

修士論文要旨

十文字学園女子大学大学院人間生活学研究科食物栄養学専攻

(申請者 修士課程2年 19MA001 大森瑞紀)

難消化低発酵性食物繊維の継続摂取が脂質代謝関連指標へ及ぼす影響に関する研究

【背景ならびに目的】

我が国の健康政策では生活習慣病の予防が重視されており、食物繊維の継続摂取は、糖・脂質代謝の改善を介して生活習慣病の予防に関連することが報告されている。この研究の最終目的は、新規に開発された難消化低発酵性食物繊維である難消化性グルカン (resistant glucan、以下 RG) の機能性を具備した食品開発を通して、生活習慣病の予防に寄与することである。本研究の目的は、RG の生理機能に関する研究の一部で、RG の継続摂取が脂質代謝へ及ぼす影響とその要因について検討することである。本研究は、次の仮説を検証した。利用可能炭水化物の一部を食物繊維に置換することにより、ラットの脂肪組織蓄積に影響を及ぼす。その要因として、腸内細菌による発酵による短鎖脂肪酸の影響、消化吸収されるグルコースの差異による脂肪酸合成系、ならびに酸化系酵素の影響、小腸における脂肪吸収に対する阻害の影響について検討した。

【試験物質、ならびに実験方法】

試験物質は、RG95 (無水換算食物繊維含有量 99.9 g/100 g、日本食品化工㈱) と RG80 (同 76.8 g/100 g) を用い、難消化性デキストリン (松谷化学工業㈱、以下 RMD) を陽性対照とした。AIN93、または AIN76 精製飼料組成を基本 (CONT 群) とし、コーンスターチ 10% を各試験物質で置換した。以下、RG95 群、RG80 群、RMD 群とする。Sprague-Dawley 系雄性ラット 4 週齢へ各飼料を 6 週間継続摂取させ、絶食後に解剖し、血液生化学指標、脂肪組織重量、腸内細菌由来短鎖脂肪酸等を測定した。次に、同じ条件で飼育したラットを非絶食下に解剖し、肝臓の脂質代謝関連酵素活性への影響を検討した。小腸における脂肪酸吸収へ及ぼす RG の影響を観察するために、Wistar 系雄性ラット 8 週齢に以下の試験物質を経口投与し、経時的に採血して中性脂肪 (Triglyceride、以下 TG) を測定した。対照溶液は、20% 脂肪乳剤 (イントラリポス、大塚製薬㈱) と [脂肪乳剤 + ショ糖 2.5 g/kg 体重] 液とした。これらの対照溶液中精製大豆油 : RG、または RMD が 5 : 1 混合液を調製した。解析は、各群の平均値と標準偏差を算出し、正規性検定後、解剖時のデータは CONT 群に対する Dunnett 検定を、経時的データは Tukey HSD 検定を行った。有意確率は 5% 未満とした。なお、本研究は、本学動物実験委員会の承認を得て実施した。

【結果及び考察】

ラットへ AIN93G の各飼料を 6 週間継続摂取させた結果、RG95 群の腎臓と精巣周囲脂肪組織重量は CONT 群に比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。肝臓の脂肪酸合成酵素 (FAS) の活性、および mRNA である *Srebf1- ν 2*、ならびに *Scd1* の発現量が有意に低値を示した ($p < 0.05$)。肝臓の脂肪酸酸化系酵素と盲腸内容物 1 g あたりの短鎖脂肪酸に統計的有意差は観察されなかった。[脂肪乳剤 + ショ糖] 液投与後の血漿 TG は、RG、または RMD 混合により、投与後 180 分、および 240 分において対照に比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。

【結語】

以上の結果、ラットにおいて利用可能炭水化物の一部を RG に置換して継続摂取させることにより、脂肪組織蓄積が抑制されることが明らかになった。その要因は、肝臓脂肪酸合成酵素、ならび

に小腸における脂肪吸収の抑制であることが示唆された。

【キーワード】

難消化性グルカン、脂質代謝改善、難消化低発酵性食物繊維、脂肪吸収抑制

Study on the effect of consecutive intake of nondigestible and low-fermentable dietary fiber on lipid metabolism and its related factors

Background and objectives of this study

The prevention of lifestyle-related diseases has been emphasized based on Health Japan 21, and it has been reported that the continuous intake of dietary fiber is associated with the prevention of lifestyle-related diseases through the improvement of glucose and lipid metabolism. The final goal of this study is to contribute to the prevention of lifestyle-related diseases by the development of foods with the physiological function of newly developed dietary fiber material, resistant glucon (RG). The objective of my research is a part of the study on the physiological functions of RG and to investigate the effects of consecutive feeding of RG on lipid metabolism and its related factors in rats. I hypothesized that the replacement of the available carbohydrates with RG would reduce glucose absorption and suppress the adipose tissue accumulation. I investigated the related factors, e.g. short-chain fatty acids produced by the intestinal microbes, enzyme activities of lipid metabolism in the liver, and lipid absorption in the small intestine.

Materials and experimental methods

The test materials were RG95 and RG80 (Nihon Shokuhin Kako Co., Ltd., Japan) with 99.9 g/100 g and 76.8 g/100 g of dietary fiber content in anhydrous conversion, respectively, and indigestible maltodextrin (RMD) was used as a positive control. The control diets were prepared according to the AIN93 or AIN76, and cornstarch in each diet was replaced with 10% of RG95, RG80, or RMD. Sprague-Dawley male rats (5 wks old) were fed each diet continuously for 6 weeks and then dissected after fasting and measured blood biochemical parameters, adipose tissue weight, and short-chain fatty acids produced by intestinal microbes. Next, rats were raised under the same conditions and dissected under non-fasting conditions to determine the effects on the enzyme activities of lipid metabolism in the liver. To observe the effect of RG on lipid absorption in the small intestine, Wistar male rats (8 wks old) were orally administered 20% lipid emulsion (Intralipos, Otsuka Pharmaceutical Co., Ltd., Japan) or a mixture of [lipid emulsion + 2.5 g/kg body weight of sucrose] as a control. The test solutions were prepared as follows; purified soybean oil in a control solution vs. RG, or RMD = 5 vs. 1. Blood was collected at the indicated time after administration and measured plasma TG. The mean and standard deviation of each group were calculated, and after the normality test, the Dunnett test for the CONT group was performed. The Tukey HSD test was used for time series data of TG. A probability of less than 5% was considered as a significance. This study was conducted with the approval of the Animal Experimentation Committee in Jumonji University.

Results and discussion

After the feeding of AIN93G to rats for 6 weeks consecutively, the relative wet weight of perirenal and

epididymal adipose tissues in the RG95 group was significantly lower than that of the CONT group ($p<0.05$). Fatty acid synthase activity, *Srebf1-v2* and *Scd1* in the liver were significantly lower than those of the CONT group, respectively ($p<0.05$). The enzyme activities of fatty acid oxidation and the production of short chain fatty acids in 1 g of cecal content were not significantly different. Plasma TG was significantly lower at 180 and 240 min after oral administration of a mixture of [lipid emulsion + sucrose] with RG or RMD, respectively ($p<0.05$).

Conclusion

In result, the adipose tissue accumulation was suppressed by the consecutive feeding of RG which had been replaced the available carbohydrate in the diet in rats. It was suggested that the suppressions of the activity of fatty acid synthase in the liver and the lipid absorption in the small intestine are the related factors on the reduction of adipose tissue accumulation.

[Keywords]

resistant glucan, improving lipid metabolism, non-digestible and low-fermentable dietary fiber, prevention, suppression of lipid absorption