

食用市售油脂對小白鼠血清中膽固醇及三酸甘油酯濃度的影響

郭碧照 蔣思澈* 李茂盛** 徐成金***

本實驗設計，是依照國人使用烹調用油的習慣，採用市售的玉米油、沙拉油、清香油及混合油（沙拉油及清香油各半），按美國實驗動物小白鼠的飼料配方（AIN-76），而在油脂部分以上述四種市售油脂代替，以這樣的飲食實驗設計，餵食實驗小白鼠九個星期。目的為測得此四種實驗油脂對小白鼠血清中膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇、MDA（malondialdehyde）濃度的影響。實驗結果血清中總膽固醇、三酸甘油酯的值四組均沒有差異（ $P>0.05$ ）。而高密度脂蛋白膽固醇顯示，玉米油組高於清香油組（ $P<0.05$ ），玉米油組高於油拉油組（ $P<0.05$ ），混合油組高於沙拉油組（ $P<0.05$ ）。各個不同實驗油脂組別中，膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇、MDA數值，均只有總膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值呈現統計相關，再以簡單直線迴歸統計法檢定，得知混合油組總膽固醇量與高密度脂蛋白膽固醇量之間的相關性最強。有關脂質過氧化的反應即MDA的濃度，玉米油組高於清香油組（ $P<0.05$ ）。故在玉米油、沙拉油、清香油及混合油等四種國人家家庭習慣使用的烹調用油，混合油的組成似乎對小白鼠的脂質代謝有異於其他油脂的作用。

關鍵字：玉米油，沙拉油，清香油，混合油，膽固醇，三酸甘油酯。

前 言

飲食中的脂肪（fat）在營養上扮演一個很重要的角色，在人體中的功能如提供熱能、作為脂溶性維生素的攜帶者，維持體溫功能等⁽¹⁾，對維持正常生長與發育、健康身體是必須的，對改善食物的味道亦有不可忽視的影響⁽²⁾。但若攝食過多脂肪也有其負面的影響，如易導致肥胖症、心血管疾及某些種類的癌症等。近年來經濟的發展促使社會飲食型態的

改變，且隨著科技的發展，營養知識也隨之大為進步，使人類更深入認識飲食與疾病間的密切關係，尤其在脂肪及脂肪酸的代謝上有很多重大的發現，例如低密度脂蛋白受體（low density lipoprotein receptor）與膽固醇（cholesterol）的代謝，n-3系列的多不飽和脂肪酸（n-3 polyunsaturated fatty acid）代謝與功能，脂肪酸影響血脂濃度等等⁽³⁾，這些資料都使人們重新考慮脂肪酸的需要量及攝食脂肪及脂肪酸的組成，以期降低疾病罹患率及加強保健的目的。

中山醫學院護理系

* 中山醫學院醫技系

** 李茂盛婦產科醫院

*** 中山醫學院營養學系

飲食會影響血清膽固醇的濃度是很久以前就已確認的，大約在八十多年前就有很多研究顯示攝取高量膽固醇食物是嚴重高膽固醇（mass hypercholesterolemia）及動脈粥狀硬化（atherosclerosis）的原因，也在許多動物及非人類的靈長類發現這樣的反應。許多研究者也相信在富裕社會中高膽固醇飲食對冠狀動脈心臟疾病的高流行率是很重要的⁽⁴⁾。在流行病學研究上，keys及Castelli等人的研究中^(4,5)，發現攝入飽和脂肪酸與血清膽固醇相關，高膽固醇發生在食用富含飽和酸的飲食中；低膽固醇的人群吃高醣類或單不飽和脂肪酸，在這個研究人口中，並沒有發現習慣攝食大量多不飽和脂肪酸者。

存在食物中最主要的單不飽和脂肪酸，如oleic acid (n-9, cis 18:1)，在許多研究^(6,7)中一致指出oleic acid取代palmitic acid時會降低血漿中的總膽固醇；若低密度脂蛋白受體的活性是主要變數，則oleic acid可確信對低密度脂蛋白的活性表現沒有影響。

多不飽和脂肪酸中的linoleic acid (18:2)，早期研究包括Kinsell等人⁽⁸⁾及Ahrens等人⁽⁹⁾就顯示植物油富含linoleic acid，取代飽和脂肪酸能降低血清膽固醇，Keys等人⁽⁶⁾及Hegsted等人⁽¹⁰⁾則建議linoleic acid比oleic acid或醣類更可降低總膽固醇量。但Chang等人⁽¹¹⁾以中國人飲食（P/S比值等於1.0與美國人飲食中脂肪P/S值等於0.4）為基礎，研究飲食中大量的單不飽和脂肪酸（使用oleic acid）並未降低血漿膽固醇，卻會使血漿三酸甘油酯升高，尤其是極低密度脂蛋白之三酸甘油酯上升。故由以上可知飲食組成、攝食過多熱量與低密度脂蛋白膽固醇濃度是有其相關性的。

飲食中脂肪所影響的高密度脂蛋白膽固醇濃度，會因脂肪中脂肪酸的不同而異，高脂肪飲食中如有適當的脂肪酸混合才會與高密度脂蛋白濃度相關^(4,12,15)。

脂質暴露在氧氣中會發生過氧化作用（peroxidation），會造成食物的酸敗（rancidity），使自由基產生（free radical）繼而造成組織的傷害，引發粥狀動脈硬化、癌症、發炎、老化等疾病^(12,13)。

而飲食中大量攝取多不飽和脂肪酸可能會超過保護身體正常的抗氧化作用^(13,14)。脂質過氧化的終產物是Malondialdehyde (MDA)，可利用其終產物MDA以瞭解其氧化程度，

氧化程度越高，則油脂酸敗程度越高。

近二十年來，我國因為經濟快速發展，在越來越富裕的社會中，飲食型態因生活習性的改變與傳統飲食習慣有很大的變更，基於現實生活品質與健康論點，本研究就國人習慣攝食烹調用油包含市售的沙拉油、清香油、玉米油、混合油（沙拉油與清香油各半），餵食本實驗設計四組不同的小白鼠，以探討血清中所含的膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇及脂質過氧化的終產物Malondialdehyde (MDA)濃度變化，以瞭解各種油脂中飽和脂肪酸、單不飽和脂肪酸、多不飽和脂肪酸所帶來的影響。

材料與方法

一、實驗動物

採ICR品系之雄性小白鼠六十隻（購自台灣大學實驗動物中心），隨機分成四組，每組十五隻。各組進行實驗前體重分別為：A組19.54±2.04，B組19.75±1.76，C組19.13±2.4，D組19.21±1.89，（單位：公克，平均值±標準差）。經檢算在生物統計上無差異性。動物的飲食量每日每隻5.5公克，水不限制。因不同組別分四籠飼養，於室溫25°C、十二小時照光的實驗動物室。每週測量體重並記錄之，飼養九週後，斷頭犧牲採血。採血前禁食十二小時，當天斷頭採血，取其血清，做各項分析。

二、飼料

本實驗所用的飼料是不含油脂的半純化飼料（購自美國營養學會，American Institute of Nutrition Diet, AIN-76），成分如表一。分別加入下列四種油脂，包括玉米油、清香油、沙拉油、混合油（沙拉油與清香油各半），其中所含飽和脂肪酸、單不飽和脂肪酸、多不飽和脂肪酸之百分比如表二。將粉狀半純化飼料與上述油脂（占5%）均勻混合，成分如表三。

三、血清生化值的分析

(一)總膽固醇之測定

係依據Trinder reaction⁽¹⁶⁾，使用cholesterol-V Kit（榮研化學株式會社出品）操作。在血清的cholesterol esterase作用，形成了cholesterol和fatty acid，此cholesterol和原來血清中的cholesterol oxidase轉化成cholesterol

和hydrogen peroxide, hydrogen peroxide再與4-amino antipyrine及4-chlorophenol反應, 於peroxidase存在下生成紅色複合物, 於波長500nm下測其吸光度。

(二)三酸甘油酯之測定

係依Bucolo等人之方法⁽¹⁷⁾, 使用Triglyzme-V Kit (榮研化學株式會社出品) 操作。

首先以lipase將Triacylglyceride水解為glycerol和fatty acid, 其中glycerol和glycerol kinase反應, 而INT (iodonitrotetrazolium) 為一紅色染料, 當其變為無色時為終點, INT在波長500 nm可測得吸光度, 其吸光度消失和Triacylglyceride之量成正比。

表一 半純化飼料之組成分

American Institute of Nutrition AIN-76 Semipurified Diet Rat or Mouse
COMPOSITION:

Casein Purified High Nitrogen	20.0%
DL-Methionine	0.3%
Sucrose	50.0%
Corn Starch	15.0%
Alphacel, Non-Nutritive Bulk	5.0%
Choline Bitartrate	0.2%
AIN Mineral Mix	3.5%
AIN Vitamin Mix	1.0%

表二 各組實驗油脂含飽合脂肪酸、單不飽合脂肪酸、多不飽合脂肪酸所佔的百分比

Fatty Acid Composition of Various Experimental Oil

Fatty Acid	Various Experimental Oil			
	*CO	*SO	**FO	BO
	g/100g fatty acids			
14 : 0	—	0.1	1.7	0.9
16 : 0	10.9	10.3	19.5	14.9
18 : 0	1.8	3.8	4.5	4.2
Total saturated	12.7	14.2	25.7	20.0
16 : 1 (n-7)	—	0.2	3.5	1.9
18 : 1 (n-9)	24.2	22.8	52.1	37.4
Total monounsaturat	24.2	23.0	55.6	39.3
18 : 2 (n-6)	58.0	51.0	15.7	33.4
18 : 3 (n-3)	0.7	6.8	2.9	4.8
Total polyunsaturat	58.7	57.8	18.6	38.2

*CO, corn oil; SO, soybean oil; Fo, flavor oil; BO, blend oil.

Source: *Manual of diet in R.O.C., Department of Health Executive Yuan (1988).

**Wei Lih food industrial CO. LTD.

表三 各組實驗飲食所含成份表

The Composition of Experimental Diet

ingredient	Experimental Diet (Amount, % by weight)			
	CO	BO	FO	SO
Corn oil	5	—	—	—
Blend oil	—	5	—	—
Flavor oil	—	—	5	—
Soybean oil	—	—	—	5
Casein purified				
high nitrogen	20	20	20	20
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Sucrose	50	50	50	50
Corn starch	15	15	15	15
Cholin chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Vit mix	1	1	1	1
Mineral mix	3.5	3.5	3.5	3.5

※CO, corn oil; SO, soybean oil; FO, flavor oil; BO, blend oil.

(三) 高密度脂蛋白膽固醇之測定

依據Burnstein⁽¹⁷⁾等人之方法定量，使用HDL-C55 Kit (榮研化學株式會社出品) 操作。利用Dextran sulfate和Magnesium由血清定量沈澱，使HDL分離，再用酵素實驗法，在含HDL-C的上澄液中測出其值。

四、TBA (Thiobarbiturate acid) 之測量法

以脂質過氧化的分解產物，來監測脂質過氧化之程度。以Thiobarbiturate acid與所分解產物(醛類)反應，以Malondialdehyde作標準物，定量脂質過氧化的程度⁽¹⁸⁾。

五、統計分析法

所有數據分析使用SAS統計軟體。數據的表示以平均值±標準差(Mean±Standard Deviation)。統計方法以單因子變異數分析(One-Way analysis of variance)及薛費氏事後比較法(Scheffe's method for multiple comparisons)比較各組組間的差異。各組不同生化值相關以pearson correlation及簡單線性迴歸檢定。

結 果

一、體重的增加

四種實驗老鼠，包括飼餵玉米油、清香油、沙拉油、及混合油，自飼養第一週起至第九

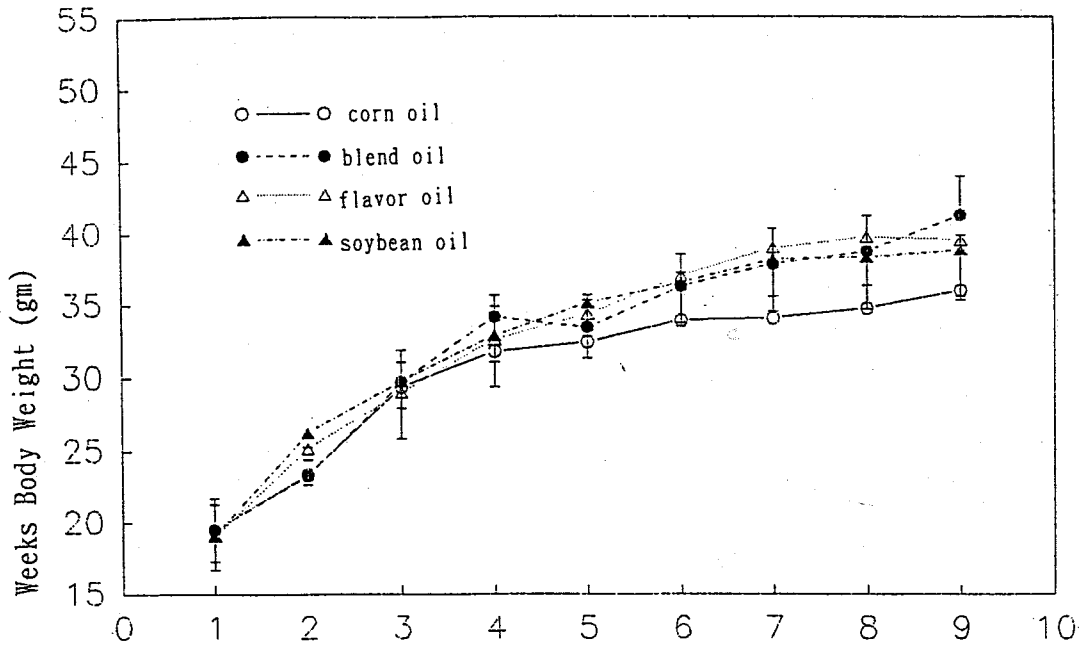
週的體重變化如圖一所示。在開始飼養的第一週時，各組體重並無統計上的差異。第二週沙拉油組老鼠體重高於玉米油組、混合油組，達統計顯著差異($P < 0.01$)。在第三、四、五、六週四組老鼠體重均無差異($P > 0.01$)。在第七及第八週玉米油組老鼠體重顯著低於混合油組、清香油、及沙拉油組($P < 0.01$)，即表示四組實驗老鼠以玉米油組的體重最輕。第九週玉米油組體重雖然仍低於清香油組及沙拉油組，但未達統計差異；第九週玉米油組體重低於混合油組，達統計顯著差異($P < 0.01$)。

二、血清膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇、MDA的濃度及Risk ratio (即total cholesterol/HDL-C) 實驗老鼠不同組別的血清膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇及MDA的濃度，如表四所示。

首先看血清膽固醇濃度，以混合油組最高，沙拉油組最低，但未達統計差異。

血清中三酸甘油酯濃度，以混合油組最高，玉米油組最低，但也未達統計差異。

有關高密度脂蛋白膽固醇濃度，四組實驗老鼠比較，以玉米油組量最高；其中達統計顯著差異者($P < 0.05$)為：玉米油組高於清香油組，玉米油高於沙拉油組，混合油組高於沙拉油組。



The weekly weight change of using various experimental oil

圖一 各組實驗小白鼠在實驗期間體重的變化

表四 四組不同實驗由小白鼠血清生化值結果

The effect of four different fat sources on the serum concentration of cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein-cholesterol, malonaldehyde.

measure	corn oil	blend oil	flavor oil	soybean oil
Chol (mg/dl)	191.69 ± 32.33 ^A	213.67 ± 38.51 ^A	196.76 ± 34.07 ^A	178.53 ± 34.66 ^A
TG (mg/dl)	174.17 ± 63.99 ^A	239.23 ± 51.25 ^A	227.48 ± 67.04 ^A	210.71 ± 67.77 ^A
HDL-C (mg/dl)	132.23 ± 24.42 ^{AB}	126.65 ± 22.31 ^{ABC}	106.12 ± 22.28 ^{BCD}	89.85 ± 21.86 ^{BCD}
MDA (n mol/ml)	12.64 ± 5.94 ^A	10.34 ± 4.35 ^{AB}	6.52 ± 1.66 ^B	9.88 ± 3.24 ^{AB}
Chol/HDL-C	1.47 ± 0.22 ^{AB}	1.17 ± 0.14 ^{BC}	1.88 ± 0.25 ^C	2.04 ± 0.38 ^{CD}

※Chol, cholesterol; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol; MDA, malonaldehyde.

Values are mean ± SD. (Every group are 15 mice)

Means in the same horizontal row with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

以MDA為指標的脂質過氧化濃度以玉米油組最高，混合油組居次，沙拉油組第三，清香油組最低。其中達統計顯著差異者為：玉米油組高於清香油組 ($P < 0.05$)。

至於其Risk ratio (即total cholesterol/HDL-C)，以沙拉油組最高，混合油組最低。統計上有顯著差異者 ($P < 0.05$) 為：清香油組高於玉米油組，沙拉油組高於玉米油組，沙拉油組高於混合油組。

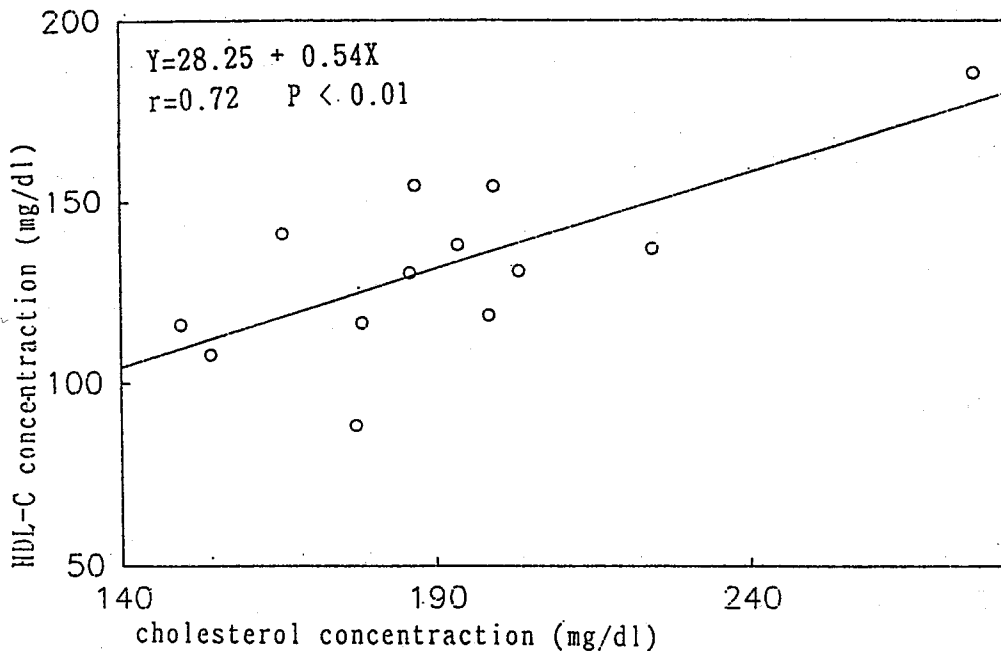
為求得每一實驗油組其血清膽固醇、三酰甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇及MDA間是否有相關，採用pearson correlation統計法所得的相關矩陣，均只呈現血清膽固醇與高密度脂蛋白膽固醇兩者的相關性 ($P < 0.01$)。

所以進一步分別將玉米油組、混合油組、清香油組、沙拉油組的血清膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值以簡單直線迴歸法檢定，所得結果均達統計顯著差異 ($P < 0.01$)。圖二所示，為玉米油組的血清膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值的線性迴歸圖，其F值為11.57，P值為0.006， R^2 值為0.51；即膽固醇濃度每增加一單位，高密度脂蛋白膽固醇值就增加0.54

個單位。圖三所示，為混合油組的血清膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值的線性迴歸圖，其F值為43.91，P值為0.0001， R^2 值為0.77；即膽固醇濃度每增加一個單位，高密度脂蛋白膽固醇值就增加0.51個單位。圖四所示，為清香油組的血清膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值的線性迴歸圖，其F值為28.74，P值為0.0002， R^2 值為0.71；即膽固醇濃度增加一個單位，高密度脂蛋白膽固醇值就增加0.55個單位。圖五所示，為沙拉油組的血清膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值線性迴歸圖，其F值為10.58，P值為0.006， R^2 值為0.45；即膽固醇濃度增加一個單位，高密度脂蛋白膽固醇值就增加0.42個單位。

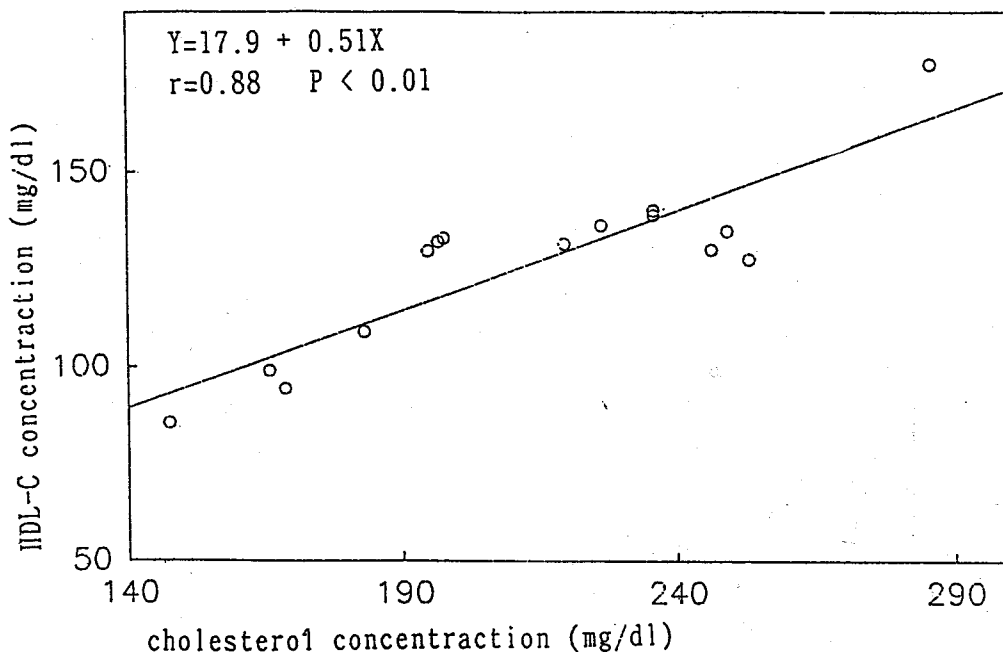
討 論

本實驗設計用來測試飲食中不同油脂，對於脂肪代謝上的影響，採用市售的玉米油、沙拉油、清香油、混合油（沙拉油與清香油各半），目的是為了瞭解上述市售各種油脂對小白鼠代謝後血清脂質濃度的影響。實驗所用的玉米



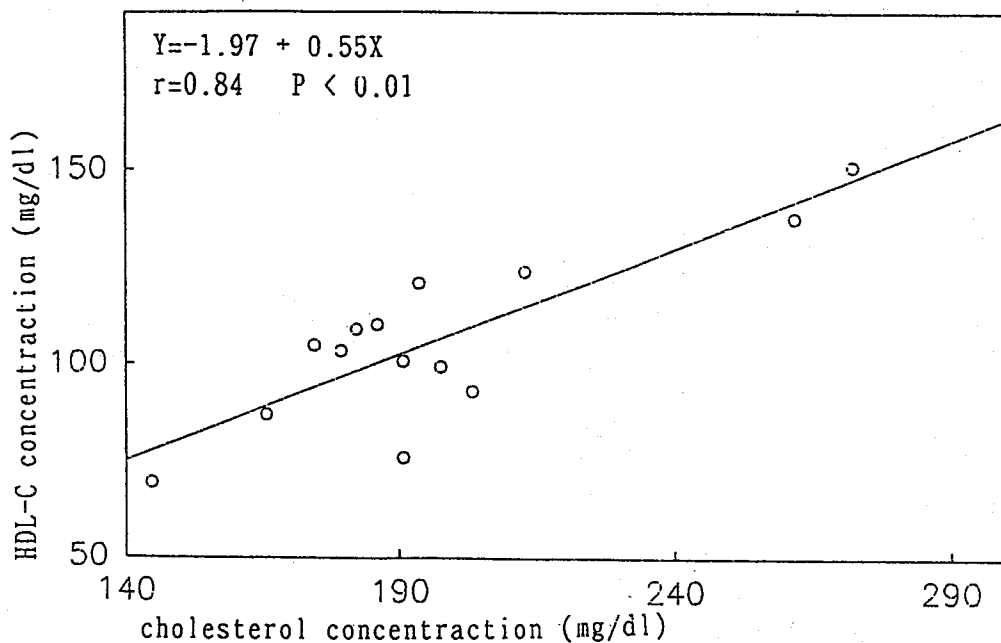
The simple liner regression of serum Chol and HDL-C for the mice which fed corn oil

圖二 玉米油組小白鼠血清中膽固醇與高密度脂蛋白膽固醇濃度之簡單線性迴歸圖



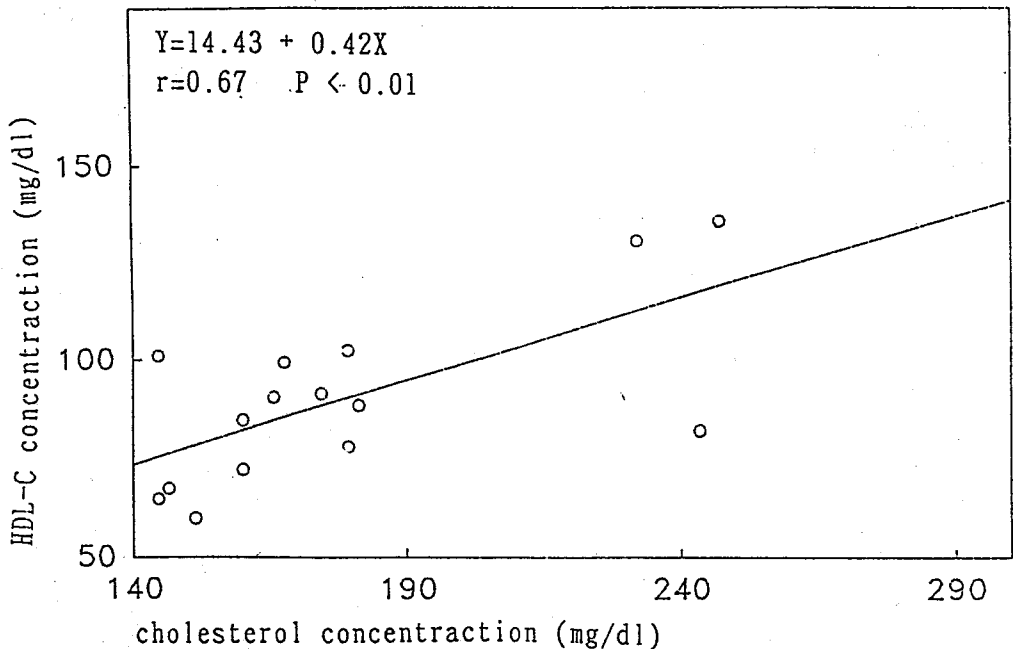
The simple liner regression of serum Chol and HDL-C for the mice which fed blend oil

圖三 混合油組小白鼠血清中膽固醇與高密度脂蛋白膽固醇濃度之簡單線性迴歸圖



The simple liner regression of serum Chol and HDL-C for the mice which fed flavor oil

圖四 清香油組小白鼠血清中膽固醇與高密度脂蛋白膽固醇濃度之簡單線性迴歸圖



The simple liner regression of serum Chol and HDL-C for the mice which fed soybean oil

圖五 沙拉油組小白鼠血清中膽固醇與高密度脂蛋白膽固醇濃度之簡單線性迴歸圖

油及沙拉油，出品廠家均強調其成分是天然植物油，含百分之百的玉米油及大豆油，這兩種油脂以富含多不飽和脂肪酸居多（玉米油占58.7%，沙拉油占57.8%）。至於清香油是經過調配的油脂，其中以豬油提煉出來oleic acid占最多，為52.1%，就整個脂肪酸成分而言，以單不飽和脂肪酸占55.6%最多。而混合油是將沙拉油與清香油各取一半混合使用，是鑑於國人的用油習慣，在烹調食物時往往會有與食物中油脂混合的現象，也曾在本實驗預實驗中已發現混合油對於血清中膽固醇、三酸甘油酯有升高的情形⁽¹⁰⁾，同時也因各種烹調用油所組成脂肪酸的不同，尤以大豆沙拉油與清香油對於oleic acid的差異最大，故選此兩種油脂做混合。以上設計，都是國人習慣採用的烹調用油。

而Keys、Anderson及Grande等人⁽⁶⁾和Hegsted等人⁽¹⁰⁾探討主要營養素對人類血清中膽固醇的影響所做的一系列調查結果，單不飽和脂肪酸不會改變總膽固醇量，飽和脂肪酸可升高血清中膽固醇的濃度，多不飽和脂肪酸會降低膽固醇的濃度。另有許多研究一致指

出^(6,7,10)出oleic acid取代palmitic acid會降低血漿中總膽固醇的量。Kinsell等人⁽⁸⁾及Ahrens等人⁽⁹⁾研究中linoleic acid取代飽和脂肪酸會降低血清膽固醇。本研究以玉米油、沙拉油、清香油及混合油餵食小白鼠，測試其血清中膽固醇的變化，結果四組實驗油並無顯著差異。本實驗油脂中玉米油及沙拉油是富含多不飽和脂肪酸，清香油富含單不飽和脂肪酸，雖然所含脂肪酸種類比例不同，結果並沒有差異。Chang等人⁽¹¹⁾以兩種不同的飲食分別為富含單不飽和脂肪酸（62%）及富含飽和脂肪酸（39%）加上多不飽和脂肪酸（39%）兩種飲食給年輕男性人類使用，結果血清膽固醇量也沒有差異。Khosla等人⁽¹⁸⁾以Rhesus monkey做實驗，給與高linoleic acid的油脂及高oleic acid油脂，結果兩組中血清膽固醇也沒有差異，前人的兩個實驗結果與本實驗結果相同。

Hill等人⁽²²⁾研究指出飽和脂肪酸無法升高血清中三酸甘油酯，但中鏈飽和脂肪酸例外，它會如同醴類般升高三酸甘油酯的濃度。有關單不飽和脂肪酸，相關研究⁽²³⁾指出飲食含高量的oleic acid，與飽和脂肪酸比較，並不

會增加三酸甘油酯的量。在多不飽和脂肪酸中，Grundy⁽²⁴⁾及Chait等人⁽²⁵⁾指出某些高三酸甘油酯的病人使用linoleic acid，會減輕三酸甘油酯的濃度。但Mattson等人⁽²⁶⁾的實驗，給高三酸甘油酯病人攝食高量的linoleic acid，並無低三酸甘油酯的反應。本實驗使用上述不同的實驗油脂，結果發現在血清中的三酸甘油酯濃度並沒有差異。khosla等⁽¹⁸⁾以Cebus monkey做實驗，餵與高linoleic acid的油脂、高oleic acid油脂及高飽和脂肪酸的棕櫚油，結果三組血漿中三酸甘油酯的量並沒有差異，與本實驗結果相同。但Chang等⁽¹¹⁾研究卻發現給與富含單不飽和脂肪酸飲食者比富含飽和脂肪酸加多不飽和脂肪酸飲食者之血清三酸甘油酯濃度較高，與本實驗結果不同，因Chang等研究是以人體為實驗對象，而本實驗則是以小白鼠為實驗對象，由於實驗對象不同，其對脂質之代謝也不盡相同；另Chang等研究中所給予的飲食是以相等的P/S ratio情形下分高P+M/S ratio飲食及低P+M/S ratio飲食，而本實驗各組飲食之P/S ratio並不一致，故其結果並不一致。

Bonanome等⁽²²⁾研究指出當飲食中富含脂肪及飽和脂肪酸，尤其以palmitic acid及stearic acid會使高密度脂蛋白膽固醇濃度升得很高。而以多不飽和脂肪酸代替飽和脂肪酸，並不會減低高密度脂蛋白⁽²⁸⁾。多不飽和脂肪酸，尤其是linoleic acid會減少高密度脂蛋白膽固醇的濃度^(28,27)。而本研究四個不同實驗油組在小白鼠血清中高密度脂蛋白膽固醇濃度顯示：玉米油組高於清香油組，玉米油組高於沙拉油組，混合油組高於沙拉油組。

而本實驗所攝取的油脂均占總熱量的5%，依上述前人的發現，就脂肪酸組成而言，應該是清香油及混合油的高密度脂蛋白膽固醇濃度高於玉米油，混合油高於沙拉油，此推論與本實驗結果部分不相符合。就高密度脂蛋白可將週邊組織的膽固醇運送到肝臟排泄掉的生理作用推論，本實驗中玉米油組高密度脂蛋白膽固醇的高量會影響血清中總膽固醇量，使其低於清香油組及沙拉油組；但實驗結果四組血清膽固醇值並無差異，是否四組油脂組成比例的影響，而使膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇之間有一種特殊的相關性存在。

為了證實其相關性，故進一步採用pearson correlation來檢定每組油脂間此三項生化值的

相關性。結果四組實驗油組均只有總膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值呈現統計相關（ $P < 0.01$ ）。故再將總膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值以簡單直線迴歸統計法檢定，結果混合油組的迴歸公式為 $Y = 17.9 + 0.5X$ ， $R^2 = 0.77$ 即血清中總膽固醇量固定時，可解釋77%的高密度脂蛋白膽固醇量變化的值。清香油組的迴歸公式為 $Y = -1.97 + 0.55X$ ， $R^2 = 0.71$ ，即血清中總膽固醇量固定時，可解釋71%的高密度脂蛋白膽固醇量變化的值。玉米油組的迴歸公式為 $Y = 28.56 + 0.54X$ ， $R^2 = 0.51$ ，即血清中總膽固醇量固定時，可解釋51%的高密度脂蛋白膽固醇量變化的值。沙拉油組的迴歸公式為 $Y = 14.43 + 0.42X$ ， $R^2 = 0.45$ ，即血清中總膽固醇量固定時，可解釋45%的高密度脂蛋白膽固醇量變化的值。由以上統計推論可得知四種實驗油脂中，總膽固醇量與高密度脂蛋白膽固醇量之間的相關性以混合油組最為密切（ $r = 0.88$ ， $R^2 = 0.77$ ），其次是清香油組（ $r = 0.84$ ， $R^2 = 0.71$ ），玉米油組第三（ $r = 0.72$ ， $R^2 = 0.51$ ），沙拉油組最後（ $r = 0.67$ ， $R^2 = 0.45$ ）。綜合混合油組的總膽固醇值、三酸甘油酯值為四組實驗油脂之冠，及總膽固醇量與高密度脂蛋白膽固醇量之間的相關性最強。概括而言，在Mattson等人⁽²⁶⁾之研究發現飲食中高含量的多不飽和脂肪酸可降低血中總膽固醇量以及HDL-C之濃度，而高含量之單不飽和脂肪酸只會降低總膽固醇量，且其效果比多不飽和脂肪酸差，對HDL-C卻無影響；而本實驗中，由於玉米油組的體重明顯較低，而體重是影響總膽固醇量及HDL-C的重要因子，若將其與其他三組比較，則變數要加入體重因子，不易分析，所以就其他三組來比較，則與Mattson⁽²⁶⁾之結果一致，都是清香油組的HDL-C高於沙拉油組，就目前食用油組成之觀點是希望食用者血中之總膽固醇量較低，HDL-C較高。若使用多不飽和脂肪酸較高的沙拉油，則促使膽固醇下降很多，但HDL-C也隨之下降；若使用多不飽和脂肪酸較高的清香油，則雖然HDL-C較高，但總膽固醇量卻也較高，兩者皆不盡理想，如果將兩種油脂混合使用，是否能同時保持其優點，或同時表現其缺點，而結果顯示在總膽固醇量並無太大變化，但是HDL-C卻明顯上升，而在T.Cholesterol/HDL-C危險因子而言，也是最低的，而總膽固醇與HDL-C的相關性也最強，顯示混合油的脂肪

酸比例，似乎較沙拉油及清香油較能增進小白鼠的脂質代謝的作用。

而測量脂質過氧化的終產物MDA多寡是表示油脂品質好壞指標之一^(13,14)。本研究測量四組不同實驗油組老鼠，以血清中MDA的濃度結果為玉米油組高於清香油組，在統計上有顯著差異 ($P < 0.01$)。Mirella等人⁽²⁸⁾將大豆油、橄欖油、椰子油餵食實驗老鼠，測量肝臟中原漿微粒的維他命E及MDA含量；結果餵食大豆油富含多不飽合脂肪酸的實驗老鼠其維他命E的消耗量比其他組多，但肝臟中MDA濃度並沒有差異，故推論餵食大豆油消耗多量的維他命E表示體內產生較多的脂質過氧化作用。而本實驗的沙拉油組（即大豆油），並沒有與其他實驗油組有顯著的差異；而發現玉米油組比清香油組老鼠血清中MDA濃度高。Halliwell等人⁽²⁹⁾提出oleic acid可以對抗氧化，Diplock等人⁽³⁰⁾證實oleic acid在活體實驗中可以抑制脂質過氧化的作用，Balasubramanian⁽³¹⁾也證實在試管實驗中，oleic acid會抑制脂質過氧化的作用。本實驗油脂之組成上得知多不飽合脂肪酸是一種自由基的反應物質，而oleic acid會抑制脂質過氧化的論點，與本實驗結果相符合。

本實驗高密度脂蛋白膽固醇顯示，玉米油組高於清香油組，玉米油組高於沙拉油組，混合油組高於沙拉油組，在各個不同實驗油脂組別中，膽固醇、三酸甘油酯、高密度脂蛋白膽固醇、MDA數值，均只有總膽固醇值與高密度脂蛋白膽固醇值呈現統計相關，再以簡單直線迴歸統計法檢定得知混合油組總膽固醇量與高密度脂蛋白膽固醇量之間的相關性最強。有關脂質過氧化的反應玉米油組高於清香油組。綜合以上生化值，先以MDA濃度討論，玉米油的脂質過氧化反應最高，可能對人體組織產生傷害，故玉米油似乎是一種較不適合的烹調用油。就沙拉油、清香油、混合油而論，以混合油高密度脂蛋白膽固醇的濃度最高，依膽固醇倒轉運送理論，會將過邊多餘的膽固醇排除掉，可以預防粥狀動脈硬化的形成，可能混合油中的必須脂肪酸剛好達到某一個點，使其代謝量異於其他油脂，比較之下是較適合利用的油脂類。

誌 謝

感謝公共衛生系蔡崇弘講師在生物統計的指導，馮翰鵬教授對本文所提供的寶貴意見，在此謹致以最大的謝忱。

參考文獻

1. Duxbury DD, Meinhold NM: Dietary fats & oil continued controversy, new research findings. *Food Processing* 1991; May, 58-72.
2. Huang PC, Wu WH: Effects of dietary fats on plasma lipids and metabolism of lipoprotein. *Journal of the Chinese Nutrition Society* 1992; 17:125-136.
3. Kinsella: Food lipids and fatty acids: importance in food quality nutrition and health. *Food Technology* 1988; 10:124-144.
4. Keys A: Coronary heart disease in seven countries. *Circulation* 1990, 41 (Suppl.1): 1-211.
5. Albrink MJ, Meigs JW, Man EW: Serum lipids, hypertension and coronary artery disease. *Am J Med* 1961; 31:4-23.
6. Keys A, Anderson JT, Grande, F: Serum cholesterol response to changes in the diet. IV. particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism* 1965; 14:776-787.
7. Connor WE, Stone DB, and Hodges WD: The interrelated effects of dietary cholesterol and fat upon human serum lipid levels. *J Clin Invest* 1964; 43:1691-1696.
8. Kinsell LW, Partridge J, Boling L, et al: Dietary modification of serum cholesterol and phospholipid levels. *J Clin Endocrinol* 1952; 12:909-913.
9. Ahrens EH, Hirsch J, Insull W, et al: The influence of dietary fats on serum-lipid levels in man. *Lancet* 1957; 1:943-953.

10. Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, et al: Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr* 1965; 17:281-195.
11. Chang NW, Huang PC: Effects of dietary monounsaturated fatty acids on plasma lipids in humans. *J Lipid Res* 1990; 31:2141-2147.
12. Kukita H, Imamura Y, Hamada M, et al: Plasma lipids and lipoproteins in Japanese male patients with coronary artery disease and in their relatives. *Atherosclerosis* 1982; 42:21-29.
13. Gutteridge JMC: In oxygen radicals and tissue injury. *FASEB* 1988 9-19 .
14. Daniels V: Free radical res. *Commun* 1988; 5,213-220 .
15. Leibovitz BE, Miao-Lin H, Tappel AL: Lipid peroxidation in rat tissue slices: effect of dietary vitamin E, corn oil-lard and menhaden oil. *Lipids* 1990; 25:125-129.
16. Aquino MD, Corcos BP, Felice MD, et al: Effect of fish oil and cocount oil on antioxidant defence system and lipid peroxidation in rat liver. *Free Rad Res Comms* 1991; 2-13:147-152.
17. Lepeo-Virella MF, Stone P, Ellis S, et al: Cholesterol determination in high-density lipoproteins separated by three different methods. *Clin Chem* 1977; 23:882-890.
18. Allain CC, Poon LS, Chan CSG, et al: Enzyme determination of total serum cholesterol. *Clin Chem* 1974; 20:470-480.
19. Bucolo G, David H: Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. *Clin Chem* 1973; 19:477-487.
20. Gutteridge JMC, Halliwell B: The measurement and mechanism of lipid peroxidation in biological system. *TIBS* 1990; 15:129-135.
21. Lin WH, Wei SL: Effects of feeding by different oils on serum total cholesterol and triacylglyceride level in mice. 1990. unpublsh.
22. Hill JO, Peters JC, Yang D, et al: Thermogenesis in humans during over-feeding with medium-chain triglycerides. *Metabolism* 1989; 38:641-648.
23. Mattson FH, Grundy SM: Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man. *J Lipid Res* 1985; 26:194-202.
24. Grundy Sm, Ahres EH: The effects of unsaturated dietary fats on absorption, excretion, synthesis, and distribution of cholesterol in man. *J Clin Invest* 1970; 49:1135-1152.
25. Chait A, Onitiri A, Nicoll A, et al: Reduction of serum triglyceride levels by polyunsaturated fat. studies on the mode of action and on very low density lipoprotein composition. *Atherosclerosis* 1974; 20:347-364.
26. Keys A, Menotti A, Karvonen MJ, et al: The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am J Epidemiol* 1986; 124:903-915.
27. Vega GL, Groszek E, Wolf R, et al: Influence of polyunsaturated fats on composition of plasma lipoproteins and apolipoproteins. *J Lipid Res* 1982; 23:811-822.
28. Mirella N, Cristina S, Massimo DA, et al: Lipid peroxidation in liver microsomes of rats fed soybean, olive, and cocount oil. *J Nutr Biochem* 1993; 4:39-44.
29. Halliwell BH, Gutteridge JMC: The peroxidation process. in free radicals in biology and medicine, Clarendon press, Oxford, UK. 1985;139-189.
30. Diplock AT, Manohar KA, Mathan MVJ, et al: Purification and chemical character-

ization of the inhibitor of lipid peroxidation from intestinal mucosa. *Biophys Acta* 1988; 962:42-50.

31. Balasubramanian KA, Nalini S, Cheeseman

KH, et al: Nonesterified fatty acids inhibit iron-dependent lipid peroxidation. *Biochim Acta* 1989; 1003:232-237.

Effects of Feeding by Different Marketed Oils on Serum Total Cholesterol and Triacylglyceride Level in Mice

Bih-Jaw Kuo *Si-Tse Jiang **Maw-Sheng Lee ***Cheng-Chin Hsu

The study is to evaluate the effects of feeding by different oils on the serum levels of cholesterol, triglyceride, high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), malondialdehyde (MDA) of ICR strain mice. Based on the four common oils used cooking in Taiwan, mice had been divided into four feeding groups with corn oil, soybean oil, flavor oil, and blend oil, respectively for nine weeks under the guidance of AIN-76.

The results showed no significant difference in the serum level of cholesterol or triglyceride among four feeding groups ($P > 0.05$). HDL-C level was significantly higher in corn oil feeding group than those of flavor oil feeding group and soybean oil feeding

group ($P < 0.05$). HDL-C level was also significant higher in blend oil feeding group than that of soybean oil feeding group ($P < 0.05$). There is only statistically significant relationship between total cholesterol and HDL-C level in each feeding group, especially dominant in the blend oil feeding group based on the liner regression test. MDA concentration which may reflex the hyperoxidation level of lipids is significantly high in corn oil feeding group than that of flavor oil feeding group ($P < 0.05$). The study found that among the above four common oils used for cooking in Taiwan, blend oil may increase the metabolism of lipids in ICR strain mice.

Key words: corn oil, soybean oil, flavor oil, blend oil, cholesterol, triacylglyceride.

School of nursing, Chung Shan Medical and Dental College.

* School of technology, Chung Shan Medical and Dental College.

** Mew-Sheng Lee's Clinic of OBS & GYN.

*** School of nutrition, Chung Shan Medical and Dental College.