湯的鈣濃度隨著烹調時間延長和酸度 ($\text{pH} \leq 5$) 增加都可顯著地提高；然而，依據湯中所含的總鈣量來看，大骨湯不是一有效地鈣源。

關鍵詞：鈣、大骨湯、烹調時間、醋

