

The initial draft of this revision was prepared by Bernard Zinman, MD (Co-chair); Neil Ruderman, MD, Phil (Co-chair); Barbara N. Campagne, PhD; John T. Devlin, MD; and Stephen H. Schneider, MD. The paper was peer-reviewed, modified, and approved by the Professional Practice Committee and the Executive Committee, June 1997, as well as by the ACSM Pronouncements Committee and Board of Trustees, July 1997. For technical reviews on this subject see Diabetes Care 13:785-789, 1990 and Diabetes Care 17:924-937, 1994. Guidelines of the American Diabetes Association and the American College of Sports Medicine. This Position Statement is being published simultaneously in the journal of Diabetes Care.

## 糖尿病與運動

總編譯: 王香生 (香港中文大學 體育運動科學系)

Editor-in-Chief: Stephen H. S. WONG, Ph.D., FACSM.

(The Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong)

翻 譯: 錢桂玉、卓玉敏、郭家驊 (臺北市立體育學院運動科學研究所)

Translators: Kuei-Yu Chien, M.S., Yu-Min Cho, M.S., Chia-Hua Kuo, Ph.D.

(The Research Institute of Sports Science, Taipei Physical Education College)

### 前 言

運動時全身氧耗速度(oxygen consumption)可達安靜時的 20 倍，而運動肌群的氧耗可能更高。為使運動肌群的能耗速度滿足運動時對能量的快速需求，骨骼肌細胞內所儲存的肝醣及三酸甘油酯必須提高分解速度；同時，脂肪組織分解三酸甘油酯釋放到血液的脂肪酸，以及肝臟分解肝醣釋放到血液的葡萄糖也仍然要氧化供能，供身體使用。運動時機體為了維持中樞神經系統的正常運作，血液中的葡萄糖必須保持在一個相當的濃度。對正常人而言，儘管運動時活動的肌群吸收血糖的速度明顯增加，人體卻很少會發生低血糖現象。這主要是由於在運動過程中，人體內分泌系統對血糖的平衡、穩定起著重要的調節作用：正常人在運動初期，為了使肝醣分解成的葡萄糖輸出到血液的速度加快以維持血糖恒定，機體必須降低血漿胰島素 (insulin) 水平，增加升糖激素 (glucagon) 的濃度；運動後期，血糖濃度的保持則需要靠增加血漿升糖激素及兒茶酚胺(Catecholamines) 濃度來完成，然而，I 型糖尿病患者由於內分泌失調，在適應運動挑戰，維持血糖恒定方面受到影響，此類患者如果缺乏適當的胰島素治療，運動過程中身體與胰島素相拮抗的激素 (counter-insulin) 將相對強勢，進而可能使得原本的高血糖加劇，酮體濃度更高而導致糖尿酮酸血症(diabetic ketoacidosis)；相反，當此類患者給予過量外源性胰島素造成血液中胰島素濃度居高不下時，又可能會導致運動時肌組織對血糖或其他能源過度吸收，進而產生低血糖症狀。對於 II 型糖尿病患者給予 Sulfonylurea 類口服降血糖藥或胰島素治療時也可能會發生類似情況，然而，一般而言，II 型糖尿病患者在運動過程中發生低血糖的狀況較少，而且規律運動明顯有助於增加身體對胰島素的敏感度來抑制高血糖症狀，進而幫助 II 型糖尿病患者血糖回歸正常。

本立場聲明之宗旨是以最新資訊為基礎，具體陳述目前有關運動對 I 型及 II 型糖尿病患者影響的最新觀念。過去的回顧性臨床文獻指出：運動是各類糖尿病患者及其高危險群的有效治療方法之一。但是，如同其他類型的治療方法一樣，臨床人員必須清楚瞭解運動對身體所造成的改善效應的機制。就應用角度來看，糖尿病專科醫師與臨床醫護人員必須瞭解如何分析運動對患者的益處以及潛在危險。因此運動生理學 (Exercise Physiology) 有必要成為專業醫護人員

(醫師、護士、營養師以及心理、社工師)教育訓練的一部分。

## 運動前對患者的評估

在運動課程開始之前，糖尿病患者必須事先經過詳細的診斷，根據過去的臨床檢測結果，小心確認該患者的狀況是否會因運動而使得大小血管病變加劇。對心血管功能的瞭解，將有助於醫師或臨床人員在為患者設計運動處方時將運動過程造成的潛在危險性降到最低。以下建議大部分摘錄於關於糖尿病與運動的健康專業指引 (Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise 參考文獻 3)。

對於患者過去的詳細病史以及身體檢查結果，應特別著重於心血管系統、眼睛、腎臟以及神經系統的病理症狀。

### 心血管系統

對於即將從事中高強度運動的糖尿病患者，應該採用強度漸進式的運動測試(4-6)，並事先針對是否會發展成爲明顯的心血管併發症進行適當診斷，其中，易產生心血管併發症的篩選條件如下：

- 年齡大於 35 歲
- II 型糖尿病史超過 10 年
- I 型糖尿病史超過 15 年
- 出現其他任何冠狀動脈疾病危險因數
- 微血管疾病 (視網膜病變或腎病變，包括微蛋白尿)

### 周邊血管疾病

許多患者在運動心電圖檢查中若出現非特異性(nonspecific)變化，或在安靜狀態下發生非特異性 ST 以及 T 波改變的情況，可以配合進行其他輔助性的壓力測試作進一步檢查 (如：物理放射性核種壓力測試, radionuclide stress test)。當糖尿病患者計畫從事如走路…等低強度運動 (低於最高心率 60%的強度)，醫生必須根據臨床判斷來建議患者是否需要進行運動壓力測試，當患者具有冠狀動脈疾病時，必須進行運動時的缺血性反應評估，界定會否產生缺血性反應的運動強度的運動測試以及心律不齊發生的可能性評估，評估過程需有旁人監測，另外，在許多個案中必須評估安靜和運動中的左心室功能。

### 周邊動脈疾病 (Peripheral Arterial Disease, PAD)

評估周邊動脈疾病主要是根據病人症狀(sign and symptoms)，包含間歇性跛行、足部冰冷、脈搏減少或測量不到脈搏、皮下組織萎縮以及毛髮掉落現象，對於間歇性跛行的治療基本治療策略爲戒煙以及參與有專人監督的運動課程，若腳背及脛骨後側出現脈搏，並無法完全排除前腳缺血的可能性，因此身體檢查如果發現前足或趾頭有血流迴圈的問題，必須再進行腳踝的多普勒壓力測試 (Doppler pressure at the ankle)。

### 視網膜病變(Retinopathy)

眼睛檢查的時間表應依照美國糖尿病醫學會的準則，對糖尿病患者罹患視網膜增生病變者，劇烈運動將有可能加速視網膜的出血與剝離，此類患者必須避免無氧運動：包含過度用力或會產生類似扭折現象(Valsalva-like maneuvers)的運動，依照 Joslin 臨床經驗，糖尿病視網膜病變程度的分級可作爲醫師給予患者個人化運動處方的參考，圖二爲摘自健康專業人員的糖尿病患者運動建議(3)，並經小幅修改後的內容。

## 腎病變

目前尚無針對發展中(蛋白尿 > 20 mg/min)或已形成腎病變患者(蛋白尿 > 200 mg/min)的運動建議。一般而言，腎病變者會因為自發性減少身體活動使運動能力降低，造成自我活動能力受限，雖無明確證據指出患者不適合從事低、中強度運動，但可確定的是不應建議患者進行高強度運動以及劇烈運動。

## 周邊神經病變 (neuropathy : peripheral)

周邊神經病變或許會造成足部保護性感覺能力喪失，當周邊神經病變者發生時，應減少從事承受重量的運動，重複性運動易造成足部的潰瘍和裂傷，經由檢查深層肌腱反射、本體感覺即可評估是否有周邊神經病變，使用 5.07 (10 g)的單絲纖維(monofilament)是測試觸感的最佳方式，圖三為周邊神經病變者的運動建議。

## 自主神經病變 (neuropathy : autonomic)

自主神經病變會使患者的運動能力下降並且可能使運動時心血管受到傷害。心臟自主神經病變者的判斷方式包括安靜心率過高 (每分鐘超過 100 次)、姿位式低血壓 (直立姿勢時收縮壓會下降 20 mmHg 以上) 或是其他自主神經系統功能失常 (disturbances)，包含皮膚、瞳孔、腸胃道、泌尿系統等。糖尿病患者的心臟自主神經病變者會增加猝死的機率以及無症狀性心肌缺血的情形發生，安靜或是壓力下的鉍心肌造影 (thallium myocardial scintigraphy) 測試對於已有冠狀動脈疾病者是一種適當的非侵入性測試方法。在剛開始進行運動訓練課程初期，此類患者在運動後發生低血壓或高血壓反應的機率較高。自主神經病變患者的體溫調節能力較差，因此醫師應特別建議此類患者避免在過熱或過冷的環境下運動，並留心水分的補充。

## 運動前的準備

安排安全且有趣味性的運動課程與從事健身運動本身一樣重要。血糖控制良好的年輕患者從事大多數類型的運動都是安全的。對於中老年患者，應鼓勵儘量從事身體活動。老化會加速肌肉、韌帶、骨頭以及關節的退化，缺乏身體活動 (disuse) 與糖尿病本身都將會加重這些退化，進行運動計畫前必須進行全面的檢查確認是否有上述提及的病變。

一般而言，對於糖尿病患者的運動建議標準與正常人的一樣，整個運動課程設計應包含 5-10 分鐘的低強度有氧運動 (例如:走路、騎腳踏車...等)做為「熱身活動」(warm up)與「緩和活動」(cold down)，對於運動時會使用到的肌群應先特別進行溫和的伸展運動 (gently stretched)，時機可選擇在熱身前或是熱身後。進行主運動前全身肌肉均應達到適度的動員與熱身，熱身的目的是為了肌肉、心臟、肺臟能達到進行更高強度運動的準備狀態，伸展活動亦可安排在熱身後，「熱身活動」與「緩和活動」的運動方式應相似，並且應最終使心率逐漸回復至運動前水平。

以下各點為專門針對糖尿病患者的建議

糖尿病患者在從事運動時，有幾個重要的考量因素：1. 建議有氧運動前必須進行足部測試，使用矽膠或是氣墊以及聚酯或聚酯棉質混紡的襪子，較能預防水泡發生以及保持足部幹躁，2. 對於周邊神經病變者，患者特別要注意運動鞋的選擇，並須教導此類患者如何處理足部水泡與磨擦傷害，3. 運動時糖尿病患者辨識手錶或是牌子須能清楚被他人辨識，4. 運動前後適當的水分補充也很重要，因為脫水對血糖濃度以及心臟功能可能造成負面影響，在熱環境中運動，應特別留意水分的補充，運動前建議補充適量的水分 (運動前 2 小時補充 17 盎司的液體約 500 cc)。運動中需儘早,少量多次的補充足量水分，以避免汗液的過度流失，超過身體可忍受的程度 (fluid tolerated)，在極熱或是極冷的環境下運動更需注意水份的補充。高強度阻力訓練對於年

輕患者或許是恰當的，但對於年長或長期罹患糖尿病者而言並不適合。但對於大部份的糖尿病患者而言，利用低負荷高反復次數的阻力訓練課程是可以用來維持或增加上半身肌力。

## 運動以及 II 型糖尿病

過去已有充足的研究文獻證明；長期規律運動對於 II 型糖尿病患者與相關代謝性綜合症具有潛在的改善作用，規律運動的好處包括：

### 血糖控制

過去幾個長期性的研究都一致性指出，規律運動訓練對於醣類代謝與胰島素敏感度造成的益處可以至少維持五年。這些研究使用了 50-80%最大攝氧量為運動強度，每週進行三至四次，每次三十至六十分鐘。通常可以改善 10-20%糖化血色素(HbA1c)濃度。規律運動對輕度 II 型糖尿病患者或多數具有抗胰島素現象(insulin resistant)的准患者的改善效果尤為明顯，但這些研究大多沒有經過嚴格的隨機取樣，使得生活型態不同…等干擾因素可能影響研究觀察的結果。阻力訓練 (resistance training) 對正常人與 I 型糖尿病患者在醣代謝功能上有顯著的改善效果，但對於 II 型糖尿病患者目前尚缺乏參考資料。顯然，長期規律運動對於改善葡萄糖耐受度受損 (impaired glucose tolerance) 以及 II 型糖尿病的確可行，患者運動初期應先由醫療人員監控，養成習慣之後再逐漸轉移到比較居家的運動方式，這樣可使患者能持續規律運動並改善病情，有幾項研究顯示規律運動可持續改善患者的最大攝氧量，且無明顯後遺症。

### 心血管疾病的預防

在 II 型糖尿病中，抗胰島素綜合症 (Insulin Resistance Syndrome) 仍持續發展，抗胰島素現象被視為冠心病的危險因數，此現象通常伴隨著高血壓、高胰島素血症、腹部肥胖以及不正常的血中三酸甘油酯代謝，如高密度脂蛋白(HDL)偏低，低密度脂蛋白(LDL)以及游離脂肪酸的升高。許多研究顯示這類患者的體適能比一般人差，且有氧體適能不足和心血管罹病的危險因數有顯著相關。運動改善這些危險因數的原因和降低血漿中胰島素濃度相關。因此許多運動對於降低心血管罹病機率的效益，應與改善身體的胰島素敏感度有關。

### 高血脂症

過去研究一致顯示規律運動能降低血液中富含三酸甘油脂的極低低密度脂蛋白(VLDL)，但研究上對於規律運動可減少低密度脂蛋白膽固醇 (LDL-C) 的結果卻不是非常一致。部份研究還顯示運動無法顯著改善 II 型糖尿病患者高密度脂蛋白(HDL-C)的水平，而這可能是由於患者運動強度不足所致。

### 高血壓 (Hypertension)

研究顯示高血壓與抗胰島素現象 (insulin resistance) 有關，運動能降低血壓大多發生于具有高胰島素 (hyperinsulinemia) 的准患者與患者身上。

### 纖維蛋白溶解 (Fibrinolysis)

許多 II 型糖尿病患者的纖維蛋白溶解活性受損，這個現象與 PAI-1 (Plasminogen Activator Inhibitor-1, PAI-1 是一種身體抑制組織纖維原活化蛋白 (TPA) 的分子) 的升高有關。研究顯示有氧體適能和纖維蛋白溶解的程度具相關性。然而，患者纖維蛋白溶解活性的改善是否是直接由於運動訓練所導致，目前仍然無一致觀點。

## 肥胖 (Obesity)

研究較一致的顯示運動具有良好的減肥效果，配合飲食熱量控制計畫將更有助於維持運動減肥的效果。II 型糖尿病患者運動減重的幾個少數研究，因其效果同時受到飲食或行為介入，因此無法確定單獨的運動效果比例上占多少。但事實上運動對於身體腹部脂肪比例不均衡的影響具有明顯功效。腹部脂肪的累積與慢性病的關連很高。阻力訓練對於降體重的效果很好，但對於 II 型糖尿病患者目前仍缺乏相關研究。

## II 型糖尿病的預防(Prevention of Type 2 Diabetes)

過去與目前的研究結果均顯示規律運動可有效預防與延遲 II 型糖尿病的發生，近期美國國家衛生研究院正在評估進行大樣本規律運動研究的可行性。

## 運動與 I 型糖尿病

如先前所言；I 型糖尿病病患者只要沒有綜合症發生，在血糖控制得宜的狀況下，都可以進行所有類型的運動，包括一般的娛樂活動、休閒運動與競技比賽。如何調整胰島素劑量與飲食來配合運動表現使運動更安全，是這類患者健康管理措施的重點。其中有幾個要點需注意：1. 醫師可以採用患者自我監控收集的運動血糖反應資料作為安全上的調整，2. 要防止在運動時、運動結束或是運動後數小時低血糖狀況的發生，3. 對身體的新陳代謝和激素反應，患者必須具有足夠的相關知識，較好的完成自我健康管理。加強胰島素治療可更有彈性的使患者因各種不同程度的身體活動來調整自己，只根據運動時間與運動強度，而不參考運動前血糖值、運動血糖反應和胰島素治療狀態嚴格建議碳水化合物補充並不恰當，這樣的健康管理措施通常並不影響運動對 I 型糖尿病患者的降血糖效果。

I 型糖尿病患者欲進行運動時的一般準則如下：

### 運動前的代謝控制

當空腹血糖大於 250 mg/dl 且血中出現酮酸或血糖大於 300 mg/dl 時不宜運動

當血糖 < 100 mg/dl 時需增加醣類的補充

### 運動前後皆須監測血糖

要瞭解並記錄自己在不同運動狀況下的血糖反應

當胰島素注射與食物攝取改變時，需重新確認運動前後的血糖值

### 食物攝取

碳水化合物的攝取可以避免低血糖的發生

運動期間與運動後，碳水化合物為主要的食物必須隨手可得

由於糖尿病會增加罹患血管疾病的危險性，因此運動對減少動脈粥樣硬化的危險具有重要意義。尤其是運動能改變血液中脂蛋白的組成、降低血糖以及改善心血管適能。然而，我們必須很清楚的知道，對於 I 型糖尿病患者，運動訓練對血糖控制 (glycemic control) 的改善效果以糖化血色素 (HbA1c) 來評估看起來並不明顯，運動的優點主要體現在改善患者生活品質，對醫療人員而言，I 型糖尿病患者處理上最大的挑戰，在於如何促使運動成為 I 型糖尿病患者日常生活的一部份，並安全的享受運動的樂趣。

一般而言，針對成年無併發症的 I 型糖尿病患者的運動建議原則，也適用於兒童，但必須注意兒童血糖具有較大的變異性。因此，尤其需要注意要將血糖控制在正常的範圍，並且在運動時需有家長、老師與教練的協助。此外，在青少年成長期間，激素的改變會使得血糖的調控更加困難與複雜。儘管有這些問題需要處理，但我們必須非常清楚規律運動對於兒童與青少年 I 型糖尿病患者是安全且有益處的。

## 老年人的運動

過去的研究證明可以通過規律運動來防止老化所造成的體適能衰退、肌肉質量與肌力的減少。老化造成的胰島素敏感度下降在某種程度上與身體活動量減少有關。大樣本的群體研究顯示：缺乏身體活動的人，II 型糖尿病的傾向明顯較高；一些研究指出，老年糖尿病患者如果從事良好的運動訓練，其身體代謝能力可以維持與正常族群一樣的狀態，且沒有太多的負面併發症狀發生。若能將老人群體的體適能維持在較佳狀態，則能使慢性心血管疾病的發生率減少，同時可改善生活品質。

## 結 論

最近官方醫藥報告 (Surgeon General's Report) 特別指出；規律運動在健康促進與疾病預防上扮演著關鍵角色，報告建議，每人每天應累積至少 30 分鐘的中等強度運動。許多大樣本群體研究的結果愈來愈清楚的顯示；身體活動量的減少伴隨著肥胖的流行，使得 II 型糖尿病成爲一種席捲全球的流行病。因此，規律運動應該被作爲預防與治療 II 型糖尿病的一種優先選擇。我們必須注意到規律運動在 II 型糖尿病發展初期，包括從抗胰島素現象、葡萄糖耐受度受損的階段乃至於形成 II 型糖尿病的藥物治療階段，均能發揮很好的改善效益。

對 I 型糖尿病而言，運動介入著重的方向主要在於如何調整胰島素治療方案，使患者能安全地參與所有形式的體育活動，以滿足個人生活的期望和目標。總之，所有類型的糖尿病患者均能從運動訓練中，尤其是規律運動，獲得寶貴的收益。

## 參考文獻 ( 略)

注：本文所有圖表參見英文原文。