行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☑ 成果報告
☐期中進度報告

米麩對健康者及糖尿病患之血糖、胰島素及脂質濃度之影響

計畫類別：☑ 個別型計畫　☐ 整合型計畫
計畫編號：NSC 91－2316－B－038 － 001
執行期間： 91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月31 日

計畫主持人：鄭心嫻 教授
共同主持人：
計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☑精簡報告　☐完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：
☐赴國外出差或研習心得報告一份
☐赴大陸地區出差或研習心得報告一份
☐出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
☐國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
☑涉及專利或其他智慧財產權，☐一年☑二年後可公開查詢

執行單位：台北醫學大學 保健營養學系

中 華 民 國 92 年 8 月 日

摘要

本研究的主要目的在探討富含膳食纖維的米麩飲食對健康者及糖尿病患血糖、胰島素、血脂質的影響。招募 10 位健康受試者(5 位男性，5 位女性)，攝取實驗飲食 (分為添加 30 g 米麩或不添加米麩二組)。14 位第二型糖尿病患者(9 位男性，5 位女性)，每天攝取 20 g 米麩，實驗時間長達 4 週。結果顯示健康受試者在攝食富含米麩的飲食後，可明顯減緩餐後血糖上升並改善餐後血糖濃度。在餐後 0~120 分鐘胰島素變化曲線下面積攝取米麩飲食亦顯著較控制飲食低 38.2 %(p<0.05)，而糖尿病患者每天在攝取 20 g 米麩長達一個月後，能降低空腹及餐後 2 小時的血糖，且對空腹及餐後 2 小時的胰島素濃度亦有降低的趨勢。綜合以上的結果，顯示米麩的添加可明顯減少餐後血糖及胰島素的分泌量。
關鍵詞:米麩、健康受試者、糖尿病患者、血糖、胰島素

This study was designed to investigate the effects of fiber-rich rice bran diet on blood glucose, insulin and lipid in healthy subjects and diabetic patients. 10 healthy subjects (5 male and 5 female) ingested test diet (adding 30 g rice bran to the test diet or not); 14 type 2 diabetes (9 male and 5 female) ingested rice bran supplemention for 4 week. The results showed that healthy subjects intake rice bran diets might reduce the postprandial glucose response and improve the glucose response. Consumption of rice bran diets were lower 38.2% the postprandial insulin response in healthy subjects. Type 2 diabetes ingested rice bran supplemention for 4 week might decrease fasting and postprandial glucose and insulin response. In concluison, rice bran supplement might reduce postprandial glucose and insulin response.
Key words: rice bran, healthy, type 2 diabetes, glucose, insulin

一、前言及研究目的

近年來，飲食因子中的膳食纖維和糖尿病間的關係逐漸受到重視[1]。根據研究指出，飲食中全穀類及穀類纖維的攝取量增加可降低糖尿病的發生率[2]，因為膳食纖維可延緩食物的消化和吸收，可藉此改善餐後血糖反應及胰島素濃度，有利於降低胰島素抗性 (insulin resistance) 及改善葡萄糖之耐受性 (Glucose tolerance)[3]。根據第三次國民營養調查[4]指出:國人纖維攝取量明顯不高，如何提升國人的纖維攝取是一重要課題。而稻米是國人的主食，也是國人全穀類食物的主要來源，其中米麩更是富含纖維，若能藉由米麩攝取量增加來增加纖維攝取量，對於糖尿病患者血糖的調節可能有所助益；但米麩對於血糖調節的研究並不多，因此，本研究欲探討國人食用之稻米在精白過程原料本身具有之特質中所產生之米麩，對健康者及糖尿病患，其血糖、胰島素及血脂狀況之影響。由於健康人與糖尿病患者生理狀況不同。因此，本次研究分成二部分，第一部份給予10位健康受試者攝取實驗飲食 (分為添加30 g 米麩或不添加米麩二組) 觀察血糖及胰島素的濃度變化; 第二部份給予糖尿病患者每天攝取20 g米麩，實驗時間長達一個

月，之後觀察血糖、胰島素及血脂質的濃度變化，期望能在臨床應用上對糖尿病患有更確切且實用的幫助。

二、研究方法

(一) 第一部份: 健康受試者

1. 米麩

台農67號之稻穀，碾米機去穀，碾白25秒而成精白米，收集米麩(約稻穀1/10重)，以磨粉機磨成粉並通過40 mesh (0.42m/m)分析篩後，米麩需先經70℃，4小時殺菁，(為了避免米麩產生油脂裂解) 將其中酵素不活化，米麩以高壓殺菌釜121℃40分鐘煮熟，在60℃下熱風乾燥20小時，使水分剩下6% (先將米麩進行一般成份分析，膳食纖維含量及抗氧化成份品質之穩定性研究)，貯存於-70℃，供食用。

2. 實驗飲食

以白飯200 g (含醣類60 g)、一顆蛋及15 g 大豆沙拉油所製成的蛋炒飯，並飲用250 mL的礦泉水為參考飲食 (control diet); 以白飯200 g (含醣類60 g)、一顆蛋、10 g 大豆沙拉油及30g 米麩所製成的蛋炒飯，並飲用225 mL的礦泉水為米麩飲食(rice bran diet)。

3. 實驗設計

招募10位健康受試者 (18-30歲)，男女各半，填寫基本資料及同意書後進入本研究。首先測量身高及體重並抽空腹靜脈血，之後再攝取參考飲食 (control diet)，在進食結束後30、60、90、120分鐘，抽取靜脈血。經過3天後，健康受試者再攝取米麩飲食 (rice bran diet)，在30、60、90、120分鐘，抽取靜脈血。分析血液中葡萄糖、胰島素、血脂質含量。所有數值以 means ± SEM表示，以SAS電腦程式系統進行 paired t test，作為受試者在實驗前後之生化值差異之比較，當$p<0.05$具有統計上差異。

(二) 第二部份: 糖尿病受試者

1. 受試者

經人體試驗委員會核准，徵求第二型糖尿病患，即血糖值超過126 mg/dL，需有五年以上病史，並經醫師診斷無併發症者之成年人，自願受測者20名 (男女各半)，排除掉一些身體不適者、資料不完全者或注射胰島素者，最後完成實驗14人 (男性9名; 女性5名)。

2. 實驗設計

糖尿病受試者每天攝取20 g 米麩 (與第一部份處理相同)，時間為期1個月。在實驗期第0、1、2、3、4週，抽取受試者空腹與飯後2小時血液。分析血液中葡萄糖、胰島素、血脂質含量。所有數值以 means ± SD 表示，以SAS電腦程式系統進行統計分析，當$p<0.05$具有統計上差異。

三、結果與討論

(一) 第一部份

1. 米麩組成分析及實驗飲食組成

米麩組成 (表一) 中含有 20%的膳食纖維，約提供 6 克的膳食纖維。實驗飲食 (表二) 中的米麩飲食比控制飲食多添加了 30 克的米麩，而控制飲食中比米麩飲食多了之 25 克的水，兩種受試餐含有相等的重量。此外，米麩飲食較控制飲食多含了 30 克米麩所具備之多醣類 10 克及蛋白質 4 克，而米麩提供 5 克的油，已由控制飲食添加 5 克的大豆沙拉油所平衡。

2. 受試者基本資料

受試者基本資料 (表三)。平均年齡 23 歲，平均身體質量指數 (Body Mass Index, BMI) 為 21.4 kg/m^2，屬於正常體位，且平均血糖為 88.5 mg/dL，皆屬於正常血糖範圍。

3. 餐後血糖及胰島素反應

實驗飲食之血糖反應變化圖及曲線下面積 (圖一)。由血糖反應之結果顯示，餐後血糖之尖峰濃度以試驗早餐中的米麩飲食顯著低於控制飲食，且餐後血糖反應在添加米麩後反應較平緩，在 0-120 分鐘血糖變化曲線下面積於米麩飲食顯著較控制飲食低 64 % ($p < 0.05$)，顯示攝食富含米麩的飲食可明顯減緩餐後血糖上升並改善餐後血糖濃度。

實驗飲食之血清胰島素反應變化圖及曲線下面積 (圖二)。空腹的血清胰島素濃度在兩個實驗飲食中並無不同。但在攝食米麩飲食後的 30 及 60 分鐘，和控制飲食比較，血清胰島素濃度明顯下降，但在 120 分鐘時，雖然胰島素濃度有下降，但是仍未能回復到空腹的血清胰島素濃度，攝食米麩飲食於 30 分鐘讓胰島素分泌量達到尖峰，而不同於控制飲食餐後 60 分鐘才達到尖峰濃度，在攝食米麩的餐後胰島素反應較控制飲食平緩，在餐後 0~120 分鐘胰島素變化曲線下面積於米麩飲食也顯著較控制飲食低 38.2 % ($p<0.05$)，顯示米麩的添加可明顯減少餐後胰島素分泌量。

(二) 第二部份

1. 受試者基本資料

受試者基本資料 (表四)。平均年齡為 59 歲，平均身體質量指數為 25.1 kg/m^2 落在 24-26.4 間，屬於過重體位。

2. 血脂質

糖尿病受試者實驗期間血脂質的濃度變化 (表五)。糖尿病受試者每天攝取 20 g 米麩一個月後，血清中總膽固醇、三酸甘油酯及低密度脂蛋白與基準點 (week 0) 相比較有降低的趨勢但無統計上差異 ($p>0.05$)。高密度脂蛋白則是較基準點高，但是亦無統計上的差異。

3. 血糖及胰島素反應

糖尿病受試者攝取米麩期間飯前及飯後 2 小時血糖及胰島素反應 (表六)。受試者在實驗期間其空腹血糖及飯後 2 小時的血糖值與基準點相比較皆有降低的趨勢 (除了第 4 週的空腹血糖)。在胰島素方面，則是與血糖有相似的結果，亦

是在實驗期間空腹及飯後 2 小時的濃度值較基準點低，但無統計上差異。

本研究顯示米麩添加入飲食中能明顯延緩正常血糖者及糖尿病受試者餐後血糖濃度上升及減少胰島素的分泌，和 Meyer 等人[3]所提出全穀類產品中含有膳食纖維成份，有利於降低胰島素抗性及改善葡萄糖耐受性的理論相符。由本研究亦可看出全穀類食品與精製過的穀類食品的確不同，因為全穀類食品的纖維素、礦物質及維生素的含量較精製過的穀類食品為高，除了可以預防心血管疾病發生及促進腸道的功能之外，對於血糖恆定之維持亦有所幫助。

1997 年 Holt 等人[4]分析常見食品的升血糖反應及胰島素反應的結果指出：糙米比白米有較低的葡萄糖反應及胰島素反應面積。Miller[5]也曾指出，若以白麵包的升血糖指數(GI)為 100 的話，米麩的升血糖指數相當於 27，屬於低 GI 食物。本研究額外添加 20-30 克的米麩於飲食中，米麩的確發揮了其膳食纖維的功效，因為膳食纖維可延緩食物的消化和吸收，可藉此改善餐後血糖反應及胰島素濃度，有利於降低胰島素抗性 [6]。一般而言，胰島素抗性常伴隨肥胖及早期之非胰島素依賴型糖尿病一起發生，主要是因身體無法利用正常量之胰島素維持體內中血糖之恆定，因此降低維持正常血糖所需胰島素的量，即成為減輕胰島素抗性及增加胰島素感受性必要的治療。研究指出[3]：飲食中全穀類及穀類纖維的攝取量增加可降低糖尿病的發生率。因此，米麩的添加於飲食中可提供作為預防糖尿病發生的方法。

本研究中的兩種實驗飲食中，碳水化合物來源為白米，而額外添加米麩的飲食中，會較控制飲食額外多出 10 克醣類、4 克蛋白質及 6 克纖維，醣類及蛋白質的增加理論上會促使血糖反應及胰島素反應皆增加[7]，但是我們的結果卻顯示這些反應不升反降，推測纖維降低血糖及胰島素反應的效果遠大於米麩中醣類與蛋白質的效果。米麩降低餐後血糖之機制不明，米麩約含 2%的水溶性纖維，大部份為非水溶性纖維。研究指出[8]，水溶性纖維降低餐後血糖之機制包括可延緩胃排空，增加飽食感，減少進食，亦可緩和血液循環吸收葡萄糖的反應，因而降低胰島素的分泌，這部份可以說明糖尿病患者，進食高醣高纖維飲食後可降低胰島素需要量的現象[8]。但是非水溶性纖維降低餐後血糖之機制不明，推測本研究所使用之米麩可能阻礙了酵素分解多醣類，進而減緩血糖上升反應及降低胰島素的分泌量。大部份的研究均指出，膳食纖維中的水溶性膳食纖維與延緩血糖反應濃度有關 [9,10]，而非水溶性膳食纖維則與縮短糞便通過腸道的時間，和增加糞便體積有關[11]。

米麩是米在精白過程中之副產物，若能將其善加利用將能夠使其商品化。根據第三次國民營養調查指出：國人纖維攝取量明顯不高，如何提升國人的纖維攝取是一重要課題。米麩 20-30 克含有 4-6 克的膳食纖維，對國人的纖維攝取量能有所提升。若每餐皆能額外攝取 20-30 克的米麩，一天就多增加 16-18 克的總膳食纖維，很容易就能達到每日建議攝取膳食纖維的量，將可改善目前國人纖維攝取不足的情形。本研究顯示，飲食中額外加入米麩能降低健康及糖尿病受試者餐後葡萄糖反應及胰島素反應，在美國飲食指南建議每人每日攝食三份全穀類食

品，但調查發現一般美國人之攝食量大多低於此一標準，而國人攝食全穀類食品之習慣尚未普及，因此若能於餐食中白米飯或白麵包等低纖維精製之穀類食品，以全穀類高纖維的食品取代，如此一來將可增加穀類產品的營養價值，也可因全穀類食物之攝取增加來減低因胰島素抗性所帶來的危害，並改善血糖的控制及體重的維持，增進人體之健康。

四、研究成果自評

1. 招募受試者過程中困難度高，且完成整個實驗的受試者亦不多。在此僅 10 位健康及 14 位第二型糖尿病患者完成本次研究，與預期的 20 位健康受試者及 40 位糖尿病受試者還有一段差距，因此，在實驗設計方面值得在考慮。
2. 不同品種的米麩可能對血糖及胰島素的影響亦不同，值得在進一步研究。

五、參考文獻

1.Hertzler S (2000) Glycemic index of "energy" snack bars in normal volunteers. J Am Diet Assoc 100(1): 97-100.

2.Wolever TM and Jenkins DJ (1986) The use of the glycemic index in predicting the blood glucose response to mixed meals. Am J Clin Nutr 43(1): 167-172.

3.Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR, Slavin J, Sellers TA and Folsom AR (2000) Carbohydrates, dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women. Am J Clin Nutr 71 : 921-930.

4.Holt SHA, Miller JCB and Petocz P (1997) An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. Am J Clin Nutr 66: 1264-1276.

5.Miller JB, Pang E and Branmall L(1992) Rice: a high or low glycemic index food? Am J Clin Nutr 56: 1043-1046.

6.Expert Committee on the Diagnosis and Classificaton of Diabetes Mellitus.(1998) Committee Report. Diabetes Care 21(Suppl. 1):1

7.Gulliford MC, Bicknell EJ and Scarpello JH (1989) Differential effect of protein and fat ingestion on blood glucose response to high-and low-glycemic-index carbohydrates in noninsulin-dependent diabetic subjects. Am J Clin Nutr 50(4): 773-777.

8.Jenkins DJ, Goff DV, Leeds AR, Alberti KG, Wolever TM, Gassull MA and Hockaday TD (1976) Unabsorbale carbohydrates and diabetes: Decreased post-prandial hypperglycemia. Lancet. 2(7978): 172-174.

9.Groop PH, Aro A, Stenman S and Groop L (1993) Long-term effects of guar gum I in subjects with non-insulin-dependent diabetes mellitus. Am J Clin Nutr 58(4): 513-518.

10.Nishmune T, Yakushiji T, Sumimoto T, Taguchi S, Konishi Y, Nakahara S, Ichikawa T and Kunita N (1991) Glycemic response and fiber content of some foods. Am J Clin Nutr 54(2): 414-419.

11.Hansen I, Kundsen KE and Eggum BO (1992) Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. Br J Nutr 68(2): 451-462.

表一、米麩組成分析

Table1. Composition of the rice bran[1].

	Content (g/100g)
Moisture	7.89 ± 0.03
Crude protein[2]	13.35 ± 0.72
Crude fat	17.42 ± 0.58
Ash	6.90 ± 0.04
T.D.F[3]	20.33 ± 0.96
Nitrogen-free extract	34.11 ± 0.53

1. All values are means ± SEM (n=3).

2. Nitrogen factor, 6.25

3. T.D.F., Total dietary fiber is measured by Prosky's method .

表二、實驗飲食之組成及巨量營養素含量表

Table 2. Ingredients and macronutrient contents of test diets

Ingredients	control diet	rice bran diet
Cooked rice	200 (g)	200
Egg	50	50
Oil	15	10
Rice bran	--	30
Water	250	225
Total weight	515	515
Macronutrient content		
Carbohydrate	60	70
Protein	20	24
Lipid	15	15
Total dietary fiber	--	6

表三、健康受試者基本資料 [1]

Table 3. Characteristics of healthy subjects [1]

	Males	Females	Combined
Number	5	5	10
Age (y)	21.8 ± 2.1	24.0 ± 1.6	22.9 ± 1.3
Height (cm)	173.4 ± 1.2	159.8 ± 2.1	166.6 ± 2.5
Weight (kg)	68.4 ± 3.2	51.2 ± 3.4	59.8 ± 3.6
Body mass index (kg/m^2)	22.7 ± 1.2	20.0 ± 1.2	21.4 ± 0.9
Fasting blood glucose (mg/dL)	87.8 ± 3.9	89.2 ± 1.9	88.5 ± 2.1

[1] Values are means ± SEM

表四、糖尿病受試者基本資料 [1]

Table 4. Characteristics of diabetes [1]

	Males	Females	Combined
Number	9	5	14
Age (y)	61.1 ± 10.8	55.2 ± 16.9	59.0 ± 13.0
Height (cm)	164.5 ± 7.5	153.6 ± 7.4	160.6 ± 9.0
Weight (kg)	67.3 ± 12.9	61.1 ± 6.9	65.1 ± 11.2
BMI (kg/m^2)[2]	24.7 ± 3.2	25.8 ± 0.9	25.1 ± 2.6

[1]Values are means ± SD

[2]BMI, booy mass index

表五、糖尿病受試者在實驗期間血脂質的含量[1]

Table 5. Lipid profile in diabetes during the study peroids[1]

Serum concentration (mg/mL)	Week 0	Week 4
Total cholesterol	206.9 ± 40.5	202.8 ± 42.7
Triglyceride	162.6 ± 96.6	150.2 ± 80.5
HDL-C[2]	47.7 ± 9.6	51.4 ± 8.8
LDL-C	140.1 ± 35.5	136.4 ± 33.8

[1] Values are means ± SD

[2] HDL-C, high density lipoprotein cholesterol, LDL-C, low density lipoprotein cholesterol

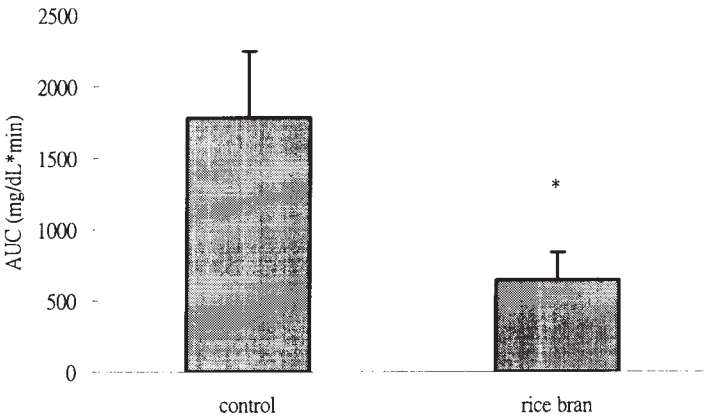
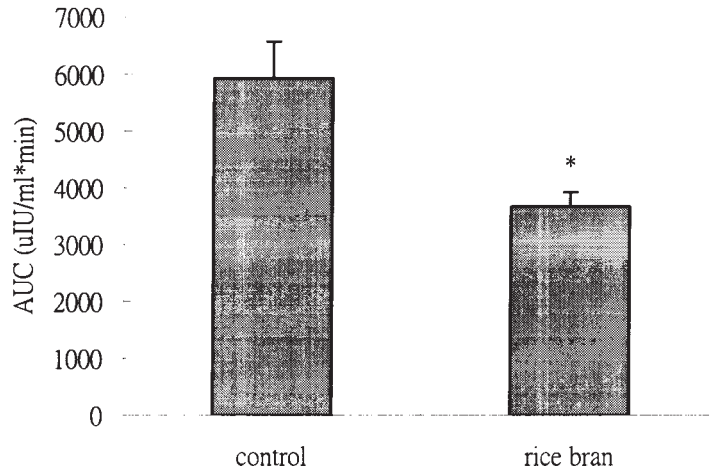
表六、糖尿病受試者在實驗期間飯前及飯後血糖及胰島素的含量[1]

Table 6. Fasting and Postprandial glucose and insulin levels in diabetes during the study peroids[1]

	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
Fasting glucose (mg/dL)	174.2 ± 48.4	168.4 ± 37.5	168.5 ± 65.8	169.4 ± 56.5	183.8 ± 59.9
Postprandial glucose (mg/dL)	270.7 ± 55.1	247.4 ± 56.0	232.2 ± 55.7	242.6 ± 76.8	258.5 ± 77.7
Fasting insulin (μIU/mL)	10.5 ± 6.2	8.7 ± 4.3	8.8 ± 4.1	10.5 ± 6.7	9.7 ± 5.0
Postprandial insulin (μIU/mL)	34.0 ± 18.7	25.0 ± 15.8	21.9 ± 13.8	25.4 ± 14.2	30.6 ± 15.8

[1]Values are means ± SD

圖一、受試者之血液中葡萄糖變化圖及曲線下面積 (n=10) ($p < 0.05$)
Figure 1 Mean (± SEM) effect of rice bran diet on postprandial blood glucose response over 120 min (up) and areas under the response curves (down). (n=10) Values with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by paired t-test.



圖二、受試者之胰島素變化圖及曲線下面積 (n=10) ($p < 0.05$)
Figure 1 Mean (± SEM) effect of rice bran diet on postprandial blood insulin response over 120 min (up) and areas under the response curves (down). (n=10) Values with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$ by paired t-test.