

연구노트

쌀의 난소화성전분이 정상인의 혈당에 미치는 영향

이 찬* · 신재수¹

한서대학교 식품생물공학과, ¹(주)종근당 종합연구소

Effects of Resistant Starch of Rice on Blood Glucose Response in Normal Subjects

Chan Lee* and Jae-Soo Shin¹

Department of Food and Biotechnology, Hanseo University

¹Chong Kun Dang Research Institute

Effect of rice resistant starch (RS) content on glucose blood level of normal subject was examined using Suwon 464 and Ilpum, having different RS contents. Enzymatic-gravimetric method showed RS contents of Suwon 464 and Ilpum were 16.3 and 0.7%, respectively. Both rice varieties, each containing 50 g carbohydrate, were pressure-cooked and fed to ten healthy male volunteers after overnight fast. Significant difference was observed in 60 min blood glucose levels of Suwon 464 and Ilpum after meal, showing 90.3 ± 4.8 and 111.6 ± 2.7 mg/dl, respectively ($p < 0.01$).

Key words: rice, resistant starch, blood glucose

서 론

식이섬유의 한 종류로 분류되는 난소화성전분(resistant starch)은 인체의 소장내 효소에 의해서 분해되지 않고 남아있는 전분(1,2)이다. 농촌진흥청 작물시험장에서 육종개발된 신품종벼(계통명: 수원464)는 가열시 호화가 잘 안되는 물리적 특성을 가지고 있으므로 보급되지 못하고 있는 벼품종인데 식이섬유의 일종인 난소화성전분함량이 매우 높은 특성이 발견되었다. 일반적으로 식이섬유함량이 높은 식품은 혈당치를 낮추는 효과가 있다는 연구결과들이 보고(3-5)되고 있으므로 수원464는 일반쌀에 비하여 상대적으로 혈당상승을 억제할 가능성이 높을 것으로 생각된다. 식이섬유가 혈당치를 낮추는 이유에 대해서는 위장에서 전분 소화율의 저하(6), 위장에서 소화된 내용물이 십이지장으로의 이동속도 감소(7), 소장내로 확산되는 당류의 속도 감소 및 소장상부로 다당류의 분해속도 감소(8) 그리고 소장내 상피세포에서 단당류가 흡수되는 속도 감소(4) 등의 이론이 보고되고 있다. 반면에 난소화성전분함량이 높은 식품과 혈당의 상관관계에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 난소화성전분함량이 높은 쌀을 정상인이 섭취하였을 때 일반쌀과 비교하여 어떤 혈당반응을 보이는지 조사하는 것이다.

*Corresponding author: Chan Lee, Department of Food and Biotechnology, Hanseo University, 360, Haemi-Myun, Seosan-Si, Chung-Nam, 356-706, Korea
Tel: 82-41-660-1453
Fax: 82-41-688-9957
E-mail: leechan@hanseo.ac.kr

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 쌀(*Oryza sativa* L.)은 2000년 충남 예산 지역에서 재배된 일품종과 농촌진흥청 작물시험장에서 제공받은 수원464 벼씨를 2000년 충남 예산지역에서 재배한 것이다.

일품종과 수원464는 Satake-THU 35A 제현기(Satake Engineering Co, Tokyo, Japan)에 의하여 현미로 만들었으며 McGill Sheller Mill(McGill Sheller Co, USA)을 이용하여 정백을 92%로 표준도정하여 백미로 만든 후 4°C의 냉장실에서 보존하였다.

쌀의 일반성분

일품종과 수원464의 일반성분 분석은 Cyclotec을 이용하여 100 mesh의 쌀가루로 제조한 후 AOAC의 방법(9)에 의하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조섬유함량을 측정하였으며 쌀 단백질의 질소환산계수는 5.95로 하였다. 그리고 일품종과 수원464의 당질함량은 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 조섬유의 각 분석치를 합하고 100%에서 뺀값으로 하였다.

난소화성전분함량

일품종과 수원464의 난소화성전분함량은 알칼리 침지법(10)으로 쌀전분을 제조한 후에 효소중량법(11)을 변형한 방법으로 분석하였다.

효소중량법: 시료 1g과 pH 6.0 인산완충용액 50 mL에 thermostable α -amylase 0.1 mL를 넣은 다음 끓는 수조에서 30분간 반응시킨 후 실온으로 냉각시켜 0.275 N NaOH로 pH를 7.5로

Table 1. The clinical characteristics of healthy volunteers

Volunteer	Sex (M/F)	Age (Year)	Body weight (Kg)	Height (cm)	BMI (Kg/m ²)
1	M	34	62	180	19.1
2	M	30	60	170	20.8
3	M	28	70	173	23.4
4	M	33	70	173	23.4
5	M	35	67	169	23.5
6	M	30	60	174	19.8
7	M	28	66	169	23.1
8	M	28	62	170	21.5
9	M	28	74	169	25.9
10	M	40	66	172	22.3
Mean ± SE		31 ± 1.3	66 ± 1.5	172 ± 1.1	22.3 ± 0.6

Table 2. Test load preparation data for pressure-cooked rice

Group	Raw rice ¹⁾ (g)	Water (mL)	Cooked wt. (g)
Ilpum	64.4	83	121
Suwon 464	67.5	83	125

¹⁾The amount of carbohydrate was 50 g each.

조정하였다. 이 용액에 50 mg protease를 1 mL의 인산완충용액에 분산시킨 용액 0.1 mL를 첨가하여 60°C에서 30분동안 흔들면서 반응시켰고, 다시 실온까지 냉각시켜 0.325 N HCl로 pH가 4.3이 되도록 조정하고 amyloglucosidase 0.3 mL를 첨가한 후 60°C에서 30분간 흔들면서 반응시켰다. 에탄올을 첨가하여 총 용액의 알코올농도가 80%가 되도록 한 후 Whatman No. 1 여과지를 사용하여 여과하였다. 난소화성전분의 생성율은 여과지를 아세톤으로 세척하고 남은 불용성 잔사를 실온에서 하루 동안 방치하여 건조시킨 후 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{난소화성전분 생성율(\%)} = \frac{\text{불용성 잔사의 무게(g)}}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

실험대상의 급식 및 채혈

당뇨병의 과거력 및 간 질환이 없고 비만의 범위에 속하지 않는 10명의 건강한 성인 남자를 대상으로 하였다(Table 1). 실험 식이는 일품종 백미와 수원464 백미는 쌀을 씻고 일정량의 물을 가하여 각각 전기압력밥솥(LG P-K075 IH)을 사용하여 백미메뉴에서 취반하였으며 실험재료의 당질 함량은 난소화성전분을 포함하여 50 g이 되게 하였다(12)(Table 2). 실험대상자는 최소한 12시간 이상 금식하였고, 공복상태에서 정맥 채혈한 후 5명씩의 실험대상자들이 한번은 압력밥솥으로 취사한 일품종과 수원464의 밥을 섭취하고 다른 날에는 동일한 실험 식이를 바꾸어서 섭취하였으며 급식 후 30, 60, 120, 180분에 각각 채혈하였다. 채혈한 시료는 상온에서 잠시 방치하여 응고시킨 후 1000 g에서 10분간 원심분리한 후 혈청을 분리하여 분석할 때까지 -80°C에 보관하였다.

Table 3. Proximate composition of two rice varieties

Group	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Crude fiber	Carbohydrate ¹⁾	Resistant starch
Ilpum	15.1	6.4	0.1	0.4	0.4	77.6	0.7 ± 0.4
Suwon 464	13.8	10.9	0.2	0.6	0.4	74.1	16.3 ± 2.7

¹⁾Carbohydrate content includes resistant starch, but not crude fiber.

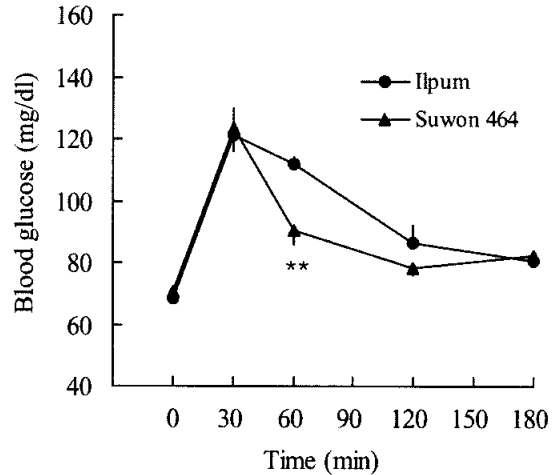


Fig. 1. Serum glucose response to Ilpum and Suwon 464.

● : Ilpum, ▲ : Suwon 464 (**p<0.01).

혈당분석방법

혈당은 hexokinase법을 이용하여 Olympus AU5400(Olympus America Inc, USA)으로 분석하였다.

통계처리

모든 실험결과는 mean ± SEM(Standard Error of Mean)으로 나타내었으며, 통계처리는 Student's t-test를 사용하여 p<0.01에서 대조군(일품종 백미섭취군)과의 유의성을 검정하였고, 공복시와 식후 및 일품종 백미섭취군과 수원464 백미섭취군간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

쌀의 일반성분

수원464와 일품종의 수분, 조지방, 조섬유 및 조회분함량은 비슷하였으나 조단백질함량은 수원464의 경우에는 10.9%로서 일품종의 6.4%에 비하여 높았다. 그리고 두 품종쌀의 난소화성전분함량은 수원464가 16.3%이고 일품종이 0.7%로 나타났는데 이것은 보통 쌀전분이 난소화성전분이 거의 없는 것에 비하여 매우 높은 수치이다(Table 3).

혈당

Fig. 1에서 보듯이 각 군의 공복시 혈당은 유의적인 차이가 없었으며, 실험 당질 섭취 후 30분에 최대치 상승하였고, 그 후 60분, 120분, 180분에 걸쳐 점차 감소하는 패턴을 나타냈으나 공복시 혈당치로 복귀하지는 못하였다. 식후 30분의 혈당은 일품종 백미섭취군이 121.2 ± 8.7 mg/dl였으며, 수원464 백미섭취군은 123.2 ± 7.2 mg/dl로서 섭취군 사이에 유의적인 차이가 없었다. 60분 후의 혈당은 30분의 혈당치보다 두 군 모두 감소하였으나, 수원464 백미섭취군의 혈당이 90.3 ± 4.8 mg/dl로 일

(unit: %)

품종 백미군의 111.6 ± 2.7 mg/dl에 비해 유의성있게 더 감소하였다($p < 0.01$). 120분, 180분 후의 혈당은 수원464 백미군에서 78.5 ± 2.8 , 82.3 ± 2.8 mg/dl로, 일품종 백미군의 각각 86.1 ± 5.8 , 80.7 ± 3.3 mg/dl과 비교시 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 혈당 반응은 당질의 종류 뿐만 아니라 전분의 종류에 따라 다른데 일품종에 비하여 난소화성전분함량이 높은 수원464의 혈당이 더 감소하였다. 본 실험은 건강한 사람에게 각각 동일한 당질함량의 수원464 백미와 일품종 백미를 섭취시켰을 때 혈당 반응을 비교한 것으로 수원464의 혈당치가 현저히 낮았는데 이것은 수원464의 난소화성전분함량이 일반쌀에 비하여 높기 때문이라고 해석된다.

요 약

건강한 지원자를 대상으로 전기압력밥솥으로 조리한 수원464 백미와 일품종 백미를 섭취시켜 혈당의 반응을 비교한 결과식 후 60분 후에서 수원464 백미섭취군의 혈당이 일품종 백미섭취군에 비해 유의성있게 더 감소하였다($p < 0.01$). 수원464의 혈당치가 일부 구간에서 현저히 낮은 이유는 수원464의 난소화성전분함량이 일반쌀에 비하여 높기 때문이라고 해석된다.

문 헌

- Berry CS. Resistant starch: Formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amylolytic enzymes during the determination of dietary fibre. *J. Cereal Sci.* 4: 301-305 (1986)
- Sievert D, Pomeranz Y. Enzyme-resistant starch. I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermoanalytical, and microscopic methods. *Cereal Chem.* 66: 342-346 (1989)
- Jenkins DJA, Jenkins MJA, Wolever TMS, Taylor RH, Ghafari H. Slow release carbohydrate: mechanism of action of viscous fibers. *J. Clin. Nutr. Gastroenterol.* 1: 237-241 (1986)
- Wolever TM. Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* 51: 72-75 (1990)
- Nishimune T, Yakushiji T, Sumimoto T, Taguchi S, Konishi Y, Nakahara S, Ichikawa T, Kunita N. Glycemic response and fiber content of some foods. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: 414-419 (1991)
- American Diabetes Association. Nutritional recommendations and principles for individuals with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 10: 126-132 (1987)
- Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins AL. Starchy foods and glycemic index. *Diabetes Care* 11: 149-159 (1988)
- Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor RH, Barker H, Feieiden, H, Baldwin JM, Bowling AC, Newman HC, Jenkins AL, Goff DV. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 362-366 (1981)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 12th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1975)
- Yamamoto K, Sawada S, Onogaki T. Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Denpun Kagaku* 40: 285-289 (1993)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Im SS, Kim MH, Sung CJ, Lee JH. The effect of cooking form of rice and barley on the postprandial serum glucose and insulin response in normal subject. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 20: 293-299 (1991)

(2004년 9월 8일 접수; 2005년 2월 21일 채택)