

りんご摂取による体内ビタミンC濃度増加作用の分子機構の解明

井澤 弘美

青森県立保健大学健康科学部栄養学科

key Words ①りんご果汁、②アスコルビン酸、③臓器特異性

I. 緒言

アスコルビン酸(Ascorbic Acid, AsA)は必須栄養素である。AsAは強力な抗酸化物質であり、体内ではコラーゲン繊維の構築やコレステロールなどの脂質代謝、カテコールアミンの合成に重要な酵素の補因子としての働きもある。一般的な果物に豊富であるが、りんごは4 mg/100g程しか含有しておらず、りんご摂取によるAsAの効果は期待できないと思われていた。しかし、りんごを摂取することにより、体内の肝臓、副腎のAsA量が増加した報告¹⁾があった。本研究室によるこれまでの研究で、りんご果汁でも同様の効果があることが動物実験で示された。

本研究では、りんご果汁の長期摂取による体内AsA量の変動やAsAを細胞内へ取り込む輸送体であるSVCT1とSVCT2タンパク質の腎臓と小腸での発現への影響について解明することを目的として行った。

II. 研究方法

ODS雄性ラットを用い、対照群(Control群)と2%りんご果汁溶液摂取群(2%AJ群)に分け、飼料及び飲料水は実験終了時まで自由摂取させた。飲料水としてControl群には、2g/L AsA溶液を与え、2%AJ群には、2%りんご果汁溶液を与えた。りんご果汁飲料の調製については、りんご果汁2%含有飲料の総アスコルビン酸(AsA)濃度を2g/L AsA溶液と同濃度となるように調製した。

馴化飼育終了日を0日目として、0日目、2、4、6、8及び10週目の血液と尿を採取し、10週間飼育後解剖した。その後血漿及び臓器を実験に供した。なお、飼育中のAsA摂取量に群間の差は見られなかった。

臓器、血漿及び尿のAsA量はヒドラジン比色法にて測定した。腎皮質、腎髄質及び小腸のSVCT1とSVCT2タンパク質の発現量は、Western Blot法にて測定した。

III. 結果および考察

各種臓器のAsA濃度を測定したところ、全ての臓器で2%AJ群の濃度が高値となった。小脳、右精巣、精巣、副腎、胸腺、脾臓、甲状腺、骨格筋及び眼球においては有意に高値を示した。その中でも、小脳、精巣、甲状腺、骨格筋及び眼球で顕著

表1 AJ摂取による臓器別AsA濃度の変化

	control群	2%AJ群
大脳	231.3±14.6	249.6±12.2
小脳	212.7±2.5	222.6±2.7 **
胸腺	281.5±6.4	305.8±9.2 *
脾臓	442.7±9.6	486.9±13.5 *
副腎	220.0±4.3	235.6±4.2 *
精巣	221.7±9.2	255.0±6.5 **
肺	199.2±3.4	214.7±16.5
肝臓	173.7±7.6	201.2±28.6
小腸	181.7±2.1	191.4±6.9
甲状腺	86.1±8.2	172.2±9.4 **
皮膚	38.9±1.2	39.5±0.9
骨格筋	22.5±0.8	35.1±2.8 **
眼球	3.1±1.6	22.4±5.2 **
腎皮質	73.6±9.1	84.2±3.9
腎髄質	93.4±6.7	101.9±6.1 #

n=5。平均±標準誤差で表示。

*, p<0.05 vs control群. **, p<0.01 vs

control群. #, p<0.05 vs 腎皮質。

に高値を示した（表 1）。さらに、髓質と皮質を比較したところ、control 群では高値傾向、2%AJ 群で髓質が有意に高値を示した。このことから、りんご果汁摂取により臓器特異的に AsA が蓄積していたと考えられた。

血漿と尿 AsA 濃度は control 群と 2%AJ 群の間に差は見られなかった。このことから、2%AJ 群の臓器 AsA 濃度が高値を示した原因は、腎臓での AsA の再吸収によるものではないことが示唆された。

腎臓での AsA の再吸収を検討するために、腎臓を皮質、髓質に分け SVCT1 と SVCT2 発現量を測定した。皮質 SVCT1 発現では、control 群と 2%AJ 群の間に統計的に有意な差は見られなかったものの、2%AJ 群で低値傾向であった ($p=0.06$) (図 1)。髓質 SVCT1 では 2 群間にほぼ差はなかった。このことは 2%AJ 群の各臓器内で高濃度の AsA が存在しているため、皮質での AsA 再吸収の必要がなく、その結果 SVCT1 発現が control 群よりも低値であったと考えられた。よって臓器中の AsA 増加は腎臓での原尿からの AsA の再吸収が原因ではないことが強く示唆された。皮質 SVCT1 発現と髓質 SVCT1 発現を比較したところ、control 群、2%AJ 群どちらにおいても髓質 SVCT1 の発現が有意に高値を示した（図 1）。尿の再吸収は皮質、髓質共に行っており、特に SVCT1 は皮質の髓放線と髓質の外層部外帯で発現している²⁾。本実験結果から、皮質より髓質での SVCT1 発現が高いことが示された。SVCT2 については皮質と髓質の間に差は見られなかった。

小腸での AsA の吸収機能の違いを確認するため、小腸 SVCT1 及び SVCT2 の発現量を測定した。その結果両方とも群間に差は見られなかった。小腸は十二指腸、空腸、回腸のうち十二指腸で最も AsA が取り込まれ、次に回腸、空腸の順であることが知られている³⁾。今回の実験では小腸の部位別ではなく全体を測定したため、部位別の詳細な解析が必要である。

IV. 結論

各種臓器内の AsA 濃度は、2%AJ 群で高値を示し、特定の臓器でその差が有意であった。尿及び血漿では両群での差は見られなかった。腎臓での SVCT1 発現では、腎皮質 SVCT1 において、2%AJ 群の方が低値傾向であったが、それは臓器内の AsA が高濃度であることから再吸収の必要がないためと考えられた。このことから、臓器内の AsA 蓄積には腎臓での再吸収や排出には関係ないことが強く示唆された。

V. 参考文献

- 1) Renee Sable-Amplis, Renee sicart: Med. Sci. Res 19:107-108 (1991)
- 2) Lee JH, Oh CS, Mun GH. et. al.: Histochem Cell Biol. 126 (4): 491-494 (2006)
- 3) Carlos Hierro, Maria J. Monte et. al.: Eur J Nutr 53:401-412 (2014)

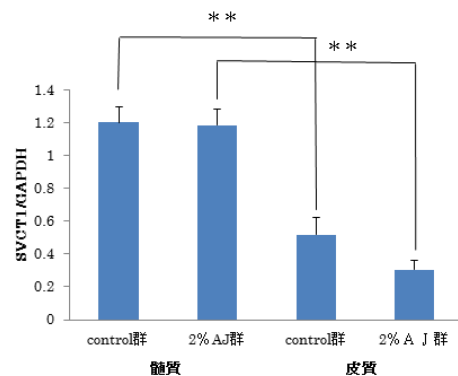


図 1 AJ 摂取による腎 SVCT1 タンパク質発現への影響
n=5。平均±標準誤差で表示。**, $p<0.01$