

·临床研究·

餐后不同时间急性运动负荷对 NIDDM 患者的降糖作用

熊 艳, 梁奕铨

(中山医科大学附属第一医院内分泌科, 广东 广州 510080)

摘要:【目的】研究餐后不同时间急性运动负荷对非胰岛素依赖型糖尿病(NIDDM)患者降糖作用的差异。【方法】18例 NIDDM 患者 3 d 中分别于餐后 30、60 和 90 min 进行为时 30 min 最大氧耗量的 60% 的运动强度的急性运动负荷, 观察餐后 30 min 至 210 min 内血糖变化, 与试验前 1 d 不进行运动的同样时间对照。【结果】餐后 90 min 运动时, 餐后 30 min 至 210 min 时间内, 血糖-时间曲线下面积显著降低($25.4 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1} \pm 5.1 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$ 降至 $21.3 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1} \pm 4.4 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$, $P < 0.05$), 运动结束时, 有显著的即时降糖效应($8.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降至 $5.4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, $P < 0.01$), 而且运动结束后的血糖下降平稳; 餐后 60 min 运动仅对运动结束时的血糖有显著的即时降糖效应($8.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 2.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 降至 $6.8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), 而餐后 30 min 运动对上述 3 项指标无显著改变。【结论】餐后 90 min 为 NIDDM 患者进行运动的最佳时间。

关键词: 糖尿病, 非胰岛素依赖型/治疗; 运动疗法; 血糖/分析

中图分类号: R455; R587.105 文献标识码: A 文章编号: 1000-257X(2000)05-0360-03

The Blood Glucose Reduction Effect of an Acute Exercise Loading Performed at Different Time After Meal on Patients with NIDDM

XIONG Yan, LIANG Yi-quan

(Department of Endocrinology, First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China)

Abstract: 【Objective】 This study was performed to evaluate the blood glucose reduction effect of an acute exercise loading on non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) patients at different time after meal. 【Methods】 Eighteen non-insulin-dependent diabetic patients had been chosen to be loaded with 30 minutes acute exercise, 60% VO_2max in intensity, which was performed 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes after meal in three experimental days respectively. The day without exercise loading had been taken as control. The blood glucose concentration was assayed at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 minutes after meal. 【Results】 A significant decrease the glucose-time curve areas ($21.3 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1} \pm 4.4 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$ vs $25.4 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1} \pm 5.1 \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$, $P < 0.05$), the glucose levels at the end of acute exercise ($5.4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ vs $8.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, $P < 0.01$) and the glucose concentration at 30, 60, 90 minutes after meal by acute exercise at 90 min after meal. Acute exercise at 60 min after meal significantly decrease the glucose level at the end of acute exercise ($6.8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 1.7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ vs $8.3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \pm 2.1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$). There were no significant changes observed in blood glucose in acute exercise at 30 min after meal. 【Conclusion】 The data suggest that exercise at 90 min after meal is most helpful to lower blood glucose.

Key words: diabetes mellitus, non-insulin-dependent/therapy; exercise therapy; blood glucose/analysis

糖尿病的运动疗法是糖尿病治疗的一个重要组成部分。运动疗法涉及到运动强度, 运动时限和

收稿日期: 1999-07-16

作者简介: 熊 艳(1972-)女, 湖南宁乡人, 硕士, 住院医师

© 1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

运动时间等。我们观察非胰岛素依赖型糖尿病(NIDDM)患者于餐后不同时间进行急性运动,探讨患者的餐后最佳运动时间。

1 对象与方法

1.1 研究对象

按 1985 年 WHO 的糖尿病诊断和分型标准选取 NIDDM 患者中符合以下条件者:空腹血糖在 $16.7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下,连续 2 次以上空腹血糖变动在 $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以内;无合并严重的糖尿病性急慢性病变,如糖尿病性肾脏病变,糖尿病视网膜病变;无心血管,肝,肾疾病。所有病例于研究期间严格执行原糖尿病饮食治疗方案,原口服降糖药暂不作调整。共 18 例患者完成本研究,其中男性 6 例,女性 12 例,年龄(57.7 ± 8.8)岁,体质指数(24.0 ± 2.8) kg / m^2 ,空腹血糖(9.0 ± 3.0) $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$,病程(24.8 ± 29.5)月。

1.2 急性运动负荷试验

研究分 4 d 进行。第 1 d 为对照日,受试者于晚餐后 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 min 分别作外周毛细血管全血血糖测定;对照日后连续 3 d,受试者分别于晚餐后 30, 60, 90 min(同一患者 3 d 中进行运动的顺序随机而定)进行最大氧耗量的 60% ($60\% \text{ VO}_2\text{max}$) 的中等强度的跑步机上跑步运动 30 min,晚餐后 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 min 分别测定外周毛细血管全血血糖。

1.3 运动强度的监测

将 3 个心电监护仪电极分别置于心前区及双腕部,连接心电监护仪监测运动中心率,令受试者调整运动速度,使心率相对稳定于每分钟 170 次减年龄的 ± 5 的范围内,以此作为 $60\% \text{ VO}_2\text{max}$ 的运动强度监测^[1]。

1.4 外周毛细血管全血血糖的测定

采用拜耳公司生产的 GLUCOMETER4 型微量血糖仪进行,全部血糖测定均由作者本人完成。血糖测定批间及批内变异系数分别为 5.3% 和 4.3%。

1.5 数据处理

实验数据处理及统计分析用 Spss For Window 6.0+ 软件,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不同组间比较用单因素方差分析,两组间比较用配对 t 检验。

2 结果

2.1 餐后不同时间运动对血糖-时间曲线下面积的影响

以餐后 30~210 min 期间,各时相点的血糖随时间变化曲线下所覆盖面积[血糖-时间曲线下面积 = $(30 \text{ min 血糖} + 210 \text{ min 血糖}) / 2 \times 0.5 + (60 \text{ min 血糖} + 90 \text{ min 血糖} + 120 \text{ min 血糖} + 150 \text{ min 血糖} + 180 \text{ min 血糖}) \times 0.5$] 比较餐后不同时间进行运动对血糖的影响,结果对照日及餐后 30, 60, 90 min 运动日血糖-时间曲线下面积分别为 $(25.4 \pm 5.1) \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $(24.7 \pm 4.2) \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $(22.7 \pm 4.3) \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $(21.3 \pm 4.4) \text{ mmol} \cdot \text{h} \cdot \text{L}^{-1}$,可以看出餐后不同时间运动都有降低血糖作用,但以餐后 90 min 进行的血糖-时间曲线下面积下降得最明显,与对照日比较 $P < 0.05$ 。

2.2 餐后不同时间运动的即时血糖

尽管运动负荷试验在 3 d 中不同餐后时间进行,经 30 min 相同运动强度的运动负荷后,血糖均较运动前或对照日相同时点有不同程度下降,但以 90 min 下降得最为明显($P < 0.01$, 表 1)。

表 1 餐后不同时间运动对运动结束后即时血糖的影响

Table 1 The blood glucose reduction effect at the end of acute exercise loading ($\bar{x} \pm s$, $c / \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)

Exercise time	Blood glucose after meal				
	after meal	30 min	60 min	90 min	120 min
Control		8.3 ± 1.8	8.6 ± 2.2	8.4 ± 1.7	8.7 ± 2.4
30 min		8.0 ± 1.6	7.9 ± 1.8		
60 min		8.1 ± 1.7	8.3 ± 2.1	6.8 ± 1.7 ^{1), 2)}	
90 min		8.1 ± 1.8	8.5 ± 2.2	8.2 ± 1.8	5.4 ± 1.4 ^{3), 4)}

1) vs 90 minutes after meal on control day, $P < 0.05$; 2) vs before exercise $P < 0.05$; 3) vs 120 minutes after meal on control day $P < 0.01$; 4) vs before exercise, $P < 0.01$

2.3 餐后不同时间运动结束后 30, 60, 90 min 的血糖变化

餐后 30 min 运动,于运动结束时血糖降低后又随即回升,并稍高于运动前,但经统计学处理无明显差异;餐后 60 min 运动,尽管运动结束时血糖有明显降低,但运动结束后 30 min 又有轻度回升,并一直维持到运动结束后 90 min,但未高于运动前,与运动前比较 $P > 0.05$;餐后 90 min 进行运动时,不仅运动结束时血糖水平较运动前明显下降,

表2 运动当日运动前后不同时点血糖变化的比较

Table 3 The change of blood glucose with the time after exercise at different beginning time ($\bar{x} \pm s$, $c/\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$)

Exercise time after meal	Before exercise	Blood glucose after exercise			
		0 min	30 min	60 min	90 min
30 min	8.0 ± 1.6	7.9 ± 1.8	9.0 ± 1.8	8.9 ± 1.5	8.3 ± 1.4
60 min	8.3 ± 2.1	6.8 ± 1.7 ¹⁾	7.6 ± 1.4	7.7 ± 1.5	7.4 ± 1.4
90 min	8.2 ± 1.8	5.4 ± 1.4 ²⁾	6.6 ± 1.5 ¹⁾	6.8 ± 1.3 ¹⁾	6.5 ± 1.3 ¹⁾

1) vs before exercise $P < 0.05$; 2) vs before exercise $P < 0.01$

而且一直维持至运动结束后 90 min ($P < 0.05$, 表 2)。

3 讨论

国外不少学者早有报道 NIDDM 患者急性运动负荷有明显的即时降低血糖作用^[2]。国内李玲, 邱国勋等也报道 NIDDM 患者急性运动负荷运动有明显的即时降糖反应^[3]。我们的结果显示尽管进行运动前的血糖相似, 但餐后不同时间进行急性负荷运动, 其即时的降糖作用结果不一样, 其中以餐后 90 min 进行运动的即时降糖作用最强, 餐后 60 min 进行运动次之, 而餐后 30 min 进行运动尽管也有轻的即时降糖反应, 但与运动前比较无明显差异 ($P > 0.05$, 表 1), 提示以餐后 90 min 进行运动最为理想。

餐后不同时间进行运动除了运动结束时的降血糖作用有差别外, 对运动结束后一段时间内的血糖影响亦不同。我们的患者在严格控制饮食和用药不变的情况下, 对餐后 30 min 至 210 min 时相内血糖面积与对照日进行比较, 结果显示餐后 30 min 开始运动对血糖面积的影响最少, 餐后 90 min 开始运动引起血糖面积下降得最明显。同样的结果可见于餐后不同时间运动对运动后 30 min 至 90 min 的血糖改变, 与国外一些报道相似^[1,4,5]。餐后 90 min 进行运动的降糖效果较餐后 60 min 及餐后 30 min 强, 其机理仍不清楚。主要可能与餐后的消化吸收活动有关。餐后早期 (如 30 min, 60 min), 机体正处于胃肠道消化吸收功能最活跃期, 消化系统的氧供和血液供应均较丰富, 如在这时间进行运动, 骨骼肌需要增加的氧供和血液供应相对难以满足, 故难以摄取更多的葡萄糖进行代谢。与此同时, 餐后早期机体处于活跃的消化吸收期内进行运动, 可导致机体全身血液循环相对更加强。

交感神经相对更加兴奋, 儿茶酚胺, 皮质激素, 胰升血糖素, 生长激素等升高血糖激素分泌明显升高^[1], 使肝糖元分解, 糖异生增加, 亦会使运动过程中肌肉摄取葡萄糖导致血糖下降的效应被部分抵消, 从而影响其降糖效应。此外, NIDDM 患者有胰岛素分泌延迟及分泌高峰后移的特点, 也使得患者在餐后 90 min 运动时运动负荷能与内源性胰岛素一起更好地发挥协同降糖作用; 而对于服用口服降糖药的患者, 在这一时段进行运动时, 可能体内吸收的药物其效应亦达高峰, 从而使运动降糖作用更为显著。

综上所述, NIDDM 患者急性运动负荷的降糖作用与患者餐后进行运动的时间有关。降糖效果最好为餐后 90 min 进行, 餐后 60 min 次之, 而餐后 30 min 进行降糖作用最差。

参考文献:

- [1] Katsilambros N, Rabavil. Exercise in diabetes mellitus: clinical aspect [M]. In: Cowett R M, ed. Diabetes. New York: Raven, 1995. 215~216.
- [2] Satoru Fujii. Exercise therapy in Japan [J]. Diabetes Res Clin Practice. 1994, 24(suppl): 241.
- [3] 李玲, 邱国勋. 急性运动负荷对糖尿病病人血浆 B-TG 水平的影响 [J]. 中华内分泌代谢杂志, 1988, 4(2): 79.
- [4] Vranic M, Berger M. Exercise and diabetes mellitus [J]. Diabetes 1979, 28(1): 147.
- [5] Sonnenberg G E, Kemmer F W, Berger M. Exercise in type-1 (insulin-dependent) diabetic patients treated with continuous subcutaneous infusion [J]. Diabetologia, 1990, 33(3): 696.
- [6] 夏小明, 杨心田, 毛焕之. 运动试验在高血压及正常血压人群糖代谢状况评估中的应用及意义 [J]. 临床心血管病杂志, 1995, 11(1): 31.

(编辑 黄小延)