

3种食用油对大鼠生长发育、血脂水平和氧化应激的影响

楚楚, 杨立刚, 杨超, 柳和春, 许登峰, 陆怡霏, 王少康, 孙桂菊

(东南大学公共卫生学院, 环境医学工程教育部重点实验室, 南京 210009)

摘要:为了解3种食用油的营养价值, 将24只雄性SD大鼠随机分为3组, 分别为大豆油组(SO)、橄榄油组(OO)和稻米油组(RO), 饲喂15周后, 对各组大鼠生长发育、血脂水平和氧化应激进行分析比较。结果表明: OO组和RO组大鼠血清TC、TG、LDL-C、MDA和NEFA水平显著低于SO组, OO组和RO组大鼠血清SOD、GSH-Px水平显著高于SO组; OO组大鼠股骨重显著高于SO组和RO组。研究表明, 与大豆油相比, 橄榄油和稻米油具有降血脂和保护机体免受氧化应激损伤的作用。

关键词:食用油; 大豆油; 橄榄油; 稻米油; 生长发育; 血脂; 氧化应激

中图分类号: TS225.1; TS201.4 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)05-0117-04

Effects of three kinds of edible oils on growth, blood lipid levels and oxidative stress of rats

CHU Chu, YANG Ligang, YANG Chao, LIU Hechun, XU Dengfeng, LU Yifei, WANG Shaokang, SUN Guiju

(Key Laboratory of Environmental Medicine and Engineering of the Ministry of Education, School of Public Health, Dongnan University, Nanjing 210009, China)

Abstract: In order to investigate the nutrition value of three kinds of edible oils, twenty four male SD rats were divided into soybean oil group (SO), olive oil group (OO) and rice bran oil group (RO), and their growth, blood lipid levels and oxidative stress were analyzed after fed for 15 weeks. The results showed that the levels of TC, TG, LDL-C, MDA and NEFA in serum of OO and RO groups were significantly lower than those in SO group, and the levels of SOD and GSH-Px in OO and RO groups were significantly higher than those in SO group. Compared with SO and RO groups, the femur weight in OO group significantly increased. The research indicated that compared with soybean oil, olive oil and rice bran oil could improve lipid metabolism and protect the body from oxidative stress damage.

Key words: edible oil; soybean oil; olive oil; rice bran oil; growth; blood lipid; oxidative stress

膳食营养是人体生长发育的重要影响因素^[1], 脂类是膳食中重要的营养素。据统计, 我国2019年人均年食用油消费量达到28.4 kg^[2]。不同食用油中脂肪酸组成和维生素E、植物甾醇等微量营养素

含量不同。研究显示, 摄入适量维生素E有助于保持雏鸭的最佳生长性能^[3]。植物甾醇能够提高骨骼肌蛋白质含量, 促进骨骼肌生长^[4]。目前, 关于油脂与生长发育关系的研究主要集中于鱼油对婴儿生长发育的影响^[5-6], 而日常食用油对生长发育影响报道较少。生长发育不良有可能增加心血管疾病的发病风险^[7]。2012年我国成年人血脂异常患病率达到40.4%^[8]。不同食用油可能会影响血脂水平或氧化应激水平^[9], 而血脂代谢异常、氧化应激

收稿日期: 2020-09-18; 修回日期: 2021-02-27

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81872618)

作者简介: 楚楚(1996), 女, 在读硕士, 研究方向为食品卫生与营养学(E-mail) chuchu19962017@hotmail.com。

通信作者: 孙桂菊, 教授(E-mail) gjsun@seu.edu.cn。

损伤均为心血管疾病的危险因素^[10-11]。

目前,市场上的食用油种类繁多。大豆油是我国消费量最高的食用油^[2]。橄榄油是“地中海膳食模式”的主要食用油。稻米油的制备原料——稻谷,是我国产量最高的粮食谷物,具有很大的生产潜力^[2]。大豆油、橄榄油和稻米油中脂肪酸组成不同,3种油脂中饱和脂肪酸(SFA)、单不饱和脂肪酸(MUFA)、多不饱和脂肪酸(PUFA)比例分别为1:1.6:4.2、2.4:14.4:1、1:2.3:2.2^[12]。大豆油含有较多维生素E。橄榄油中油酸含量很高,有助于预防心血管疾病^[13],同时总酚含量较高,具有良好的抗氧化性^[14]。稻米油富含植物甾醇^[12]和 γ -谷维素^[15]。研究证实,植物甾醇具有降血脂的作用^[16-17],而 γ -谷维素是稻米油所特有的一种抗氧化成分,可以提高受试者的抗氧化能力^[18]。

综上所述,3种食用油的脂肪酸组成和微量营养素含量不同,推测其对生长发育、血脂代谢和氧化应激的影响也不同。因此,本研究通过探讨这3种食用油对SD大鼠生长发育、血脂水平和氧化应激的影响,为了解这3种油的营养价值,指导居民合理选择食用油提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 实验动物

健康SD大鼠24只,SPF级,雄性,5周龄,由上海斯莱克实验动物有限公司提供(生产许可证编号SCXK(沪)2017-0005,动物伦理审查号2019052011)。

1.1.2 实验试剂与仪器

大豆油、橄榄油、稻米油,益海嘉里食品工业有限公司;大鼠饲料,由青龙山动物繁殖场提供;载脂蛋白A1(Apo-A1)、载脂蛋白B(Apo-B)、丙二醛(MDA)、过氧化物歧化酶(SOD)、活性氧(ROS)、游离脂肪酸(NEFA)、过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)ELISA试剂盒,均购于南京金益柏生物科技有限公司。

TGL-16G型台式离心机,电热鼓风干燥箱,FA1104分析天平,固体密度测定仪。

1.2 实验方法

1.2.1 动物分组与饲养

大鼠饲养于温度(22±2)℃、相对湿度(55±5)%、昼夜交替(12h/12h)的SPF级动物房。经适应性饲养1周后,按体重将大鼠随机分为3组,每组8只,即大豆油(SO)组、橄榄油(OO)组和稻米油(RO)组。SO组大鼠饲喂以大豆油为脂肪来源的饲

料,OO组大鼠饲喂以橄榄油为脂肪来源的饲料,RO组大鼠饲喂以稻米油为脂肪来源的饲料。实验期间,大鼠自由摄食饮水,笼具垫料定期更换,干预周期为15周。

饲料中营养素组成参考D12451(Research Diets Inc.)进行配制,即饲料中蛋白质、碳水化合物、脂肪的质量分数分别为24%、41%、24%,供能比为20%、35%、45%。SO、OO组和RO组饲料配方见表1。

表1 SO、OO组和RO组饲料配方 g

配方	SO组	OO组	RO组
大豆油	202.5	-	-
橄榄油	-	202.5	-
稻米油	-	-	202.5
酪蛋白	200.0	200.0	200.0
L-胱氨酸	3.0	3.0	3.0
玉米淀粉	72.8	72.8	72.8
麦芽糊精	100.0	100.0	100.0
蔗糖	172.8	172.8	172.8
纤维素	50.0	50.0	50.0
复合矿物质 S10026	10.0	10.0	10.0
磷酸氢钙	13.0	13.0	13.0
碳酸钙	5.5	5.5	5.5
柠檬酸钾	16.5	16.5	16.5
复合维生素 V10001	10.0	10.0	10.0
酒石酸氢胆碱	2.0	2.0	2.0

1.2.2 样品采集

施加干预15周后,麻醉大鼠通过股动脉采血法采集血样。血液标本以3000 r/min离心15 min,取上层血清,-80℃冰箱中保存待测。大鼠经解剖后,取左股骨,用手术镊剔除干净左股骨上附着的软组织和肌肉部分。剔除完后立刻将股骨包裹于0.9%生理盐水浸泡的纱布中,于-80℃冰箱中保存待测。

1.2.3 指标检测

每2周用电子天平称量大鼠体重。用钢尺测量仰卧位大鼠从鼻尖到尾根的距离为体长。用电子天平称量大鼠左股骨干重、用游标卡尺测量左股骨骨长,采用固体密度测定仪测定左股骨骨密度(BMD)。采用酶法检测血清总胆固醇(TG)、血清甘油三酯(TC)、血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)和血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C),以上指标均在东南大学附属中大医院检验科进行测定。采用ELISA法检测血清Apo-A1、Apo-B、MDA、SOD、ROS、NEFA、CAT、GSH-Px水平。

1.2.4 数据统计

采用SPSS 22.0软件进行数据统计,结果以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示。采用单因素方差分析进行显著性检验;随时间变化的重复测量指标采用重复测量设计方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同食用油对大鼠生长发育的影响

2.1.1 大鼠体重的变化(见图1)

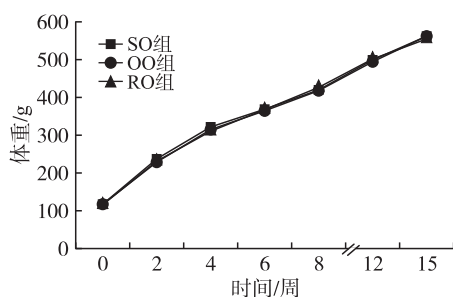


图1 不同食用油对大鼠体重的影响

由图1可见,通过重复测量设计方差分析,时间对各组大鼠体重影响显著($F = 3268.988, P < 0.05$),时间与食用油种类有显著交互作用($F = 2.687, P < 0.05$),各组大鼠的体重变化趋势组间差异无统计学意义($F = 0.210, P = 0.812 > 0.05$)。

通过单因素方差分析,各组大鼠体重组间比较均没有发现显著差异($P > 0.05$)。

2.1.2 大鼠体长的变化(见图2)

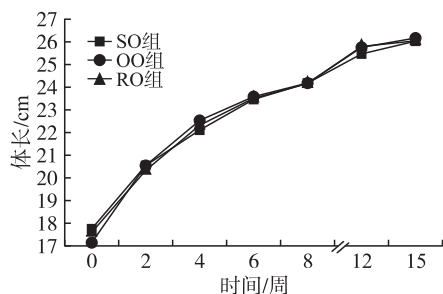


图2 不同食用油对大鼠体长的影响

由图2可见,通过重复测量设计方差分析,时间对各组大鼠体长具有显著影响($F = 604.511, P < 0.05$),时间与食用油种类交互作用不显著($F = 0.724, P = 0.726 > 0.05$),各组大鼠的体长变化趋势组间差异无统计学意义($F = 0.066, P = 0.936 > 0.05$)。

通过单因素方差分析,各组大鼠体重组间比较均没有显著差异($P > 0.05$)。

2.1.3 大鼠BMD、股骨长和股骨重的变化(见表2)

由表2可知:OO组大鼠股骨重高于SO组和RO组大鼠,差异具有统计学意义($P < 0.05$);BMD和股骨长3组间则未发现显著差异。说明相较于大

豆油和稻米油,橄榄油可以明显地促进大鼠股骨重的增长,这可能是油脂中脂肪酸组成和微量营养素共同作用的结果,具体机制尚需进一步研究。

表2 不同食用油对大鼠BMD、股骨长和股骨重的影响

项目	SO组	OO组	RO组
BMD/(kg/m ²)	0.26 ± 0.02 ^a	0.26 ± 0.01 ^a	0.25 ± 0.01 ^a
股骨长/mm	41.26 ± 0.96 ^a	41.61 ± 0.39 ^a	41.93 ± 0.51 ^a
股骨重/mg	0.91 ± 0.07 ^b	0.98 ± 0.04 ^a	0.89 ± 0.03 ^b

注:同行字母不同表示组间有显著差异($P < 0.05$)。下同

2.2 不同食用油对大鼠血脂水平的影响(见表3)

表3 不同食用油对大鼠血脂水平的影响

项目	SO组	OO组	RO组
TC/(mmol/L)	2.31 ± 0.22 ^a	1.98 ± 0.20 ^b	1.99 ± 0.20 ^b
TG/(mmol/L)	0.87 ± 0.21 ^a	0.70 ± 0.12 ^b	0.51 ± 0.11 ^b
HDL-C/(mmol/L)	1.44 ± 0.24 ^a	1.33 ± 0.07 ^a	1.32 ± 0.09 ^a
LDL-C/(mmol/L)	0.40 ± 0.04 ^a	0.35 ± 0.02 ^b	0.36 ± 0.04 ^b
Apo-A1/(μg/mL)	825.66 ± 23.10 ^a	819.80 ± 14.97 ^a	815.29 ± 18.48 ^a
Apo-B/(μg/mL)	566.74 ± 36.68 ^a	583.08 ± 21.38 ^a	569.03 ± 11.91 ^a

由表3可知:OO组和RO组大鼠血清TC、TG、LDL-C水平均低于SO组大鼠,差异具有统计学意义($P < 0.05$);3组大鼠血清HDL-C、Apo-A1和Apo-B间均未发现显著差异($P > 0.05$)。研究结果表明,相较于大豆油,橄榄油和稻米油可有效降低大鼠血清TC、TG、LDL-C水平。这可能与橄榄油中丰富的多酚、稻米油中的植物甾醇有关。唐娜^[12]研究发现,利用大豆油、橄榄油、稻米油制作高脂小鼠模型,橄榄油和稻米油组小鼠的血脂水平低于大豆油组,橄榄油和稻米油可以在一定程度上抑制肝细胞的损伤,减少肝脏脂肪沉积以改善脂代谢紊乱。该结论与本实验结果一致。

2.3 不同食用油对大鼠氧化应激的影响(见表4)

表4 不同食用油对大鼠氧化应激的影响

项目	SO组	OO组	RO组
MDA/(nmol/L)	2.12 ± 0.04 ^a	1.97 ± 0.07 ^b	1.98 ± 0.09 ^b
SOD/(ng/L)	96.25 ± 2.42 ^b	101.07 ± 2.32 ^a	100.85 ± 2.42 ^a
ROS/(IU/mL)	316.05 ± 18.89 ^a	321.27 ± 11.27 ^a	321.88 ± 12.34 ^a
NEFA/(ng/L)	6.52 ± 0.27 ^a	6.01 ± 0.22 ^b	6.18 ± 0.29 ^b
CAT/(ng/L)	16.01 ± 0.52 ^a	16.41 ± 0.45 ^a	16.09 ± 0.52 ^a
GSH-Px/(pmol/mL)	19.58 ± 1.05 ^b	21.20 ± 0.61 ^a	21.74 ± 0.20 ^a

由表4可知:OO组和RO组大鼠血清MDA、NEFA水平低于SO组大鼠,差异具有统计学意义($P < 0.05$);OO组和RO组大鼠血清SOD($P < 0.05$)、GSH-Px($P < 0.001$)水平均高于SO组大鼠,差异具有统计学意义。实验发现,橄榄油和

稻米油对大鼠氧化应激的保护作用强于大豆油,这可能与橄榄油中含有较高含量多酚和稻米油中富含 γ -谷维素有关。抗氧化性是多酚和 γ -谷维素的主要特征之一^[19]。有研究认为 $n-3$ PUFA对机体的氧化应激具有改善作用^[20],但本实验未发现相关性。

3 结论

与大豆油和稻米油相比,橄榄油可以显著增加大鼠股骨重;与大豆油相比,橄榄油和稻米油具有降低血脂水平、保护机体免受氧化应激损伤的作用。因此,在日常选择食用油时,除大豆油外,可以用橄榄油和稻米油替代大豆油或同时交替食用。

研究结果提示,食用油脂脂肪酸组成及微量营养素种类及含量不同,其对生长发育、血脂代谢和氧化应激产生不同的影响,因此可充分发挥各食用油营养价值优势,对调和油中各油脂组成进行科学设计,并对不同调和油功效作用进行评价,为油脂与人类健康关系研究提供参考。另外,未来还需深入研究和明确食用油中发挥不同功效作用的目标成分,为探求其作用机制提供研究基础。

参考文献:

- [1] DE ONIS M, FRONGILLO E A, BLÖSSNER M. Is malnutrition declining? An analysis of changes in levels of child malnutrition since 1980 [J]. Bull World Health Organ, 2000, 78(10): 1222-1233.
- [2] 王瑞元. 2019年我国粮油生产及进出口情况[J]. 中国油脂, 2020, 45(7): 1-4.
- [3] XIE M, WANG S, HUANG W, et al. Effects of vitamin E on growth performance, tissue α -tocopherol, and lipid peroxidation of starter White Pekin ducks [J]. Poult Sci, 2018, 97(6): 2139-2143.
- [4] 何文森. 植物甾烷醇衍生物的制备、功效及降胆固醇机理研究[D]. 江苏无锡: 江南大学, 2013.
- [5] NAJM S, LÖFQVIST C, HELLGREN G, et al. Effects of a lipid emulsion containing fish oil on polyunsaturated fatty acid profiles, growth and morbidities in extremely premature infants: a randomized controlled trial [J]. Clin Nutr Espen, 2017, 20: 17-23.
- [6] OSTADRAHIMI A, SALEHI - POURMEHR H, MOHAMMAD - ALIZADEH - CHARANDABI S, et al. The effect of perinatal fish oil supplementation on neurodevelopment and growth of infants: a randomized controlled trial [J]. Eur J Nutr, 2018, 57(7): 2387-2397.
- [7] SINGHAL A. Does early growth affect long-term risk factors for cardiovascular disease? [J]. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program, 2010, 65: 55-69.
- [8] 胡盛寿, 高润霖, 刘力生, 等. 《中国心血管病报告2018》概要 [J]. 中国循环杂志, 2019, 34(3): 209-220.
- [9] 毛莲, 黄伶俐, 潘露, 等. 2009至2019年中国人群血脂研究热点分析 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2020, 28(7): 616-622.
- [10] KATTOOR A J, POTHINENI N V K, PALAGIRI D, et al. Oxidative stress in atherosclerosis [J/OL]. Curr Atheroscler Rep, 2017, 19(11): 42 [2020-09-18]. <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0678-6>.
- [11] STEVEN S, FRENIS K, OELZE M, et al. Vascular inflammation and oxidative stress: major triggers for cardiovascular disease [J]. Oxid Med Cell Longev, 2019(2): 1-26.
- [12] 唐娜. 不同油脂对高脂饮食小鼠糖脂代谢的影响 [D]. 江苏无锡: 江南大学, 2019.
- [13] SCHWINGSHACKL L, HOFFMANN G. Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies [J/OL]. Lipids Health Dis, 2014, 12: 154 [2020-09-18]. <https://doi.org/10.1186/1476-511x-13-154>.
- [14] SOUZA P A L, MARCADENTI A, PORTAL V L. Effects of olive oil phenolic compounds on inflammation in the prevention and treatment of coronary artery disease [J/OL]. Nutrients, 2017, 9(10): 1087 [2020-09-18]. <https://doi.org/10.3310/nu9101087>.
- [15] 刘瑞菊, 褚建波, 陈启云. 谷维素的研究进展 [J]. 河南科技大学学报(医学版), 2015, 33(3): 237-240.
- [16] RAS R T, GELEIJNSE J M, TRAUTWEIN E A. LDL-cholesterol-lowering effect of plant sterols and stanols across different dose ranges: a meta-analysis of randomised controlled studies [J]. Br J Nutr, 2014, 112(2): 214-219.
- [17] CICERO A F, DEROSA G, PISCIOTTA L, et al. Testing the short-term efficacy of a lipid-lowering nutraceutical in the setting of clinical practice: a multicenter study [J]. J Med Food, 2015, 18(11): 1270-1273.
- [18] BUMRUNGPET A, CHONGSUWAT R, PHOSAT C, et al. Rice bran oil containing γ -oryzanol improves lipid profiles and antioxidant status in hyperlipidemic subjects: a randomized double-blind controlled trial [J]. J Altern Complement Med, 2019, 25(3): 353-358.
- [19] GORZYNIK - DEBICKA M, PRZYCHODZEN P, CAPPELLO F, et al. Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols [J/OL]. Int J Mol Sci, 2018, 19(3): 686 [2020-09-18]. <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>.
- [20] ZAMANI E, SADRZADEH - YEGANEH H, SOTOUDEH G, et al. The interaction between ApoA2 - 265T > C polymorphism and dietary fatty acids intake on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus [J]. Eur J Nutr, 2017, 56(5): 1931-1938.