

The initial draft of this revision was prepared by Bernard Zinman, MD (Co-chair); Neil Ruderman, MD, Phil (Co-chair); Barbara N. Campaigne, 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.

糖尿病与运动

总编译: 王香生 (香港中文大学 体育运动科学系)

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 译: 钱桂玉、卓玉敏、郭家骅 (台北市立体育学院运动科学研究所)

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

运动时全身氧耗速度(oxygen consumption)可达安静时的 20 倍,而运动肌群的氧耗可能更高。为使运动肌群的能耗速度满足运动时对能量的快速需求,骨骼肌细胞内所储存的肝糖及三酸甘油酯必须提高分解速度;同时,脂肪组织分解三酸甘油酯释放到血液的脂肪酸,以及肝脏分解肝糖释放到血液的葡萄糖也仍然要氧化供能,供身体使用。运动时机体为了维持中枢神经系统的正常运作,血液中的葡萄糖必须保持在一个相当的浓度。对正常人而言,尽管运动时活动的肌群吸收血糖的速度明显增加,人体却很少会发生低血糖现象。这主要是由于在运动过程中,人体内分泌系统对血糖的平衡、稳定起着重要的调节作用:正常人在运动初期,为了使肝糖分解成的葡萄糖输出到血液的速度加快以维持血糖恒定,机体必须降低血浆胰岛素(insulin)水平,增加升糖激素(glucagon)的浓度;运动后期,血糖浓度的保持则需要靠增加血浆升糖激素及儿茶酚胺(Catecholamines)浓度来完成,然而,I型糖尿病患者由于内分泌失调,在适应运动挑战,维持血糖恒定方面受到影响,此类患者如果缺乏适当的胰岛素治疗,运动过程中身体与胰岛素相拮抗的激素(counter-insulin)将相对强势,进而可能使得原本的高血糖加剧,酮体浓度更高而导致糖尿酮酸血症(diabetic ketoacidosis);相反,当此类患者给予过量外源性胰岛素造成血液中胰岛素浓度居高不下时,又可能会导致运动时肌组织对血糖或其它能源过度吸收,进而产生低血糖症状。对于II型糖尿病患者给予Sulfonylurea类口服降血糖药或胰岛素治疗时也可能发生类似情况,然而,一般而言,II型糖尿病患者在运动过程中发生低血糖的状况较少,而且规律运动明显有助于增加身体对胰岛素的敏感度来抑制高血糖症状,进而帮助II型糖尿病患者血糖回归正常。

本立场声明之宗旨是以最新信息为基础,具体陈述目前有关运动对I型及II型糖尿病患者影响的最新观念。过去的回顾性临床文献指出:运动是各类糖尿病患者及其高危人群的有效治疗方法之一。但是,如同其它类型的治疗方法一样,临床人员必须清楚了解运动对身体所造成的改善效应的机制。就应用角度来看,糖尿病专科医师与临床医护人员必须了解如何分析运动对患者的益处以及潜在危险。因此运动生理学(Exercise Physiology)有必要成为专业医护人员

(医师、护士、营养师以及心理、社工师) 教育训练的一部分。

运动前对患者的评估

在运动课程开始之前, 糖尿病患者必须事先经过详细的诊断, 根据过去的临床检测结果, 小心确认该患者的状况是否会因运动而使得大小血管病变加剧。对心血管功能的了解, 将有助于医师或临床人员在为患者设计运动处方时将运动过程造成的潜在危险性降到最低。以下建议大部分摘录于关于糖尿病与运动的健康专业指引 (Health Professional's Guide to Diabetes and Exercise 参考文献 3)。

对于患者过去的详细病史以及身体检查结果, 应特别着重于心血管系统、眼睛、肾脏以及神经系统的病理症状。

心血管系统

对于即将从事中高强度运动的糖尿病患者, 应该采用强度渐进式的运动测试(4-6), 并事先针对是否会发展成为明显的心血管并发症进行适当诊断, 其中, 易产生心血管并发症的筛选条件如下:

- 年龄大于 35 岁
- II 型糖尿病史超过 10 年
- I 型糖尿病史超过 15 年
- 出现其它任何冠状动脉疾病危险因子
- 微血管疾病 (视网膜病变或肾病变, 包括微蛋白尿)

周边血管疾病

许多患者在运动心电图检查中若出现非特异性(nonspecific)变化, 或在安静状态下发生非特异性 ST 以及 T 波改变的情况, 可以配合进行其它辅助性的压力测试作进一步检查 (如: 物理放射性核种压力测试, radionuclide stress test)。当糖尿病患者计划从事如走路...等低强度运动 (低于最高心率 60% 的强度), 医生必须根据临床判断来建议患者是否需要运动压力测试, 当患者具有冠状动脉疾病时, 必须进行运动时的缺血性反应评估, 界定会否产生缺血性反应的强度的运动测试以及心律不齐发生的可能性评估, 评估过程需有旁人监测, 另外, 在许多个案中必须评估安静和运动中的左心室功能。

周边动脉疾病 (Peripheral Arterial Disease, PAD)

评估周边动脉疾病主要是根据病人症状(sign and symptoms), 包含间歇性跛行、足部冰冷、脉搏减少或测量不到脉搏、皮下组织萎缩以及毛发掉落现象, 对于间歇性跛行的治疗基本治疗策略为戒烟以及参与有专人监督的运动课程, 若脚背及胫骨后侧出现脉搏, 并无法完全排除前脚缺血的可能性, 因此身体检查如果发现前足或趾头有血流循环的问题, 必须再进行脚踝的多普勒压力测试 (Doppler pressure at the ankle)。

视网膜病变(Retinopathy)

眼睛检查的时间表应依照美国糖尿病医学会的准则, 对糖尿病患者罹患视网膜增生病变者, 剧烈运动将有可能加速视网膜的出血与剥离, 此类患者必须避免无氧运动: 包含过度用力或会产生类似扭折现象(Valsalva-like maneuvers)的运动, 依照 Joslin 临床经验, 糖尿病视网膜病变程度的分级可作为医师给予患者个人化运动处方的参考, 图二为摘自健康专业人员的糖尿病患者

运动建议(3)，并经小幅修改后的内容。

肾病变

目前尚无针对发展中(蛋白尿 >20 mg/min)或已形成肾病变患者(蛋白尿 >200 mg/min)的运动建议。一般而言，肾病变者会因为自发性减少身体活动使运动能力降低，造成自我活动能力受限，虽无明确证据指出患者不适合从事低、中强度运动，但可确定的是不应建议患者进行高强度运动以及剧烈运动。

周边神经病变 (neuropathy: peripheral)

周边神经病变或许会造成足部保护性感觉能力丧失，当周边神经病变者发生时，应减少从事承受重量的运动，重复性运动易造成足部的溃疡和裂伤，经由检查深层肌腱反射、本体感觉即可评估是否有周边神经病变，使用 5.07 (10 g)的单丝纤维(monofilament)是测试触感的最佳方式，图三为周边神经病变者的运动建议。

自主神经病变 (neuropathy: autonomic)

自主神经病变会使患者的运动能力下降并且可能使运动时心血管受到伤害。心脏自主神经病变者的判断方式包括安静心率过高(每分钟超过 100 次)、姿势式低血压(直立姿势时收缩压会下降 20 mmHg 以上)或是其它自主神经系统功能失常(disturbances)，包含皮肤、瞳孔、肠胃道、泌尿系统等。糖尿病患者的心脏自主神经病变者会增加猝死的机率以及无症状性心肌缺血的情形发生，安静或是压力下的铊心肌造影(thallium myocardial scintigraphy)测试对于已有冠状动脉疾病者是一种适当的非侵入性测试方法。在刚开始进行运动训练课程初期，此类患者在运动后发生低血压或高血压反应的机率较高。自主神经病变患者的体温调节能力较差，因此医师应特别建议此类患者避免在过热或过冷的环境下运动，并留心水分的补充。

运动前的准备

安排安全且有趣味性的运动课程与从事健身运动本身一样重要。血糖控制良好的年轻患者从事大多数类型的运动都是安全的。对于中老年患者，应鼓励尽量从事身体活动。老化会加速肌肉、韧带、骨头以及关节的退化，缺乏身体活动(disuse)与糖尿病本身都将会加重这些退化，进行运动计划前必须进行全面的检查确认是否有上述提及的病变。

一般而言，对于糖尿病患者的运动建议标准与正常人的一样，整个运动课程设计应包含 5-10 分钟的低强度有氧运动(例如:走路、骑脚踏车...等)做为「热身活动」(warm up)与「缓和活动」(cold down)，对于运动时会使用到的肌群应先特别进行温和的伸展运动(gently stretched)，时机可选择在热身前或是热身后。进行主运动前全身肌肉均应达到适度的动员与热身，热身的目的是为了肌肉、心脏、肺脏能达到进行更高强度运动的准备状态，伸展活动亦可安排在热身后，「热身活动」与「缓和活动」的运动方式应相似，并且应最终使心率逐渐回复至运动前水平。

以下各点为专门针对糖尿病患者的建议

糖尿病患者在从事运动时，有几个重要的考量因素：1. 建议有氧运动前必须进行足部测试，使用硅胶或是气垫以及聚酯或聚酯棉质混纺的袜子，较能预防水泡发生以及保持足部干燥，2. 对于周边神经病变者，患者特别要注意运动鞋的选择，并须教导此类患者如何处理足部水泡与磨擦伤害，3. 运动时糖尿病患者辨识手链或是牌子须能清楚被他人辨识，4. 运动前后适当的水分补充也很重要，因为脱水对血糖浓度以及心脏功能可能造成负面影响，在热环境中运动，应

特别留意水分的补充,运动前建议补充适量的水分(运动前2小时补充17盎司的液体约500cc)。运动中需尽早,少量多次的补充足量水分,以避免汗液的过度流失,超过身体可忍受的程度(fluid tolerated),在极热或是极冷的环境下运动更需注意水份的补充。高强度阻力训练对于年轻患者或许是恰当的,但对于年长或长期罹患糖尿病者而言并不适合。但对于大部份的糖尿病患者而言,利用低负荷高反复次数的阻力训练课程是可以用来维持或增加上半身肌力。

运动以及 II 型糖尿病

过去已有充足的研究文献证明;长期规律运动对于 II 型糖尿病患者与相关代谢性综合症具有潜在的改善作用,规律运动的好处包括:

血糖控制

过去几个长期性的研究都一致性指出,规律运动训练对于醣类代谢与胰岛素敏感度造成的益处可以至少维持五年。这些研究使用了50-80%最大摄氧量为运动强度,每周进行三至四次,每次三十至六十分钟。通常可以改善10-20%糖化血色素(HbA1c)浓度。规律运动对轻度 II 型糖尿病患者或多数具有抗胰岛素现象(insulin resistant)的准患者的改善效果尤为明显,但这些研究大多没有经过严格的随机取样,使得生活型态不同…等干扰因素可能影响研究观察的结果。阻力训练(resistance training)对正常人与 I 型糖尿病患者在醣代谢功能上有显著的改善效果,但对于 II 型糖尿病患者目前尚缺乏参考资料。显然,长期规律运动对于改善葡萄糖耐受度受损(impaired glucose tolerance)以及 II 型糖尿病的确可行,患者运动初期应先由医疗人员监控,养成习惯之后再逐渐转移到比较居家的运动方式,这样可使患者能持续规律运动并改善病情,有几项研究显示规律运动可持续改善患者的最大摄氧量,且无明显后遗症。

心血管疾病 的 预防

在 II 型糖尿病中,抗胰岛素综合症(Insulin Resistance Syndrome)仍持续发展,抗胰岛素现象被视为冠心病的危险因子,此现象通常伴随着高血压、高胰岛素血症、腹部肥胖以及不正常的血中三酸甘油酯代谢,如高密度脂蛋白(HDL)偏低,低密度脂蛋白(LDL)以及游离脂肪酸的升高。许多研究显示这类患者的体适能比一般人差,且有氧体适能不足和心血管罹病的危险因子有显著相关。运动改善这些危险因子的原因和降低血浆中胰岛素浓度相关。因此许多运动对于降低心血管罹病机率的效益,应与改善身体的胰岛素敏感度有关。

高血脂症

过去研究一致显示规律运动能降低血液中富含三酸甘油脂的极低低密度脂蛋白(VLDL),但研究上对于规律运动可减少低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的结果却不是非常一致。部份研究还显示运动无法显著改善 II 型糖尿病患者高密度脂蛋白(HDL-C)的水平,而这可能是由于患者运动强度不足所致。

高血压 (Hypertension)

研究显示高血压与抗胰岛素现象(insulin resistance)有关,运动能降低血压大多发生于具有高胰岛素(hyperinsulinemia)的准患者与患者身上。

纤维蛋白溶解 (Fibrinolysis)

许多 II 型糖尿病患者的纤维蛋白溶解活性受损,这个现象与 PAI-1 (Plasminogen Activator

Inhibitor-1, PAI-1 是一种身体抑制组织纤维原活化蛋白 (TPA) 的分子) 的升高有关。研究显示有氧体适能和纤维蛋白溶解的程度具相关性。然而, 患者纤维蛋白溶解活性的改善是否是直接由于运动训练所导致, 目前仍然无一致观点。

肥胖 (Obesity)

研究较一致的显示运动具有良好的减肥效果, 配合饮食热量控制计划将更有助于维持运动减肥的效果。II 型糖尿病患者运动减重的几个少数研究, 因其效果同时受到饮食或行为介入, 因此无法确定单独的运动效果比例上占多少。但事实上运动对于身体腹部脂肪比例不均衡的影响具有明显功效。腹部脂肪的累积与慢性病的关连很高。阻力训练对于降体重的效果很好, 但对于 II 型糖尿病患者目前仍缺乏相关研究。

II 型糖尿病的预防(Prevention of Type 2 Diabetes)

过去与目前的研究结果均显示规律运动可有效预防与延迟 II 型糖尿病的发生, 近期美国国家卫生研究院正在评估进行大样本规律运动研究的可行性。

运动与 I 型糖尿病

如先前所言: I 型糖尿病病患者只要没有综合症发生, 在血糖控制得宜的状况下, 都可以进行所有类型的运动, 包括一般的娱乐活动、休闲运动与竞技比赛。如何调整胰岛素剂量与饮食来配合运动表现使运动更安全, 是这类患者健康管理措施的重点。其中有几个要点需注意: 1. 医师可以采用患者自我监控收集的运动血糖反应资料作为安全上的调整, 2. 要防止在运动时、运动结束或是运动后数小时低血糖状况的发生, 3. 对身体的新陈代谢和激素反应, 患者必须具有足够的相关知识, 较好的完成自我健康管理。加强胰岛素治疗可更有弹性的使患者因各种不同程度的身体活动来调整自己, 只根据运动时间与运动强度, 而不参考运动前血糖值、运动血糖反应和胰岛素治疗状态严格建议碳水化合物补充并不恰当, 这样的健康管理措施通常并不影响运动对 I 型糖尿病患者的降血糖效果。

I 型糖尿病患者欲进行运动时的一般准则如下:

运动前的代谢控制

当空腹血糖大于 250 mg/dl 且血中出现酮酸或血糖大于 300 mg/dl 时不宜运动

当血糖 < 100 mg/dl 时需增加糖类的补充

运动前后皆须监测血糖

要了解并记录自己在不同运动状况下的血糖反应

当胰岛素注射与食物摄取改变时, 需重新确认运动前后的血糖值

食物摄取

碳水化合物的摄取可以避免低血糖的发生

运动期间与运动后, 碳水化合物为主的食物必须随手可得

由于糖尿病会增加罹患血管疾病的危险性, 因此运动对减少动脉粥样硬化的危险具有重要意义。尤其是运动能改变血液中脂蛋白的组成、降低血糖以及改善心血管适能。然而, 我们必须很清楚的知道, 对于 I 型糖尿病患者, 运动训练对血糖控制 (glycemic control) 的改善效果以糖化色素 (HbA1c) 来评估看起来并不明显, 运动的优点主要体现在改善患者生活品质, 对医疗人员而言, I 型糖尿病患者处理上最大的挑战, 在于如何促使运动成为 I 型糖尿病患者日常生活的一部份, 并安全的享受运动的乐趣。

一般而言，针对成年无并发症的 I 型糖尿病患者的运动建议原则，也适用于儿童，但必须注意儿童血糖具有较大的变异性。因此，尤其需要注意要将血糖控制在正常的范围，并且在运动时需有家长、老师与教练的协助。此外，在青少年成长期间，激素的改变会使得血糖的调控更加困难与复杂。尽管有这些问题需要处理，但我们必须非常清楚规律运动对于儿童与青少年 I 型糖尿病患者是安全且有益处的。

老年人的运动

过去的研究证明可以通过规律运动来防止老化所造成的体适能衰退、肌肉质量与肌力的减少。老化造成的胰岛素敏感度下降在某种程度上与身体活动量减少有关。大样本的群体研究显示：缺乏身体活动的人，II 型糖尿病的倾向明显较高；一些研究指出，老年糖尿病患者如果从事良好的运动训练，其身体代谢能力可以维持与正常族群一样的状态，且没有太多的负面并发症发生。若能将老人群体的体适能维持在较佳状态，则能使慢性心血管疾病的发生率减少，同时可改善生活品质。

结 论

最近官方医药报告 (Surgeon General' s Report) 特别指出；规律运动在健康促进与疾病预防上扮演着关键角色，报告建议，每人每天应累积至少 30 分钟的中等强度运动。许多大样本群体研究的结果愈来愈清楚的显示；身体活动量的减少伴随着肥胖的流行，使得 II 型糖尿病成为一种席卷全球的流行病。因此，规律运动应该被作为预防与治疗 II 型糖尿病的一种优先选择。我们必须注意到规律运动在 II 型糖尿病发展初期，包括从抗胰岛素现象、葡萄糖耐受度受损的阶段乃至形成 II 型糖尿病的药物治疗阶段，均能发挥很好的改善效益。

对 I 型糖尿病而言，运动介入着重方向主要在于如何调整胰岛素治疗方案，使患者能安全地参与所有形式的体育活动，以满足个人生活的期望和目标。总之，所有类型的糖尿病患者均能从运动训练中，尤其是规律运动，获得宝贵的收益。

参考文献 (略)

注：本文所有图表参见英文原文。