

低カルシウム飼料によるマウスの全身と歯の発育

伊藤 学 而*

要約：胎児期・乳児期にカルシウム摂取が不足すると丈夫な歯が形成されないという意見がある。しかし歯に一旦取り込まれたカルシウムはほとんど溶出しないので、全身の発育や生理機能に比べて欠乏による影響はむしろ受けにくい。これを確かめるためマウスを低カルシウム飼料で飼育し、全身と歯の発育状況を調べた。その結果、全身の発育や繁殖能力は低下したが歯の大きさやカルシウム量には影響はなく、上記の目的でカルシウム摂取を勧めることには意味がないといえる。

見出し語：カルシウム欠乏、全身発育、歯の形成

研究方法：実験にはC3H/He系マウス、雄46匹、雌50匹を用いた。対照飼料は日本クレア社製CE-2の粉末飼料で、実験飼料は、対照飼料にカルシウム源として加えられている北洋ミールをカゼインで置換したものである。カルシウム含有率はそれぞれ、1.20%と0.17%である。まず3週齢で離乳したマウスを実験群と対照群に分け、それぞれの飼料を制限せずに与えて飼育した。そして8週齢で交配させ、第2世代も同様に飼育した。各世代とも15週齢で屠殺し、各種の計測を行った。

実験期間中、2週毎に飼料の摂取量を計測

した。摂取量は、給餌24時間後の残留飼料から求めた。また、実験途中の死亡時期と匹数、妊娠雌匹数、分娩雌匹数、離乳した子マウスの数と雌の匹数を記録した。

屠殺時には、頭尾長、体重、肝臓重量、舌と咬筋の湿重量を計測した。ついで脛骨、腓骨、顎骨を取り出し、37°C、0.1%パバイン液に1週間浸漬して軟組織を除き、乾燥骨標本を作製した。これを用いて、上顎歯列幅径、下顎骨長、下顎枝高、下顎角、上顎第1臼歯の近遠心径と頬舌径を計測した。

脛骨と腓骨、下顎骨、下顎切歯については

* 鹿児島大学歯学部歯科矯正学講座

(Department of Orthodontics, Kagoshima University Dental School)

乾燥標本各10個の重量を測定した後、濃硫酸に溶解し、原子吸光法によりカルシウムイオン濃度を、また Tausky & Shorr の方法¹⁾ に進じて無機りん酸を定量した。

実験結果：

1. 実験匹数と死亡匹数

第1世代は、両群とも雄23匹、雌25匹で開始したが、実験群の雌4匹が13週から15週の間死亡した。第1世代からは、実験群 117匹、対照群 160匹が生まれたが、そのうち第2世代として両群とも雌雄各25匹を飼育した。第2世代の途中死亡匹数は、実験群の雄12匹、雌7匹、対照群の雄11匹、雌5匹と多く、とくに11~13週で多かったが、9~15週齢時に飼育室がセンダイウイルスの感染を受けた可能性があった。

2. 繁殖能力

繁殖能力の指標として以下の比率を求めた。

妊娠率 = 妊娠雌匹数 / 交配雌匹数

出産率 = 分娩雌匹数 / 妊娠雌匹数

繁殖率 = 離乳雌匹数 / 交配雌匹数

哺育率 = 離乳雌親匹数 / 分娩雌匹数

交配させた雌の数は、両世代、各群とも25匹ずつである。第1世代の比率をみると(表1)、妊娠率は対照群100%に対して実験群は92%と低い。出産率は両群とも100%であるが、繁殖率は対照群336%に対して実験群196%とかなり低い。哺育率も対照群100%に対して実

表1 繁殖能力

	妊娠率(%)	出産率(%)	繁殖率(%)	哺育率(%)	離乳子匹数
第一世代					
実験群	92(23/25)	100(23/23)	196(49/25)	83(19/23)	117
対照群	100(25/25)	100(25/25)	336(84/25)	100(25/25)	160
第二世代					
実験群	72(18/25)	100(18/18)	224(56/25)	83(15/18)	99
対照群	80(20/25)	100(20/20)	228(57/25)	90(18/20)	103

表2 全身と咀嚼器官の大きさ(15週齢)

	頭尾長 (mm)	体重 (g)	下顎骨長 (mm)	下顎枝高 (mm)	下顎角 (°)	M ₁ 幅径 (mm)
第一世代						
♂ 実験群	98.2	30.6	10.94	5.10	90.1	1.94
対照群	99.9	32.5	11.00	4.97	91.9	1.96
♀ 実験群	98.0	28.0	10.99	5.22	92.9	1.94
対照群	100.5	30.1	11.13	5.16	93.3	1.96
第二世代						
♂ 実験群	97.1	29.5	10.79	4.99	88.7	1.99
対照群	99.9	30.1	10.96	5.02	91.2	1.97
♀ 実験群	97.7	25.6	10.89	5.06	92.2	1.97
対照群	97.4	25.7	11.11	5.07	92.4	1.98

*:p<0.05 **:p<0.01

験群83%と低い。結果として離乳した子マウスの数も、実験群は少なかった。第2世代についてもほぼ同じ傾向があり、出産率を除いてすべて実験群が低い値であった。

3. 全身と咀嚼器官の計測値

実験期間中の飼料の摂取量には、両群で差はなかった。

第1世代について、全身の発育状況をみると(表2)、頭尾長、体重、肝臓重量は雌雄とも実験群が有意に低い。一方、咀嚼器官については、雄では対照群の下顎枝高が小さく

下顎角は大きく、雌では実験群の舌重量と下顎骨長が小さく、雌雄で共通の傾向がない。一方、脛骨・腓骨重量、下顎骨重量は雌雄とも実験群が小さかったが、下顎切歯重量については雄は実験群、雌は対照群が重く逆の結果であった。

表3 Caの定量結果

	標本重量(mg)			総Ca量(mg)			総Ca量/標本重量(%)		
	脛腓骨	下顎骨	下顎切歯	脛腓骨	下顎骨	下顎切歯	脛腓骨	下顎骨	下顎切歯
第一世代									
♂ 実験群	28	21	10.4	4.9	3.7	1.8	16.8	18.3	17.6
	***	**	*	*	**				*
対照群	32	23	9.8	5.4	4.8	1.9	17.1	18.2	19.4
♀ 実験群	18	17	10.1	3.3	3.3	2.1	18.4	18.8	20.4
	***	***	**	***	***				
対照群	25	25	10.8	4.4	4.7	2.2	17.7	18.4	20.3
第二世代									
♂ 実験群	27	19	9.3	4.5	3.4	1.7	15.3	18.0	17.9
	**	***		*	***				
対照群	32	22	9.5	5.1	4.1	1.7	17.2	18.4	17.5
♀ 実験群	25	18	10.4	4.3	3.1	1.7	17.1	17.4	16.8
		***			***				
対照群	27	23	10.5	4.6	4.2	1.7	17.5	18.0	16.6

*:p<0.05 **:p<0.01 ***:p<0.001

第2世代について

てみると、全身的には頭尾長が雄の実験群で小さかった他は両群に差がなく、咀嚼器官についても雄の実験群で咬筋重量、下顎骨長、下顎角、脛骨・腓骨重量、下顎骨重量が、いずれも小さな値となっていた。

しかし歯については、両世代とも上顎第1臼歯の近遠心径や頬舌径に有意差がなかった。

4. 骨と歯のカルシウム含有率

骨と歯のカルシウムの含有量(表3)は、脛骨・腓骨、下顎骨で両世代とも実験群が低かったが、下顎切歯には差がなかった。無機リンについても、同様であった。

考察:カルシウムは、骨格をはじめとして生体の主要な構成要素の形成に関与し、多くの細胞の活性に重要な役割を果たしている²⁾。

とくに細胞膜の透過性の調節や原形質コロイドの安定化など、全身の生理機能の維持調節に関わっている。このためカルシウムの欠乏

は、まず全身の発育に重篤な影響を及ぼすはずである。

実験期間中の死亡匹数には両群で差がなかったが、繁殖能力については明らかな差があり、出産率以外の全ての比率、とくに妊娠率、繁殖率、離乳子数で大きい差があった。しかしこの差は第2世代でむしろ小さく、原因としてウイルス感染の他、実験飼料のカルシウム含有率が十分に小さくなかったなどが考えられる。

全身の発育についても、頭尾長や体重は実験群で小さく、カルシウム不足は全身の発育に敏感に影響することが確かめられた。脛骨・腓骨、下顎骨のカルシウム含有量が、実験群で少なかったこともこれを裏付けている。一方、下顎切歯のカルシウムの含有量には両世代とも差がなく、歯の形成は影響を受けにくいことが確認された。

骨組織は、カルシウムの貯蔵庫として生涯を通じて改造が行われるが、歯は一旦形成されると改造現象は殆ど起こらない。このため歯はカルシウム欠乏の影響を受けにくく、このことはすでにClarkeら³⁾によって指摘されている。Gauntら⁴⁾によれば、食事時のカルシウムとリンの比を変えたときも、歯は骨に比べて影響されにくいという。しかしながら歯科保健の分野では、妊婦や幼児のカルシウムとリンの摂取量、さらにはこれら両者の摂取割合が、胎児と乳児の歯質や齲蝕罹患性に影響するとされている⁵⁾。また、食餌性Ca/Pを変えるとか、カルシウムやリンが不足すると齲蝕誘発性が増加する⁶⁾ともいわれている。本実験では第2世代で実験群と対照群との差が縮小し、飼育条件や飼料中のカルシウム量についてさらに検討を加える必要があるが、骨と歯とに現れた変化からみる限り、歯質の脆弱化を防ぐ目的でカルシウム摂取を勧めることには意味がないといえる。

文献：

- 1) Tausky, H. H. et al.: A microcolorimetric method for the determination of inorganic phosphorus. *J. Biol. Chem.*, 202:675-685, 1953.
- 2) Jenkins, G. N.: 河村洋二郎監訳、口腔の生理・生化学、第4版、東京、1981、医歯薬出版、1-39, 175-188.
- 3) Clarke, M. F. et al.: Deficient saline diet and development of teeth. *Amer. J. Physiol.* 112:286-, 1935.
- 4) Gaunt, W. E. et al.: The influence of dietary calcium and phosphorus upon tooth formation. *J. physiol* 99:18, 1940.
- 5) 厚生省医務局歯科衛生課監修：歯科衛生関係指導要領・手引集、口腔保健協会、東京、1971、134-135.
- 6) Nizel, A. E.: 骨と歯に及ぼすカルシウム、リンおよびビタミンDの効果、多和敏一監修、飯塚喜一他訳、歯科栄養、歯科疾患予防のために、その考え方と実際、学建書院、東京、1978、161-179.