

第 2 型糖尿病肥胖和體重過重病人的飲食治療

低醣 vs. 低脂

蕭雅純¹ 許碧惠²

¹ 新竹馬偕紀念醫院 內科部內分泌暨新陳代謝科

² 台北馬偕紀念醫院 社服室長期照護課 營養師

摘 要

糖尿病罹病人口眾多且逐年增加，是全球重視的公共衛生議題，而糖尿病罹病率上升與肥胖人口的增加息息相關，85%以上第2型糖尿病人合併有肥胖。多吃少動的外在因素是導致肥胖的元兇，因此飲食控制與運動是減重控糖的不二法門。飲食治療對糖尿病人血糖與體重控制的療效，有許多實證支持，糖化血色素下降程度不亞於目前糖尿病藥物的療效，不僅能使糖尿病人減重、降壓，還可以預防糖尿病的發生。低醣飲食和低脂飲食都有減重、降低血糖和改善血脂的療效，然而長時間以高油脂取代碳水化合物飲食，若低醣飲食油脂來自紅肉或奶製品，或低脂飲食取代油脂的精緻醣類攝取過多，反而增加肥胖、心血管疾病或癌症的風險。巨量營養素沒有所謂黃金比例，地中海、得舒飲食或蔬食飲食均強調注意食物品質，避免加工食物、糖和精緻穀類，減少飽和反式脂肪攝取，對健康更有助益。

關鍵詞：第 2 型糖尿病 (Type 2 diabetes)
肥胖 (Obesity)
飲食治療 (Nutrition therapy)
巨量營養素比例 (Macronutrient composition)
食物品質 (Food quality)

前 言

糖尿病罹病人口眾多且逐年增加，依據國際糖尿病聯盟 (International diabetes federation; IDF) 統計，從 2017 年 4 億 2 千 500 萬人到 2045 年預估有 7 億人¹，糖尿病防治已然是全球重視的公共衛生議題。而糖尿病罹病率上升與肥胖人口的增加息息相關，85% 以上第 2 型糖尿病人合併有肥胖，也因為糖尿病與肥胖幾乎

同時存在，所以有糖胖症這個名詞出現²。

在台灣罹病率也是持續上升，根據「2019 台灣糖尿病年鑑」糖尿病罹病率為 9.3%，約有 220 萬人罹患此病³。同時，據 2013-2014 年「國民營養健康狀況變遷調查」，我國成人過重及肥胖盛行率高達 45.4%，相較於 20 年前調查 32.7%、10 年前調查 43.4%，雖然增加趨勢漸緩，但 20 年來已從 3 個成人 1 個過重，演變為現在近 2 個成人 1 個過重⁴，肥胖與重度肥胖的

比例明顯上升，不僅增加糖尿病罹病風險，肥胖者更常合併心血管疾病、高血壓、中風、腎臟病、阿茲海默失智症、呼吸中止、氣喘及各種癌症等等多種疾病。重要地，當身體質量指數 (Body Mass Index; BMI) > 25 kg/m²，將增加死亡風險 (all-cause mortality)⁵。

就肥胖的成因來看，除了內在基因影響外，在過去數十年飲食生活習慣有了明顯改變，大份量、外食多、加工食物增加，而科技數位紀元來臨，工作與生活勞動度下降，多吃少動的外在因素是導致肥胖的元兇，因此飲食控制與運動是減重與控糖的不二法門⁶，本篇文獻回顧著重於第 2 型糖尿肥胖病人飲食治療的成效，分析巨量營養素 (營養素需求量多者，為身體主要提供熱量的營養素如醣類、蛋白質、脂質三大營養素) 中低醣飲食與低脂飲食相關研究資料，並整理目前各國糖尿病照護指引飲食治療的建議。

糖尿病飲食治療的成效

飲食治療對糖尿病人血糖與體重控制的療效，有許多實證支持。在血糖控制上，研究顯示飲食治療 1 年後，糖化血色素下降 0.3~1.6%，控制組糖化血色素則反上升 0~0.2%，飲食治療的降糖效果與口服降血糖藥物類似⁷，另外 Franz 等人的研究也顯示飲食治療不僅減少糖尿病藥物使用，也有助體重減輕 2.4~6.2 公斤⁸。

以近期的兩個大型臨床試驗為例，首先 Look AHEAD (Look Action for HEalth in Diabetes) 是一多中心隨機對照試驗，主要目標是檢驗第 2 型糖尿病肥胖病人，經由長時間飲食與運動之生活型態介入是否能減重並改善血糖與心血管危險因子。研究從 2001 年到 2012 年，總共有 5125 位受試者，分為積極生活型態介入與一般糖尿病照護兩組，積極生活型態介入組須達成的目標 (1) 降低至少 7% 體重，每天總熱量限制在 1200~1500 大卡、< 30% 總熱量來自於脂肪、< 10% 總熱量來自於飽和脂肪，鼓勵病人使用代餐 (2) 每周至少 175 分鐘中強度運動 (3) 密集的衛教與追蹤。第 1 年得到的結果積極介入組體重比起始時減輕 8.6%，糖化血色素

由 7.3% 降至 6.6%，15.1% 的病人血壓在 130/80 mmHg 以下，6.7% 的病人 LDL < 100 mg/dl，體重、血糖、血壓、血脂都比標準照護組下降得多。追蹤四年後積極介入組比一般照護組在體重、血糖、血壓、三酸甘油酯和高密度膽固醇上有意義的改善^{9,10}。

另一大型隨機對照試驗為 DPP (Diabetes Prevention Program)，研究是從 1996 至 2001 年，主要檢視飲食與運動介入是否能預防糖尿病的發生，總共有 3234 位葡萄糖耐受不良的受試者，分為 metformin、安慰劑控制組與生活型態介入組，troglitazone (後來因為 troglitazone 藥物中途停止) 共四組。在積極生活型態介入組須完成以下幾項目標：(1) ≥ 7% 體重減輕並長期維持 (2) 飲食中脂肪控制在佔每天總熱量的 25% 以下 (3) 每天總熱量限制在 1200~1800 大卡 (4) 每周至少 150 分鐘中強度的運動量。結果顯示三年後在 metformin 組第 2 型糖尿病發生率比起對照組低 31%，而積極生活型態介入組則下降 58%，比 metformin 還要有效，在減重上，metformin 和積極生活型態介入組在第一年都有明顯下降，三年後約有 70% 受試者體重仍比剛開始進行試驗時還輕^{11,12}。

上述 Look AHEAD 和 DPP 兩大型臨床試驗證實每天減少 500~750 大卡，每週 150 分鐘的中強度運動以增加能量消耗，再加上每周或每兩周持續行為改變衛教達 6 個月，糖化血色素下降程度不亞於目前糖尿病藥物的療效。更能使糖尿病人減重、降壓，還可以預防糖尿病的發生。

糖尿病飲食治療進展

回顧過去糖尿病飲食治療建議隨著營養醫學進展與臨床實驗證據的出現而有不同的結論，糖尿病飲食治療在 1921 年胰島素未上市之前，第 1 型糖尿病只能以飢餓禁食或極低碳水化合物飲食來治療。1922 年到 1960 年代，胰島素上市後，上述飲食治療慢慢式微。在 1970 年代，美國糖尿病學會 (American Diabetes Association; ADA) 發表第一個有關糖尿病飲食治療，建議碳水化合物不須設限¹³。接下來

1990年糖尿病專家們根據流病觀察性研究(The Seven Countries Study)發現飲食中油脂攝取量越多,心血管死亡率風險越大¹⁴。還有學者Blundell和Stubbs等人提出high-fat hyperphagia與glycogenostatic model高脂刺激食慾的理論^{15,16},強調高脂食物可口容易造成過度攝食,而且無法增加肝醣儲存沒有飽足感,相反地高醣(High carbohydrate diet)飲食增加體內肝醣儲存且飽足感較好。因此醫療學術團體開始建議糖尿病人採低脂飲食(佔總熱量<30%、飽和脂肪酸<7%、膽固醇<300毫克/天)¹⁷,降低攝食熱量進而達到減重和預防心血管疾病。在Look AHEAD研究中第2型糖尿病人採低脂飲食(<30%總熱量佔比)合併運動,可達到減重、降糖、降血壓與改善血脂的效果。美國大型世代研究顯示停經婦女採低脂飲食(<20%總熱量佔比),比一般飲食組能顯著減重,進一步降低乳癌和大腸癌風險、延緩糖尿病發生、在糖尿病人中更可延緩使用胰島素的時間¹⁸。

然而儘管數十年來採取低脂飲食合併藥物治療,第2型糖尿病肥胖病人數仍持續上升,而且低脂飲食能減重降低心血管風險的證據常出現爭議,在地中海周邊國家,他們油脂攝取量高,卻有較低心血管死亡率。另有隨機對照臨床試驗發現低脂飲食並不會降低心血管死亡率與總死亡率¹⁹,因此有更多人開始關注不同的飲食模式--低醣飲食。

低醣飲食是糖尿病飲食治療的最佳選擇嗎?

什麼是低醣飲食?主要概念是降低一天總熱量中碳水化合物來源佔比,目前一般飲食中碳水化合物占總熱量>45%、油脂約佔35%、15%來自蛋白質,故所謂低醣飲食是降低碳水化合物佔比<26%(碳水化合物攝取<130

克),提高油脂比例>40%。極低醣生酮飲食,換算起來每天碳水化合物攝取在20~50克間,佔每天總熱量<10%,其他熱量來自於油脂或蛋白質,其油脂佔比可能超過70%總熱量(表一)^{20,21}。

低醣飲食減重改善代謝的機轉,目前有一理論“carbohydrate-insulin model of obesity”,認為採低脂高醣飲食,大量碳水化合物刺激餐後胰島素分泌促進葡萄糖進入肌肉、加強肝醣儲存,同時抑制脂肪組織中油脂氧化代謝,將油脂囤積在脂肪組織,血液中可供利用的能量減少使細胞處於飢餓狀態,進而增加食慾,降低身體能量消耗^{22,23}。相反地當碳水化合物被油脂取代,餐後血糖與胰島素下降,昇糖激素上升,能量代謝來源多半來自脂質氧化,產生的酮體會抑制食慾,以蛋白質取代碳水化合物做為能量來源也有降低食慾的效果。在極低醣飲食中,血中酮體上升,血液中 β -羥基丁酸(β -hydroxybutyrate)從<0.1~0.5 mM增加5 mM,比起糖尿病酮酸中毒的酮體濃度10 mM來得低,酮體是人體腦部與心臟優質的能量替代來源,可以增加代謝效率,改變基因表現,降低餐後血管氧化壓力與發炎反應。減少多種荷爾蒙的阻抗性(如胰島素、瘦素、纖維母細胞生長因子-21和甲狀腺素),進一步改善代謝症候群中多項代謝指標,而且碳水化合物佔比越低療效越顯著^{24,25}。日本Yamada報告第2型糖尿病人接受低醣飲食(碳水化合物70~130克/天),沒有限制總熱量,比低脂飲食限制熱量還更有效降低糖化血色素與三酸甘油脂。這樣的結果支持低醣飲食讓糖尿病人較有飽足感不會多吃的理論²⁶。

近年來很多肥胖的糖尿病人多採低醣(Low Carb)飲食來減重降血糖,多個臨床研究結果也指出低醣飲食能降低體重、血糖和血脂,並能

表一：低脂與低醣飲食三大營養素總熱量佔比

熱量占比 / 飲食方式	一般飲食	低脂	低醣	極低醣(生酮)	阿金氏飲食
脂肪	35%	<30%	>40%	90%	64%
飽和脂肪酸	-	<7%	-	-	-
膽固醇	-	<300毫克	-	-	-
碳水化合物	>45%	50~60%	<26%	2%	4%
蛋白質	15%	<15%	-	8%	32%

減少糖尿病藥物使用。在 262 位第 2 型糖尿病人接受生酮飲食 (每天碳水化合物 < 30 克; 蛋白質 1.5 克 / 公斤) 與積極電訪的研究結果, 1 年後有 83% 完成試驗, 體重減輕 12%、糖化血色素下降 1.3%, 大部分受試者只服用 metformin 即可將糖化血色素降至 < 6.5%²⁷。Johnson 等人的研究發現低醣飲食 (每天 110 克碳水化合物; 75 克蛋白質; 15 克油脂) 對肥胖者能減重、提高高密度脂蛋白、使三酸甘油脂、血壓下降, 而血脂改善與體重降幅呈正向關係, 體重減輕越多, 三酸甘油脂下降與高密度膽固醇 (High-density lipoprotein (HDL) cholesterol) 上升越大²⁸。另一研究更進一步發現生酮飲食能降低糖尿病人發炎指數並減少血壓用藥²⁹。美國糖尿病學會照護指引在 2019 年也重新給予較正面的評價, 主張低醣飲食監控碳水化合物攝取量有助降低飯後血糖, 有機會短期 (1 年) 改善血糖和血脂控制³⁰。

低醣飲食 vs. 低脂飲食的研究文獻

低脂飲食與低醣飲食兩者均有研究支持其減重降糖的效果, 然而兩者是否有差異? 2008 年以色列 DIRECT 研究, 共 322 位肥胖 (BMI $\geq 27 \text{ kg/m}^2$) 有心血管風險的受試者, 隨機分三組, 低醣飲食 (low carbohydrate diet) 剛開始每天碳水化合物量限制 20 克, 之後增加到 120 克 / 天, 第二組是低脂低熱量飲食 (low-fat and low-energy diet), 第三組是地中海低熱量飲食 (the Mediterranean low-energy diet), 經 2 年追蹤後, 三組體重均有下降, 其中低醣飲食組, 體重下降最多³¹。美國糖尿病學會 2001 年到 2010 年文獻回顧報告指出, 11 個低醣飲食組 (<40% 總熱量) 中有 8 個隨機對照試驗, 糖化血色素比其他飲食治療組 (多半是低脂飲食) 下降更多, 而且使用降血糖藥物也較少³²。雖然部分證據顯示低醣飲食減重降糖效果較低脂飲食明顯, 但在 2012 Hu 發表薈萃試驗論文中收集 23 個研究, 共 2788 肥胖者, 追蹤 6-24 月不等, 結果顯示低醣飲食 (< 45% 總熱量佔比) 與低脂飲食 (< 30% 總熱量佔比) 兩者在體重與代謝相關危險因子並無差異³³, 而另一薈萃試驗也顯示兩組

在糖尿病人血糖控制亦無差異³⁴。

低醣飲食對減重與降糖效果是否優於低脂飲食, 臨床試驗結果並不一致, 或許因為個人基因、胰島素阻抗性以及研究中不同的碳水化合物佔比有關, 低醣飲食中碳水化合物佔比越低, 體重與血糖下降越明顯。那些胰島素阻抗性高的病人採低醣高脂飲食體重能減輕較多, 係因低醣能降低胰島素分泌, 促進油脂分解與酮體產生, 提供腦部較穩定的能量來源, 讓腦部比較有飽足感, 也能加速能量代謝^{22,35}。對血糖控制而言, 低醣飲食在肥胖胰島素阻抗性高的病人能增加胰島素敏感度與改善 beta 細胞的功能進而達到降糖效果。相反地, 肥胖但胰島素阻抗性正常的人即所謂代謝健康的肥胖者, 低醣飲食或合併高蛋白攝取反而降低周邊胰島素敏感度, 惡化其代謝指標³⁶。

低醣飲食的風險

低醣飲食另一常見爭議在低密度脂蛋白膽固醇 (low-density lipoprotein (LDL)-cholesterol) 的上升, Tay 等人的研究發現低醣高脂飲食使總膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇上升³⁷, Mansoor 等人發表薈萃試驗, 收集 11 個隨機試驗共 1369 人, 低醣飲食 (每天總熱量佔比 < 20% 或碳水化合物 20~40 克) 比低脂飲食 (每天總熱量佔比 < 30%) 在體重與三酸甘油脂下降較明顯, 同樣在低密度脂蛋白膽固醇則是上升³⁸。Hu 的研究果則呈現比起高脂低醣飲食, 低脂飲食對總膽固醇與低密度脂蛋白膽固醇下降較顯著³³。採低醣高脂飲食特別是生酮飲食, 產生高效率脂質氧化降低脂質生成, 血中飽和脂肪酸與棕櫚油酸 (palmitoleic acid) 此類脂質新生指標下降, 三酸甘油脂下降, 高密度脂蛋白膽固醇上升, 有降低心血管疾病風險, 然而低密度脂蛋白膽固醇上升卻是增加心血管危險³⁹, 對心血管保護整體考量下, 低醣高脂是否能減少糖尿病心血管疾病的風險、發炎指數是否下降與代謝症候群指標是否改善等, 都需要進一步實驗還有長期數據來證實。

低醣飲食還有幾種可能風險: 其一是較高比例的蛋白質攝取對腎功能的影響, 雖然在

第2型糖尿病腎功能正常病人中，或非糖尿病人有正常或輕微腎功能不全的人採用低醣飲食並不會惡化腎功能。但對於糖尿病或非糖尿病合併中重度腎功能不全病人則無相關研究⁴⁰。第二是增加鈣質從尿中流失，可能導致腎結石或骨鬆的風險⁴¹。第三碳水化合物中富含大量膳食纖維與微量營養素，若採低醣飲食，可能造成膳食纖維與微量營養素不足進而導致腸道菌叢改變，影響整體健康，必須注意纖維與維生素的補充²⁹。第四在糖尿病藥物使用上，低醣飲食可能需要減少原本藥物劑量來避免低血糖，極低醣飲食(生酮飲食)對於使用胰島素或SGLT2抑制劑降血糖口服藥的病人會增加糖尿病酮酸中毒的風險⁴²。

低醣飲食在減重控糖上是否優於低脂飲食研究證據並不一致，可能與各研究中低醣、低脂飲食定義不同且研究時間長短不一有關，也可能因個人基因、胰島素抗性不同，造成低醣飲食對每個人效果有所不同。概括而論，低醣與低脂飲食對糖尿病肥胖病人都能達到減重、降低血糖與改善血脂效果，低醣飲食在短期減重效果可能較低脂飲食明顯，低醣飲食特別對三酸甘油酯下降與高密度脂蛋白膽固醇提升也有較明顯助益。但是需要留意的是低醣飲食可能增加低密度脂蛋白膽固醇，反而降低心血管疾病保護作用。長期採低醣飲食要注意可能增加腎結石、骨鬆、腸道菌叢改變的風險，還有必須避免低血糖與腎功能惡化，對於降糖藥物劑量調整與糖尿病腎病變病人低醣飲食蛋白質攝取量，都需要醫師謹慎評估。

糖尿病飲食治療最新建議

糖尿病飲食治療建議中有關巨量營養素比例 - 低脂或低醣飲食尚未定論。低醣飲食在1800年即被提出，臨床試驗證據顯示過多的碳水化合物會導致多重代謝問題，若採取低醣飲食能短期減重、降低血糖和改善血脂，然而長時間採低醣高脂飲食，特別是若油脂來自食物中的紅肉或奶製品，則可能產生反效果增加心臟疾病或癌症的風險⁴³。在合併分析世代研究發現，飲食中同熱量的飽和脂肪與碳水化合

物相比，反式飽和脂肪酸攝取量越高，體重越容易上升，但若油脂來自多元不飽和脂肪酸，則不僅不會影響體重，N-6多元不飽和脂肪酸(N-6 polyunsaturated fatty acids; PUFAs)更可以降低心血管疾病風險⁴⁴。在2013年PREDIMED研究報告也指出較高的橄欖油或堅果攝取對預防心血管疾病有助益，次分析結果顯示地中海飲食富含單元不飽和脂肪(Monounsaturated fatty acid)及多元不飽和脂肪(Polyunsaturated fatty acid)可以延緩糖尿病的發生⁴⁵。因此糖尿病人飲食治療要達到減重控糖，或許不在於巨量營養素比例，而在於維持飲食控制的時間與選擇特定食物種類，也可能是低脂或低醣營養素比例，在不同個人有不同臨床助益。近年來美國糖尿病飲食照護指引不再強調巨量營養素佔比，而著重於食物本身與營養素品質，如地中海飲食(Mediterranean-style)、得舒飲食(Dietary Approaches to Stop Hypertension, DASH)與蔬食飲食(Plant-based style, vegetarian or vegan)(表二)，其主張沒有單一適用的巨量營養素黃金比例^{20,46}，重要的是考量個人化的食物喜好、活動量、食物可近性、文化差異與代謝目標來決定巨量營養素比例。對過重或肥胖的人主要控制總熱量攝取，目標減重7~10%。英國與美國類似，也沒有建議巨量營養素比例，同樣強調降低總熱量攝取，減重至少5%⁴⁷。加拿大則仍提出適當的巨量營養素比例，其中碳水化合物佔總熱量45~65%、脂肪20~35%(減少飽和脂肪酸攝取)與蛋白質10~35%⁴⁸。英、美、加三國照護指引均建議要減少飽和反式脂肪攝取量降至總熱量佔比10%以下，食物選擇上多採高纖、低升糖指數(glycemic index)的食物像水果、蔬菜、全穀類與莢豆類，也特別提出地中海飲食、得舒飲食與蔬食飲食等飲食模式，可幫助控制血糖與降低心血管疾病的風險。

結語

糖尿病與肥胖息息相關，飲食治療是減重與血糖控制的基石，低醣飲食和低脂飲食都有減重、降低血糖和改善血脂的療效，然而長時間以紅肉或奶製品油脂取代碳水化合物，或

表二：糖尿病照護指引建議的飲食方式

飲食	地中海	得舒	蔬食飲食
可多選用	大量蔬果、五穀雜糧、豆類、堅果及種子	多吃蔬果及全穀類	蔬果、全穀類豆類、堅果及種子
適量攝取	白肉(尤其海鮮類) 低脂牛奶或脫脂乳品	白肉(禽肉或魚) 低脂牛奶或脫脂乳品 堅果	—
減少攝取	紅肉及加工肉品	紅肉及加工肉品 高飽和脂肪酸 含糖食物及飲料	—
特色	大量橄欖油(單元不飽和脂肪酸) 少量紅酒	高纖維、含多種抗氧化營養素、高鉀、高鎂、高鈣及少量的飽和脂肪酸、豐富的不飽和脂肪酸 鈉 < 2300 毫克	以植物性食物為主 蛋奶素者：可吃蛋與乳製品 純素者：避免所有動物性食物包含蛋與乳製品

低脂飲食以精緻醣類取代油脂，皆反而增加肥胖、心血管疾病或癌症的風險。巨量營養素沒有所謂黃金比例，地中海飲食、得舒飲食或蔬食飲食均強調注意食物品質，避免加工食物、糖和精緻穀類，減少飽和反式脂肪攝取，對健康更有助益。

贊助與利益衝突

本著作無接受任何贊助，亦無任何利益衝突。

參考文獻

1. International Diabetes Federation . IDF diabetes atlas. 9th ed. IDF, 2019. Adapt from <https://www.diabetesatlas.org/en/sections/worldwide-toll-of-diabetes.html>
2. Forouhi NG, Wareham Nj. Epidemiology of diabetes. *Medicine (Abingdon)* 2014;42:698-702.
3. Sheen YJ, Hsu CC, Jiang YD, et al. Trends in prevalence and incidence of diabetes mellitus from 2005 to 2014 in Taiwan. *J Formos Med Assoc* 2019;118 (supp2):S66-73.
4. Chang HC, Yang HC, Chang HY, et al. Morbid obesity in Taiwan: Prevalence, trends, associated social demographics, and lifestyle factors. *PLoS One* 2017;12:e0169577.
5. Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio E, Bhupathiraju ShN, et al. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data metaanalysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet* 2016;388:776-86.
6. Forouzanfar MH, Alexander L, Anderson HR, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2015;386:2287-323.
7. Pastors JG, Warshaw H, Daly A, et al. The evidence for the effectiveness of medical nutrition therapy in diabetes management. *Diabetes Care* 2002;25:608-13.
8. Franz MJ, MacLeod J. Success of nutrition-therapy interventions in persons with type 2 diabetes: challenges and future directions. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2018;11:265-70.
9. Look AHEAD Research Group, Pi-Sunyer X, Blackburn G, et al. Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: One-year results of the Look AHEAD trial. *Diabetes Care* 2007;30:1374-83.
10. Look AHEAD Research Group, Wing RR. Long-term effects of a lifestyle intervention on weight and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes mellitus: Four-year results of the Look AHEAD trial. *Arch Intern Med* 2010;170:1566-75.
11. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;346:393-403.
12. American Diabetes Ass. Within-trial cost-effectiveness of lifestyle intervention or metformin for the primary prevention of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:2518-23.
13. American Diabetes Association: principles of nutrition and dietary recommendations for patients with diabetes mellitus: 1971. *Diabetes* 1971;20:633-4.
14. Keys A, Aravanis C, Buchem F, et al. The diet and all-causes death rate in the Seven Countries Study. *Lancet* 1981;2:58-61.
15. Blundell JE, MacDiarmid J. Fat as a risk factor for overconsumption: satiation, satiety, and patterns of eating. *J Am Diet Assoc* 1997;97(Suppl7):S63-9.
16. Stubbs RJ, Mazlan N, Whybrow S. Carbohydrates, appetite and feeding behavior in humans. *J Nutr* 2001;131:2775-81.
17. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, et al. AHA dietary guidelines: revision 2000: a statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. *Circulation* 2000;102:2284-99.
18. Howard BV, Aragaki AK, Tinker LF, et al. A low-fat dietary pattern and diabetes: a secondary analysis from the women's health initiative dietary modification trial. *Diabetes Care*

- 2018;41:680-7.
19. Harcombe Z, Baker JS, Cooper SM, et al. Evidence from randomised controlled trials did not support the introduction of dietary fat guidelines in 1977 and 1983: A systematic review and meta-analysis. *Open Heart* 2015;2:e000196.
 20. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutrition* 2015;31:1-13.
 21. Allen BG, Bhatia SK, Anderson CM, et al. Ketogenic diets as an adjuvant cancer therapy: history and potential mechanism. *Redox Biol* 2014;2:963-70.
 22. Ludwig DS, Ebbeling CB. The carbohydrate-insulin model of obesity: beyond “calories in, calories out”. *JAMA Intern Med* 2018;178:1098-103.
 23. Hall KD. A review of the carbohydrate-insulin model of obesity. *Eur J Clin Nutr* 2017;71:323-6.
 24. Forsythe CE, Phinney SD, Fernandez ML, et al. Comparison of low fat and low carbohydrate diets on circulating fatty acid composition and markers of inflammation. *Lipids* 2008;43:65-77.
 25. Cahill GF Jr. Fuel metabolism in starvation. *Annu Rev Nutr* 2006;26:1-22.
 26. Yamada, Y, Uchida J, Izumi, H, et al. A non-calorie-restricted low-carbohydrate diet is effective as an alternative therapy for patients with type 2 diabetes. *Intern Med* 2014;53:13-9.
 27. Hallberg SJ, McKenzie AL, Williams PT, et al. Effectiveness and safety of a novel care model for the management of type 2 diabetes at 1 year: an open-label, non-randomized, controlled study. *Diabetes Ther* 2018;9:583-612.
 28. Johnson WD, Brashear MM, Gupta AK, et al. Incremental weight loss improves cardiometabolic risk in extremely obese adults. *Am J Med* 2011;124:931-8.
 29. Bhanpuri NH, Hallberg SJ, Williams PT, et al. Cardiovascular disease risk factor responses to a type 2 diabetes care model including nutritional ketosis induced by sustained carbohydrate restriction at 1 year: An open label, non-randomized, controlled study. *Cardiovasc Diabetol* 2018;17:56.
 30. Association, American Diabetes. 5. Lifestyle management: standards of medical care in diabetes-2019. *Diabetes Care* 2019;42(Suppl1):S46-60.
 31. Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group, Shai I, Schwarzfuchs D, et al. Weight loss with a low-carbohydrate, mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359:229-41.
 32. Wheeler ML, Dunbar SA, Jaacks LM, et al. Macronutrients, food groups, and eating patterns in the management of diabetes: a systematic review of the literature, 2010. *Diabetes Care* 2012;35:434-45.
 33. Hu T, Mills KT, Yao L, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a metaanalysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176(Suppl7):S44-54.
 34. van Wyk HJ, Davis RE, Davies JS. A critical review of low carbohydrate diets in people with type 2 diabetes. *Diabet Med* 2016;33:148-57.
 35. Hjorth MF, Zohar Y, Hill JO, et al. Personalized dietary management of overweight and obesity based on measures of insulin and glucose. *Annu Rev Nutr* 2018;38:245-72.
 36. Gilardini L, Vallone L, Cottafava R, et al. Insulin sensitivity deteriorates after short-term lifestyle intervention in the insulin sensitive phenotype of obesity. *Obes Facts* 2012;5:68-76.
 37. Tay J, Brinkworth GD, Noakes M, et al. Metabolic effects of weight loss on a very-low-carbohydrate diet compared with an isocaloric high-carbohydrate diet in abdominally obese subjects. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:59-67.
 38. Mansoor N, Vinknes KJ, Veierød MB, et al. Effects of low-carbohydrate diets v. low-fat diets on body weight and cardiovascular risk factors: A meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr* 2016;115:466-79.
 39. Jans A, Konings E, Goossens GH, et al. PUFAs acutely affect triacylglycerol-derived skeletal muscle fatty acid uptake and increase postprandial insulin sensitivity. *Am J Clin Nutr* 2012;95:825-36.
 40. Jesudason DR, Pedersen E, Clifton PM. Weight-loss diets in people with type 2 diabetes and renal disease: a randomized controlled trial of the effect of different dietary protein amounts. *Am J Clin Nutr* 2013;98:494-501.
 41. Reddy ST, Wang CY, Sakhaee K, et al. Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism. *Am J Kidney Dis* 2002;40:265-74.
 42. Yabe D, Iwasaki M, Kuwata H, et al. Sodium-glucose co-transporter-2 inhibitor use and dietary carbohydrate intake in Japanese individuals with type 2 diabetes: A randomized, open-label, 3-arm parallel comparative, exploratory study. *Diabetes Obes Metab* 2016;19:739-43.
 43. Ludwig DS, Willett WC, Volek JS, et al. Dietary fat: From foe to friend? *Science* 2018;362: 764-70.
 44. Jakobsen MU, O'Reilly EJ, Heitmann BL, et al. Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2009;89:1425-32.
 45. Salas-Salvado J, Bulló M, Babio N, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with the Mediterranean diet: Results of the PREDIMED-Reus nutrition intervention randomized trial. *Diabetes Care* 2011;34:14-9.
 46. American Diabetes Association. 5. Facilitating behavior change and well-being to improve health outcomes: Standards of Medical care in diabetes-2020. *Diabetes Care* 2020;43(Suppl1):S48-65.
 47. Dyson PA, Twenefour D, Breen C, et al. Diabetes UK evidence-based nutrition guidelines for the prevention and management of diabetes. *Diabet Med* 2018;35:541-7.
 48. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee, Sievenpiper JL, Chan CB, et al. Nutrition therapy. *Can J Diabetes* 2018;42 (Suppl1):S64-79.

Nutrition Therapy for Overweight and Obese Patients with Type 2 Diabetes

Low Fat vs. Low Carbohydrate

Ya-chun Hsiao¹, and Pi-Hui Shue²

¹Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, HsinChu Mackay Memorial Hospital;

²Nutritionist, Department of Social Work, Division of Long-term Care, Taipei Mackay Memorial Hospital

The increasing prevalence and total population of diabetes is a global public health problem. The twin epidemics of obesity and type 2 diabetes (T2DM) present in the world. Almost 85% of T2DM is obese, which could be resulted from the lifestyle change. So diet modification remains essential to successful weight loss and blood sugar control. Strong evidence supports that nutrition therapy had multi-effects on weight loss blood sugar reduction and prevention of diabetes. Reported hemoglobin A1c (A1C) reductions from Nutrition therapy can be similar to or greater than what would be expected with treatment using currently available medication for T2DM. Both low carbohydrate diet and Low fat diet decrease body weight, reduce A1c and lower blood pressure for patients with T2DM. However the food quality is more important than macronutrient composition. Mediterranean diet, DASH and plant-based food all emphasize food quality. Less red meat, whole milk products processed food or refined sugars will decrease the risk of obesity, cardiovascular disease or cancer. (J Intern Med Taiwan 2020; 31: 390-397)