原 著

動物の成長ならびにビタミン D 代謝におよぼす 光線の影響について (第 1 報)

Effect of Light on the Growth of Animals and Vitamin D
Metabolism (Report 1)

白色蛍光灯のビタミン D 欠乏クル病性飼料における効果

Effects of white fluorescent lamp on vitamin D deficient rats

国立栄養研究所 (The National Institute of Nutrition)

馬 場 春 夫 (Haruo Baba) 石 橋 亨 (Tôru Ishibashi)

The relation of the sun light to vitamin D nutrition has been recognized since old times, and the effect of the sun light on the fertilizing growth of the live-stock is marked recently from the practical side. However, there are some reports that vitamin D production from provitamin D in the circumference of great cities is not recognized in vitro experiment because Dorno-ray (280-310 m μ) in the sun light which is necessary to produce vitamin D from provitamin D at skin is lost. And no proof is formed that effect of the sun light on animal growth is caused only by the effect on vitamin D nutrition.

Then we planned to clear the effect of the light on the growth of animals and the metabolism of vitamin D.

Growth and food intake were observed and measured using Whister strain male rats of about 40 g dividing these into a normal food group and a vitamin D deficient ricketic food group, and the latter group was again divided into light room group and dark room group. For the light source, white 40 W fluorescent lamp was used and the animals were given mean 45 lux intensity of illumination 13 hours per day.

After there appeared the difference in growth of each group, vitamin D₂, D₃ and ergosterol were dosed to the each group and the fraction of vitamin D sulfate excreted into urine were examined by elution analysis by G-25 sephadex and extinction analytical method.

The results were obtained as follows:

1. Those given light surpassed those given no light in growth even by lower intensity of light of white fluorescent lamp which does not contain Dorno-ray almost compared to natural sun light, and food efficiency showed special difference.

2. The effect of light on the excretion of the fraction of vitamin D sulfate was not recognized in case of vitamin D dose, but effect of light was recognized in the dose of ergosterol and vitamin D deficient, from which it was obvious that the light relates to vitamin D metabolism.

太陽光線とビタミン D 栄養との関係については古くから認められており、最近では家畜の肥育成長に対する日

光の効果についても、実際の面から着目されている。しかるに近頃は特に都会地周辺において、主として空気汚染による原因から、皮膚においてプロビタミンDからビタミンDの生成に必要な、日光中のドルノ線 (λ 280~310m μ) が失われており、そのため都会地では in vitro の実験でもプロビタミンDからビタミンDの生成はみとめられないという報告もある¹⁾。

また日光の動物成長に対する効果がビタミンD栄養に対する影響のみによるという証明もなされていない。光線と動物の成長に関連した既往の報告は 大平²⁾, 有本, 平尾³⁾, 鈴木⁴⁾, 竹内⁵⁾, Steenbock⁶⁾ らのものがあ
り紫外線では照射量により、日光においても成長促進効果をみとめている。骨の成長や、甲状腺、生殖腺に対する効果、脂肪や糖質代謝への影響による間接的な効果も 2, 3 検討されている。

そこで光線の動物成長に対する影響と、これとビタミンD代謝もしくは体内利用との関係を明らかにしようとして次の実験を行なった。

実験方法

ウイスター系雄シロネズミ約40gを用い、これを正常飼料群、ビタミンD欠乏クル病性飼料⁷⁾群にわけ、さらに後者は明室飼育と暗室飼育にわけて、成長ならびに摂飼料を観察測定した。明室の光線源は白色40W蛍光灯を用い、動物には1日13時間平均45Luxの照度の光をあたえた。各群は6匹を用いた。

次にこれら明室および暗室飼育シロネズミにビタミンD₂、エルゴステロールを投与し、2日後の尿を採取し、尿中に排泄されるビタミンD硫酸エステル区分を分離、G-25セファデックスにより流動分析を行なった。またこの分析結果をたしかめるためD₃投与動物の尿で同様の分析を行なった。尿中のビタミンD硫酸塩区分の分離法は、佐橋ら⁸⁾の法にならい、まず尿と等量のベンゼンで三回洗い、水層をpH1としてn-ブタノール抽出を行ない、ブタノール層を中和濃縮して、少量の水を用いて溶かし、過量のアセトンを加え、放置して生ずる沈澱を集め、水に溶解稀釈して一定容となし、分析試料とした。流動分析の方法は、pH7で膨潤させたG-25セファデックスを用いて10cmh $\times$ 1cm ϕ のカラムをつくり、蒸溜水により溶出、264m μ の流動比色計に通し、自記々録計により記録させた。

実験結果

これらの結果は1~3図、1, 2表に示す通りであるが、白色蛍光灯照射群は暗室群に対して明らかに成長がすぐれている(2%水準で有意)。実用上ほとんどドルノ線を含まない蛍光灯⁹⁾の光源のしかもそれほど照度の高くない光線によっても、暗室のものにくらべて、成長がすぐれ (Fig. 1), 特に飼料効率では著しい差を示したのである (Table 1)。この各群の動物は肉眼的にも外見上の差異が著しい。次に Fig. 2 に示すように

Table 1 Effect of light and vitamin D₂ on growth of rats

Group	Initial wt. g.	Growth rate g/week	Final wt. g.	Food eff.	Protein eff.
A. Light V.D. def.**	37.9 $\pm$ 0.6*	13.1	96.0 $\pm$ 3.1*	0.21	1.43
B. Dark V.D. def.	37.6 $\pm$ 1.8	8.7	76.2 $\pm$ 6.9	0.10	0.69
C. Light Normal***	37.8 $\pm$ 0.4	24.3	146.4 $\pm$ 4.8	0.29	1.43

Light; 40-50 Lux, White fluorescent lamp

* S. E., ** Egg Albumin 18% Ca:P-3:1, *** Ca:P-1:1

A:B P. 0.02 diff. sig. each group 6 rats.

Fig. 1 Effect of light on the growth of rats fed vitamin D deficient diet

Fig. 2 Effect of light and excess of vitamin D on the growth of rats

Fig. 3 Elution curves of molecular sieve analysis of vitamin D sulfate fraction in urine

Elution analysis of rat urine with sephadex G-25 (elution curve)

V.D. def. — Dark, ---- Light

V.D. adm.

Ergosterol adm.

Table 2 Changes of elution curves of molecular sieve analysis of vitamin D sulfate fraction in urine with administration of vitamin D₃ (sephadex G-25 2263mμ value)

Group	Peak	h	ratio %	P ₂ /P ₁
D ₃ -	P ₁	0.065	29.9	2.35
	P ₂	0.230	70.1	
D ₃ +	P ₁	0.110	52.1	1.09
	P ₂	0.162	47.9	
.....				
D ₃ -	P ₁	0.135	36.8	1.72
	P ₂	0.445	63.2	
	P ₁	0.155	36.5	1.78
	P ₂	0.470	63.5	
D ₃ +	P ₁	0.177	49.9	1.00
	P ₂	0.320	50.1	
	P ₁	0.175	49.6	1.01
	P ₂	0.260	50.4

ビタミンD₂およびエルゴステロール1および3mgを各群の動物にあたえ、尿中のビタミンD硫酸塩区分のセファデックスG-25による流動分析の結果はFig. 3の通りで、D欠乏の場合には光の影響があらわれ、D₂投与の場合には光の効果がなくプロD₂投与の場合にも光の効果があらわれている。そこでここにあらわれた2つのピークの変動を確かめるためD欠動物とD₃投与動物の尿を同様分析した結果をやや定量的に示すと、Table 2の通りであり、D欠乏の場合にはP₁, P₂の比(高分子量区と低分子量区の比)が1.7~2.4となり、D₃を投与するとこの比がほぼ1になることを認めた。

考 察

白色蛍光灯を光源とした場合にも成長と、D代謝への効果がみとめられるということは、実用上ほとんどしゃへいされている微弱な紫外線でも動物の皮膚において、Dが形成されしかもそれが成長に対して効果をしめす程度のものであると考えられる。

さらに大量投与したビタミンD₂、D₃、プロD₂の尿成分への影響においても光の効果を明らかにみとめることが出来たので、この光の成長に対する効果にDの代謝が関係していることは考えてもよさそうである。しかしながら紫外、可視、赤外とも、皮膚等照射部位、視覚等を通して、光線が糖質、脂質、たん白質の代謝にも関係することが考えられ、ビタミンD以外のビタミンやホルモン等との関連も一部を除いて明らかでないので、さらにこれらの点を追究したい考えである。また光によって変化する尿中の成分はビタミンD硫酸塩区分をとっても、D硫酸塩の存在を直接証明していないので、これも明らかにすべきであろう。

著者の知り得た範囲では通常照明用の蛍光灯の生物活性、特に動物に対する活性については報告が見られないので、この点も非常に興味があり、照度と効果の関連、その他の光源についても検討したいと思う。

要 約

シロネズミを正常飼料群、ビタミンD欠乏ク病性飼料群にわけて、さらに後者は明室飼育（白色蛍光灯、平均 45 Lux、1日13時間照射）と暗室飼育にわけ飼育し、成長ならびに摂餌料を測定した。各群の成長の差違が明らかに生じた後、ビタミンD₂、D₃およびエルゴステロールを投与して尿中ビタミンD硫酸塩区分に対する影響を見た。

白色蛍光灯の照射によっても、成長、餌料効率にすぐれ、プロD投与、D欠乏時に尿中D硫酸塩区分 G-25セファデックス $\lambda 264m\mu$ 流動曲線に変化をみとめ、D代謝に対して、この光線が影響することを推定した。

以上の一部は昭和44年4月日本栄養・食糧学会にて発表したものである。

文 献

- 1) 柴崎利雄, 山手昇, 辻楠夫, 太幡利一, 山下太郎: ビタミン, **29**, 548 (1964)
- 2) 太平得三: 東京医事新誌, 60年2781 (1936)
- 3) 有本邦太郎, 平尾謹一郎: 成医会雑誌, **55**, 442 (1936)
- 4) 鈴木幸三, 波多野正: 農化, **4**, 117 (1928)
- 5) 竹内修甫: 臨産婦科, **13**, 203 (1938)
- 6) Steenbock, H.: Foundation of Nut.—C. M. Taylor, O. F. Pye 6th Ed. (1966) より
- 7) 桜井芳人, 宮崎基嘉: ビタミン, **11**, 450 (1956)
- 8) 桧垣宮都, 高橋正祐, 鈴木隆雄, 佐橋佳一: *J. Vitaminology* **11**, 261 (1965)
- 9) 東 堯, 白石啓文: 東芝レビュー, **19**, 799 (1964)

(受付: 昭和44年5月30日)