V. B₂ 尿中排泄量は絶対値に於ても濃度に於ても多から春にかけて高値を示し、寧ろ Koschara の成績に近似した。

尙、V. B₂ 給與量は所謂標準量と比べてかなり低いものであるが、之は季節的影響の強度に現われる事を期待しての爲であつた。その結果による排泄量及び濃度は普通日本人の値に一致して居つた。

又糞便中 V. B₂ 排泄量は一定の変動なく、(100 乃至 500%) 季節的影響を認める事は出来なかつた。

V. C: 一血液内 V. C 量の季節的變化としては兩膀胱

者を通じて一定の傾向は見られず、その値は 0.67 乃至 1.25mg% で正常動搖範圍内にあつた。

拙筆に臨み御懇篤なる御指導と御校閲を賜りたる中川一郎先生に深謝の意を表す。 (公衆衛生院)

文 献

- 1) 中川、大栗: ビタミン研究, 大雅堂, 昭和 21.
- 2) 二宮: ビタミン B₁ 研究特別委員會第 11 回會議記事, 昭和 21.
- 3) 武田: 新潟醫學會雜誌, 62 年 2 號, 昭和 23.
- 4) 大栗、野島: 栄養食糧學會誌, 1: 58, 昭和 23.
- 5) 寺田: 新潟醫學會雜誌, 62 年 4 號, 昭和 23.

乳兒及び小兒のビタミン B₁ 並に B₂ の攝取量と排泄量に就て(其の 1)

Studies on the vitamin B₁ and B₂, taken and excreted daily
by infants and children

大 栗 サ ダ
Sada Ohguri

1. 緒 論

戦近栄養學の進歩は極めて著しく新知見は踵を接して發表され、之等が又實際生活にも應用され、私共の健康の増進、疾病の豫防に寄與して居る。一方近年小兒保健の問題も大きくとり上げられ、而も終戦後歐米先進國の本問題に對する關心の深さ、之に對する施設の完備さが紹介されるに至つて本邦に於ても愈々各方面に注意を喚起するに及んだ。併し乍ら今日私共の實生活に應用されている多くは動物試験結果よりの類推であり、又實際に人間についての成績も成人をその對照としたものである。

云う迄もなく小兒は成人を小さくしたのではなく小兒には發育、體質など成人と異つた獨自な面を持つて居る。

従つて小兒の栄養に對しては、小兒も對照としての研究成績が望ましいのである。同様小兒保健の問題に對しては今日迄之を取扱つて來た人々は多くは臨床醫家であり、従つてその對象も病弱兒乃至は異常兒である。茲に於ても亦正常兒を扱つた成績が必要である。とは云えこの意味に於ける研究が全然行われなかつたのではなく、殊に蛋白質、熱量、無機質に關しては歐米諸國はもとより本邦に於ても優秀な研究業績が多く報告されて居る。併し乍らビタミンに關してはビタミン自身の研究が例え長足の進歩を遂げたとは云え近年の事であり、従つて小兒のビタミン代謝に對する研究は歐米に於てもその報告寡く、本邦に於ては殆んどその發表に接していない。茲

に於て著者は先ずビタミン B₁ 及び B₂ を採り上げて攝取量及び排泄の狀況を通じて代謝の狀態を窺ふと試みた。

2 乳兒及び小兒のビタミン B₁ 攝取量及び排泄量

健康なる乳兒及び小兒が如何程のビタミン B₁ を攝取しどの程度にビタミン B₁ を排泄して居るかを知らねば小兒のビタミン代謝の狀況を窺ひ、同時に所要量決定の大きな標示になるものである。併し乍ら元來ビタミンなるものは食餌並に尿、血液等の生機材料中に含量が極めて微量であり、従つて之を正確に測定する方法を確定する事が第一に必要である。此の點について著者は先ず検討を試みた。

(1) ビタミン B₁ 測定法の検討

ビタミン B₁ 測定方法として生物學的試験法の他には化學的試験法として今日一般に廣く用いられているものにデアゾ法とチオクローム法がある。著者はこれ等の方法に検討を加え、操作が簡單で而も正確な測定値が得られるよう多少の改良を行つた。

a デアゾ法

デアゾ法はデアゾ化合物をアルカリ性でビタミン B₁ に作用せしめて生ずる呈色度を比色する方法である。殊に Prebluda はデアゾ化-P-Amino-Acetophenon を用ひ本反應がビタミン B₁ に特殊性で比色定量に應用し得べきことを説き、次で更に Melnick により種々改良進歩を見た。其の原理としてはビタミン B₁ にデアゾ化

P-Amino Acetophenon をアルカリ性に於て作用せしめる時は赤紫色の沈澱を生じ之が Xylal に選擇的に移行する事を應用したるものである。

著者は純粋液及び酵母に就て櫻井氏等の方法を検討し實驗方法は全體櫻井氏の報告通りであるが、吸着には珪藻土（原法にては酸性白土）を用い比色にはライフォ光度計を用いるよう改良した。試薬の調製及び實施方法に就ては既に「醫學と生物學」第4巻第3號に發表した所である。

尚、櫻井氏等は試料の採取を 30γ 前後になるようにと記載して居るが、それよりも遙かに廣い範圍に就いて測定することが出来る。唯、試料の B₁ 含量が多い場合は本法は適當であるが、尿とか血液などの如き B₁ 含量が少いものに對しては濃縮其他の操作が必要となる。そこで著者は進んでチオクローム法に就て検討を加えた。

b チオクローム法

チオクローム法は Jansen の發表以來部分的には Karrer Riepert Wang 其の他の諸氏により改變された。例えば吸着劑を使用するもの (Karrer Marrack Westenbrinck Goudsmit) 赤血鹽の適當量を豫知する法 (Riepert. Wang) 尿中螢光物質を除去する法等の如きである。とは云え要はビタミン B₁ を赤血鹽と苛性ソーダにて酸化して生ずるチオクローム螢光を測定し定量するものである。パーマチット法も之等改良法の一つで亞米利加に於て Hennessy 及び Cerecedo により始めて發表されたものである。

著者は從來用いられたチオクローム法が操作が複雑で多數の檢體を測定するのに適しない點に鑑み、また比較的簡単な Wang 法に於いても種々の缺陷のある點を見出したので、これに改良を加えて次の如き方法を案出した。

1) 著者の改良法

實驗方法

試薬

1. ブタノール（ノルマルにて可）
2. 30 % 苛性ソーダ液
3. 1 % 赤血鹽
4. チオクローム標準液

實施

A. 純粋液の場合

25 cc 乃至 30 cc 容の共控制度試験管 3 本を用意し之を I. II. III とす。

I. 可檢液 1 cc に水 3 cc を加え更に 30 % NaOH 1 cc を添加 (NaOH の濃度を約 6 % にする) 混和振盪しつつ 1 % 赤血鹽を添加し赤血鹽の豫知をする。即ちメスピットにて一滴宛添加、少くとも對照液 (III) に比較

して 30 秒間消失する事なき黄色を呈する迄赤血鹽を加える。この際に要した赤血鹽の量を記する（この分以後不用）。

II. 可檢液 1 cc に水 3 cc 及び 30 % NaOH 1 cc を加え、更に 1 % 赤血鹽の豫知量を添加 2 分間振盪後、ブタノール 10 cc を加え 2 分間振盪放置後、上層ブタノール層 5 cc を螢光測定用試験管にとる。（被檢液）

III. 對照液で可檢液 1 cc に水 3 cc 及び 30 % 苛性ソーダ 1 cc を添加 2 分間振盪後ブタノール 10 cc を加え 2 分間振盪、放置後ブタノール層 5 cc を螢光測定用試験管にとる（對照液）。

螢光の測定

II., III の試験管を紫外線鑑識器の前にならべて 60 度に傾けて比較對照し標準液を III の對照試験管に添加し螢光の等しくなる點を読む。

$$\text{計算} \quad X = \frac{10}{5} xy$$

x = 標準液の消費量

y = 標準液の濃度

チオクローム標準液の調製

ビタミン B₁ 鹽酸鹽一定量を正確に秤量し 1 cc 中に 1~4γ を含有する液を調製する。この B₁ 液 1 cc をとり之に水 3 cc 及び 30 % NaOH 1 cc を添加更に 1 % 赤血鹽は 1 滴加え以下被檢液と同様の處置をなしチオクローム標準液としてマイクロピュレットに入れておく。

B. 食品の場合

1. 浸 出

檢體の一定量を採取し水を加え一定容となし 0.1 NHCl にて pH=4.5 とす。これを 80°C の水浴に 15 分間加温浸出、濾過この濾液の一定量（5~10 cc）宛を 3 個の容器にとり其各々に水を加え 10~20 cc とする。0.1 NHCl を加え 80°C 水浴にて加温し三酸化醋酸 0.1~0.2 g（又はメタ磷酸なれば 10 % メタ磷酸 5 cc）を混和し濾過、濾液を可檢液とする。

2. 豫 浸

I に得たる可檢液各々にブタノール 5 cc 宛を加え 80°C に加温振盪する、檢體によりては 2~3 回豫浸を繰返す。

3. 酸 化

豫浸せる液に 1 % 赤血鹽豫知量を添加混和後 30 % NaOH 5 cc（浸出液全量を 10 cc とした時は 2 cc）を加える。

測定、計算は純粋液に同じ

結合型ビタミン B₁ の定量

遊離型ビタミン B₁ 測定の時と同様に浸出液を作り其の一定量を 3 本の試験管にとり其の各々に酵素液（2 : 100）1 cc を加え一定容となし（10~2° cc）更にトルオ

ール 5~10 滴を加え之を 38°C の恒温器中に一夜放置す。この水解液に 0.1 N HCl 0.5cc を加え 10 % メタ磷酸 5cc を添加混和後 80°C, 5 分間加熱、濾過しブタノールにて濃浸し、酸化測定總て遊離型と同じに處理する。

2) 著者改良法とバームチット法との比較

上述の如く Hennessy Cerecedo によつてバームチット法が提案せられて以來、この方法による測定が廣く用いられるようになった。從來の B_1 定量法と異なる點としてはビタミン B_1 の分離濃縮に用いられた白土又は珪藻土がビタミン B_1 を物理的に吸着させるに反し、バームチットによる時はカチオン交換による。又白土類の時は吸着 B_1 は適當な溶媒による溶出であるがバームチットによる時は適當なカチオン濃厚液によるカチオン交換による脱着である。

以上バームチット法による時はビタミン B_1 の吸着は選擇的であり、故に不純物を除去出来脱着も又完全である等の利點をあげている。

2) 乳兒期食品中のビタミン B_1 量

乳兒期及び離乳期に在りては食餌の調理方法が成人あるいは年長兒と異り、調理によつて失われ易い無機質、ビタミン等の所要が何れの時期に比較しても大である。

・ 第 1 表

品 名	100 g	總 $V.B_1$ γ	結合型 B_1 γ	遊離型 B_1 γ	遊/總 (%)
母 乳 { 初 乳		5.68	1.68	4.0	70
母 乳 { 永久乳		18.4	15.2	3.2	18
牛 乳		31.2	14.4	16.8	54
全 粉 乳		201.6	62.6	139.0	69
調製粉乳 I		101.7	43.4	58.3	57
煉 乳		93.7	9.8	83.9	90
山 羊 乳		36.0	28.8	7.2	20
豆 乳		42.4	2.2	40.2	95
裏ごし粥 II		37.2	1.2	36.1	97
〃 III		64.4	0.5	63.9	99
御 飯 IV		106.7	0.9	105.8	99
バ ン		101.6	37.5	46.2	63
煮 込 う どん		14.6	2.5	12.1	83
卵 黄		348.0	103.0	245.0	70
馬鈴薯裏ごし		86.1	42.5	43.6	51
豆腐味噌汁		24.9	2.6	22.3	88
味噌 噌		179.4	19.9	159.5	89
蒟蒻草うらごし		93.2	49.9	43.4	47
り ん ご		42.9	24.8	18.1	28
酵 母		11460.0	0	11460.0	100

I 加糖粉乳

II 白米裏ごし粥

III 配給米 1 分搗裏ごし粥

IV 配給米 1 分搗御飯

從來行われた生のままの分析では實際にとる場合と大いに異なるものである故に食物を調理し實際に口にする状態の物としてビタミン B_1 を測定した。

定量方法は前述著者の方法に依て行つたものである。尚、總ビタミン B_1 を測定し遊離型ビタミン B_1 を差引きたる量を以て結合型ビタミン B_1 量とした。

我々の得た値を諸家による數値と比較せんに此の如き特殊調理後の食餌中の含量に就ての成績を缺くので已むを得ず生の材料中の含量と比較し同時に調理による影響を推察する事にした。即ち米に就ては 40~100% 7 分搗米は 40% であり、粥、御飯では 1/2 乃至 1/4 に減少し、而も最初の含量の大なる程失われる割合は大である。元來大豆は $V.B_1$ 含量の大なるもの (400~500%) であるが豆腐に加工されるとその量は激減する。又馬鈴薯は生に於て 100% であり、加熱後裏漉しても失われる $V.B_1$ の量は比較的少い。蒟蒻草は生に於ても 120~160 で大約 30 % 前後の $V.B_1$ の減少を見る。

第 1 表によつて明かな如く乳の種類に就ては動物乳に比して人乳は $V.B_1$ 含量著しく少い。牛乳と山羊乳では殆んど差なく、稍後者に於て大である。又初乳と永久乳との差は人乳に於ては初乳に少く永久乳に大 (同一分哺乳時には終りになる程濃度を増すようである) であるのに反して、動物乳では逆である。併し人工栄養兒は普通動物乳を 1/2 に稀釋して哺乳するので母乳栄養兒は、 $V.B_1$ 普通の含量の人乳を攝つてる限り人工栄養兒と攝取量には殆んど差異ないと見るべきで、寧ろビフィズ菌の多い母乳栄養兒の腸管内では $V.B_1$ の合成が旺である事を考えれば多く攝ると云つても少くなる事はない。唯人乳中の $V.B_1$ 含量が母體の $V.B_1$ 攝取量により左右され従つて母體が $V.B_1$ に不足すれば母乳中に出る $V.B_1$ は減少し、之によつて哺乳される乳兒が $V.B_1$ に不足するは當然である。乳兒期の $V.B_1$ 攝取量に關しては乳のみにて栄養される時期は兎も角として最も關心を有すべきは離乳期又はその後にはけるもので、此の場合は $V.B_1$ の主要な給源としては成人の場合と同様主食に依存すべきである。相當に $V.B_1$ 含量は大であつても副食品は 1 日に攝る量が少く従つて $V.B_1$ の攝取量も少いのである。此の意味では同じ裏漉粥 (胚芽を去り、同じ外觀を有する) でも配給の胚芽を有した米と白米とを材料とした粥では前者の含量が 2 倍である。馬鈴薯の裏ごしも主食と云ふ點より主要な $V.B_1$ 給源である。

3) 年齢別ビタミン B_1 攝取量及び排泄量

小兒が成人に比してビタミン B_1 を餘計に要する事は動物試験其の他の事實より推定される所である。とは云え實際小兒に就て其の所要量を決めるには夫々ビタミンに就て缺乏試験或は種々な量のビタミンを與えて長期に

互り其の影響を精密に觀察する必要がある。併し乍ら現實の問題として小兒に對しては之は殆んど實行不可能なことである。従つて今日に於ては健康な小兒が日常攝取する量を調査研究するを以て甘んじなければならない。食餌調査は勿論現況調査に過ぎないが小兒が健康であり調査期間が長く而も人員も多ければ夫丈所要量に對する有力な標示を與えるものである。尙この際同時に尿中ビタミン B₁ の排泄量の測定を行えば其の價値は増大されるものである。著者は乳兒、幼兒、學童に就て攝取量、排泄量の調査研究を行つたのでここにそれを報告する。

a 乳 兒

乳兒のビタミン B₁ 攝取量は初乳、永久乳のビタミン B₁ を測定し哺乳量より算出したものである。尙、哺乳量は諸家の報告による哺乳量の平均値を取つたものである。

第2表 乳兒の V. B₁ 攝取量

月	齡	體重 kg	舊哺乳量	攝取 B ₁ γ
第 5 日		3.0	300	16.8
第 10 日		3.2	400	73.6
第 3 週		3.6	600	110.4
第 1 カ月		4.0	700	128.8
第 2 カ月		5.1	750	138.0
第 3 カ月		5.8	900	165.6
第 4 カ月		6.5	900	165.6
第 5 カ月		7.0	"	"
第 6 カ月		7.5	"	"

最近 Holt¹¹⁾等は生後 7~10 カ月の乳兒 7 名に就て種々な量のビタミン B₁ を與え、それに對する反應を 24 時間排泄尿中 B₁ 量に求め、その結果より當該年令の幼兒では所要量 1 日 140~200 γ と結論している。著者の上の成績は生後第 5 日より第 6 カ月に至る期間の正常發育兒が實際に B₁ を攝取する量を測定したものであるがこの結果によると生後 1 カ月は Holt の値より小であるが、第 2 カ月以後は既に Holt のいう所要量を攝取していることを知る。

b 幼 兒

對象は神奈川縣上尾郡金田村（農村）及び同縣下尾郡福浦村（漁村）居住の幼兒にして昭和 21 年 10 月に連續 2 日子供達の攝る食餌を質的に觀察すると共に其の量を秤りこの中に含まれるビタミン B₁ の量を算出し同時に集めた 24 時間尿についてビタミン B₁ の排泄量を測定した。

尙、小兒の實際に攝る食餌中のビタミン含量はその都度一々分析すれば勿論正確を期し得るが、計算によつてその含量を求める際は蛋白質、無機質等の場合と異つて

其の含まれる食品の種類は同じでも調理加工は固より、產地收穫の時期等によつて含量が異なるものでビタミン含量表によつてのみ計算するには相當に考慮を要するものである。併しながら實際問題としては一つ一つの食餌についての分析は中々行い難いので調理加工後の食品についてのビタミン B₁ 含量表を用いるとか之に該當なき場合其の影響の程度を種々斟酌考慮して計算を行つた。

第3表 農村（神奈川縣）幼兒

性別	年 齡(歲)	人員	V. B ₁ 攝取量 (γ)	24時間尿中 V. B ₁ 排泄量 γ	排/攝 %	動/攝 *
男	1:10~5:1	14	1141	116	10	10
女	2:3~6:2	11	1748	97	8	5

第4表 漁村（神奈川縣）幼兒

男	3:4~5:8	14	1031	142	14	19
女	3:3~5:2	12	1205	88	7	23

* 攝取總量 V. B₁ 中動物性食品に由來する V. B₁ の割合

以上の結果より 1 日攝取量平均 1 mg 以上という數値は幼兒としては充分なものと思われこの事はこの際の尿中ビタミン B₁ 量を諸家の報告による數値と照し合せても裏書される事である。又ビタミン B₁ 源が漁村幼兒では農村に比べて動物性食品に由來する事の多いのは當然であり、又 1 mg 前後の攝取量の際には排泄量約 10 % という事も後述學童の場合と對比して所要量決定に參考とする事である。

c 學 童

脚氣が乳兒及び青春期小兒にしばしば見られるに拘らずこの間の離乳期より青春期迄の小兒には比較的稀である。併し乍らこの事は此の間的小兒にはビタミン B₁ が少くて濟むという結論にはならない。この時期には脚氣として現われるよりむしろ成長に影響するものであると云われている。この年齢に該當する小兒のビタミン

第5表 都市學童（低學年）昭 22.3

性別	年 齡(歲)	人員	V. B ₁ 攝取量 (γ)	24時間尿中 V. B ₁ 排泄量 γ	排/攝 %	動/攝 %
男	7:10~10:2	5	1934	475	25	4
女	7:0~10:6	8	1481	342	24	7

第6表 都市學童（高學年）(5~6年)

人 員	攝 取 V. B ₁ 量 (γ)	24時間尿中 V. B ₁ 排泄量 γ	排/尿
7	1754	262	15

農村學童（高學年）(5~6年)

10	2056	257	13
----	------	-----	----

B₁ 所要量に関しては報告がすくない。著者が行つた實驗の結果は次の通りである。

都市學童としては東京都居住のものを、農村學童としては栃木縣今市町附近の農家のものを選んだ。

夏期高學年學童に於いては都市と農村とで B₁ 攝取量並びに排泄量に著明な差異は認められなかつた。そして排泄量は何れも 250 γ 以上であつて、この點から B₁ の攝取量が充分である事が窺われる。

即ち Wang 及び Harris Westenbrink 及び中川等の報告を綜合しても此の排泄量は V. B₁ に關して充分であることを裏書きするものである。又實驗攝取量に就ても 1 日 1.5 mg 以上であつて此の量は成人に關して 1 日 1 mg, 小兒に就ての亞米利加の最近の栄養基準乳兒 0.4, 幼兒 0.6~0.8, 學童 1.0~1.2 mg と比較して充分所要量を満たして居ると考えられる。

4) 小兒のビタミン B₁ 代謝に及ぼす季節的影響

ビタミン所要量或は代謝量が季節によつて異なるかについては成人に對しては多數諸家の報告がある。此の事が小兒に對しても同様認められるものであるが、即ち四季別攝取量の變動を知るために同一小兒について追究した。その結果は次表の如くである。被檢者は都市(東京都)及び農村(前記栃木縣今市在農家)の何れも健康なる小兒である。攝取量については夏期は連續 20 日間、その他の季節は 10 日間、調査せるものの平均値で、排泄量ビタミン B₁ 量はこの間 2~3 回測定せるものの平均値である。同一小兒について縦の觀察として、一年間追求せる都市小兒 5 名、農村小兒 3 名についての結果は第 7, 8 表の通りである。

食料の自給自足の出来ない而もその主食のかかなりの部分を輸入食糧に仰いでいる都市では 1 年を通じてビタミン B₁ 攝取量に變動が少い。然るに農村では主食たる米の手持高に比例し端境期である夏季にビタミン B₁ 攝取量は最も少い。又排泄量について見るにその量は勿論攝取量に比例するが攝取量の四季を通じて割合に一定する都市の例に於て明かな如く夏季に少い。之によつてみれば小兒に就ても成人に於けると同様夏季に於てビタミン B₁ 代謝は高まり、従つてビタミン B₁ 所要量は大となるものである。温度と V. B₁ 所要量とは比例し、而も食習慣から含水炭素食に傾き易い夏季に於ては V. B₁ の所要は増し、従つて V. B₁ 缺乏の可能性を増す。ビタミン B₁ 所要は含水炭素代謝の程度と相關するもので、このことは攝取含水炭素の多い農村小兒のビタミン B₁ 排泄量が比較的少いことから明かである。之が對策としては前述の如く V. B₁ を主食以外に求める事は仲々難しいので、矢張り出来る限り精白度の少い米或は雜穀を攝するようにしなければならないと思う。

第 7 表 都市小兒四季別學童 V. B₁ 攝取量 昭和 21~22

被 驗 者 實驗開始 當時年齡	季節	V. B ₁ 平均攝取量 γ	V. B ₁ 平均排泄量 γ	排/攝 %	動/攝 %
a (男) 10: 8	夏	2284	259	11	5
	秋	2033	512	20	5
	冬	2173	765	36	4
	春	2306	372	15	4
b (男) 11: 8	夏	1591	244	12	7
	秋	880	436	59	7
	冬	1332	549	51	7
	春	742	296	41	5
c (女) 11: 3	夏	2002	332	20	4
	秋	2219	642	26	14
	冬	2169	508	27	5
	春	3319	550	17	14
d (女) 11: 6	夏	1310	248	21	5
	秋	1110	469	42	3
	冬	1233	393	35	8
	春	—	—	—	—
e (女) 11: 9	夏	1813	116	11	13
	秋	1494	484	30	9
	冬	1186	494	40	6
	春	2101	578	34	4

第 8 表 農村小兒四季別學童 V. B₁ 攝取量 (昭和 21~22)

被 驗 者 實驗開始 當時年齡	季節	V. B ₁ 平均攝取量 γ	V. B ₁ 平均排泄量 γ	排/攝 %	動/攝 %
f (女) 10: 8	夏	2158	228	12	0
	秋	1538	253	16	1
	冬	1485	280	17	2
	春	1578	269	15	2
g (男) 11: 5	夏	2310	194	8	0
	秋	1141	224	3	3
	冬	1258	252	18	4
	春	1537	167	10	3
h (女) 13: 6	夏	2086	341	20	0
	秋	—	—	—	—
	冬	1295	249	17	2
	春	1532	191	12	2

註 攝取量及び動/攝は總て調査全期間の平均値、即ち夏季は連續 20 日その他の季節は 10 日の平均値、排泄量は 1 期間 2~3 回測定の平均値又 泄/攝は排泄量測定の都度、その前日及び當日の攝取量の平均値を求め之に對する 24 時間尿中 V. B₁ 排泄量の比率を算出し之を更に平均したものである。

(公衆衛生院)