

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.08.007

短期高剂量食用油摄入对小鼠脏器系数与胃肠动力的影响

Effect of short-term intake of high edible oil on viscera coefficient and gastrointestinal motility in mice

郑 淘 何云山

ZHENG Tao HE Yun-shan

(湖南中医药大学药学院, 湖南长沙 410208)

(Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

摘要:选取 10 只 SPF 级小鼠随机分为正常组和食用油组,食用油组小鼠按 20 mL/(kg·d)灌胃食用调和油,每天 2 次,每次 0.3 mL;正常组小鼠灌胃等量的蒸馏水,持续 13 d,比较分析小鼠的脏器系数与胃肠动力变化。结果表明:食用油组小鼠的饮水量减少,饮水量增加;与正常组相比,食用油能降低小鼠的肝脏、脾脏以及胸腺系数,但无统计学意义($P>0.05$)。胃肠动力方面,食用油能增加小鼠的小肠推进率,减缓小鼠的胃排空率,与正常组相比,无统计学意义($P>0.05$);正常组的血清 D-木糖含量高于食用油组,但无统计学意义($P>0.05$)。综上,短期高剂量摄入食用油对机体脏器及消化吸收影响较小。

关键词:食用油;短期高剂量;肠推进率;胃排空率;脏器系数

Abstract: To study the effect of short-term intake of high edible oil on the viscera coefficient and gastrointestinal motility in mice and providing the basis for rational dietary oil, 10 SPF KM mice were randomly divided into the control group and the edible oil group. The mice in the edible oil group were given edible oil twice a day, 0.3 mL each time, according to 20 mL/(kg·d) and mice in the control group were given equal amounts of distilled water for 13 days. The viscera coefficient and gastrointestinal motility of mice were compared. It was found that the dietary amount of edible oil group decreased and the amount of drinking water increased. Compared with the control group, edible oil reduced the coefficients of liver, spleen and thymus in mice, but the difference was not statistically significant ($P>0.05$). In terms of

gastrointestinal motility, edible oil could increase the small intestine propulsion rate of mice and slow down the gastric emptying rate of mice, with no statistically significant difference compared with the control group ($P>0.05$). The content of serum D-xylose in the control group was higher than that in the edible oil group, but the difference was still not statistically significant ($P>0.05$). The study indicated that short-term high intake of edible oil had little effect on viscera coefficient and gastrointestinal motility in mice.

Keywords: edible oil; short-term; high dose; intestinal propulsion rate; gastric emptying rate; viscera coefficient

食用油含有多种脂肪酸,为人体提供能量和必需脂肪酸,是人体重要结构组成的基础原料。脂肪酸可大致分为饱和脂肪酸(SFA)、不饱和脂肪酸(UFA)以及反式脂肪酸(TFA) 3 大类,其中不饱和脂肪酸又可分为单不饱和脂肪酸(MUFA)和多不饱和脂肪酸(PUFA)^[1]。生活中常食用的大豆油、花生油等植物油主要是以不饱和脂肪酸为主^[2]。研究^[3]表明,不同种类的脂肪酸各有优缺点,通过脂肪酸平衡配比能很好地综合各类油脂的优点,同时弥补各自的缺点。试验采用的油脂为人们日常生活中常食用的第二代食用调和油,其 SFA : MUFA : PUFA=0.27 : 1 : 1, PUFA(*n*-6) : PUFA(*n*-3)=5 : 1。

脏器系数是试验动物的主要生物学特性之一,可用于衡量和反映动物的功能状态,是药物安全评价中必须观察和检测的项目。脏器系数的下降在一定程度上反映脏器萎缩、退行性变化^[4-5]。胃肠运动功能是消化系统中最重要的生理功能之一,胃肠运动功能的正常是食物摄取、消化吸收以及残渣排出的重要保障,胃排空率、肠推进率是研究胃肠运动功能的经典方法^[6-8]。D-木糖口服后主要在空肠段被吸收,能活化肠道内的双歧杆菌,并

基金项目:湖南省教育厅科学研究项目(编号:18C0361)

作者简介:郑淘(1988—),女,湖南中医药大学讲师,硕士。

E-mail: 283891605@qq.com

收稿日期:2020-06-22

促进其生长,从而改善肠道微生物环境,提高机体免疫力,检测木糖醇的吸收可反映小肠对碳水化合物吸收功能^[9]。梁生林等^[7]研究发现,厚朴干皮、根皮、枝皮、叶水提物均能显著促进小鼠胃排空、肠推进运动。郝菲菲等^[10]研究发现,连翘水煎液对胃肠运动紊乱具有双向调节作用,既能增加小鼠胃肠运动抑制模型的胃排空率和肠推进率,又能减少小鼠胃肠运动亢进模型的胃排空率和肠推进率。测定胃肠动力及 D-木糖的吸收情况可反映机体的消化吸收功能。

调查^[11-12]显示,中国居民食用油的实际摄入量约为 42.1 g,远远超过《中国居民膳食指南(2016)》的推荐用量(25~30 g/d)。食用油摄入过高可能导致机体肥胖,引发腹泻从而影响肠道消化吸收,引起糖脂代谢异常等^[13-14]。目前有关食用油脂的研究侧重于油脂的理化性质以及脂代谢方面,忽略了对胃肠动力以及脏器系数这些简单而又基础的研究。试验拟以人们日常生活中最常食用的植物调和油为对象,分析短期大剂量摄入食用油对小鼠脏器系数、肠推进率、胃排空率以及 D-木糖吸收的影响,从胃肠功能角度研究食用油摄入对机体脏器及消化吸收的影响,以期为合理膳食提供依据,同时也为后续食积动物模型构建中油脂的选择及用量提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 试验动物及原材料

SPF 级昆明小鼠:10 只,体质量约为(20±2) g,雄性,动物生产许可证编号 SCXK(湘)2016-0002,饲养于湖南中医药大学动物实验中心,设施使用许可证编号为 SYXK(湘)2019-0009,湖南斯莱克斯实验有限公司;

食用调和油:市售;

半固体营养糊:5 g 羧甲基纤维素钠+12 g 奶粉+4 g 白砂糖+4 g 淀粉,加入蒸馏水定容至 150 mL,微加热搅拌至溶,4℃冰箱保存备用;

印度墨汁:微蒙生物科技(上海)有限公司;

D-木糖:分析纯,上海悠祥生化试剂有限公司;

D-木糖试剂盒:南京建成生物科技有限公司。

1.1.2 仪器与设备

离心机:TDZ5-WS 型,长沙湘仪离心机仪器有限公司;

紫外可见光光度计:TU-1900 型,北京普析通用仪器有限责任公司;

精密电子天平:JA3003 型,上海恒平科学仪器有限公司。

1.2 方 法

1.2.1 动物分组 小鼠常规适应性饲养 5 d 后称重,按随机数字表法进行配对分组,并用苦味酸进行标记:正常

组、食用油组各 5 只。

1.2.2 给药方法及剂量 参照文献^[15],《中国居民膳食指南(2016)》中推荐油脂的摄入量为 25~30 g/d,换算为小鼠剂量为 0.10~0.11 mL/d,在前期研究的基础上,选择对肠道影响较大的高剂量 0.6 mL/d 作为试验剂量,约为推荐摄入量的 6 倍^[16]。适应性喂养结束后分组,正常组灌胃等量的蒸馏水,食用油组灌胃食用调和油,每天 2 次,每次 0.3 mL,持续 13 d。

1.2.3 小鼠胃肠动力的测定 参照文献^[17],0.2 mL 印度墨汁+0.4 mL 半固体营养糊灌胃 20 min 后处死小鼠,结扎幽门、贲门和回盲部,分离肠系膜,取出整个胃、小肠。

(1) 胃排空:解剖后的胃用生理盐水清洗血渍,滤纸吸干,称重,沿胃大弯剪开,用生理盐水冲洗胃内容物,滤纸吸干,再次称重。按式(1)计算胃排空率。

$$C_1 = \frac{A-B}{0.4} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

C_1 ——胃排空率,%;

A——胃全重,g;

B——胃净重,g。

(2) 炭末推进率:剖腹取出幽门至回盲部肠管,铺直后用卷尺测量幽门至回盲部全长和幽门—黑色半固体营养糊前端长度,按式(2)计算炭末推进率。

$$C_2 = \frac{A}{B} \times 100\%, \quad (2)$$

式中:

C_2 ——炭末推进率,%;

A——墨汁长度,cm;

B——小肠全长,cm。

1.2.4 血清 D-木糖测定 禁食不禁水 12 h 后,各组小鼠随机选取 4 只按 10 mL/(kg·d)灌胃 5% D-木糖溶液,60 min 后采用抗阻法摘取眼球取血,置于 1.5 mL EP 管中,静置 1 h,3 500 r/min 离心 15 min,取上清液于 4℃冰箱保存,按 D-木糖试剂盒说明书进行操作,应用 UV 法分析测定各组小鼠血清 D-木糖含量^[18]。

1.2.5 脏器系数测定 参照文献^[19]。

1.2.6 统计学分析 采用 SPSS 21.0 统计软件进行数据分析,结果均以均数±标准差表示。两组间均数符合正态性、方差齐性用独立样本 t 检验进行比较,否则运用非参数检验进行比较。 $P<0.05$ 为显著差异, $P<0.01$ 为极显著差异。

2 结果与分析

2.1 对小鼠一般状态的影响

与正常组相比,灌胃食用油组小鼠的毛发、精神状态以及粪便稀湿等方面无显著差异。由图 1 可知,食用油

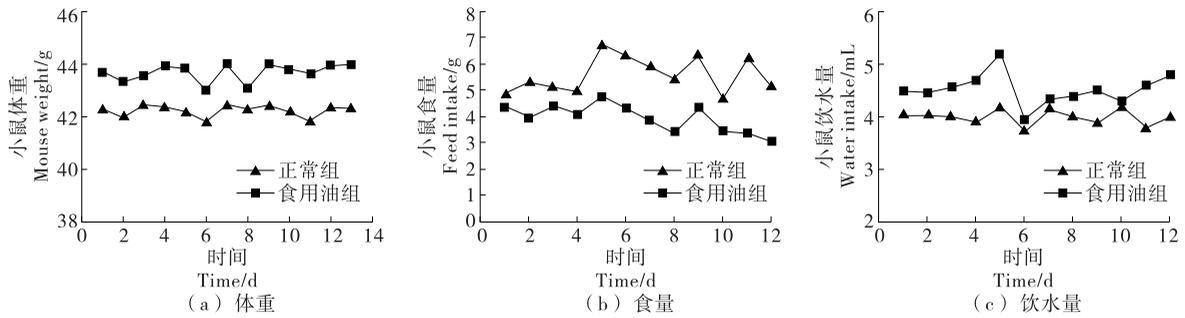


图1 食用油对小鼠体重、食量与饮水量的影响

Figure 1 Influence of edible oil on body weight, food intake and water intake in mice

组小鼠的食量低于正常组,而饮水量高于正常组,与文献[13]的症状相似。体重方面,食用油组小鼠稍高于正常组,但两组间无显著性差异,与文献[15]的结果相反。造成食用油组小鼠饮食量下降、饮水量增高的原因可能与摄入油脂剂量高、容易造成饱腹感有关。而食用油组小鼠体重较正常组稍高,可能是由于摄入高剂量植物油,增加了饮食中的脂肪来源,造成脂肪吸收高于正常组,导致体重增加。综上,短期高剂量的食用油摄入对小鼠饮食、饮水量影响较小,但可能造成机体肥胖。

2.2 对小鼠脏器系数的影响

由图2可知,食用油能降低小鼠的肝脏系数、脾脏系数和胸腺系数,但与正常组相比二者无统计学意义($P > 0.05$)。食用油对小鼠的影响可能与血脂代谢异常有关,摄入大量的脂类物质容易造成血液中游离脂肪酸(FFAs)增多,使肝脏合成及释放的极低密度脂蛋白胆固醇(VLDL-c)、甘油三酯(TG)增多,容易损伤肝脏[20]。

高珊等[21]研究发现,6种食用油均能使大鼠肝脏质量下降,肝体比、肾体比与脾体比显著降低($P < 0.05$),且食用油能导致小鼠出现轻微的自发感染病变和肝脏小点状肝细胞坏死,与试验结果存在差异,其原因可能是由于研究时间不同。故短期高剂量摄入油脂对小鼠脏器系数影响较小,但长时间较高剂量摄入油脂会损伤机体脏器。 $n-6$ 型脂肪酸在体内代谢产生花生四烯酸(AA),AA是合成白三烯(LT)、前列腺素(PG)、血栓烷素(TXA)等炎

性物质的前体物质[22]。大剂量的摄入食用油可能导致AA增多,进而导致LT、PG、TXA等炎性物质增加,损伤机体的免疫系统。试验使用的调和油中PUFA($n-6$):PUFA($n-3$)=5:1,AA含量较高,但其对肝脏、脾脏和胸腺指数影响较小,可能是由于机体的应激反应加速了AA的代谢,且刺激时间短,所以对机体脏器指数影响不显著。

2.3 对小鼠肠推进、胃排空以及血清D-木糖吸收的影响

由表1可知,食用油组的肠推进率高于正常组,胃排空率和血液中的D-木糖含量则低于正常组,但三者无统计学差异($P > 0.05$)。小鼠血液中D-木糖含量反映机体对碳水化合物的消化吸收情况,小鼠胃肠动力的影响可以从胃肠平滑肌离子通道和肠道菌群加以解释。食用油的主要成分为脂肪酸,在一定程度上能降低肠道中的pH,有益于双歧杆菌等益生菌的生长。研究[23]显示,AA可通过作用于离子通道蛋白,改变通道蛋白构象,抑制瞬间外向 K^+ 电流,进而对平滑肌的肌源性收缩与舒张起到调节作用。崔艺峰[24]研究发现,AA等不饱和脂肪酸能抑制毒蕈碱电流,且存在量效关系,并且随着不饱和脂肪酸不饱和程度的增高,其抑制效果增强。肠道菌群参与机体对食物的消化、吸收及代谢等活动,脑-肠-菌轴理论中对胃肠动力的调节主要是通过脑肠肽来完成。动物试验[25-26]表明,双歧杆菌可诱导大鼠神经递质多巴胺、5-HT,血浆浓度升高,促进肠道蠕动。食用油对小鼠肠推进、胃排空和血清D-木糖影响不显著,可能是由于食物

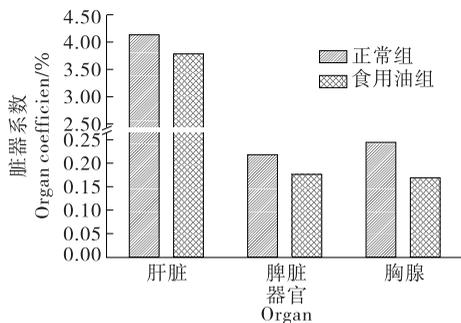


图2 食用油对小鼠脏器系数的影响

Figure 2 Influence of edible oil on organ coefficient in mice

表1 食用油对小鼠肠推进、胃排空以及血清D-木糖吸收的影响

Table 1 Effects of edible oil on intestinal propulsion, gastric emptying and serum D-xylose absorption in mice

组别	肠推进率/%	胃排空率/%	D-木糖含量/(mmol·L ⁻¹)
正常组	0.59±0.09	0.77±0.15	0.18±0.06
食用油组	0.68±0.11	0.63±0.18	0.09±0.06

的消化吸收依赖于肠道微生物的活动,短时间高剂量的食用油摄入对小鼠肠道菌群结构的改变较小,从而导致小鼠对食用油的代谢与正常组小鼠差别不大。

3 结论

试验表明,大量摄入食用油脂会抑制人体的免疫以及营养吸收,且会稍加快小肠推进速率,增加腹泻的风险,但与正常组相比,二者的差异均不显著,表明短期高剂量植物油的摄入对机体的脏器及吸收代谢影响较小。后续拟开展高剂量长时间的油脂摄入对小鼠脏器系数和胃肠动力的影响研究,同时,可借助 16S rDNA 测序技术与 Elisa 酶联免疫法,分析高剂量食用油摄入对小鼠肠道菌群多样性的影响,以及胃肠激素水平的改变,以便更全面地评价高剂量食用油摄入对机体脏器及消化吸收的影响。

参考文献

- [1] 刘娅薇, 惠华英, 谭周进. 食用油对身体健康的影响及与肠道菌群的关系[J]. 世界华人消化杂志, 2019, 27(9): 583-588.
- [2] 朱航桦, 王锋, 杨贤, 等. 不同油脂对小鼠肠道菌群的影响[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(11): 995-998.
- [3] 黄海滨. 平衡油脂对小鼠脂代谢的影响及其机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015: 1-4.
- [4] 孙建新, 安娟, 连军. 影响实验动物脏器重量及脏器系数因素分析[J]. 实验动物科学, 2009, 26(1): 49-51.
- [5] 李韵峰, 马俊峰. 影响实验动物脏器重量及脏器系数因素分析[J]. 畜牧业环境, 2020, 26(10): 39.
- [6] 李习雄. 焦槟榔消食导滞作用机制的实验研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2016: 11-12.
- [7] 梁生林, 许日祥, 吴金金, 等. 厚朴皮、叶、花水提物对小鼠胃肠动力作用的比较研究[J]. 井冈山大学学报(自然科学版), 2016, 37(3): 76-79.
- [8] 陈奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 437-438.
- [9] 崔小兵, 孙学, 文红梅, 等. 不同加工方式的中药白术对脾虚大鼠唾液淀粉酶活性和尿中 D-木糖排泄率的影响[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(14): 2 576-2 580.
- [10] 郝菲菲, 刘婉青, 聂克. 连翘对小鼠胃肠动力影响的实验研究[J]. 山东中医药大学学报, 2018, 42(4): 351-353, 376.
- [11] 曾禹. 中国城乡居民实际油脂摄入量(猪油、葵花籽油及其复合油)对肥胖和血糖稳态的影响研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2018: 1-2.
- [12] 中国营养学会. 中国居民膳食指南: 2016[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 3.
- [13] 姜洪林, 翟兴会, 金刚. 小儿健身消食颗粒对脾虚证动物模型的影响[J]. 长春中医学院学报, 2001, 17(3): 46.
- [14] 古兰·托合提木拉提, 叶尔努尔·吐苏甫汗, 马玉兰, 等. 高脂肪饮食暴露对雌性大鼠子代糖脂代谢和卵巢功能的影响[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(9): 1 308-1 311.
- [15] 黄子逸, 陈铎, 叶心语, 等. 不同加热时间的食用油对雄性小鼠血脂与微量元素的影响[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(5): 418-422.
- [16] 杨晓燕, 何云山, 谭周进, 等. 不同剂量植物油对小鼠肠道微生物、酶活性及血常规的影响[J/OL]. 食品与发酵工业. [2020-06-30]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.023375>.
- [17] 田徐露, 蓝程, 岑运光, 等. 积雪草总苷对老年消化不良模型大鼠胃肠动力及肠神经系统的保护作用量效关系及机制研究[J]. 中国药房, 2020, 31(12): 1 429-1 435.
- [18] 张明, 吴晶, 彭真, 等. 荷泽颗粒对脾虚大鼠血清胃泌素、D-木糖浓度、磷酸肌酸激酶的影响[J]. 中国中医急症, 2020, 29(2): 267-269, 277.
- [19] 何云山, 惠华英, 喻嵘, 等. 芦笋对高脂饮食小鼠脏器指数及血生化的影响[J]. 中国微生态学杂志, 2018, 30(11): 1 261-1 265.
- [20] 高青松. 不同类型脂肪酸对 SD 大鼠血清脂肪酸及胰岛素抵抗的影响[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2010: 2-4.
- [21] 高珊, 童英, 阎向东, 等. 常用食用油对大鼠脏器、生化指标及脂质过氧化的影响[J]. 毒理学杂志, 2006, 20(4): 251-253.
- [22] DUBNOV G, BERRY E M. Polyunsaturated fatty acids, insulin resistance, and atherosclerosis: Is inflammation the connecting link[J]. Metab Syndr Relat Disord, 2004, 2(2): 124-128.
- [23] KEROS S, MCBAIN C J. Arachidonic acid inhibits transient potassium currents and broadens action potentials during electrographic seizures in hippocampal pyramidal and inhibitory interneurons[J]. J Neurosci, 1997, 17(10): 3 476-3 487.
- [24] 崔艺峰. 不饱和脂肪酸在牵张增强豚鼠胃窦平滑肌细胞毒蕈碱电流中的作用[D]. 延吉: 延边大学, 2003: 1-4.
- [25] 刘娅薇, 惠华英, 谭周进. 脑肠轴传输中的胃肠肽类激素[J]. 世界华人消化杂志, 2019, 27(16): 1 007-1 012.
- [26] DESBONNET L, GARRETT L, CLARKE G, et al. Effects of the probiotic Bifidobacterium infantis in the maternal separation model of depression[J]. Neuroscience, 2010, 170(4): 1 179-1 188.