

브로일러 병아리의 등 피부에 紫外線 照射後 中足骨 無機物 含量의 輕時的 變化

蔣潤煥·姜熙錫·金剛秀·元志雄

慶北大學校 農科大學

(1992. 2. 10 접수)

Time Course Variation of Metatarsus Mineral Content after UV Exposure to Dorsal Skin of Broiler Chicks

Y.H. Chiang, H.S. Kang, K.S. Kim and J.W. Won

College of Agriculture, Kyungpook National University

(Received February 10, 1992)

SUMMARY

This study was carried out to investigate the effect of different dose of 312nm UV irradiation on ash and phosphorus contents in metatarsus of broiler chicks, whose dorsal skins were exposed to the UV light. Day old Hubbard line broiler chicks were fed with vitamin D deficient diet for 3 weeks and the defeathered dorsal skins were exposed to different dose (0.32, 0.65, or 0.98 J/cm²) of 312nm UV light. The metatarsus bones were collected on 0, 1, 2, 3, 4 or 5 days after irradiation and defatted, dried, ashed and dissolved in 6N-HCl.

The P concentrations were determined by spectrophotometry. When the 0.32 J/cm² dose was applied, the ash contents in metatarsus bones of chicks were 42, 46 and 40% on 0, 1 and 3 days after irradiation, respectively. The maximum level, 46% was appeared at 2 days after exposure as 0.65 J/cm² was treated. When 0.98 J/cm² irradiation was applied, the high concentrations, 47 and 47% were shown on 1 and 2 days after irradiation, respectively. The 0.98 J/cm² among three levels of dose increased the most amount of ash in metatarsus bone. In respect to the P content in the chick bone the increased level, 19.4% was shown on 3 days after UV treatment with 0.32 J/cm². The maximum levels, 18.1 and 20.0% were present on 3 and 2 days after exposure to the 0.65 and 0.98 J/cm² of UV dose, respectively. It was shown that the higher dose of UV irradiation increased the more P concentration in matatarsus of chicks and the production rate was faster than those from 0.32 and 0.65 J/cm² treatments.

(Key words; UV dose, broiler chick, metatarsus, ash, phosphorus)

I. 緒 論

皮膚中の 7-dehydrocholesterol(7-DHC)이 紫外

線을 받아서 previtamin D₃(PreD₃)로 轉換되고, 이
는 體溫에 依하여 vitamin D₃(D₃)로 變換되며, D₃는
D₃결합단백질에 결합되어 血液에서 移行되고, 肝에서

D₃가 25-hydroxyvitamin D₃[25-(OH)D₃]로 되며, 이는 腎臟에 가서 1,25-dihydroxyvitamin D₃가 되고, 이것이 各 組織에 가서 腸과 骨格의 Ca 吸收를 促進하여 구루병을 豫防 治療하고, 皮膚에서 乾癬을 治療하며 肺에서 腫瘍治療, 乳房에서 乳熱治療 등의 役割을 擔當하는 것으로 알려져 있다(Velluz 等, 1949; Havinga 等, 1955; Sanders 等, 1969; Doniels 等, 1972; Holick 等, 1977; Takada, 1982; Clemens 等, 1982a; Clemens 等, 1982b; Morimoto 等, 1986; Smith 等, 1988; Holick, 1985; Iwaki 等, 1983; Smith 等, 1986).

따라서 紫外線 照射後 直接 骨格灰分을 測定하는 研究를 考慮할 수 있는데, 아직 이러한 研究 結果는 入手 되지 않았으며 다만 紫外線 照射에 依하여 구루병을 治療할 수 있었다고 한 報告가 있을 뿐이다(Mellanby, 1919; McCallum 等, 1922; Black, 1924; Hess 等, 1925). 그리고 A.O.A.C. (1984)는 飼料內의 D₃ 含量을 測定할 때 병아리의 脛骨 또는 足根骨(발가락뼈)의 灰分含量을 測定하도록 勸奨하였다. 蔣과 李(1984)는 브로일러의 Ca과 D₃ 水準研究時 中足骨 灰分含量을 調査하였으며 蔣 等(1984)은 aflatoxin과 D₃의 交互研究時 脛骨 無機物을 分析하였다. 蔣과 呂(1990a, b, 1991)는 aflatoxin B₁과 D₃ 交互效果 究明時 脛骨, 中足骨, 足根骨을 利用하였다.

Shepard 等(1979), Holick(1981), Clemens 等

(1982a, b), Lo 等(1986), Adams 等(1982), Holick(1987), Matsuoka 等(1987)은 紫外線 照射後 1~2日內에 血液中 D₃ 含量이 增加되었다고 報告하였다.

따라서 本 研究에서는 紫外線을 照射한 後 現在까지 試圖된 바 없는 中足骨의 灰分含量을 輕時的으로 調査코자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試動物 및 飼料

Hubbard 系統 브로일러 병아리 1日齡 90首를 購入하여 D₃ 缺乏飼料(A.O.A.C 1984, Table 1)로 3週間 飼育하였다. 肉鷄舍의 유리창에는 검은 비닐 2枚를 부착하여 차광하였다.

2. 實驗設計

312 nm의 紫外線을 60分, 120分 또는 180分 照射한 後 0, 1, 2, 3, 4 또는 5日 經過시키고 各 5首씩 屠殺하여 中足骨을 採取하였다(3照射時間×6經過時間×反覆=90首).

3. 紫外線 照射

312 nm의 紫外線 등은 Spectronics Corp.(New York)의 EP-160C Model이었으며 병아리 등과의 거리를 110cm로 하였고, 이때의 照射強度가 91μ

Table 1. Ingredients and chemical composition of vitamin D deficient diet for 0~3 weeks old broiler chicks

Item	Composition	Item	Composition
Ingredient	%	Chemical analysis	%
Yellow corn, ground	58	Moisture	10.07
Wheat flour	25	Crude protein	18.84
Casein, acid-treated	12	Ether extract	2.34
Yeast, 7% N	2	Nitrogen free extract	64.31
Tricalcium phosphate	2	Crude fiber	0.30
Salt	1	Crude ash	4.14
MnSO ₄ 5H ₂ O	0.22	Calcium	0.94
Total	100.22	Phosphorus	0.71

W/cm²이었으므로 60, 120 또는 180분간 照射하면 照射線量은 各各 0.32, 0.65 또는 0.98 J/cm²가 된다 (W×sec=J)

Staberg 等(1984)은 사람 皮膚에 대한 “最少 紅斑病 發生 線量”(Minimal erythral dose, MED)를 0.06 J/cm²라고 하였는데 本 研究의 線量은 各各 5.4, 10.8 또는 16.3 MED가 된다. 3週齡 1日前에 肉鷄 등 부위 3×3cm 넓이에 걸쳐 털을 뽑고, 다음날 室溫에서 紫外線을 照射하였다.

4. 中足骨의 灰分 및 磷 含量 測定

紫外線 照射後 0, 1, 2, 3, 4 또는 5日을 經過시키고 各 5首式의 병아리를 屠殺하고 中足骨을 採取하여 100℃의 물에 담근 後 皮膚와 附着組織을 除去하였으며 抽出管內에서 끓는 ether로 48時間 脫脂하였고 100℃의 건조기에 넣어 4時間 乾燥하였으며 600℃의 도가니에서 灰化한 後 秤量하였다(A.O.A.C., 1984). 骨灰는 1:1 HCl로 12時間 溶解시킨 後 濾過하고(東*

洋濾紙 No. 6) Ammonium Vanadate 比色法으로 P 含量을 調査하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 紫外線 照射가 中足骨 灰分에 含量에 미치는 影響

먼저 0.32 J/cm²(5.4 MED)의 線量을 照射했을 때 經過日數에 따르는 中足骨 灰分 含量은 Fig. 1과 같이 나타났다. 紫外線 照射後 即時 屠殺한 병아리들의 平均灰分 含量은 42%이었으며 1日 經過後의 병아리들은 46%의 灰分 含量을 보였다. 2日後에는 41%를 나타내어 1日後보다 減少하였으며, 3日後에는 40%, 4日後에는 42%를 보여 0日後의 水準과 비슷하였으며 5日後에 30%를 나타내어 0日後보다 낮게 되었다. 紫外線 線量의 影響이 1日後에 나타났다고 하는 것은 놀라운 일이다. 紫外線 照射後 血液의 D₃ 含量이 增加하는 時期를 1~2日後로 報告하였는데(Shepard 等, 1979;

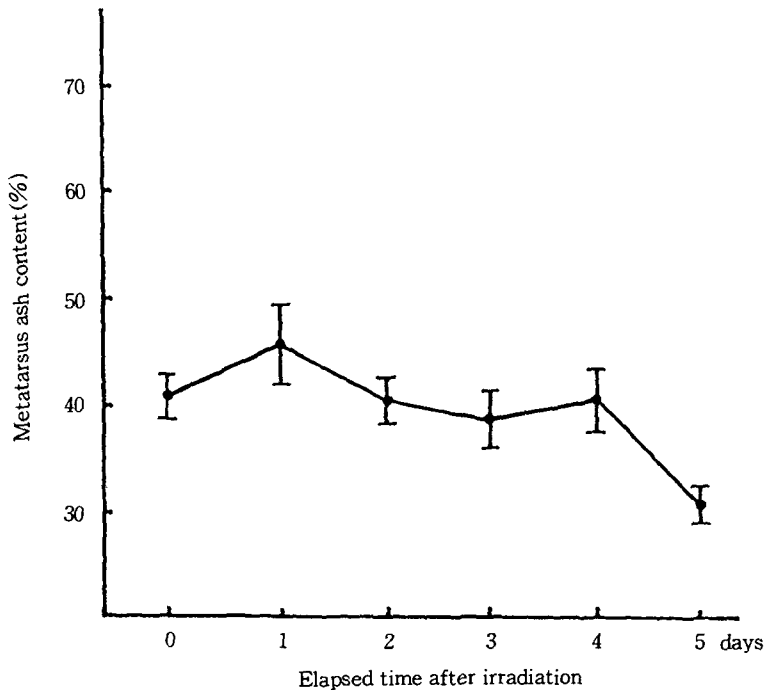


Fig. 1. Metatarsus ash of broiler chicks exposed to 312nm UV light of 0.32 J/cm² dose(5.4 MED*) according to the days after irradiation(* Minimal erythral dose for human skin).

Holick, 1981; Clemens 等, 1982a & b; Lo 等, 1986; Adams 等, 1982; Holick, 1987; Matsuka 等, 1987), 本 研究에서 1日後에 中足骨 灰分 含量이 增加되었으므로 매우 迅速하게 D₃의 代謝가 이루어졌음을 시사한다.

一般的으로 紫外線 照射로 皮膚에서 7-DHC가 PreD₃로 轉變되고 體溫에 依하여 D₃로 轉換되며, 이것이 血液으로 移動되어 肝으로 가고 여기에서 25-(OH)D₃로 代謝되며, 이것이 또한 腎藏에서 1,25-(OH)₂D₃로 變化되고 이 hormone이 腸에서의 Ca 吸收를 돕고, 骨格의 Ca 吸收를 促進한다고 하므로 (Velluz 等, 1949; Havinga 等, 1955; Sanders 等, 1969; Daniels 等, 1972; Holick 等, 1977; Takada, 1982; Clemens 等, 1982a & b), 이같은 過程이 1日 동안에 일어난다고 하는 것은 경이할 만한 일이다. 그 한가지 理由로서 D-缺乏飼料를 먹었으며 遮光肉鷄室에서 飼育되었기 때문에 구루병 狀態에 있었을 것이고 따라서 紫外線 照射 效果가 굉장히 빨리 나타났는지

모르겠다. 紫外線을 照射한 後 輕時的으로 骨格灰分 또는 無機物 含量을 調査한 研究은 入手되지 않았다.

蔣과 李(1984)는 D₃와 Ca수준에 관한 研究에서 中足骨 灰分 含量이 49~51%였다고 하므로 本 研究의 1日 經過後의 46%보다 높다. 따라서 5.4 MED(0.32 J/cm²)의 線量으로는 구루병에 걸린 병아리의 骨格灰分을 正常值까지 增加시키지 못한다는 것을 알 수 있다.

蔣과 呂(1990a, b, 1991)는 aflatoxin B₁과 D₃의 交互作用 研究時 脛骨灰分이 52~57%, 中足骨의 灰分이 51~53%, 足根骨의 灰分이 45~47%였다고 하므로 모두 本 研究 結果보다 높다. 이들은 모두 正常飼料를 給與하였기 때문에 높게 나타났으리라 믿는다.

다음 0.65 J/cm²(10.8 MED) 照射時 Fig.2와 같은 成績을 얻었다. 0日後에 40%, 1日後에 42%, 2日後에 46%를 나타내어 2日後까지 계속 增加되었다가 3日後에 37%로 減少된 後 4日後에 다시 45%로 增加되었으며 5日後에는 40%로 減少되었다. 2日後의 46%

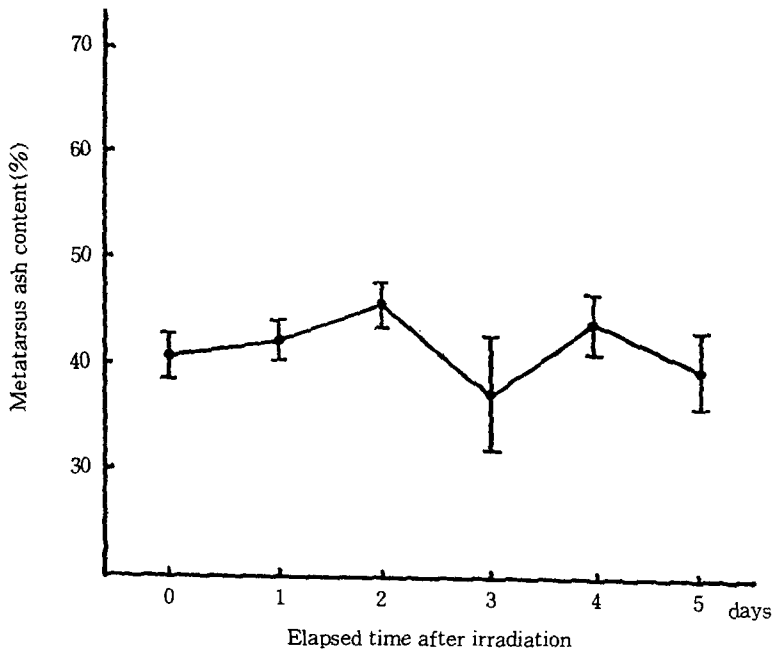


Fig. 2. Metatarsus ash of broiler chicks exposed to 312nm UV light of 0.65 J/cm² dose(10.8 MED*) according to the days after irradiation(*Minimal erythema dose for human skin).

는 Fig.1의 0.32 J/cm² 照射時의 1日後의 水準과 같으나, 단지 1日 늦게 最高值에 到達하였다는 點과 다르다.

上記한 여러 研究者들에 依하여 發表된 바와 같이 紫外線 照射後 1~2日後에 血漿中 D₃ 水準이 높게 나타났다고 한 事實에 수렴하는 成績이 아닌가 생각된다. 1日後에 血液에 移行되고 2日後에 骨格에 影響을 미친다고 하는 것은 合理的이라 할 수 있을 것이다. 그리고 3日後에 37%로 減少되었다가 4日後에 다시 45%로 올라간 것도 理解할 수 있다. 卽 1~2日後에 血液에 影響을 주고 3~5日後에 骨灰分에 影響을 준다고 하는 것은 쉽게 납득이 간다. 그리고 0.32 J/cm² 照射時보다 0.65 J/cm² 照射時에 더 많은 灰分增加가 있었다고 하는 點도 理解할 수 있다. 卽 2배의 線量을 適用하였기 때문에 더 많은 灰分增加가 일어날 수 있을 것이다.

3日後의 낮은 수치는 Fig.1의 0.32 J/cm² 照射時와 같은 現象이며 그 理由에 對해서는 明確치 않다. 그러나 Clemens 等(1982b)도 비슷한 成績을 發表하였다. 卽 가볍게 着色된 白人에게 1 MED의 UVR을 處理하였더니 血清 D₃ 含量에 있어서 1日後의 最高值

60ng/ml에 到達한 다음 2日後에는 15ng/ml의 아주 낮은 水準으로 떨어졌다가 3日後에 다시 25ng/ml까지 增加하였다가 4日後부터는 계속 減少하였다고 한다. 骨格灰分에 있어서도 血清 D₃ 含量과 비슷하게 굴곡이 꼭 나타나는지에 對하여 앞으로 더 많은 研究가 要求된다.

세번째로 0.98 J/cm²의 線量을 照射하였을 때는 Fig.3과 같은 結果를 얻었다. 0日後에 42%, 1日後에 47%, 2日後에 47%, 3日後에 40%, 4日後에 41%, 5日後에 39%이었으며 1日後와 2日後의 수치는 0.65 J/cm² 및 0.32 J/cm² 照射時의 灰分含量보다 조금 높게 나타났다. 紫外線 照射線量이 더 많았으므로 D₃가 더 많이 生成되고 灰分含量이 더 增加되었을 것이다. 그리고 1~2日後에 最高值에 到達하였으므로 骨格灰分이 매우 迅速하게 反應을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

2. 紫外線 照射가 中足骨 P 含量에 미치는 影響

먼저 0.32 J/cm² 線量 照射時 中足骨의 P 含量은 Fig.4와 같이 나타났다. 照射 直後 15.6%에서 2日後의 5.8%까지 減少하였다가 3日後에 19.4%까지 增加

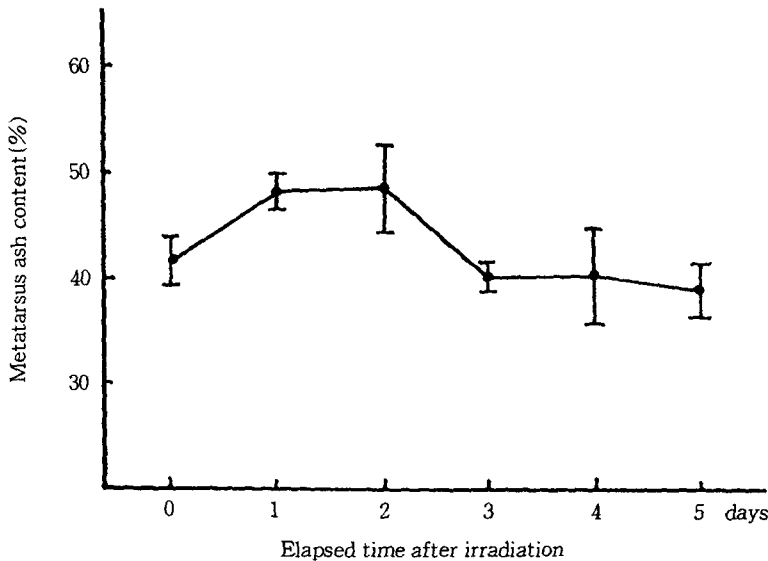


Fig. 3. Metatarsus ash broiler chicks exposed to 312nm UV light of 0.98 J/cm² dose(16.3 MED*) according to the days after irradiation(* Minimal erythral dose for human skin).

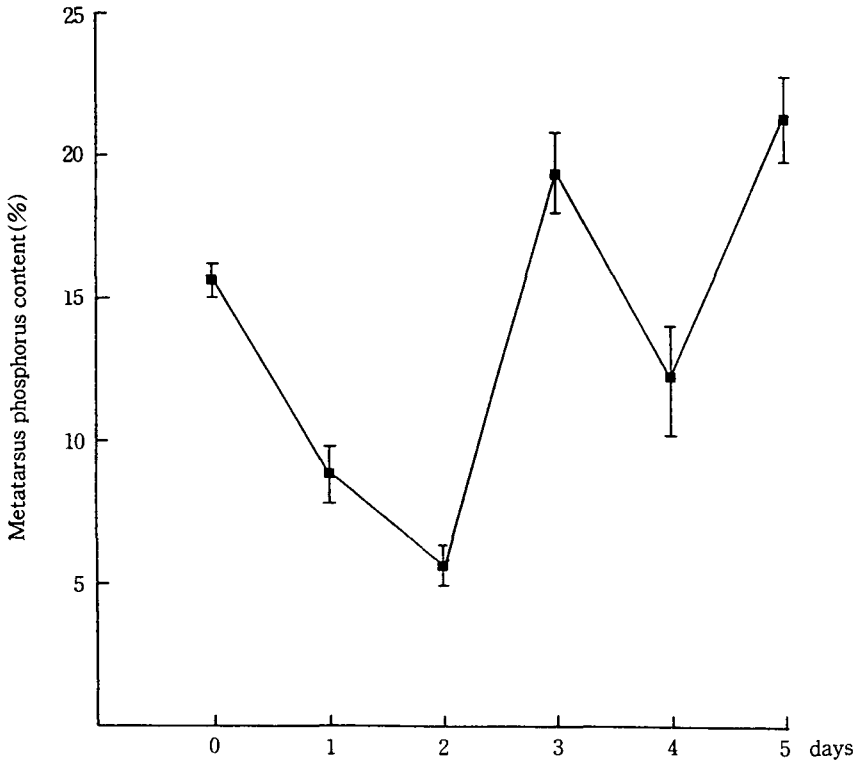


Fig. 4. Metatarsus phosphorus content of chicks exposed to 312nm UV light with dose of 0.32 J/cm²(5.4 MED*) according to the days after irradiation(*Minimal erythral dose for human skin).

되었으며 그후에 다시 下降하여 4日째에는 12.1%로 되었으나 5日째에는 21.3%까지 增加되어 本 研究中 가장 높은 값을 보였다.

骨格은 주로 磷酸칼슘으로 構成되어 있으므로 灰分 含量이 많아지면 P의 含量도 同時에 높아져야 하겠으나 本 研究에서는 差異가 나타났다. 卽 Fig.1에서 나타난 바와 같이 灰分含量의 頂點은 紫外線 照射 1日後에 나타났으나 Fig.4의 P含量에 있어서는 3日後에 1次 頂點, 5日後에 2次 頂點이 나타났다. 그 原因에 對해서는 不明確하다. 紫外線 照射後 骨格內의 P 含量을 調査한 研究結果는 入手되지 않았다.

두번째로 0.65 J/cm²의 紫外線 線量を 병아리의 등에 照射하였을 때는 병아리 中足骨의 P 含量이 Fig. 5와 같이 分析되었다. 紫外線 照射 直後에 16.6%, 1日

後에 減少되어 11.7%, 3日後에 頂點에 이르러 18.1%, 그後 減少되어 5日後에 14.4%에 이르렀다. 3日後에 最高値를 보인 것은 0.32 J/cm² 照射時(Fig.4) 같으며, Fig. 2에서 본 바와 같이 灰分含量의 頂點이 2日後에 나타난 것에 비하여 P 含量의 最高値는 3日後에 나타났으므로 1日의 時差를 보여주고 있다. 0.32 J/cm² 照射時에는 Fig. 1과 Fig. 4에서 보이는 바와 같이 2日의 時差를 보인 것과 對照的이다.

세번째 0.98 J/cm² 照射後 中足骨의 P 線量を 調査한 結果 Fig.6과 같은 成績을 얻었다. 0日後에 7.7%, 1日後에 4.8%. 2日後에 最高値 20.2%, 4日後에 11.7%로 下降, 4日後에 조그만한 頂點 13.4%, 5日後에 다시 減少되어 10.2%가 되었다. Fig.3과 比較할 때 最高値가 나타나는 時間이 灰分과 P 含量에서 同一

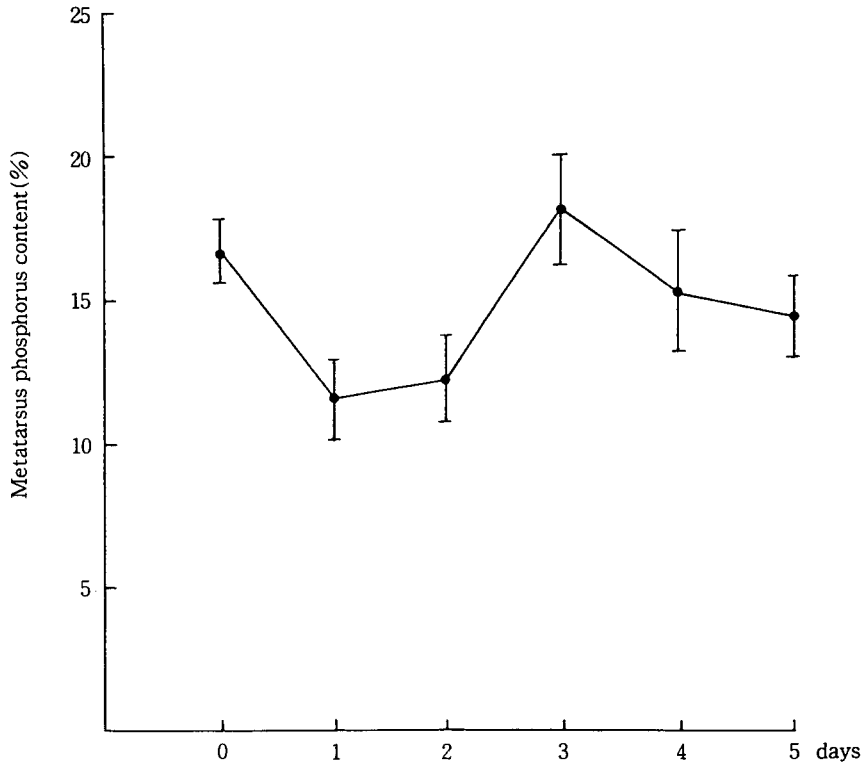


Fig. 5. Metatarsus phosphorus content of chicks exposed to 312nm UV light with dose of 0.65 J/cm²(10.8 MED*) according to the days after irradiation(* Minimal erythral dose for human skin).

하게 2日後가 되었는데 前記한 바와 같이 0.32 J/cm² 照射時에는 2日의 時差, 0.65 J/cm² 照射時에는 無差의 結果를 보였으므로 本 研究의 照射範圍內에서는 照射線量이 클수록 灰分의 增加와 同時에 P의 增加가 일어난다는 것을 알 수 있다. Norman(1979)은 VD₃에 依한 反應이, Ca代謝에 있어서 P의 代謝보다 더 銳敏하게, 더 迅速히 나타났다고 한 事實과 符合되는 研究 結果이다.

摘 要

本 研究은 312nm의 紫外線 照射時 相異한 照射線量이 병아리의 中足骨內 灰分 및 磷 含量에 미치는 影響을 究明코자 實施되었다. Hubbard 系統 1日齡

broiler 병아리에 비타민 D-缺乏飼料를 3週間 給與한 後 털을 뽑은 등에 0.32, 0.65 또는 0.98 J/cm²의 紫外線을 照射하였다.

0~5日이 經過된 後, 병아리의 中足骨을 採取하여 附着物 除去, 脫脂, 乾燥, 灰分한 다음 脫脂乾燥骨中의 灰分含量을 測定하였으며 灰分을 6N-HCl로 溶解하여 P 含量을 調査하였다. 0.32 J/cm²의 紫外線 照射 直後 中足骨 灰分含量은 42%이었으나 1日後에 46%로 增加되었으며 3日後에는 40%로 減少되었다. 0.65 J/cm² 照射時에는 2日後에 最高值 46%를 보였다. 0.98 J/cm² 照射時에는 中足骨 灰分含量이 1日後 및 2日後에 同一한 47%의 水準을 보였다. 3 紫外線 線量 中 0.98 J/cm²가 가장 많은 中足骨 灰分을 增加시켰다.

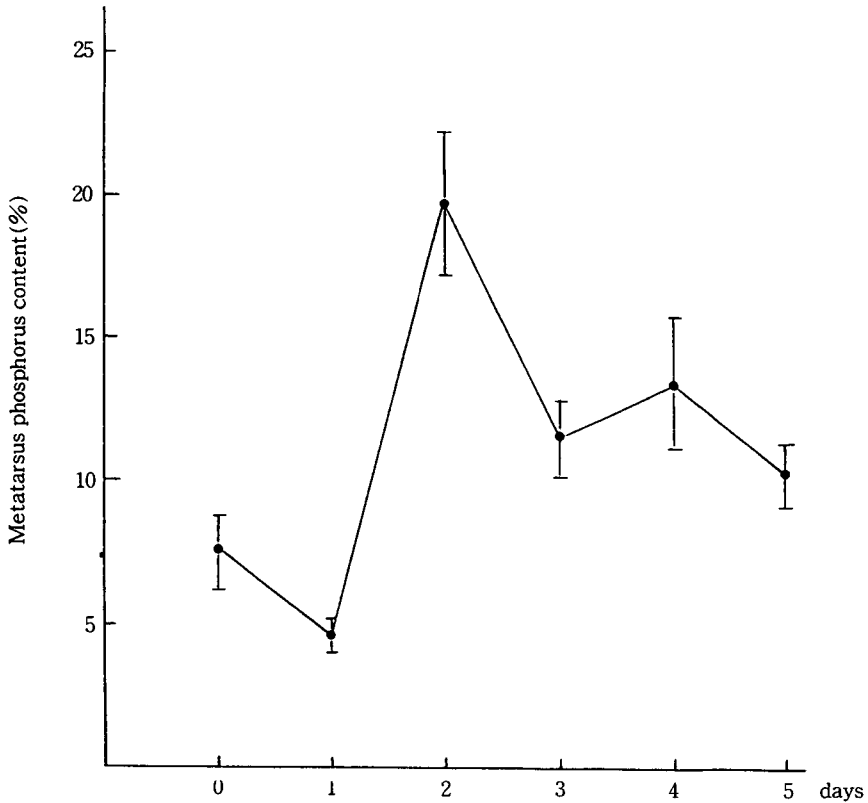


Fig. 6. Metatarsus phosphorus content of chicks exposed to 312nm UV light with dose of 0.98 J/cm²(16.3 MED*) according to the days after irradiation(* Minimal erythema dose for human skin).

다음 脫脂乾燥骨中 P 含量을 보면 0.32 J/cm² 照射時 3日後에 增加된 含量 19.4%를 나타내었고, 0.65 J/cm² 照射時에도 3日後에 最高值 18.1%를 보였으며, 0.98 J/cm² 照射時에는 2日後에 頂点 20.0%를 나타내었다. 3線量中 0.98 J/cm²가 가장 많은 P 含量을 增加시켰으며 또 가장 迅速히 紫外線 照射의 效果를 나타내었다.

V. 引用文獻

1. Adams, J.S., T.L. Clemens, J.A. Parrish, M. F. Holick. 1982. Vitamin D synthesis and metabolism after ultraviolet irradiation of normal and vitamin D-deficient subjects. *N. Engl. J. Med.* 306:722-725.
2. A.O.A.C. 1984. Vitamin D₃ in poultry feed supplements chick bioassay. *Official Methods of Analysis*. Washington, D.C. p.876.
3. Askew, F.A., R.B. Bourdillion, H.M. Bruce, R.G.C. Jenkins and T.A. Webster. 1931. *Proc. Roy. Soc. Med.*, B 107:76-78.
4. Bunker, W.M. and R.S. Harris. 1937. Precise evaluation of ultraviolet therapy in experimental rickets. *New England J. Med.* 216:165-169.
5. Clemens, T.L., J.S. Adams, J.M. Nolan and M.F. Holick. 1982a. Measurement of circulating vitamin D in man *Clinica. Chmica.*

- Acta. 121:301-308.
6. Clemens, T.L., J.S. Adams, S.L. Henderson and M.F. Holick. 1982b. Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesize vitamin D₃. *Lancet*. pp.74-76.
 7. Daniels, F., P.W. Post and B.E. Johnson. 1972. In pigmentation: Its genesis and biological control. V. Riley. ed. p. 13.
 8. Havinga, E., A.L. Koevoet and A. Verloop. 1955. Studies on vitamin D and related compounds. *Rec. Trav. Chim. Pays-BasBelg.* 74:1230-1234.
 9. Hess, A.F., M. Weinstock and D.F. Hemam. 1925. The antirachitic value of irradiated phytosterol and cholesterol. *J. Biol. Chem.* 63:305-308.
 10. Hines, T.G., R.L. Horst, E.T. Littledike, D. G. Beitz and N.L. Jocabbson. 1986. Vitamin D₃ and D₃ metabolites in young goats fed varying amounts calcium and vitamin D₃. *J. Dairy Sci.* 69:385-391.
 11. Holick, M.F., J.E. Frommer, S.C. McNeill, N.M. Richtant, J.W. Henley and J.T. Potts. 1977. Photometabolism of 7-dehydrocholesterol to previtamin D₃ in skin. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 76:107-114.
 12. Holick, M.F., N.M. Richtand, S.C. McNeill, S.A. Holick, J.E. Frommer, J.W. Henley and J.T. Potts. 1979. Isolation and identification of previtamin D₃ from the skin of rats exposed to ultraviolet irradiation. *Biochemistry.* 18:1003-1008.
 13. Holick, M.F., J.A. MacLaughlin and S.H. Doppelt. 1981. Regulation of cutaneous D₃ photosynthesis in man: skin pigment is not an essential regulator. *Science.* 211:590-593.
 14. Holick, M.F. 1981. The cutaneous photosynthesis of previtamin D: A unique photoendocrine system. *J. of Investigative Dermatology.* 76:51-58.
 15. Holick, M.F. 1987. Vitamin D and the kidney. *Kidney International.* 32:912-929.
 16. Holick, M.F., E. Smith and S. Pincus. 1987. Skin as the site of vitamin D synthesis and target tissue for 1,25-dihydroxyvitamin D₃. *Arch. Dermatol.* 123:1677-1683.
 17. Kochever, I. E., A.P. Madhu and A.P. John. 1987. *Dermatology in general medicine.* 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, New York. p.1442.
 18. Lo, C.W., P.W. Paris and M.F. Holick. 1986. Indian and Pakistani immigrants have the same capacity as Caucasians to produce vitamin D in response to ultraviolet irradiation. *Am. J. Clin. Nutr.* 44:683-685.
 19. Matsuoka, L.Y., L. Ide, J. Wortsman, J.A. MacLaughlin and M.F. Holick. 1987. Sunscreen suppress cutaneous vitamin D₃ synthesis. *J. Clin. Endoc. & Metab.* 64:1165-1168.
 20. McCallum, E.V., N. Simmonds, J.E. Becker and P.G. Shipley. 1922. *Bull. John Hopkins Hosp.* 33:L229-232. in Holick, M.F., J.E. Frommer, S.C. McNeill, N.M. Richtand, J. W. Henry and J.T. Potts. 1977. Photometabolism of 7-dehydrocholesterol to previtamin D₃ in skin. *Biochem. Biophysic. Res. Comm.* 76:107-114.
 21. Mellanby, E. 1919. An experimental investigation on rickets. *Lancet* 1:407-412.
 22. Morimoto, S., T. Onishi, S. Imanaka, H. Yukaea, T. Kozuka, Y. Kitono, K. Yoshikawa and Y. Kumahara. 1986. Topical administration of 1,25-dihydroxyvitamin D₃ for psoriasis: report of five case. *Calcif. Tissue Int.* 38:119-122.
 23. Norman, A.W. 1979. Vitamin D₃: The calcium homeostatic steroid hormone. *Academic Press.* p.53, 58.
 24. Okano, T., M. Yasumura, K. Mizuno and T.

- Kobayashi. 1977. Photochemical conversion of 7-dehydrocholesterol into vitamin D₃ in rat skins. *J. Nutri. Sci. Vitaminol.* 23:165-168.
25. Okano, T., K. Mizuno and T. Kobayashi. 1978. Identification and determination of 25-hydroxyvitamin D₃ in the blood and liver of vitamin D-deficient rats irradiated with ultraviolet light. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 24:511-518.
 26. Rosenheim, O. and H. King. 1935. *Chem. Ind. (London)* 54:669-671. in Holick, M.F., J.E. Frommer, S.C. McNeill, N.M. Richtand, J.W. Henley and J.T. Potts. 1977. Photometabolism of 7-dehydrocholesterol to previtamin D₃ in skin. *Biochem. Biophysic. Res. Comm.* 76:107-114.
 27. Sanders, G.M., J. Pot and E. Havinga. 1969. Some recent results in the chemistry and stereochemistry of vitamin D and its isomers. *Fortschr. Chem. Org. Naturst.* 27:131-157.
 28. Shepard, R.M., R.L. Horst, A.J. Hamastra and H.F. Deluka. 1979. Determination of vitamin D and its metabolites in plasma from normal and anephric man. *Biochem. J.* 182:55-69.
 29. Smith, E.L., N.C. Walworth and M.F. Holick. 1986. Effect of 1,25-dihydroxyvitamin D₃ on the morphologic and biochemical differentiation of cultured human epidermal keratinocytes grown in serum-free conditions. *J. of Invest. Dermatol.* 86:709-714.
 30. Staberg, B., C. Christiansen and N. Rossing. 1984. Serum vitamin D metabolites in normal subjects after phototherapy. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 44:53-56.
 31. Steenbock, H. and A. Black. 1924. The reduction of growth-promoting and calcifying properties in a ration by exposure to ultraviolet light. *J. Biol. Che.* 62:408-422.
 32. Takada, K., T. Okano, Y. Tamura, S. Matsui and T. Kobayashi. 1979. A rapid and precise method for the determination of vitamin D₃ in rat skin by high-performance liquid chromatography. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 25:385-398.
 33. Takada, K. 1982. Biosynthesis of vitamin D. *Biochemistry.* 54:318-323.
 34. Velluz, L., G. Amiard and A. Petit. 1949. Le precalciferolses relations d'equilibre avec le calciferol. *Bull. Soc. Chem. Fr.* 16:501-508.
 35. Webb, A.R., B.R. Decosta and M.F. Holick. 1989. Sunlight regulates the cutaneous production of vitamin D₃ by causing its photodegradation. *J. Clin. Endocrin. Metab.* 68:882-887.
 36. Windaus, A.H. Lettre and F. Schenk. 1935. 7-dehydrocholesterol. *Justus Leibigs Ann. Chem.* 98:520.
 37. Windaus, A., F. Schenk and F. Werder. 1936. Hoppe-Seyler's *Physiol. Chem.* 241:100-104. in Holick, M.F., J.E. Frommer, S.C. McNeill, N.M. Richtand, J.W. Henley and J.T. Potts, 1977. Photometabolism of 7-dehydrocholesterol to previtamin D₃ in skin. *Biochem. Biophysic. Res. Comm.* 76:107-114.
 38. 小林正, 弘岡道子, 康村滿枝. 1976. 7-テヒトロコレステローレの紫外線照射反應に及ぼす照射波長の影響 ヒタミン 50:185-189.
 39. 蔣潤煥, 李殷澤. 1984. 갈슘 및 비타민 D₃水準이 브로일러 병아리의 增體, 營養素利用率 및 부전골 無機物에 미치는 影響. *韓畜誌.* 26:110-117.
 40. 蔣潤煥, 全珍錫, 呂永壽. 1985. Aflatoxin과 비타민 D₃ 給與가 브로일러 병아리의 增體, 營養素利用率, 脛骨無機物 및 血清性狀에 미치는 影響. *慶北大 農科技研報.* 2:68-76.
 41. 蔣潤煥, 全珍錫, 呂永壽. 1986. Aflatoxin과 비타

- 민 D₃ 給與가 브로일러 병아리의 血清 및 臟器性
狀에 미치는 影響. 韓畜誌. 28:419-425.
22. 蔣潤煥, 李殷澤, 李善行. 1990. 紫外線 照射에 依
한 브로일러 병아리 皮膚에서의 維生素 D₃ 類似物
質合成. 韓畜誌. 32:218-224.