

分娩前後の乳用種雌牛と新生子牛のビタミン E 栄養状態

熊谷 元, ヨット・チャイパン
(広島大学大学院国際協力研究科)

Vitamin E status of prepartum and postpartum dairy cows and newborn calves

Hajime Kumagai and Yot Chaipan

Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University

Eleven primiparous and ten multiparous Holstein Friesian cows and their calves were studied to evaluate vitamin E status of prepartum and postpartum period. Plasma α -tocopherol concentrations of multiparous cows were higher than those of primiparous cows. Multiparous cows had larger decrease and increase in plasma α -tocopherol and total lipid concentrations round about the time of parturition than primiparous cows. Alpha-tocopherol concentrations in colostrum of multiparous cows were twice high as those of primiparous cows. Plasma α -tocopherol concentrations of calves from multiparous cows were higher than those of primiparous cows on 5 days of the age. Plasma α -tocopherol concentrations of calves started to decrease on 5 or 15 days of the age and showed 23 $\mu\text{g}/\text{dl}$ on 90 days of the age.

The results of this study indicated that higher plasma α -tocopherol levels of multiparous cows than primiparous cows afford their calves higher plasma α -tocopherol levels immediately after birth because of higher α -tocopherol concentrations in the colostrum. Plasma α -tocopherol concentrations of calves decrease as the calves become dependent upon calf starter with low α -tocopherol concentration.

乳牛におけるビタミン E の欠乏はセレンウムの欠乏と相まって胎盤停滞, 乳房炎の原因となることが報告されている^{1,2)}。また分娩直後の新生子牛のビタミン E 栄養状態は低く, 十分なビタミン E の供給がない場合子牛の抗酸化能を低下させ, これが重篤な場合は白筋症の発症を招くこともある^{3,4)}。本研究では分娩前後の乳用種のビタミン E 栄養状態を調査し, 特に産次の違いに注目した上で, 脂質栄養とビタミン E 栄養との関連性, 及び母牛の乳へのビタミン E の供給能力と子牛の飼養条件が出生後の子牛のビタミン E 栄養に及ぼす影響について考察を加えた。

実験方法

広島大学附属農場において1995年5月から11月にかけて分娩したホルスタイン種初産牛11頭と経産牛

10頭を用いた。初産牛には黒毛和種を，経産牛にはホルスタイン種を交配した。初産牛は分娩予定60日前から濃厚飼料 2kg とスーダングラス乾草を自由採食させた。経産牛は分娩予定60日前から乾乳し，1日あたり濃厚飼料 2kg とイタリアンライグラス乾草 2kg を給餌した上でイタリアンライグラスサイレージを自由採食させた。分娩後は1日あたりイタリアンライグラスサイレージ 15-19kg，アルファルファ乾草 1.5kg，イタリアンライグラス乾草 1.3kg，ビートパルプ 1kg を与えた上で，TDN および DCP 要求量に応じて濃厚飼料を 8-21kg（初産牛：8-16kg，経産牛 13-21kg）給与した。

新生子牛にはその母親の初乳を 5 日令まで給与し，以後常乳を与え，45日令に離乳した。固形飼料に関しては 7 日令以降イタリアンライグラス乾草とカーフスターターを自由摂取させた。母牛から分娩予定60日前，30日前，10日前，分娩 1 日後，5 日後，15日後，45日後，90日後に，子牛から出生直後（初乳給与前），5 日後，15日後，45日後，90日後に採血した。採取した血液はヘパリン処理の後，3000rpm で15分間遠心分離して血漿を得た。また母牛から分娩直後と分娩 5 日後の初乳及び分娩15日後，45日後，90日後の常乳を採取した。採取した血漿および乳サンプルは分析まで -30℃ で凍結保存した。血漿及び乳中の α -トコフェロールを HPLC 法⁵⁾ で測定し，血漿中の総脂質濃度（T-fat）を sulfo-phospho-vanillin（SPV）法⁶⁾ によって比色測定した。産次の違いが血漿及び乳中の成分に及ぼす効果を Harvey の最小二乗分析法⁷⁾ によって推定した。

結果と考察

飼料中の乾物中 α -トコフェロール含量は，イタリアンライグラスサイレージが 30mg/kg 程度，濃厚飼料中が 9-17mg/kg 程度であった（Table 1）。子牛に与えていたスターター中の α -トコフェロール含量は 3mg/kg の低値であった。また濃厚飼料中のセレンウム含量は 0.13ppm 以上であったのに対して，粗飼料中では 0.05-0.08ppm の低値であった。

試験期間を通じて経産牛の血漿中 α -トコフェロールは初産牛に比べて高かった（Table 2）。初産牛の血漿中 α -トコフェロールが分娩64～48日目の 230 μ g/dl から分娩 1 日後に 110 μ g/dl まで低下したの

Table 1. Chemical composition of diets

	Moisture (%)	CP ¹⁾	CF ²⁾	EE ³⁾	CA ⁴⁾	NFE ⁵⁾	α -tocopherol (mg/kg on a DM basis)	Selenium
		(% on aDM basis)						
Italian ryegrass silage	61.8	11.2	28.0	2.89	8.93	49.0	30.6	0.055
Italian ryegrass hay	11.2	12.1	33.1	1.85	7.69	45.3	8.7	0.050
Sudan grass hay	6.3	9.6	33.0	1.33	9.42	46.6	12.6	0.082
Alphalpha hay	10.4	18.9	37.5	5.42	8.41	29.7	23.2	0.031
Beet pulp	5.1	10.3	17.4	0.33	7.02	65.0	2.6	0.186
Concentrate A	11.2	15.6	10.2	1.91	5.66	66.7	9.7	0.221
Concentrate B	11.0	15.1	6.7	3.93	9.61	64.7	16.8	0.177
Concentrate C	4.8	35.2	7.4	7.56	5.83	44.0	17.3	0.137
Calf starter	12.0	ND ⁶⁾	ND	ND	ND	ND	3.1	0.180

¹⁾Crude protein. ²⁾Crude fiber. ³⁾Ether extract. ⁴⁾Crude ash. ⁵⁾Nitrogen free extract. ⁶⁾Not determined.

Table 2. Concentrations of α -tocopherol and total lipid, and α -tocopherol/total lipid in plasma of primiparous and multiparous cows

	Days before calving			Days after calving				
	-64~-48	-36~-23	-11~-3	1	5	15	45	90
α -tocopherol ($\mu\text{g}/\text{dl}$)								
Primiparous cows	228 ^a	136 ^a	109 ^a	106 ^a	121 ^a	216	371 ^a	467 ^a
Multiparous cows	636	434	307	210	195	281	541	765
Total lipid (mg/dl)								
Primiparous cows	227 ^a	211 ^a	214	177 ^a	167 ^a	220 ^a	351 ^a	443 ^a
Multiparous cows	330	283	237	223	223	303	524	631
α -tocopherol (μg)/total lipid (mg)								
Primiparous cows	1.01 ^a	0.66 ^a	0.56 ^a	0.61 ^a	0.73	0.96	1.07	1.11
Multiparous cows	1.95	1.57	1.33	0.94	0.86	0.96	1.06	1.18

^aSignificantly different from the values of multiparous cows ($p < 0.05$).

に対し、経産牛は $640\mu\text{g}/\text{dl}$ から $210\mu\text{g}/\text{dl}$ まで低下し、分娩に至るまでの血漿中 α -トコフェロールの低下の度合いが初産牛に比べて著しかった。分娩後は血漿中 α -トコフェロールは経産牛、初産牛とも上昇したが、その上昇の度合いは経産牛が初産牛に比べて著しかった。

血漿中の総脂質濃度も α -トコフェロールの変化とほぼ同様の傾向を示し、試験期間を通じて経産牛が初産牛に比べて高かった (Table 2)。また初産牛が分娩64~48日前から11~3日前まで $220\text{mg}/\text{dl}$ ほぼ一定であったのに対し、経産牛が $330\text{mg}/\text{dl}$ から $240\text{mg}/\text{dl}$ まで低下したのは乾乳による影響と考えられる。分娩5日以降は経産牛、初産牛とも血漿中総脂質濃度は急激に上昇したが、その上昇の度合いは経産牛が初産牛に比べて著しかった。これは泌乳量の多い経産牛が初産牛に比べて濃厚飼料を多給されていたからと考えられる。

分娩前の血漿中総脂質 1mg あたりの α -トコフェロールの μg 量は血漿中 α -トコフェロールの変化と同様、経産牛が初産牛に比べて高く、経産牛の低下の度合いが初産牛に比べて著しかった (Table 2)。一方分娩後15日以降は経産牛、初産牛とも1前後で推移したことから、分娩後の血漿中 α -トコフェロール濃度の上昇は一定期間、血漿中総脂質濃度の上昇と平行に進んでいることが示された。各飼料中の α -トコフェロール含量と飼料給与量から分娩後の総給与飼料中の α -トコフェロール含量を計算すると、初産牛は乾物中 $19.4\text{mg}/\text{kg}$ 、経産牛は $18.1\text{mg}/\text{kg}$ で経産牛のほうがむしろ低かった。一般にビタミンEはリポ蛋白質内の脂質に受動的に拡散して血中を運搬されるといわれる。Weiss⁸⁾らは乳牛の血漿中 α -トコフェロール濃度とコレステロール濃度には正の相関があり、分娩前後の血漿中 α -トコフェロール濃度は血漿中の脂質濃度に依存して変動すると報告している。これまで反芻動物で経産母と初産母のビタミンE栄養状態を比較した報告はない。本研究の経産牛と初産牛の血漿中 α -トコフェロール濃度とその変化の度合いの顕著な差が両者の生理条件の違いによるのか、摂取飼料条件の違いによるのかは判然としない。しかし経産牛の乾乳、分娩、泌乳開始に合わせた飼養条件、特に濃厚飼料の給与量の変動が血漿中総脂質濃度に反映し、血漿中 α -トコフェロール濃度に影響を与えた可能性がある。

分娩後0及び5日目には初乳中の α -トコフェロール濃度は経産牛が初産牛に比べて2倍前後高かつ

た (Table 3)。Hidirolou⁹⁾ は泌乳牛の腹腔内及び静脈内に注入した dl- α -トコフェロールが乳中の α -トコフェロール濃度を上昇させることを示した。また、Weiss¹⁰⁾ らは分娩時の牛の血漿中 α -トコフェロールの低下は血液から初乳への α -トコフェロールの移行に伴うものと説明している。本研究では分娩に至るまでの血漿中 α -トコフェロールの低下の度合いが経産牛が初産牛に比べて著しかったことが、初乳中の α -トコフェロール濃度の差に反映したと考えられる。乳中の α -トコフェロール濃度の経産牛と初産牛との差は分娩15日以降は縮小し、100 μ g/dl 前後の値であった。

子牛の血漿中 α -トコフェロールは初乳給与後上昇し、5日令において経産牛より生まれた子牛が初産牛より生まれた子牛に比べて高値であった (Table 4)。これは初乳を給与していた出生後5日間の経産牛と初産牛の初乳中 α -トコフェロール濃度の差を反映したと考えられる。しかしその値は出生後5-15日令から減少に転じた。血漿中 α -トコフェロール濃度が50 μ g/dl を下回るとビタミンE欠乏の危険があるという報告されているが¹¹⁾、90日令には50 μ g/dl を大幅に下回る平均23 μ g/dl の極めて低い値を示した。子牛は成長に伴って乳への依存度が減少し、固形飼料、特にカーフスターターへの依存度が上昇する。本研究の子牛の血漿中低 α -トコフェロール濃度はカーフスターター中の α -トコフェロール含量が乾物中3.1mg/kgと要求量(10-15mg/kg)¹²⁾ に比べて極めて低かったことによると考えられる。

子牛の血漿中総脂質濃度は経産牛、初産牛の子とも初乳給与後上昇し、固形飼料のみの給与となる45日令以降低下した (Table 4)。血漿中総脂質1mgあたりの α -トコフェロールの μ g量は血漿中 α -トコ

Table 3. Concentrations of α -tocopherol in colostrum and milk of primiparous and multiparous cows (μ g/dl)

	Days after calving				
	0	5	15	45	90
Primiparous cows	452 ^a	63 ^a	85	84	94
Multiparous cows	833	172	113	109	116

^aSignificantly different from the values of multiparous cows ($p < 0.05$).

Table 4. Concentrations of α -tocopherol and total lipid, and α -tocopherol/total lipid in plasma of calves born by primiparous and multiparous cows

	Days of age				
	0	5	15	45	90
α -tocopherol (μ g/dl)					
Primiparous cows	17	47 ^a	71	44	19
Multiparous cows	32	132	93	52	27
Total lipid (mg/dl)					
Primiparous cows	81	215	257	242	129
Multiparous cows	75	218	222	251	136
α -tocopherol (μ g)/total lipid (mg)					
Primiparous cows	0.19	0.23 ^a	0.40	0.18	0.14
Multiparous cows	0.41	0.61	0.24	0.20	0.17

^aSignificantly different from the values of multiparous cows ($p < 0.05$).

フェロールの変化と同様、5日令において経産牛より生まれた子牛が初産牛より生まれた子牛に比べて高値であった。血漿中総脂質1mgあたりの α -トコフェロールの μg 量が0.6-0.8を下回るとビタミンE欠乏の危険があるという報告されているが¹³⁾、本研究では試験期間を通じてこの値を下回っていた。

以上の結果乳用種においては、血漿中総脂質濃度の変化と同様に、分娩前の血漿中 α -トコフェロール濃度の減少および分娩後の上昇が観察された。初産牛に比べて経産牛の血漿中 α -トコフェロールは高く、これが初乳へのビタミンE供給を向上させ、これによって新生子牛の分娩直後のビタミンE栄養状態の改善の度合いも高くなると考えられた。しかし子牛のビタミンE栄養状態はその後90日齢まで低下することが示された。その原因として乳への依存度の減少と相まって、その代替となる固形飼料中の α -トコフェロール含量が極めて低かったことが考えられた。

参 考 文 献

- 1) Harrison, J. H., D. D. Hancock and H. R. Conrad (1984) J. Dairy Sci. 67 : 123
- 2) Smith, K. L., J. H. Harrisom, D. D. Hancock, D. A. Todhunter and H. R. Conrad (1984) J. Dairy Sci. 67 : 1293
- 3) Jenkins, K. J. and M. Hidirolou (1972) Can. J. Anim. Sci. 52 : 591
- 4) Lamand, M. (1972) Ann. Zootechnol. 21 : 29
- 5) McMurry, C. H. and W. J. Blanchflower (1979) J. Chromat. 178 : 525
- 6) Frings, C. S. and R. T. Dunn (1970) Amer. J. Clin. Pathol. 53 : 89
- 7) Harvey, W. R. (1985) User's Guide for LSMLMW, Ohio State University, Columbus : pp.1-46
- 8) Weiss, W. P., J. S. Hogan, K. L. Smith, D. A. Todhunter and S. N. Williams (1992) J. Dairy Sci. 75 : 3479
- 9) Hidirolou, M. (1989) J. Dairy Sci. 72 : 1067
- 10) Weiss, W. P., D. A. Todhunter, J. S. Hogan and K. L. Smith (1990) J. Dairy Sci. 73 : 3187
- 11) McDowell, L. R. (1989) : Vitamins in Animal Nutrition. Academic Press, San Diego : pp.127
- 12) ARC (1980) : The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. CAB International, Wallingford, UK : pp.243-250
- 13) Machlin, L. J. (1984) : Handbook of Vitamins. Dekker, New York : pp.99-145