

糖尿病与运动研究进展(综述)

吴昊¹, 黎健冰², 冯美云³

(1. 华南师范大学体育科学学院, 广东广州 510631; 2. 广西医科大学, 体育部, 广西南宁 530021; 3. 北京市体育局, 北京 100061)

摘 要:对于I型糖尿病,运动可作为一种非药物治疗方式,运动在提高胰岛素的敏感性和减少体脂,进而提高葡萄糖吸收等方面已经有诸多研究证实。不管是否合并药物或营养治疗,单独采用合理的运动疗法都可能是有效的,可明显减少I型糖尿病患者胰岛素的使用量,但I型糖尿病患者从事运动治疗时,可能需要更多的条件和监控。本文对相关研究进展进行了系统综述。

关键词:I型糖尿病;运动;葡萄糖;非药物治疗

中图分类号:G804.3;R455 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)05-0072-04

Diabetes and exercise review (1): IDDM and exercise intervention(Summarize)

WU Hao¹, LI Jian-bing², Feng Mei-yun³

(1. Institute of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. Division of Physical Education, Guangxi University of Medical Sciences, Nanning 530021, China;

3. Beijing Bureau of Sports, Beijing 100061, China)

Abstract: Exercise as a non-medical therapeutic is a useful to IDDM. Effective exercise intervention could improve the insulin sensitivity of muscle, reduce body fat and increase the absorption rate of glucose in peripheral tissue. All these results are found in lots of researches during past decade. Whether exercise could be treated as a safety treatment to IDDM and what the actual effects are. This review is an outlook of recent IDDM and exercise intervention studies.

Key words: IDDM; exercise; glucose; Non-medical therapeutic

无论I型糖尿病还是II型糖尿病,运动常常被推荐为一种非药物治疗方式。运动可以提高胰岛素的敏感性和减少体脂,进而提高身体对葡萄糖的吸收。不管是否合并药物或营养治疗,单独采用合理的运动疗法都是有效的。运动还有助于预防糖尿病的发生,所以一直被认为是减少世界糖尿病人口的有效之道。近期的大量研究有助于人们更进一步理解运动所产生的短期和长期的生理效果。但是,目前人们对确切的运动方式、持续时间和强度还未有统一的认识。其中对I型糖尿病的相关研究还较少。运动除了能带来生理上和心理上的良好效果外,代谢和心血管疾病也可以得到相应的预测和减少。而Pierce^[1]在英国对254名糖尿病患者的最新调查显示,结果仅有16%的糖尿病人认为运动对糖尿病防治的意义重大。作者对糖尿病患者普遍对运动防治策略的低估而担心,糖尿病的发生与缺乏运动有关,而糖尿病人的这种认识不足会带来更大的危险。Gaede等认为要加强糖尿病人的从生活中实施干预治疗的教育。20世纪20年

代前,Aristotle等人观察到运动可能对控制高血糖症有一定好处,而如今,运动作为控制糖尿病的三大手段之一已逐渐被广泛接受和应用。但目前适用性、有效性、安全性等方面,世界上还没有较为统一的运动处方和参考模式,运动与营养康复手段的结合也渐渐引起人们的关注。本研究是对糖尿病内部的生理特征、运动治疗的益处、危险性和限制因素等方面研究。

1 糖尿病发病的流行病学现状

糖尿病长期以来是西方世界的一个巨大问题,但是最近它在许多发展中国家也达到了流行病的比例。据研究,世界上糖尿病流行率在1%~50%之间变动。1994年II型糖尿病患者的人数大约1亿,据估计2010年将达到2.16亿^[2]。糖尿病将成为21世纪世界上威胁健康的最大问题。

糖尿病是胰岛素分泌相对不足(包括生物效能下降),并以高血糖为特征的代谢紊乱性慢性疾病(NS Peirce, 1999)。

· 收稿日期:2001-04-23

· 作者简介:吴昊(1972-),男,山东郓城人,讲师,博士,研究方向:运动营养生化。

持续的高血糖不可避免地导致代谢平衡的紊乱,长期则可引起组织损伤和严重的健康问题。

2 糖尿病的分类

目前糖尿病的分类多数仍一直沿用1979年的方法,即把糖尿病分为I型(胰岛素依赖型IDDM;胰岛素分泌不足),II型(非胰岛素依赖型NIDDM;胰岛素分泌相对不足——胰岛素抵抗)两类。最近一些糖尿病专家和委员会建议停止使用这种分类方法^[3]。认为糖耐量受损(IGT)、NIDDM和IDDM是任何类型糖尿病在其自然病程中可能会经过或达到的阶段,胰腺分泌功能的动态变化在分型中意义没有得到重视。为引述的需要,本研究暂按传统分类法。

3 糖尿病人血糖正常水平的控制

3.1 安静时

血糖浓度必须长期保持在一个非常狭小的波动范围。这通过维持循环系统中葡萄糖的产生和消除的动态平衡得以实现。这种平衡又是减少糖尿病人各种急、慢性病症的主要因素。人在安静状态,血糖由肝脏产生,产量接近由身体其它组织吸收血糖的量。在餐后,葡萄糖通过消化系统吸收至血,引起血糖浓度增高。血液胰岛素浓度随即升高以控制血糖浓度的增长。大约90%的葡萄糖被骨骼肌通过转运蛋白(GLUT4)吸收。

3.2 运动时

在运动过程当中能量代谢系统发生了较大变化,需要积极调整血糖和血液自由脂肪酸的浓度。在中等强度运动开始的5~10 min,肌糖原为骨骼肌提供了主要能量来源。但随着运动时间的延长,血糖和自由脂肪酸的供能比例逐渐增加。为满足运动对能量的需要,一个有多种激素组成的自律性系统产生反应,允许高葡萄糖产出和对脂肪酸的调用。这主要在于血液胰岛素浓度的下降和胰岛素拮抗激素的上升,其中包括了胰高血糖素、皮质醇、肾上腺素和生长激素。

此外,运动中在肝脏内又有新的葡萄糖由乳酸等物质产生(糖异生)。值得注意的一点是,肌肉收缩后引起包括激素系统在内的刺激因素影响了胰腺的分泌活动。血糖的升高引起葡萄糖向骨骼肌转运的增加,骨骼肌细胞膜表面募集了大量的GLUT4,且很大程度上依赖胰岛素的刺激。这个过程既防止血糖过度升高,又保证了运动时骨骼肌能量的供应。

3.3 运动后

在运动结束后,骨骼肌糖原合成增加葡萄糖仍然从肝脏释放到血液中。在一定时间内拮抗胰岛素的激素系统依然发挥着作用,甚至高胰岛素和高血糖的情况会同时出现。GLUT4和胰岛素敏感性的增加引发了骨骼肌糖原合成增长。随着休息时间的延长,血糖、各种激素水平渐渐接近正常值。这时胰岛素需要促进骨骼肌和肝脏的葡萄糖吸收和糖原合成,而在胰岛素相对不足(分泌不足和/或胰岛素抵抗)状态,这一过程将被损害,原因可能是葡萄糖的转运过程不完整和糖原合成酶活性不足。长期运动训练是否是胰岛

素分泌和储备代偿性的增加,目前还缺乏研究和必要的关注。

4 I型糖尿病的运动疗法

I型糖尿病是自身免疫引起的胰腺结构损伤和胰岛素分泌障碍。每500名18岁以下儿童中就有1名患有这种内分泌性疾病,且患病率逐年增长^[4]。使用外源性胰岛素是主要的治疗方法。各种使用胰岛素的技术都是为了更加严格地控制血糖水平,预防诸如血管病变类的并发症。

4.1 血糖控制

无论在安静状态还是在运动时,外用胰岛素浓度是维持血糖正常浓度的主要因素。因内源性机制的丧失而采用外源性胰岛素,进而产生继发性胰岛素使用量的控制问题。另外,外用胰岛素毕竟不符合自然的生理过程,还会带来其它诸多方面不可逆的副作用。过量使用胰岛素可以抑制正常葡萄糖的生成和脂肪酸代谢,但所引起葡萄糖吸收的增加还会增大运动性低血糖的危险性^[5]。

运动中胰岛素分泌不足还可引起高脂血症和酮中毒,甚至昏迷。一旦运动开始,很容易向恶化方向发展,伴随拮抗胰岛素的激素的增长,特别是肾上腺素和胰高血糖素,他们促进血糖升高,抑制血糖进入肌肉,酮症与脂肪分解同时出现^[3]。最后高血糖症出现了。研究发现,运动前的生理状态对运动效果的影响较大。运动前脂肪酸(1.17 mmol/L)、血糖(18 mmol/L)、酮体(2.13 mmol/L)和支链氨基酸(0.74 mmol/L)都高于正常值的情况下进行30%~40% VO_{2max} 的运动后,所有指标都升高达到危险的临界值状态。胰高血糖素和皮质醇与高血糖症相继出现。与此相反,当所有上述指标在正常时开始运动血糖则随运动时间的延长逐渐下降。在短时间高强度运动时也是这样。有趣的是,I型糖尿病患者运动时可能会产生较高的血乳酸,可能与拮抗胰岛素的激素增长有关。

4.2 I型糖尿病人运动的危险因素

危险性主要在于代谢紊乱和脉管疾病的发作。中等强度运动较易获得较好的运动治疗效果,大强度剧烈运动则难控制,易引起高血糖、低血压、体温调节障碍和神经性病征^[6]。而这种情况在早晨更易发生。相关的研究建议,I型糖尿病人运动时应该携带可快速吸收的高糖食品或饮料。另外,运动后饮酒可以加剧可能的并发症。

运动后低血糖因人而异地发生在4~24 h后,这是运动引起胰岛素敏感性的提高和糖原的缺少引起的,夜间出现的机会多^[7]。低血糖会影响睡眠、改变恢复过程,进而影响第二天的体力感知水平,可能引发各种并发症。最近的研究显示,夜间1 h的低血糖可增加疲劳感,但血糖、乳酸和激素水平对运动的反应没有变化。值得注意的是,大脑、心血管和运动能力也没有积极的变化^[8]。运动后夜间出现低血糖时进行食物补充或减少胰岛素用量的做法是有一定保证的。

正如上文提到,高血糖症会引发急性和慢性疾病,增加心血管疾病、高血压、猝死的危险,还能降低运动能力,引发肝、肾、脑、眼及神经性疾病,而这些都会因不良的控制而变

得更糟。

有大量的研究已经揭示了日常合理的运动能够给糖尿病病人带来身体上和心理上的良好效果。其中针对提高 I 型糖尿病的研究十分少,控制血糖的运动方法还没有建立。相关研究结果不统一。一些研究认为促进了血糖控制,另一些认为胰岛素分泌量下降和出现低血糖症^[9]。研究还发现,无论采用何种运动形式,血糖的良好控制出现在多次(至少 11 次)运动之后^[10]。最近一项研究采用了多名 I 型糖尿病人,结果显示,中等程度地调整运动和饮食已足以达到控制血糖和减少脂蛋白紊乱介导的冠心病发生^[11]。此外,一些证据表明,参加运动的时间是一个关键因素。发现坚持餐后有规律的运动能够提高长时间控制血糖的能力。

4.3 运动治疗的要点

在英国的糖尿病研究机构结论性地认为,合理的运动方法可以阻止和控制糖尿病及其并发症,特别是心血管病症的发生和发展。运动治疗的目的是把血糖控制在 4~7.2 mmol/L,并且防止血糖低于 3.0 mmol/L,导致低血糖症,或高于 8~10 mmol/L 带来糖尿病并发症。为此,糖尿病人应该在运动前选择个体化的胰岛素摄入和营养策略。

4.4 胰岛素摄入

每个糖尿病人的胰岛素摄入应该十分讲究,有口服和注射胰岛素两种方法,注射较为常用。在采用任何一种运动前,应该检查个体的胰岛素摄入情况。

注射胰岛素剂量一般为 0.5~1.0 国际单位/(kg·d)。对于瘦人、运动员和蜜月期的糖尿病患者,应当减量为 0.2~0.6 国际单位/kg·d。当前采用长效胰岛素会增加低血糖症的可能性,运动则会在这种可能性增加。鉴于此,许多 I 型糖尿病人采用运动疗法时,积极进行血糖自我监测,采用短效胰岛素(15~30 min 发挥活性)或常规胰岛素(30~60 min 发挥活性),以降低血胰岛素的基础值。参加运动的糖尿病人还被建议减少胰岛素用量和仅在夜间使用胰岛素,以减少发生低胰岛素血症的可能性。虽然运动可引发低胰岛素^[12],但运动前仔细的计划和教育完全可以减少这种情况,一个对 700 名糖尿病人受试者的研究证实了这一点。

4.5 运动强度的选择

任何身体活动,甚至是家务劳动都可以不同程度地减少日胰岛素需要量。如果是持续 20~30 min,强度为 70% 的

运动,则只需最小剂量的胰岛素。假如晨起进行了运动,在有血糖检测的情况下晚上长效胰岛素的注射剂量可减少 20%~50%。尽管血糖在 10~12 mmol/L 以下进行运动是安全的,但当血糖在 7~8 mmol/L 附近时要考虑选用长期运动控制方案。与此相反,血糖低于 6 mmol/L 时,即使采用中等强度的运动 50%~70%,也有低血糖症的风险。如果早餐前运动,那么常规胰岛素的注射剂量可减少 30%~50% 或省掉。具体情况需依据运动实际强度和持续时间。尽管运动后高血糖还会发生,胰岛素的使用剂量仍能减少 25%~50%。

如果运动本身不可预计,那么调整胰岛素剂量则不能准确。可以在运动前开始每 30 min 补充 20~30 g 糖,形式可以是橙汁或零食等。这样就有效阻止低血糖的发生。

4.6 高水平糖尿病运动员和高强度运动

运动员糖尿病是一个令人关注的问题,常常发现患有 I 型糖尿病的运动员仍然能获得好成绩。如英国跑步选手 Gary Mabbut 和赛艇选手 Steven Redgrave,他们都是世界级的运动员。研究他们身上显示的运动训练与糖尿病的特殊关系或许能够帮助更多的糖尿病人^[9]。

对高水平运动员而言,建立模拟比赛的日常训练程序十分重要。如果运动强度足够高,运动前可以不用胰岛素。在长时间高强度运动,如铁人三项、马拉松等可以减少 70%~90% 胰岛素的使用量。^[1]在诸如足球、篮球等集体性运动项目中,可以补充额外的糖。为了防止晨练中可能出现的低胰岛素血症,建议睡前减少 50%~70% 的胰岛素用量,并在运动后 24~36 h 继续使用。

无论对专业还是业余运动员而言,运动时血糖 > 14 mmol/L (250 mg/dL) 时表明高血糖症的出现,意味着脱水和自信心的下降。在运动后的一段时间,如果发生血糖的持续产生和消除途径的不畅依然会引起高血糖症。此时,则需要及时监测和决定是否适当增加胰岛素用量。即使使用胰岛素也必须低剂量,因为运动后胰岛素敏感性的提高和糖原储备的降低易引起低血糖症。

依据常规的监控和简单的措施(表 1),能够达到足够的血糖控制和高强度运动并存的效果。注意在身体活动减少的时期,如假日或受伤休息时,胰岛素使用剂量应该有所上升。

表 1 I 型糖尿病采取运动时的代谢控制

监控	措施
在运动前就建立稳定的血糖控制水平	直到血糖稳定后才从事运动
检查身体运动基础、体重和脱水状况	积极调整身体温度、体重、运动形式和强度
血糖 > 14 mmol/L (250 mg/dL), 尿酮体 (2 个++)	避免运动
血糖 > 17 mmol/L (300 mg/dL)	避免运动
血糖 < 5.5~6.0 mmol/L (100 mg/dL),	补充糖和避免剧烈或长时间运动
运动前后检测血糖	确定机体对运动日常反应,根据不同反应作必要调整,确定低血糖征兆
进食定时定量	允许较长的小肠排空和吸收葡萄糖的时间,提高易于吸收的糖来源
根据运动强度确定胰岛素使用剂量	中等强度运动减少 50%, 高强度或长时间运动减少 70%~90%

4.7 胰岛素注射位点与血糖监控

应当建立一个注射胰岛素的标准程序,避免在运动部分肌肉,如腿部肌肉进行。运动员常常吃饭时间在腹部注射,这样可以避免对运动成绩的影响。

理想的情况是能够每天早晨、运动前后、吃饭前后进行监测,有相应的计算机程序可以辅助。当参加比较危险的运动如潜水之前需在90 min、30 min、5 min进行血糖检测,证实血糖变化稳定后方可进行。使用目前市售的便携式血糖检测盒即可随时随地完成。

(1)胰岛素泵。20年来运动中一直流行这种连续皮下注射胰岛素的方法,运动员可借此完成严格的胰岛素使用剂量的灵活控制。多项研究发现,这种持续注射胰岛素的方法,可以减少运动前50%的剂量,并且达到成倍剂量使用后的控制血糖效果^[13,14]。

(2)Lispro。Lispro是类似速效胰岛素的物质,最近被特别应用在餐前的胰岛素注射上,它有吸收、见效快和代谢快的优点。尽管Lispro与运动的报导目前还很少,但这种物质在运动疗法中的应用必然带来运动形式、强度和持续时间等方面更大的自由空间,并允许事先未预料运动的发生,给运动疗法的安全性以进一步的保障。

4.8 I型糖尿病人的运动能力

传统的观点认为,对于糖尿病人,特别是超过35岁的糖尿病人不可能有高水平的运动能力。然而,目前有大量的职业运动员,和相当数量的世界锦标赛冠军和奥运会金牌获得者都是糖尿病人。这一点确实使人迷惑,即使是研究糖尿病的专家。有一点可以肯定,糖尿病作为代谢性疾病,易引发脏器和神经性疾病,肌肉力量的稳定性差,运动时遇到运动损伤的机率可能会更大。但对于糖尿病人,他们身体内的II型肌纤维在高胰岛素血的环境中绝对收缩力量持续下降,但是观察到肌纤维出现适应性的增长,以维持正常的肌肉力量和耐力。还有研究发现,I型糖尿病人的左心室功能和最大摄氧量的下降会因运动训练而明显提高。因糖尿病引发的内源性阿片样物质的改变,对运动成绩也有特殊影响。

4.9 I型糖尿病人的运动营养

使用强效胰岛素时要特别注意营养问题。常常出现胃排空的延迟,需要补充一些流食,对胰岛素使用剂量和进食量也要符合个体特点,在运动前3~5h进餐。目前流行“计算摄糖量”来选择食物和胰岛素剂量。一般来说,每10g糖需要1个国际单位的胰岛素。运动员还要考虑运动训练的特点进行调整。这方面还缺乏研究。一个平衡的饮食应当考虑能量的需要量,在运动前、中、后需要提供糖类占60%的饮食,根据运动实际按5~10g/(kg·d)标准提供糖类。还要辅

之以蛋白0.6~1.2g/(kg·d)和水,脂肪类摄取不要超过30~40g/d。

参考文献:

- [1] Pierce M. Risk and prevention of type II diabetes: offspring's views[J]. Br J Gen Pract, 2001 Mar; 51(464):194-199.
- [2] Eriksson J. Resistance training in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus[J]. Int J Sports Med, 1997, 18(4):242-246.
- [3] 项坤三. 糖尿病类型及其临床特点[J]. 中国糖尿病杂志, 1999(1):38-40.
- [4] Landry GL, Allen DB. Diabetes mellitus and exercise[J]. Clin Sports Med[J]. 1992;11:403-418.
- [5] Zinman B. Diabetes and exercise[J]. Post Grad Med, 1979; 66.
- [6] Berger M. Physical exercise in the diabetic. The importance of understanding endocrine and metabolic responses[J]. Diabete Metab, 1980;659-669.
- [7] Berg K. The insulin-dependent diabetic runner[J]. Physicians and sports medicine, 1979,7:1-9.
- [8] Tattersall RB. A force of magical activity: the introduction of insulin treatment in Britain 1922-1926[J]. Diabet Med, 1995,12:739-755.
- [9] Xing P, Kong MF, Parkin H. Well-being, cerebral function, and physical fatigue after nocturnal hypoglycemia in IDDM[J]. Diabetes Care, 1998,21:341-345.
- [10] Dunstan DW. Effect of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM[J]. Diabetes Res Clin Pract, 1998,16:150-157.
- [11] Huttunen NP. Effect of Once-a-week training program on physical fitness and metabolic control in children IDDM[J]. Diabetes Care, 1989;12:737.
- [12] Rasmussen OW. Effects of post prandial exercise on glycemic response in IDDM subjects: studies at constant insulinemia[J]. Diabetes Care, 1994. 1203-1205.
- [13] Trovati M. Continuous subcutaneous insulin infusion and post prandial exercise in tightly controlled type I (insulin dependent) diabetic patients[J]. Diabetes Care, 1984;327-330.
- [14] Schiffrin A. Accommodating planned exercise type I diabetic patients on intensive treatment[J]. Diabetes Care, 1985,8:337.

[编辑:李寿荣]