

第二章 文獻探討

第一節 昇糖指數與昇糖負荷之研究

近二十年來，昇糖指數被廣泛地研究與應用，在國外文獻中出現了許多研究發現低昇糖指數可用在糖尿病預防與控制 (Salmerón et al., 1997)、心血管疾病預防 (Frost et al., 1999)、肥胖 (Brand-Miller et al., 2002) 以及高昇糖指數可用在運動後的恢復時期 (Jozsi et al., 1996)。本節分為兩個部份來做介紹，第一部分將解釋昇糖指數與昇糖負荷這兩個名詞，並說明測定之方法學；第二部份即探討影響食物昇糖指數的相關因子。

一、昇糖指數與昇糖負荷之定義與測定方法

1. 昇糖指數 (glycemic index, GI)

Jenkins (1981) 根據對於血糖的影響，分類飲食中不同來源之醣類以及含醣豐富的食物，而提出昇糖指數的概念。其後，昇糖指數在 1998 年國際間學術界被定義為：攝取含 50 g 可利用性醣類之受測食物增加的血糖曲線下面積 (IAUC) / 含 50 g 可利用性醣類之參考食物增加的血糖曲線下面積 (IAUC) 的百分比 (Food and Agriculture Organization & World Health Organization, 1998)。而 Champ (2003) 的發表提到，可利用性醣類 (available CHO) 為食物中所含總醣類扣除膳食纖維的量，根據生理學對於膳食纖維的定義，所有不能消化的醣類被視為膳食纖維，因此抗性澱粉 (resistant starch)、不能消化的寡醣 (non-digestible oligosaccharides) 及糖醇 (sugar alcohols) 也包含在內。

$$GI = \frac{\text{含 50g 可利用性醣類食物後 2 小時內血糖反應曲線下面積}}{\text{含等量醣類的參考食物後 2 小時內血糖反應曲線下面積}} \times 100$$

另外，Yang 在 2006 年提及，食物中的 GI 為一種定量的生理參數，用來描述含醣食物與參考食物(例如葡萄糖或白麵包)相對的血糖反應。攝取後，所有可消化性醣類會轉換成單醣在小腸中吸收，接著血糖上升且有飽足感。上昇的血糖會誘發胰島素及其他荷爾蒙分泌，而將血糖下降至基準值，維持體內平衡。攝取低 GI 食物之後，和攝取高 GI 食物相較之下，餐後血糖高峰較低，且降低速率較慢 (Yang, 2006)。而在英國 Englyst 等人(2005)也說明 GI 並非表示醣類在小腸中吸收的直接測量，而是決定於循環中影響葡萄糖進入和排除速率之所有食物特性結合的影響，因此被視為一種體內測量法，並考慮到決定血糖反應因素之各種交互作用。而且，Ludwig (2002)與 Ebbeling (2003)敘述高 GI 食物能夠快速轉換成葡萄糖，其胰島素反應會在餐後造成相對性低血糖期。

但是文獻中，對於高低 GI 範圍的劃分，有不同的說法：Cui (1999)提到，當葡萄糖 GI 值為 100 時，食物根據 GI 來分類，GI > 75 為高 GI 食物，GI 在 55~75 之間為中 GI 食物，GI < 55 為低 GI 食物；而 Brand-Miller (2003)則表示 GI 值 ≥ 70 為高 GI，56~69 為中 GI， ≤ 55 為低 GI。然而澳洲雪梨大學線上資料庫對於 GI 範圍的定義為 GI 值 ≥ 70 為高 GI，56~69 為中 GI， ≤ 55 為低 GI，與後者相同 (<http://www.glycemicindex.com>)。

McKeown 等人(2004)在 Framingham Offspring Cohort 中，證明攝取全穀類食物和相對胰島素抗性的體內平衡模型評估成反相關，且有較低的不良代謝症候群盛行率；但飲食中的 GI 和相對胰島素抗性的體內平衡模型評估以及不良代謝症候群盛行率成正相關。全穀類食品為相對較低 GI 的食物，而代謝症候群是許多慢性疾病的危險因子，由此可知低 GI 對於一些慢性疾病的預防有效益。

2. 昇糖負荷(glycemic load, GL)

Wolever 和 Bolognesi (1996)為了探討醣類的質與量是否能決定餐後血糖與胰島素反應，於是招募八位健康男女受試者攝取五種不同的飲食來測試；研究發現食物含醣量與平均血糖和胰島素反應沒有顯著相關性，但不同 GI 的食物，當食物份量增加時，也預期血糖反應的絕對差異會增加，因此醣類的質與量對於瘦且年輕的非糖尿病患者能決定血糖與胰島素反應。而後在 1997 年，哈佛大學的 Salmerón (1997)提出昇糖負荷的概念，用來量化食物的血糖反應。一般 GL 的計算方式為：

$$GL = GI \times \text{食物中可利用性醣類含量}/100$$

之後，澳洲 Brand-Miller 等人(2003)的研究指出，調整食物中醣量，使其達到相同 GL 值，能達到相似的血糖反應。而後 Jose Galgani (2006)在智利使用不同 GI 與份量的食物，在 12 位肥胖但健康的女性中，研究飲食 GI 和 GL 對於血糖和胰島素反應的急性影響；結果發現葡萄糖和胰島素反應會因為食物 GI 的不同而有差異，但在攝取量少的食物時並不顯著。而當不同食物中醣類的量與種類調整至能獲得相似的 GL 時，其血糖與胰島素反應也相似；事實上，飲食中 GL 與血糖和胰島素反應之間發現有線性關係。因此，當吃不同醣量的食物時，單獨用 GI 並不能預測血糖反應；此外，Brand-Miller 也贊成利用 GL 來區別混合食物引起之血糖及胰島素反應的急性影響。

Englyst (2005)也解釋昇糖指數在應用層面上需要額外的醣類含量來定量。舉例來說：胡蘿蔔與白麵包的 GI 值相似，但當重量相等時，胡蘿蔔的醣類含量遠低於白麵包，在選擇低 GI 食品時，要根據醣類含量做適當地考慮，胡蘿蔔只有提供總醣類攝取的一小部分，而

且是良好的微量營養素來源，因此，不應該因為它的高 GI 而被排除於飲食之外。所以 GL 通常必須和 GI 共同考慮，尤其是在食物中含醣量相對較小的時候。另外，Brand-Miller (2003)對於昇糖負荷高低範圍的畫分為：GL \leq 10 為低 GL，11~19 為中等， \geq 20 為高 GL。由許多文獻可知，飲食中除了考慮食物的 GI 之外，應該還要與根據醣類含量所計算出的 GL 及其他營養素的提供來做良好的搭配，才能攝取真正均衡且對健康有助益的飲食。

3.測定昇糖指數：

國外研究者開始設計實驗時，測定昇糖指數所用的參考食物為葡萄糖，而後 Bornet (1987) 和 Wolever (1988)等人用白麵包取代葡萄糖作為參考食物，其原因為在西方國家中白麵包的食用較普遍也較美味，且和胰島素分泌的相關性比葡萄糖佳。以下依照年代先後，分別概述各國文獻中測定昇糖指數的方式。

而與西方國家常吃的白麵包相較之下，日本主食為白米；所以，Sugiyama (2003)想要測試用白米作為參考食物的可行性，且發表日本當地不同種類的米、加工米製品、豆類與乳製品之 GI 值。其所使用的方法為：每一項受測食物包含 9~11 位健康男女受試者，參考食物為白米(每一百克米含 34 克醣類)，測試的醣類含量為 50 克；參考食物測驗 2~3 次，受測食物一次，在 10~12 小時禁食後，測試食物要在 15 分鐘內吃完，接著採集微血管血液，採血時間點為禁食當中，以及開始吃之後的 15、30、45、60、90 和 120 分鐘；曲線下面積的計算是採用增加的曲線下面積(incremental area under the curve, IAUC)。結果發現白米與葡萄糖之 IAUC 有高的相關性($r=0.853$)，代表可以使用白米當作參考食物。

荷蘭的 Brouns (2005)綜合許多方法學的研究，在他發表之評論當中對於 GI 測定之建議如下：

- (1)受試者：至少招募 10 位健康受試者，其中包含男性與女性。
- (2)參考食物：建議使用葡萄糖或白麵包當作參考食物，且必須測定兩次以上。
- (3)醣類含量：測試的醣類含量建議為 50 克可利用性醣類；若食物含醣量低時，可調降至 25 克。
- (4)禁食時間：測試前要先空腹 10~14 小時。
- (5)進食時間：搭配液體 250 毫升，要在實驗計時的第 5~10 分鐘之間開始喝；固態或半固態食物要在計時開始的 10~15 分鐘之間吃完。
- (6)血液樣本：血液建議採指尖微血管，或是動脈化靜脈血；採集血液樣本的時間點為開始吃之後的第 0、15、30、45、60、90 以及第 120 分鐘。
- (7)計算方式：曲線下面積(AUC)的計算採用增加的曲線下面積(IAUC)，忽略在基準線以下的區域。

Yang 等人(2006)爲了建立中國食物的 GI 資料庫，測試中國生產的穀類與塊莖類食物。每一項食物有 10~12 位健康男女受試者，參考食物為葡萄糖，測試的醣類含量為 50 克，若是醣類含量小於食物的 10%，則將醣類含量降至 25 克；需禁食 10 小時，在 0、15、30、45、60、90 與 120 分鐘時採集靜脈血，GI 計算採用：

$$GI = \frac{\text{受測食物 2 小時內血糖曲線下面積}}{\text{等量葡萄糖 2 小時內血糖曲線下面積}} \times 100$$

Henry 等人(2008)在英國與印度測試一般食物的 GI 值，每一項待測食物都有十位健康男女受試者，參考食物為葡萄糖，測試的醣類含

量為 50 克可利用性醣類，參考食物測驗三次，受測食物一次，在 12 小時禁食後，測試食物要在 15 分鐘內吃完，採集指尖的微血管血液，採血時間點為-5、0、15、30、45、60、90 和 120 分鐘(前面兩個時間點血糖值的平均做為血糖基礎值)，曲線下面積的計算是採用增加的曲線下面積(IAUC)，忽略在基準線以下的區域。

台灣方面，黃蓋芬等人(2007)為測試台灣常見本土性主食類之昇糖指數，招募 15 位健康男女受試者，於前一晚禁食 10 小時以上，實驗當天早上八點至實驗室，食用含 50g 碳水化合物的食物，參考食物為葡萄糖和白吐司兩種；受測食物必須在 15 分鐘內吃完並搭配 100ml 之溫開水，之後於第 30、60、90 和 120 分鐘抽取 3ml 靜脈血，最後結果進行 IAUC 計算獲得 GI 值。

雖然近年來測定 GI 的方法學都大同小異，但大多數文獻還是參考 FAO/WHO (1998)發表之方法：

- (1)建議使用葡萄糖或白麵包當作參考食物，且必須至少測定三次，受測食物至少測一次。
- (2)測試的醣類含量建議為 50 克可利用性醣類，可利用性醣類為總醣類減去膳食纖維。
- (3)測試前一晚要禁食空腹 10~12 小時。
- (4)血液建議採指尖微血管血樣。
- (5)曲線下面積(AUC)的計算採用增加的曲線下面積 (IAUC)。

二、影響食物昇糖指數的因子

食物的昇糖指數可以透過多方面因素而被改變，以下為整理 Arvidsson-Lenner (2004)、Burton 和 Lightowler (2006)與 Yang (2006)

的發表分為三點主要影響因素作介紹：

1. 食物的物理與化學特性

顆粒大小：顆粒小且均勻，GI 較高。

澱粉結構：支鏈澱粉/直鏈澱粉比例高，GI 較高。

酸度：添加酸性(如：醋酸)，GI 會下降。

成熟度：水果越成熟，澱粉轉換為糖的形式增加，GI 也會增加。

另外，Burton and Lightowler (2006)在英國的一項研究中，利用發酵時間及製程的不同，測試同量但不同體積的麵包對健康受試者血糖反應與飽足感的影響。麵包體積從 3000ml 開始下降到 2400、1700 和 1100ml，測出 GI 值分別降低了 14、28 和 62%，且明顯增加飽足感(麵包體積下降，GI 值顯著下降，飽足感顯著增加)。雖然製程不同，但由本篇可知，體積的大小也可能會影響 GI 值。

2. 食物中營養素

2.1 醣類

Frost 和 Dornhorst (2000)提到飲食中醣類的 GI 值會經由醣類本身組成份 (composition)、三級結構 (three-dimensional structure) 和酵素消化的敏感性 (susceptibility to enzymatic digestion)，而被小腸中吸收的速率所影響。例如：鏈長和組成、直鏈澱粉與支鏈澱粉、可溶性和不可溶性纖維對於 GI 的影響。且富含膳食纖維 (dietary fiber)、抗性澱粉 (resistant starch) 或其他不能消化性醣類 (indigestible carbohydrate) 的食物對於消化酵素有強烈的抗性，在小腸中的消化與吸收較慢且不完全，所以這些食物 GI 會較低。

2.2 蛋白質

Bornet 等人(1987)指出蛋白質會增加胰島素分泌量，造成對血糖影響較少，且可能在醣分子周圍形成一個保護的網狀物，避免醣分解酵素作用。且 Nilsson 等人(2004)說明牛奶的低血糖反應並不僅僅是因為乳糖的成分，而是其中的蛋白質成分有強烈的胰島素刺激作用而影響。因此，食物中蛋白質比例高，會使 GI 降低。

2.3 脂肪

Owen 和 Wolever (2003)指出脂肪會延緩胃排空速率，而降低餐後血糖反應。而 Siswoyo 和 Morita (2001)也解釋脂質可能會和直鏈澱粉結構結合，使其對澱粉酶較不敏感。代表含脂肪比例高的食物，GI 會較低。

3.食物加工與製備方法

加工過程的時間和溫度，會影響食物 GI (Yang et al., 2006)。例如澱粉的糊化作用，生米煮成白飯，糊化程度增加，GI 也隨之增加。

最近 Burton 和 Lightowler (2008)在英國的研究中，測試冷凍或烘烤的白麵包對於健康受試者血糖反應的影響，白麵包分為以下四種不同的儲存與製備情況：(1)新鮮的、(2)冷凍再解凍、(3)新鮮的再烘烤、(4)冷凍、解凍後再烘烤。結果發現在自製白麵包當中，新鮮白麵包增加的血糖曲線下面積(IAUC)明顯大於新鮮的再烘烤、冷凍再解凍與冷凍、解凍後再烘烤的 IAUC，且在市售白麵包當中也有類似的情形。因此作者指出可以利用儲存與製備方式的不同來改變食物之血糖反應，使其對人體有益；另外，當白麵包用來當作測試 GI 的參考食物時，需特別注意每一次處理上的差異。

昇糖指數的影響因子對於研究前期的資料庫建立有其重要性存

在，將於下一節中提及；而昇糖指數代表了食物中醣類的「質」，昇糖負荷則進一步考慮到食物中醣類的「量」，因此在進行研究分析時，最好能一併探討，才能達到相輔相成的效果。

第二節 昇糖指數與昇糖負荷飲食評估法

許多流行病學研究測量了昇糖指數、昇糖負荷與健康結果之間的相關性。然而，昇糖指數、昇糖負荷的飲食評估法有其困難度，因為標準的食物成份資料庫中並沒有數值可以直接運用。因此，無論是哪一種飲食評估法，在利用飲食評估問卷來測量昇糖指數與昇糖負荷之前，必須先建立食物 GI 資料庫，以便最後的資料運算與分析；本節將分為建立食品資料庫、飲食頻率問卷法、24 小時飲食回憶法相關文獻來做介紹。

一、建立食品資料庫相關文獻

目前國際上已發表之 GI 數值有很多，其中資料最廣泛，並為許多研究者所使用的有 Brand-Miller 在 2002 年發表之 International table of glycemic index and glycemic load values，以及雪梨大學線上資料庫 (<http://www.glycemicindex.com>)。為了查明國際上(歐洲、北美或澳洲)所做出來的 GI 值是否適用於其他地區，Henry 等人(2008)分別在英國與印度針對當地居民測試一般食物的 GI 值。結果發現亞洲的印度受試者參考食物平均 IAUC 顯著高於英國高加索受試者，但印度受試者所有受測食物 IAUC 也較高，兩組受試者計算出的所有受測食物 GI 值皆無明顯差異。這代表了不同地區測出的 GI 數值並沒有人種上的差異，因此，利用國際上公佈的 GI 數值來建立資料庫是可行的方法。

國際上公佈之數值主要以葡萄糖或白麵包當作參考食物，由於兩者所做出之 GI 數值參考基準不同，需要利用 GI 的轉換係數來互相代換。Foster-powell 等人(2002)指出，若是想把葡萄糖為基礎的 GI 值換

成以白麵包為基礎的值，轉換係數為 1.43；若要把以白麵包為基礎的值換成以葡萄糖為基礎的值，轉換係數為 0.7。而日本之 Sugiyama (2003)的研究發表以白米作為參考食物所測出的 GI 值，當葡萄糖 GI 為 100 時，白米 GI 為 80。因此若是把葡萄糖為基礎的 GI 值換成以白米為基礎的 GI 值，轉換係數為 1.2；若把以白米為基礎的值轉換成以葡萄糖為基礎的值，轉換係數為 0.8。

利用飲食評估法測驗 GI 與 GL，最終是希望能夠得到個人的整體飲食昇糖負荷(Overall Dietary GL)與整體飲食昇糖指數(Overall Dietary GI)資料，Pi-Sunyer (2002)建議的公式如下：

$$\text{整體飲食昇糖負荷} = \sum_{n=1}^i \text{GIn} \times \text{CHOn}$$

$$\text{整體飲食昇糖指數} = \frac{\sum_{n=1}^i \text{GIn} \times \text{CHOn}}{\sum_{n=1}^i \text{CHOn}}$$

其中的 GIn 為食物 n 的 GI 值，CHOn 為食物 n 的醣類含量，i 為每天吃的食物數量。

由於個人飲食的形式通常為混合食物，而國際上公佈的 GI 數值多為單一的食物原料，因此 GI 在混合食物中的應用仍然常被討論。在 Flint (2004)的研究中，利用個別食物計算出混合食物的 GI 與實際測量之混合食物 GI 值相比較，發現個別食物的醣類含量與 GI 並不能良好預測混合食物造成的血糖與胰島素反應。後來，Wolever 等人 (2006)想要進一步確認個別食物中的 GI 及醣類含量是否會影響混合食物所引起之血糖及胰島素反應。其研究發現受測食物中脂肪與蛋白質含量和平均血糖 AUC 沒有明顯相關性，但可利用性醣類含量及 GI 和平均血糖 AUC 有顯著相關，且有 88%的解釋力。結果顯示，當應用在現實的環境中，個別食物的 GI 為混合食物血糖反應的重要決定因素。

二、飲食頻率問卷法相關文獻

飲食評估的方法有許多種，目前最常被用來測量飲食中 GI 與 GL 的工具為飲食頻率問卷(FFQ)，其計算出飲食 GI 與 GL 的方法敘述如下。

Yunsheng (2005)在評估 BMI 與醣類相關飲食因素相關性的研究中，利用類似飲食頻率問卷形式的七天飲食回憶法(類似飲食頻率問卷，包含 119 個食物以及 13 個飲料項目)來評估 572 位健康受試者的飲食 GI 與 GL。每一個食物項目皆直接配對 International table of glycemic index 以及 The new glucose Revolution 中表格的數值，以白麵包為參考食物；若在表中找不到美國的數值，則用加拿大或其他適合的數值取代；取代特定食物時，首先考慮醣類含量，包含許多原料的混合食物和食物群組要先拆解成個別的食物組成計算；對於一些找不到 GI 值的食物，資深營養學家會考慮相似的食物特性和 GI 的營養因素做取代，像是澱粉糊化、直鏈與支鏈澱粉比例、顆粒大小、可溶性纖維含量、酸度和脂肪；排除每一份醣類含量小於 3.5 g 以下的食物和酒精性飲料後，進行 GI、GL 的運算。

而後，為了利用食物頻率問卷進行流行病學研究，Neuhouser (2006)敘述了發展 GI 資料庫的方法，使用 2002 年 International table of glycemic index and glycemic load values 和雪梨大學線上資料庫的數值，並以葡萄糖為參考食物。為了分配數值到 FFQ 的每一列項目中，於是把 122 列項目與 19 項校正題目分解成 350 種不同的食物，並利用中等份量大小的食物為基準，排除總醣類含量小於 5 g 的食物，因此，非澱粉類蔬菜、油脂、未加工肉類不計算 GI 值；每一種食物皆考慮加工與製備方法等，使用最適當的數值代入，如果沒有相同的食

物可使用，則考慮醣類、纖維含量以及製備方法雷同之相似食物進行取代；對於沒有標示的食物，例如新鮮的烘培製品，則用多種來源的相同產品 GI 平均值代入；最後，對於 FFQ 每一列食物項目中，那些包含大於一種食物所合成的項目，GI 值根據個別食物對於資料庫中整列項目的整體貢獻來做加權計算。

三、24 小時飲食回憶法相關文獻

24 小時飲食回憶法在飲食評估上的應用也相當廣泛，且能得到實際攝取的份量，使其更能精確應用在 GL 的計算方面，然而，近年來應用此種方法測量 GI 與 GL 的研究並不多。Scholl 等人(2004)在探討懷孕期飲食 GI 對於嬰兒出生體重、胎兒生長以及醣類代謝生物標記的影響研究中，GI 即利用懷孕期間 24 小時飲食回憶來計算，使用以白麵包為參考食物的 GI 值分配入各食物項目，最後用公式計算出每日 GI 與 GL 值做進一步的分析。其中利用 24 小時飲食回憶計算 GI 的詳細過程並沒有在文獻中描述。

另外，Ma 等人(2006)在一篇探討醣類攝取與血清脂質間相關性的研究中，也利用 24 小時飲食回憶來計算 GI 與 GL。先將不含醣類的食物排除，超過一種食物的食譜要分解成原料後再進行與 GI 值的配對；為了計算每日 GL，也一併用 GI 算出 24 小時期間個別食物的 GL 值，而後將每份含醣量小於 3.5g 的食物以及啤酒、葡萄酒和烈酒都排除不計，最後用公式計算出的平均 GI 與 GL 分別為 84 和 198(白麵包 = 100)。

Olendzki (2006)描述了從大規模的一套 24 小時飲食回憶來建立 GI 與 GL 資料庫的方法，並且計算出整體飲食的 GI 與 GL 值。研究

利用 Nutritional Data System (NDS)來收集 24 小時飲食回憶資料，可用的數據來自於 9067 份 24 小時飲食回憶問卷，提供 1482 項不同的食物種類。其中 1261 種含醣食物再另外輸入新版的 NDS，來做更深入的分析，尤其是醣類、纖維的種類以及脂肪含量；所有 International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values 以及雪梨大學線上資料庫的食物也接著輸入同樣的 NDS 中，以便於找出和研究食物的關聯性。接著利用地理、植物特性與製備方法等，直接進行食物種類與相對應的 GI 值配對；無法找到 GI 值的，則用相似的食物來配對，營養學家會根據所有可獲得的資訊以及個人經驗與知識來做最後的決定；混合的菜餚要先拆解成原料，接著根據各種原料的 GI 計算出整體 GI 值；其中有三種食物因為沒有足夠的資訊來建立 GI 值，因此在最後的分析中排除；有十三種不同的市售餅乾考量巨量營養素與纖維後被分成一組，用相似餅乾的 GI 值來取代。最後計算出的平均飲食 GI 為 84，平均飲食 GL 為 196(白麵包=100)。由於 GL 的計算是根據食物項目結合食物份量與含醣量，因此，和 FFQ 相較之下，根據多次 24 小時飲食回憶算出的 GL，對於個人和群體的實際攝取而言會更為準確。

本研究即利用 24 小時飲食回憶來評估營養素攝取情形與計算 GI、GL，故先在資料庫中建立 GI 與 GL 欄位與問卷做連結，運算出個人的每日昇糖指數與昇糖負荷，進而探討與 GI、GL 相關的研究問題。

第三節 昇糖指數、昇糖負荷與體型之關係

在 1993-1996 的國民營養健康狀況變遷調查結果顯示，年齡在 19~44 歲之間的 632 位女性，其體重平均為 54.5 ± 9.4 公斤，與第二次國民營養調查的平均值(51.7 公斤)相較下多了 3 公斤。從國人婦女肥胖狀況而言，若以超過理想體重 120% 來做為肥胖標準的話，台灣 19-44 歲女性的肥胖盛行率為 23.4%；以超過 BMI 值 26.4 來當作肥胖標準的話，其肥胖盛行率為 15.8%。(行政院衛生署，2002)由於許多國家的肥胖盛行率也逐年升高，為了找尋肥胖的原因以及解決肥胖問題的方法，低醣飲食為近年來主要推行的減重方法之一，Atkins Diet 即為典型的例子；而後有許多低醣飲食的研究更是著重於昇糖指數的探討，像是 Zone Diet、Carbohydrate Addict's Diet 以及限制醣類攝取在總熱量 40% 以下的 South Beach Diet。近年來，昇糖指數、昇糖負荷與體重變化相關性的研究也在發展當中，本節即針對昇糖指數與昇糖負荷來探討對於體重變化及孕婦與新生兒體型的影響。

一、昇糖指數、昇糖負荷與體重變化

在 Ludwig (2000)的發表敘述中，熱量攝取和消耗不平衡會導致肥胖，一般的治療方法為少吃多運動。然而，能量限制與低脂飲食的長期效力並不佳，可能原因為這些飲食無法改善食慾造成的過度攝食。不過，發展中的理論和實驗性著作指出降低胰島素反應而吸收醣類的飲食設計(如：低 GI)，能增加儲存的代謝性能源使用、降低饑餓感且促進體重流失。此種飲食包括大量的蔬菜、水果、豆類，適當的蛋白質和脂肪含量，且降低攝取精緻穀類製品、馬鈴薯和濃縮糖。因此，以下將分別探討觀察型與介入型的研究中，GI、GL 對於體重調節之影響：

1. 觀察型研究

Ma (2005) 利用為期一年之 The Seasonal Variation of Blood Cholesterol Study (SEASON) 研究的長期數據，控制身體活動和能量攝取的影響後，評估 BMI 與醣類相關飲食因素的相關性。共收集 572 位健康受試者資料，利用類似飲食頻率問卷形式的七天飲食回憶法來做飲食評估，GI 與 GL 採用白麵包當作參考食物的數據，GI 的計算排除醣類含量小於 3.5 克的食物，酒類 GI 忽略不計。結果發現 BMI 與 GI 呈正相關性，但與每日醣類攝取量、從醣類獲得的熱量百分比及 GL 無關；GI 也和每日熱量攝取無相關性。

另外，Hare-Bruun (2006) 在前瞻性世代追蹤研究當中，探討丹麥成人一般飲食的 GI、GL 與體重、體脂肪分佈及身體組成間的相關性。樣本從 MONICA 研究中抽出，包括出生於 1922、1932、1942 或 1952 年的 185 位男性與 191 位女性，基礎健康測量與飲食歷史在 1987 和 1988 年間實施，六年後，追蹤的健康測量在 1993 和 1994 年間完成。結果發現高 GI 飲食會導致女性體重、體脂肪組織與腰圍增加，尤其是靜態活動的女性，說明了身體活動能預防飲食造成的體重增加。然而在男性方面並沒有相關性存在，指出 GI 與肥胖間的相關性有性別上的差異。值得注意的是，此篇研究只有在一開始做飲食評估，並預設往後六年的飲食型態改變不大，所以用此評估結果代表往後六年的飲食 GI 與 GL。

Murakami (2007) 在日本做的橫斷性研究，控制一系列潛在的飲食與非飲食干擾因素後，測試總膳食纖維、可溶性膳食纖維、不可溶性膳食纖維的攝取和飲食 GI、GL 與 BMI 的相關性。招募飲食相關科系的學生，利用自填飲食歷史問卷(DHQ)來做飲食評估，並計算出 GI、GL 數值，最後共分析 3931 位女性資料。結果發現總膳食纖維攝

取排在較高四分位數者，平均飲食 GI、GL 較低，且總膳食纖維、可溶性與不可溶性膳食纖維的攝取和 BMI 成負相關性，飲食 GI、GL 和 BMI 成正相關性。本篇飲食 GI、GL 數值(65、147)和先前在日本的研究數值相似，但和西方國家相較之下較高，這可能是由於西方飲食 GI 為許多不同種類食物所決定(包括馬鈴薯、早餐穀類、麵包和米)，然而在此研究中，白米為(GI=77)主要貢獻者的原因。

長期觀察型研究證明了昇糖指數與體重變化間的相關性，尤其是 BMI 通常與昇糖指數成正相關 (Ma et al., 2005; Murakami et al., 2007); 然而，昇糖負荷對於體重變化的影響結果並不一致 (Ma et al., 2005; Hare-Bruun et al., 2006; Murakami et al., 2007)。

2. 介入型研究

Sloth (2004)於丹麥所做的研究當中，執行富含低 GI 或高 GI 兩組食物的高醣低脂（醣類占 55~60%，脂肪占 $\leq 30\%$ 熱量來源）之任意飲食，針對 45 位健康但過重的女性進行為期 10 週的平行隨機介入，用高 GI 或低 GI 食物來取代平日攝取含醣豐富的食物，兩組的總熱量、能量密度、膳食纖維以及巨量營養素組成皆相似。十週後，兩組的能量攝取、平均體重變化和脂肪質量都有下降，但兩組間無顯著差異；然而，和高 GI 飲食組 (n=22) 相較之下，低 GI 飲食組 (n=23) 的 LDL 膽固醇濃度下降了 10% ($p < 0.05$)，總膽固醇也有下降較多的趨勢 ($p = 0.06$)。

而後 Rougemont (2007)評估過重但非糖尿病者，其低 GI 和高 GI 飲食對於身體組成及血液參數的代謝反應。受試者要用低 GI 或高 GI 的食物來取代他們平日攝取的澱粉類食物，利用兩種不同的飲食進行五星期的營養介入實驗，最後共有 38 人完成研究。設定目標低 GI

食物組為平均 GI < 50，高 GI 食物組為平均 GI > 70 (葡萄糖 = 100)，實驗設計要求受試者攝取和平常一樣的澱粉量，只有改變澱粉形式，使用三次的五天飲食紀錄來記錄飲食內容。在五週的營養介入後，低 GI 組的飲食平均 GI 有明顯下降，且都有達到設定目標 (GI < 50)，高 GI 組平均 GI 值沒有明顯改變，也沒有達到設定目標 (GI > 70)，但保持在高的 GI (GI = 66.3 ± 0.6)，且兩組平均 GI 有明顯差異，但 GL 無差異；低 GI 組的體重 (-1.1 ± 0.3 kg) 與 BMI 都顯著下降，高 GI 組沒有明顯變化 (-0.3 ± 0.2 kg)，但兩組間體重與 BMI 有顯著差異；介入五週後，低 GI 組明顯下降禁食總膽固醇 9.6%、LDL 膽固醇濃度 8.6%、LDL/HDL 膽固醇比例 10.1%、總膽固醇/HDL 膽固醇比例 8.5%，高 GI 組則無差異。此實驗設計是用來評估降低 GI 但沒有能量限制對於過重非糖尿病者的代謝反應，很少有研究會著重於研究簡單的飲食教育對於介入飲食習慣的可行性，及其對體重、醣類與脂質代謝的影響，此研究結果主要是證明低 GI 飲食會導致體重下降，並且改善脂質狀況，但也說明了低 GI 飲食指導對於實際飲食是有影響的。

在 Sichieri (2007) 的研究中，控制在其他飲食組成相似的狀況下，比較長期 (18 個月) 低 GI 和高 GI 兩種飲食對於體重與飽足感的影響。203 位巴西健康婦女被隨機分配到高 GI 組與低 GI 組，藉由每個月的個別營養諮詢、食譜與代換表來維持兩組飲食相差 40 單位 GI (白麵包 = 100)，根據六天飲食計劃，受試者每日要吃三餐與三次點心，有些微的熱量限制 100~300 大卡，脂肪占熱量的 26~28%，研究使用飲食頻率問卷來評估食物攝取狀況。結果顯示兩組體重降低 (低 GI：-0.41 kg；高 GI：-0.26 kg) 與飢餓感的降低沒有顯著差異，但低 GI 飲食能明顯降低三酸甘油酯 (-16.4 mg/dL) 與 VLDL 膽固醇濃度 (-3.7 mg/dL)。對於本篇研究的非肥胖婦女，低 GI 相較於高 GI 飲食並不能促進長期的體重減輕，在一開始的體重下降之後，到了第 12 個月，

兩組的體重就開始回升，且低 GI 飲食組在研究的最後幾乎回復了所有減輕的體重。

另外，Das (2007)在美國進行一年的隨機控制試驗 (randomized controlled trial)，測試限制 30% 熱量後之不同 GL 飲食模式的服從度 (compliance) 與體重及體脂肪減少情形。受試者為 34 位健康但過重的男性及女性，一年的介入研究包括一個七星期的基準期，維持平穩的體重與一般飲食；然後為 24 星期的熱量限制期，將受試者隨機分配至低 GL 與高 GL 飲食，食物供應熱量為維持原本體重能量需求的 70%；最後的研究時期為 24 星期的能量限制期，但此時期經由教導後，食物由受試者自行準備。其中的能量攝取與熱量限制飲食的服從度是用雙標水測量法來看總能量消耗，分別在熱量限制期的第 3、6 及 12 個月實施。結果發現兩組能量限制在第 3、6 及 12 個月時無顯著差異，兩組體重下降比例皆達到顯著，且平均脂肪百分比也顯著下降，但兩組間無顯著差異；高 GL 組明顯增加攝取非研究食物的渴望且明顯降低對於供應食物的飽足感，但低 GL 組並沒有此情形，然而兩組之間沒有顯著差異；除了葡萄糖之外，兩組的三酸甘油酯、胰島素、總膽固醇、HDL、LDL 膽固醇和基礎值相較之下都有顯著下降，但兩組間無顯著差異。這個長期的研究發現兩組飲食中的 GL 對於平均能量攝取、饑餓感、飽足感、代謝速率、體重及體脂肪減少之影響無差異。

介入型研究對於昇糖指數、昇糖負荷與體重變化間的相關性很不一致；介入時間較長的結果大多與體重控制沒有相關性存在，但低昇糖指數飲食卻能良好改善血脂生化數值 (Sloth et al., 2004; Das et al., 2007; Rougemont et al., 2007; Sichiari et al., 2007)。Sloth 和 Astrup (2006)也在文獻中提出研究低 GI 飲食對於體重的影響沒有一致性的

原因，部分是由於缺乏長期且控制良好的飲食(飲食只有在 GI 有差異)所導致。

Aston (2007)整理了低 GI 食物相對於高 GI 食物能幫助體重控制的原因有：(1)增加飽足感、延遲饑餓感恢復，或降低後來的能量攝取；(2)減少靜態能量消耗值下降；(3)促進營養素氧化而非儲存；(4)選擇性減少脂肪而非瘦體組織。其中的第一項，低 GI 飲食能增加飽足感、延遲饑餓感恢復或降低後來的能量攝取受到昇糖指數研究的廣泛討論。在 Ludwig (2000)的綜論中概述了 16 篇研究，測量 GI 對於饑餓感的影響，除了一篇之外，其餘研究皆證明低 GI 食物和高 GI 相較之下，能增加飽足感、延遲饑餓感且降低食物攝取。

綜合許多研究，Bornet (2007)對於低GI飲食與高GI飲食相較之下能增加飽足感的原因提出兩種理論來解釋：(1)The glucostatic theory：由於高升糖性食物造成較高且立即的胰島素反應，使得血糖在高峰期後快速下降而有反應性低血糖現象，因此高升糖性食物似乎比低升糖性食物能更快速地回到飢餓狀態且降低飽足感。(2)小腸分泌的飽足勝肽 (satiety peptides)：營養素和小腸接觸被視為主要的胃後飽足感，許多種勝肽會在食物存在於小腸時釋放出來，作為一種飽足的訊號。GLP-1 (Glucagon-like peptide-1) 為一般認為的飽足感勝肽，能調節醣類造成的飽足感，當葡萄糖接觸到小腸下半段的L-cell時，會被釋放出來。低升糖性醣類消化緩慢，能延長葡萄糖和小腸接觸的時間，因此造成飽足感延長。

二、昇糖指數、昇糖負荷對於孕婦及新生兒體型之影響

已知懷孕期糖尿病使巨嬰症 (macrosomia) 發生率遽增，昇糖指

數、昇糖負荷對於孕婦及新生兒的研究大多是針對糖尿病孕婦或是妊娠型糖尿病孕婦的血糖控制，對於一般健康孕婦所做的研究相當稀少。然而健康孕婦也是有機會生出體重偏高或偏低的新生兒，因此健康懷孕婦女飲食的 GI、GL 對於孕婦本身及新生兒體型的影響也是本研究想探討的主題之一。

美國的 Clapp (1998)做了一個長期研究，其中包括在懷孕前招募的 12 位婦女，一直追蹤到生產。在懷孕八個月時，隨機分配至低 GI 和高 GI 飲食組，高 GI 飲食婦女對於標準飲食的血糖反應在懷孕期間日益增加，但低 GI 飲食組沒有改變。值得注意的是，高 GI 飲食組皆生出 LGA (larger for gestational age) 嬰兒，其平均體重比低 GI 飲食組嬰兒多出 1000g。

在 Scholl (2004)的調查中，研究假設由於母親生理反應中餐後與吸收後的差異，GI 極端值可能和 SGA (small for gestational age) 嬰兒風險增加以及增加胎兒生長有關，因此測量昇糖指數、母親醣類代謝的生物標記和其他懷孕婦女飲食中營養素之間的相關性。共有 1082 位孕婦在 1996 年 8 月到 2002 年 10 月間招募，進行懷孕期的前瞻性追蹤研究，飲食 GI 的計算是分別在招募時、懷孕第 20 週及 28 週，利用此三次懷孕期間 24 小時飲食回憶計算而得，血糖與糖化血色素樣本在懷孕第 24~28 週時取得；使用白麵包當作參考食物，LGA 胎兒定義為出生體重大於九十百分位，SGA 胎兒定義為出生體重小於十百分位者。結果發現，飲食昇糖指數和懷孕第三期母親醣類代謝的生物標記有正相關性，包括糖化血色素的程度以及母親 50g 葡萄糖負荷試驗後一小時的血漿葡萄糖濃度；飲食 GI 在最低五分位(GI<71)和降低嬰兒出生體重相關，且降低超過 100g，但飲食 GI 在最高五分位(GI>85)和嬰兒出生體重無關；飲食 GI 在最低五分位的母親，懷

有生長受限嬰兒的風險約增加兩倍，但高 GI 飲食並沒有改變母親懷有 LGA 或 SGA 嬰兒的風險；GL 和糖化血色素濃度有微弱的正相關性，然而 GL 和嬰兒出生體重或母親在懷孕第 28 週的血糖濃度無相關性。在糖尿病婦女中，母親血漿葡萄糖濃度會造成胎兒過度生長，母親的高血糖能增加葡萄糖和其他營養素送至胎兒，胎兒為了避免高血糖，於是刺激胰島素分泌，胰島素會增加葡萄糖與其他營養素的儲存並且扮演一種胎兒生長因子的角色，導致子宮內生長速率提高使嬰兒出生體重增加。此篇研究並無發現懷孕期的低 GI 飲食會生出 LGA 嬰兒或增加嬰兒的出生體重，可能是由於非糖尿病的年輕女性能分泌足夠的胰島素來維持血糖濃度，因此很少有額外的葡萄糖能夠增加胎兒的生長。

最近的研究為 Moses (2006)比較低精緻糖、高纖的中高 GI (HGI) 與低 GI (LGI)兩種飲食對於懷孕健康婦女所造成的影響，並研究其服從度與接受性。在澳洲招募懷孕 12~16 週的健康婦女，每位婦女在懷孕期間共會訪問五次，第一次會收集三天飲食紀錄和飲食歷史；第二次在第一次訪談的一星期之後，會獲得個人化且詳細的飲食教育；第三和第四次分別在懷孕第 22 週和第 30 週，實施 24 小時飲食回憶；第五次在懷孕第 36 週，收集三天飲食紀錄和飲食歷史，最後共收集 62 位懷孕婦女資料。HGI 飲食包括攝取高纖低精緻糖飲食的建議，LGI 是攝取先前經過證實的低 GI 食物；在飲食教育的過程中，營養學者會稱 HGI 飲食為「高纖、低糖」飲食，而稱 LGI 為「低 GI」飲食。由於飲食目標致力於相似的醣類含量，所以 GL 只會被不同的 GI 數值所影響。研究發現，兩組的體重增加沒有顯著差異；HGI 組的新生兒平均百分位數(69±5)明顯大於 LGI 組的新生兒百分位數(48±5)；兩組 LGA(定義為大於出生體重的九十百分位)嬰兒的盛行率有顯著差異，但 SGA(小於十百分位)的比例無差異；且 HGI 組的

嬰兒重量指數(Ponderal index)明顯較高。LGI 組的飲食平均 GI<55，HGI 組的飲食平均 GI>55(葡萄糖=100)，且 LGI 飲食組的婦女較同意此種飲食是簡單可實行的。攝取 HGI 飲食的婦女，其新生兒有較高的嬰兒重量指數，因而指出此種飲食對於胎兒的出生結果有負面的影響。

由於健康懷孕婦女昇糖指數與昇糖負荷相關的研究較少，由有限的文獻當中可知昇糖指數對於嬰兒出生體型有影響，然而對於懷孕婦女的體重增加並沒有多加著墨。因此，昇糖指數與昇糖負荷對於孕婦體重變化及嬰兒出生體重的影響還需要更進一步探討。

第四節 懷孕對於婦女體重變化之影響

近年來，由於體重過重的盛行率增加，其中發現懷孕對於生育年齡的婦女，似乎是影響體重增加的一個重要因素，產後體重保留量更是直接可以預測往後的肥胖情形。本節將介紹「懷孕對於婦女體重變化之研究」，探討產後體重保留的狀況；以及「懷孕對於婦女體重變化之影響因素」，由懷孕前體型、懷孕期間體重增加、飲食攝取情形與其他影響因素方面來探討懷孕對婦女體重變化之影響。

一、懷孕對於婦女體重變化之研究

Parham (1990)在美國醫學學會(Institute of Medicine, IOM)的報告中指出：婦女懷孕期增加的體重會在產後 3~6 個月回復，產後六個月平均體重會比懷孕前體重大 1kg；孕期增加的體重會在產後三個月內快速減輕，之後持續緩慢下降至產後六個月，若孕期增加的體重沒有在產後六個月內回復，即有發展成慢性肥胖的危險。IOM 在 1990 年對於產後體重保留的定義為產後和懷孕前體重的差異，在 Janney (1997)觀察哺乳對於產後體重保留影響的研究中，於 110 位婦女產後第 0.5、2、4、6、12 和 18 個月評估體重保留量，發現婦女體重在產後平穩下降直到產後第 12 個月，然而在產後第 12 個月到第 18 個月之間，觀察到婦女平均體重開始增加；另外，使用奶瓶哺餵的母親產後體重保留量在此時期皆大於哺餵母乳者，但這些餵母乳的婦女在停止母乳哺餵後，體重下降速率明顯降低。而後 Schmitt (2007)利用後設分析法(meta-analysis)將 1995~2005 年間的研究資料整理分析後，顯示孕期及產後的體重保留在產後前三個月驟降，且進一步發現會持續下降至產後第 12 個月。由此可知，產後一年內的體重保留量對於婦女未來的肥胖而言為一關鍵時期。

長期研究當中，屬 Linné 等人(2002)在瑞典進行的 Stockholm pregnancy and women's nutrition (SPAWN)研究計畫追蹤時間最久，近年來也根據此計劃的研究結果發表了相當多的文獻。共追蹤 1154 位產婦長達十五年的時間，其研究結果發現受試者平均體重由一開始未懷孕時的 59.7 kg，一直增加到十五年後的 65.2 kg，其中約有 23.9% 受試者的體重增加來自於懷孕時期。另外，在 Olson 等人(2003)進行的前瞻性世代研究中，追蹤美國紐約市 540 位婦女產後一年的體重改變，發現婦女在生產後一年的平均體重比未懷孕前增加 1.51 ± 5.95 kg，且當中約有 1/4 的婦女產後一年的體重比未懷孕前增加了 4.55 kg 以上。

在 SPAWN 研究計畫後來發表的文獻中，Amorim (2007)追蹤 483 位在 1984~1985 年間生產的婦女，分別測量其懷孕前、懷孕六個月、產後一年與產後 15 年的體重變化。結果發現產後六個月和產後一年平均體重保留量分別為 1.3 ± 3.5 kg 和 0.5 ± 1.3 kg；在產後六個月與產後一年時，恢復懷孕前體重者分別有 15.1% 與 33.3%，且所有在產後六個月時恢復體重者，皆能維持體重到產後一年；產後 15 年平均體重則增加了 7.6 ± 7.5 kg。Rooney 與 Schauberger (2002)追蹤美國 540 位婦女十年的時間，觀察到所有婦女在產後十年體重平均會增加 6.3 kg；而在產後六個月內減去所有懷孕期增加的體重者，不管有沒有哺乳，產後十年只會增加 2.4 kg；但未減去孕期增加的體重者，追蹤至產後十年則會比懷孕前增加 8.3 kg。雖然在產後六個月內回復產前體重對於婦女而言是有益的，但只有 37% 的婦女能夠在此時減去所有孕期增加的體重。

根據以上長期研究觀察，西方國家婦女產後體重保留量在產後六個月時約為 1.3 kg 左右，產後一年時約為 0.50~1.51 kg，產後十年約

為 6.3 kg，到產後十五年約為 7.6 kg (Rooney and Schauberger, 2002; Olson et al., 2003; Amorim et al., 2007)。

二、懷孕對於婦女體重變化之影響因素

戴芳台(民 92)在台北市某醫學研究中心所發表的一個研究，以問卷調查方式追蹤 602 位產後婦女的體重變化，結果顯示這群產婦懷孕前後平均 BMI 值從 21.50 ± 3.32 上升到 22.48 ± 3.39 ，生產後體重過重與肥胖的機率由未懷孕前的 18.3% 上昇到 27.6%，並且發現懷孕前體重及懷孕期間體重增加是預測產後體重變化的主要因素。Olson (2003) 也指出影響產後體重變化的因素很多，主要包括懷孕期間體重的增加量、食物攝取情形、身體活動量、哺乳情形、產次、年齡、未懷孕前體重以及未懷孕時的 BMI 等。因此，以下分別藉由懷孕前體型、懷孕期間體重增加、飲食攝取情形與其他影響因素來探討懷孕對婦女體重變化之影響。

1. 懷孕前體型

Gunderson 等人(2001)在美國進行的前瞻性世代研究中，使用未懷孕前的 BMI 值將 985 位健康產婦分成體重過輕、正常體重、體重過重、和肥胖四組，分別觀察其產後體重下降情形，結果發現在產後六周內四組的體重下降量是沒有差異性的，但是追蹤 2 年後的結果中顯示，未懷孕前體重是過輕的婦女，比肥胖的婦女體重減少較多。Rooney 和 Schauberger (2002)在追蹤美國 540 位產婦其十年體重變化的研究中表示，產婦十年後的平均體重比未懷孕前明顯增加了 6.3 kg，同時也發現未懷孕前的 BMI 是會影響產後的體重。例如：未懷孕前 BMI 屬於體重不足的產婦在十年後體重增加有 7.1 kg、正常體重的產婦體重增加 5.9 kg、體重過重產婦增加 6.1 kg、而肥胖產婦則增

加 7.8 kg。且 Greene (1988)、Parker (1993)和 Boardley (1995)的研究中都發現未懷孕前體重及 BMI 與產後體重保留有相關性存在，也就是說未懷孕前體重越重的人，其產後體重保留也會越多。

然而，Kac等人(2004)在巴西的世代研究中，指出懷孕前BMI和產後體重保留呈負相關性，且每增加懷孕前BMI一個單位，會減少產後體重保留量0.51 kg；若以懷孕前BMI為25之婦女與懷孕前BMI為30之婦女相比較，產後體重保留量的差異約3 kg左右。雖然研究結果並不一致，但大多數研究證明懷孕前BMI與產後體重保留是有相關性存在的。

2.懷孕期間體重的增加

最近一次對於孕婦懷孕期間的體重增加建議量，為 IOM 在 1990 年時所提出。而 IOM 孕期體重建議標準如表 2-3.1 所示：

表 2-3.1 IOM 孕期體重建議標準(1990)

未懷孕時期的 BMI(kg/m ²)	懷孕期間體重增加量
< 19.8 (underweight)	12.5~18kg
19.8~26.0 (normal)	11.5~16kg
26.1~29.9 (overweight)	7.0~11.5kg
> 29.9 (obesity)	≤6kg

Keppel (1993) 指出，美國的全國母親與嬰兒健康調查 (National Maternal and Infant Health Survey) 資料顯示，相對於懷孕期間體重增加在建議量之內的婦女，在產後 10~18 個月會保留 1 kg 體重，懷孕期間體重增加超過建議量的婦女，有超過 30% 會在產後 10~18 個月保留平均 2.5 kg 的體重。

Olson 等人(2003)曾在美國研究 540 位產婦孕期體重增加量與產後體重之關係，結果發現產婦產後體重保留量與孕期體重增加量有關，且研究中也顯示，婦女產後一年平均體重保留量為 1.51 ± 5.95 kg，其中有 42% 的產婦在懷孕期間的體重增加超過建議標準。此外，本研究還發現若產婦在懷孕期間體重增加低於建議量時，其產後體重會比未懷孕前體重要來的輕。

在巴西的世代研究中，Kac 等人(2004)追蹤 405 位 18~45 歲的婦女，收集產後 0.5、2、6、9 個月的資料，發現有 28.8% 的一般體重婦女懷孕期間體重增加超過 IOM 建議量，過重婦女則有 50%，且最後的長期模式顯示懷孕期間體重每增加 1 kg，體重保留增加 0.35 kg。這個結果和 Bertoldi 等人 (2001) 在巴西的研究類似，研究中有 29.2% 的女性在懷孕期間體重增加超過 IOM 建議量，然而懷孕前體重過重的女性有 49.5% 超過建議量。

Amorim (2007) 在 SPAWN 研究計畫的結果中，評估美國醫學學會(IOM)懷孕期間體重增加的建議對於長期 BMI 發展的適宜性。懷孕期間體重增加量低於 IOM 建議量者(IOM 建議正常 BMI 婦女懷孕期間體重增加量在 11.5~16.0 kg 之間)，15 年後體重增加了 6.2 kg；和建議量相當者，增加 6.7 kg；過度增加體重者，體重增加 10.0 kg；而且孕期體重增加過多者，在每個追蹤時間點的體重都明顯比其他兩組高。孕期體重增加在調整其他干擾變項之後，發現和產後 15 年的 BMI 有相關性，和遵守 IOM 建議量的人相比，婦女在懷孕期間體重過度增加的結果，會導致長期 BMI 增加 0.72 kg/m^2 。由以上研究可知，懷孕期間體重增加量與產後體重保留量有相關性，且孕期體重增加越多者，產後體重保留量也會越高。

文獻中除了發現懷孕期間的總體重增加量會影響產後體重保留量外，在懷孕三期中不同的體重增加量也會影響產後體重。如 Muscati 等人 (1996) 在加拿大追蹤 371 位產婦的研究結果中，發現在懷孕初期的體重增加 (≤ 20 週) 為產後體重保留量的強烈預測因子。

3. 飲食攝取情形

Ohlin 與 Rössner (1994) 曾以問卷訪談方式來追蹤瑞典地區 1423 位產婦的飲食習慣，研究方法為調查產婦在未懷孕前、懷孕時期、產後六個月和產後一年的飲食攝取情形，主要針對三餐的規律性；早、午、晚餐和點心攝取的頻率；早餐的品質(是否包括了主食類、牛奶、和蔬果等)；開伙頻率；以及自評產後是否有增加三餐的份量和點心攝取量等七個問題。研究結果顯示，在懷孕與產後每天吃三次以上零食，並經常略過午餐不吃的婦女，產後一年的體重保留較多，較高的體重保留可能是因為產後不正常的飲食所導致；同時也發現體重保留多的產婦其孕期與產後有較多的飲食攝取量，因此造成產後體重保留大於 5 公斤以上。而在 Olson 等人 (2003) 於紐約的研究中，讓 540 位產婦自評產後六個月和產後一年時食物攝取量之比較，結果有 190 位產婦表示產後一年與產後六個月的食物攝取量相同；有 41 位產婦表示有增加食物攝取量，且這些產婦在產後一年時有明顯的體重保留現象。

O'Toole 等人 (2003) 在美國研究 40 位產後肥胖的婦女，分別以結構式和自我管理的飲食介入方式來看產後體重保留，結果發現以結構式飲食加上運動的產婦，其體重顯著下降 7.3 公斤。另外，葉潔瑩 (民 93) 計劃於不同時期 (孕期及產後) 進行介入措施，以評價此介入措施對降低產後婦女體重留滯之成效。研究隨機取樣 180 位懷孕 16~20 週之孕婦為研究對象，利用飲食及運動衛教做為介入，依介入

時間點分成對照組、孕期組及產後組三組；對照組接受常規照護，孕期組在第二孕期開始介入，產後組在產後坐月子開始介入，追蹤時間皆從懷孕第二期至產後三個月。結果在「孕期增加的體重」及「產後體重保留情形」方面，孕期組體重顯著低於產後組及對照組，達統計上顯著差異。一般而言，孕期及產後飲食攝取越多，產後體重保留量也會增加。良好的飲食設計固然能控制體重，若是加上適當的運動，則更能達到預期的效果。

4.其他影響懷孕後婦女體重變化之相關因素

Sampsel 等人（1999）在前瞻性研究中，招募活動量較大且正計畫懷孕的婦女，後來有 44 位在懷孕時仍然保持較高活動量，35 位在確認懷孕之後停止運動，結果在懷孕第一與第二期時，體重增加並無差異，但在懷孕第三期，持續運動的婦女和停止運動的婦女相較之下，體重增加的速率較為緩慢，且較不增加皮脂厚度。Hinton（2001）的前瞻性世代研究研究中，利用活動頻率問卷來測量 498 位產婦的身體活動量，研究方式為調查產婦在產後一年時活動種類和次數，結果發現活動種類越多、次數越頻繁者體重下降也越多。Linne'（2003）指出，懷孕後的身體活動和孕期及產後的體重保留量呈負相關性，可能是因為增加能量消耗，但也反映出自然活動量較大婦女的健康知覺。

Kac 等人（2004）於巴西的世代研究中，追蹤 405 位產婦在產後 0.5、2、6、9 個月時的體重保留，發現在同時考慮體脂肪和哺乳對於產後體重的影響時，可得知產後體脂肪同樣是 22% 的產婦，但若哺乳時間在 180 天以上的產婦會比哺乳時間在 30 天以下的產婦有較少的體重保留，每個月約減少 0.44 公斤。Siega-Riz（2004）的研究指出，低收入、缺乏運動及用奶瓶餵食嬰兒的多胞胎非裔美國婦女，和富裕

且餵食母乳的白人初產婦相較之下，在產後有更明顯的體重保留量。Linné 和 Rössner (2003) 在瑞典的研究計畫發現，第一次生產的產婦在產後一年時有較多的體重保留，而這些產後體重保留與下一胎懷孕時孕期體重增加量有關，又因為孕期體重增加量和之後體重保留有關，因此造成了體重隨產次增加而增加的情形。另外，Olson 等人 (2003) 的研究中，也發現在低收入婦懷女懷孕期體重增加超過 IOM 建議量的話，會有較多體重保留，因此可知社經地位也是影響產後體重增加的重要原因。Amorim (2007) 也指出教育程度和體重保留有顯著相關性，教育程度低的女性會比大學畢業程度的女性多出 2 kg 產後體重保留量。

由以上研究可知，孕產婦的身體活動量、哺乳、產次、社經地位以及教育程度等因素都和婦女產後體重保留有相關性，往後在探討體重保留相關議題時，必須考慮這些相關因素來做進一步的分析。

第五節 嬰兒出生體型影響因素

嬰兒出生體型受父母親的影響最為直接，且會影響往後的生長發育與健康狀況，低出生體重會增加嬰兒死亡率與生理及神經方面的損傷，高出生體重可能會造成疾病率增加以及肥胖，影響嬰兒出生體重的因素眾多，本節除了介紹出生體重標準之外，也根據國內及其他發展中國家與已開發國家的文獻做概略性的探討。

一、出生體重標準

根據世界衛生組織（2006）的定義，出生體重為新生兒出生後量的第一個體重值，在出生後第一個小時內，出生後體重尚未明顯流失發生前測量最為理想。若不考慮懷孕週數，則低出生體重(low birth weight, LBW)定義為出生體重 $<2500\text{g}$ ；而低出生體重又可再細分為出生體重 $<1500\text{g}$ 的非常低出生體重(very low birth weight, VLBW)，與出生體重 $<1000\text{g}$ 的極低出生體重(extremely low birth weight)。另外，若考慮懷孕週數造成的影響，則分為相對過低出生體重(Small for gestational age, SGA)：出生體重小於同出生週數之新生兒族群在統計排行上的第 10 個百分位數以下；相對適當出生體重 (Appropriate for gestational age, AGA)：出生體重介於同出生週數之新生兒族群在統計排行上的第 10 至第 90 個百分位數之間；與相對過高出生體重 (Large for gestational age, LGA)：出生體重大於同出生週數之新生兒族群在統計排行上的第 90 個百分位數以上。

二、台灣相關文獻

為探討影響新生兒出生體重之變項，何啟功（民 76）招募台北

市立婦幼醫院 10000 名在一般門診做產檢的孕婦，以產前問卷訪視和產後病歷摘錄的方式取得資料。影響新生兒體重之因素很多，此研究以懷孕週數、孕婦年齡、新生兒性別、胎次、孕婦身高、孕婦體重及低出生體重兒經驗和前子癩症等為變項，發現這些變項與出生體重間有顯著相關性存在。此外，從事商業買賣工作者比家庭主婦之新生兒體重為重，可能與孕婦營養狀況有關；但從事生產操作者卻相反，其新生兒體重比家庭主婦者低。

廖苑秀（民 95）以大台南地區診所自 2006 年 6 月至 12 月定期作產前檢查之孕婦為調查對象，研究主要工具為自行編製的結構性問卷，包括個人資料問卷、產檢各項測量，並且在第三孕期作 24 小時飲食回憶法及三天飲食調查，生產時記錄產婦及嬰兒之各項測量及抽血檢查維生素 B₁₂、葉酸及貧血指標（血色素、紅血球），完成所有調查者共有 88 名，最後數據進行 t 檢定、單因子變異數（ANOVA）、卡方檢定及淨相關分析。結果顯示，新生兒男孩的出生體型皆比女孩大；尤其體重、頭圍有顯著差異性（ $p < 0.01$ ）。觀察孕婦第三孕期營養素攝取情形，熱量越高則新生兒體重越重（ $p < 0.05$ ），蛋白質攝取越高，新生兒體重越重且身高越高（ $p < 0.05$ ）。

由此可知影響台灣嬰兒出生體型的相關因素可能有懷孕週數、孕婦年齡、身高、體重、職業及低出生體重兒經驗、前子癩症、懷孕期間營養攝取與新生兒性別和胎次等。

出生體重過輕會增加嬰兒的疾病率、死亡率，且影響將來的生長情形。藍守仁等人（民 80）在民國 65 年至 76 年間(缺民國 69 年)，為了解母親的懷孕週數與新生兒出生體重的相關性，於是收集在台灣中部某教學醫院 35,919 名新生兒的出生資料，用來描述不同懷孕週

數的低出生體重嬰兒與極低出生體重嬰兒的比率。結果顯示，LBW 的發生率為 6.3%，VLBW 為 1.1%；在 LBW 的部分，懷孕第 32 週時發生率高達 92.5%，但由第 33 週起快速降低，到第 38 週時則降到 6.9%；VLBW 的發生率，自懷孕第 28 週的 89.4% 快速降低，到第 33 週時發生率已降至 9.3%，且男女新生兒間無顯著差異。劉桂霞和李鴻森（民 88）以台灣省台中縣，83 年度出生之新生嬰兒共 20380 名為研究對象。依新生兒出生時不同懷孕週數，分別計算低出生體重 (LBW) 與極低出生體重 (VLBW) 嬰兒的盛行率。研究結果指出，LBW 及 VLBW 的比率分別為 4.9% 及 0.4%；就 LBW 的比率而言，由懷孕第 33 週起快速降低，至第 38 週時已降至 4.1%；而 VLBW 自懷孕第 28 週後快速降低，至第 35 週後已降至 0.6%。男、女嬰兒在不同懷孕週數之 LBW 及 VLBW 之情況十分相似。一般而言，懷孕時間越長，胎兒生長發育也會較好，因此在比較不同出生體重時，應注意懷孕週數造成的影響。

為了探討低齡青少年孕婦發生不良生育結果之危險性，呂育凱（民 87）設計一個回溯性世代研究，採用邏輯性迴歸模式及對數線型模式為主要的統計分析方法，資料收集自「三縣市出生通報資料」，為民國 81 至 83 年間，在宜蘭縣、台中縣、南投縣所收集之新生兒出生通報資料，收得樣本共 4138 人，以 20-22 歲孕婦為對照組，對 12-19 孕婦之不良生育結果進行分析。研究指出，影響低出生體重的危險因子為母親年齡、抽菸與婚姻狀況。

1998 年 11 月至 1999 年 6 月間，Li 和 Chang（2005）為了探討母親人口統計學與身心因素對於低出生體重兒的影響，在花蓮兩家教學醫院的產前門診利用結構性問卷以面對面訪談的方式收集孕婦資料，一年後，從花蓮公共衛生事務處的醫療紀錄以及出生證明中獲得懷孕結

果。在1128位新生兒中，平均出生體重為 3200 ± 490 g，6.8%為低出生體重(<2500 g)；青少年(<20 歲)生出低出生體重嬰兒的比例為10.5%，年紀較大者(>30 歲)生出低出生體重嬰兒的比例為9.6%，年輕媽媽(20-30歲)生出低出生體重嬰兒的比例為5.4%；青少年母親有最高的低出生體重風險，但未達顯著性，年紀較大的母親有顯著較高低出生體重嬰兒的相對風險。在多變項分析控制住嬰兒性別與母親年齡後，發現初次當母親者以及中低教育程度者為低出生體重的顯著風險因子。

另外，陳依伶(民 95)使用行政院衛生署國民健康局出生通報資料庫電子檔資料，針對民國 93 年當中所有設籍在新竹市的產婦為研究對象，共收集 4452 個樣本。經卡方檢定分析後發現，懷孕母親年齡越高與新生兒父親年齡越高，生出低出生體重新生兒的機率就越高；懷孕週數小於 37 週的母親比較容易生出低出生體重新生兒；懷孕期間曾經安胎的母親比較容易生出低出生體重新生兒；新生女嬰比男嬰更容易出現低出生體重；雙胞胎中的第二胎新生兒比第一胎新生兒更容易出現低出生體重；和單胞胎新生兒相比，雙胞胎新生兒比較容易出現低出生體重；且年齡 35-39 歲的父親比其他年齡層更容易生出低出生體重新生兒。

傳統民間觀念下，婦女只要懷孕，就常使用藥物來安胎調養，幫助懷孕及生產過程順利，但藥物的使用似乎也會對嬰兒出生體重造成影響。許昭純(民 74)以北市婦幼醫院民國 73 年 9 月至 74 年 6 月間產檢的孕婦 5000 名為研究對象，分析其中西藥物使用情形，發現懷孕期間使用西藥的比率達 66%，中藥達 44%，其中以使用黃蓮、安胎飲居多。在約 4000 名活產嬰兒出生體重數據當中，低出生體重(≤ 2500 g)嬰兒，母親懷孕期間服用治療用人參時(214 人)，嬰兒

出生體重平均減少 265 公克，這可能是來自於人參的降血糖作用，或是母親特殊體質所造成的假象。且何啟功（民 76）的研究也發現，若孕婦在孕前服用中藥八珍湯者，其新生兒出生體重有減輕現象；而服用維他命及鐵劑，對於增加新生兒體重的效果並不十分顯著。

由以上文獻可知，影響台灣低出生體重的因素可能有母親懷孕週數、年齡、抽菸、教育程度、婚姻狀況、胎次、父親年齡、雙胞胎與藥物等。

三、開發中國家相關文獻

亞洲方面，Schmidt 等人(2002)招募印尼某社區 366 位懷孕 16-20 週的孕婦參與探討新生兒身長和體重決定因素的研究。研究結果指出，懷孕週數、母親懷孕第二期時的體重增加和嬰兒的性別是預測新生兒身長和體重的主要因素，而母親的年齡、教育程度和其他社經背景與新生兒的身長和體重無關。

印度的 Gupta (2007) 為評估營養不良孕婦補充綜合微量營養素對於嬰兒出生大小、低出生體重嬰兒發生率和早期新生兒疾病率的影響，使用隨機、雙盲的實驗設計，將孕婦分為微量營養素補充組與對照組。補充組 (n=99) 每日一次微量營養素補充劑，包含 29 種維生素與礦物質，平均攝取 54.5 天；對照組 (n=101) 平均攝取 45.1 天安慰劑，且所有受試者皆補充鐵劑 60 mg/d 與葉酸 500 µg/d。最後嬰兒出生體重範圍由 750-3500 g，只有兩個嬰兒早產，體重分別為 750 g 和 950 g；調整潛在干擾變項後，補充組的出生體重比對照組高出 98 g，身長多出 0.8 cm，頭圍多 0.2 cm；補充組低出生體重嬰兒比例下降 70%，SGA 嬰兒也下降了 55%；補充組的多變項迴歸分析顯示綜

合微量營養素補充的持續時間以及順從度和嬰兒出生體型有顯著正相關性。

同樣在印度的一個回溯性病例對照研究中，Kumar（2007）評估青少年懷孕對於產科、胎兒與新生兒的結果，資料收集自醫院紀錄，懷孕青少年定義為在 13-19 歲分娩的母親，最後共收集 369 位青少年母親以及 1107 位分娩年齡為 20-30 歲的對照組，其後又將實驗組分為 ≤ 17 歲(A 組)與 18-19 歲(B 組)兩組。結果顯示青少年母親和對照組相較之下會增加低出生體重的發生率(分別為 50.4%和 32.3%， $p < 0.01$)，且母親年齡增加會造成出生體重的趨勢明顯增加；早產的頻率也在青少年中更為頻繁（分別為 51.8%和 17.5%， $p < 0.01$ ）。

另外，Yekta（2006）利用橫斷性研究探討懷孕前BMI以及懷孕期間體重增加對於懷孕結果的影響。2002-2003年間，在伊朗市區招募 270位懷孕八週內的婦女，依照孕前BMI分為四組，且每組又依照IOM的建議標準分為懷孕體重增加正常(符合建議範圍)與不正常(不足或超過建議範圍)兩組。嬰兒平均出生體重為 3483 ± 425 g，新生兒出生體重會明顯根據母親懷孕前BMI而改變；孕前BMI < 19.8 的婦女，新生兒為低出生體重(< 2500 g)的比例為16.7%，孕前BMI > 30 kg/m^2 的婦女，新生兒為低出生體重的比例只有4%($p < 0.05$)；孕前BMI < 19.8 的婦女，剖腹產率最低(13.3%)，孕前BMI > 30 kg/m^2 之受試者剖腹產的最多(37.5%)；孕期體重增加不正常和早產或剖腹產風險的增加無關，但與低出生體重大有高度相關性($p < 0.05$)。

南美洲方面，Silva（2007）在探討種族與周產期健康關係的巴西世代研究中，發現黑白混血兒的低出生體重率(9.6%)明顯高於黑人(4.3%)與白人(4.8%)；混血(9.5%)與黑人嬰兒(9.7%)的早產率高於白

人(5.5%)；在調整家庭收入及母親教育程度後，膚色仍然為低出生體重($p < 0.001$)、早產 ($p = 0.01$)、SGA ($p = 0.01$) 及缺乏產前照護 ($p = 0.02$) 的獨立風險因子。

近年來，開發中國家對於嬰兒出生體重的議題大多在探討低出生體重的影響因素，不適當的母親懷孕年齡、懷孕前BMI與懷孕期體重增加量甚至是種族的不同，都會影響到嬰兒出生體重；營養不良的孕婦也是造成低出生體重嬰兒的重要原因之一，尤其是微量營養素的補充對於一些資源較為缺乏的地區是有必要的。

四、已開發國家相關文獻

北美洲方面，為了探討母親懷孕三期體重的改變量對新生兒大小的影響，Brown等人(2002)招募美國明尼蘇達州389位計畫懷孕的婦女參與研究，將收集到的資料利用多元迴歸分析排除可能的干擾因子。結果顯示，母親懷孕第一、二期的體重增加量可以預測新生兒的體重(母親懷孕第一期每增加1 kg，預計新生兒體重可增加31 g；母親懷孕第二期每增加增加1 kg，預計新生兒體重可增加26 g)，但第三期的體重增加量則無法預測。

加拿大的Ferland和O'Brien (2003) 針對56位婦女探討懷孕期飲食對其新生兒體位測量結果之影響。孕婦在懷孕第34週時進行三次24小時飲食回憶，並評估孕婦的飲食品質。研究結果顯示，母親的飲食品質和嬰兒的體重及身長有相關性，其他因子包括懷孕週數、母親身高、抽煙習慣、身體活動量和新生兒性別皆可用來預測新生兒的體位測量結果。

另外，Dubois（2007）使用 1994-2001 年 Canadian National Longitudinal Survey of Children and Youth (NLSCY) 20002 名孩童的資料，分析加拿大不同地理區域高出生體重（ $>4000\text{ g}$ ）的決定因素。結果顯示男孩、第二或後來出生的孩子、孕期較長、教育程度較高與不抽菸的母親、雙親的家庭與高社經家庭更可能生出高出生體重嬰兒。

亞洲方面，日本的 Murakami（2005）利用母親懷孕前 BMI 及懷孕期間體重增加來評估母親與嬰兒的周產期疾病率風險。研究為回溯性設計，包括 633 位妊娠期介於 24 至 42 週的女性，懷孕前 BMI 被分為體重過輕（ $<18.5\text{ kg/m}^2$ ）、一般體重（ $18.5\sim 25.0\text{ kg/m}^2$ ）以及肥胖（ $>25\text{ kg/m}^2$ ）三組；懷孕期間體重的增加被分為體重增加不足（ $<8.5\text{ kg}$ ）、一般（ $8.5\sim 12.5\text{ kg}$ ）以及體重增加過度（ $>12.5\text{ kg}$ ）三組。研究發現懷孕前肥胖的母親，其剖腹生產、前子癩與妊娠型糖尿病風險和正常組相較之下明顯增加；懷孕前體重不足者，低出生體重嬰兒與嬰兒住院治療的風險明顯增加。然而，懷孕期間體重的增加對於母親或嬰兒的周產期結果並沒有顯著影響。

歐洲方面，Sellström（2007）為探討北歐福利國家鄰近地區的平均出生體重差異性，分析瑞典三個主要城市 327877 筆出生資料，發現出生在貧窮地區的嬰兒會比富裕地區的嬰兒平均體重減少 106 g，比中等社經地區的嬰兒少 31 g；而且與富裕和中等社經地區相較之下，貧窮地區的懷孕婦女有很大比例會抽菸、較年輕（ <24 歲）、多胞胎、教育程度低以及有平均身高較低的情形。

大洋洲方面，Moore（2004）在澳洲南方的前瞻性觀察研究中，婦女於懷孕早期（16 週以前）與晚期（30~34 周之間）利用半定量的

飲食頻率問卷收集飲食評估資料，共有 557 位完成此研究，且在 1998 年 10 月至 2000 年 4 月間生產。分析數據後發現，懷孕早期母親飲食中蛋白質提供的熱量比例和出生體重及胎盤重量成正相關；但在懷孕早期母親飲食中醣類及脂肪含量與嬰兒出生大小無相關性。然而，此研究發現懷孕晚期母親飲食組成份和嬰兒出生大小無關。

普遍而言，已開發國家著重於研究懷孕期飲食攝取、孕期增加體重、社經地位與新生兒出生體重的關係，母親懷孕第一、二期的體重增加量與懷孕後期的飲食和新生兒出生體重相關，但懷孕第三期的體重增加量無法預測新生兒體重；貧窮地區的嬰兒平均體重會比富裕地區的嬰兒較輕；懷孕早期母親飲食中蛋白質提供的熱量比例和出生體重成正相關；其中更是有對於高出生體重進行的研究，這是在開發中國家較少出現的。另外，還有第二節提到的昇糖指數與昇糖負荷也和嬰兒出生體重有相關性存在。