

カルシウム並びにマグネシウム代謝に関する研究

第 1 編 各年齢健康人の血清総カルシウム量, 透析性 カルシウム量並びに総マグネシウム量

昭和34年2月4日受付

信州大学医学部小児科学教室 (主任: 山田教授)

林 郁 雄

Serum Calcium, Dialyzable Calcium and Magnesium Concentrations in Normal Persons of Various Ages

Ikuo Hayashi

Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Shinshu University
(Chief: Prof. N. Yamada)

1. 緒 論

人体を構成している諸元素のうち、カルシウム (Ca) は1.5ないし2.2%を占め^①、その大部分 (99%以上) は磷酸塩或は炭酸塩として骨格並に歯牙を形成している^{①②③}。その他の人体内に分布している Ca は極く僅かにすぎないが、主として細胞外液中に存し、骨格中の Ca と密接な動的平衡を保ちつゝ、神経細胞の興奮性、筋肉の収縮、血液の凝固、心臓機能の調整、乳汁の生成等に重要な役割をはたしている^④。

又マグネシウム (Mg) は人体を構成している諸元素のうち略0.05%を占め^{①④}、Ca と密接な関係を有し、その大部分 (略71%) は磷酸塩として骨格並に歯牙を形成しており、他は筋肉組織中に存しているものが多い^{①③⑤}。Mg は人体内分布上 Ca と異り、細胞内に多量に存するが^⑦、細胞外液中にも僅かに存し、カリウムと共に細胞内電解質平衡に重要な役割を有する他、神経並びに筋肉組織の興奮性の調節、糖分解、酵素作用等にも密接な関係を有している。

又小児期に於ては各種疾患時に水分電解質の変動を来し易く、比較的恒常性を保つと見做されている Ca も変動を来す事が認められており^⑥、又 Ca は、特に発育期にある小児に於て栄養学上重要な意義を有している^⑧。

以上の如く、Ca 並に Mg は生体構成元素のうち、最も興味ある物質の1つである。

著者は小児の Ca 並に Mg 代謝に関し一連の研究を行っているが、先ず本編に於ては小児より成人に至る各年齢健康人の血清総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに総 Mg 量を測定した成績を報告する。

2. 研究対象

15例の臍帯血を含む113例の各年齢健康人静脈血清について測定を行った。これを年齢別に分けると、臍

帯血15例、1才未満17例、1才~2才13例、2才~6才17例、6才~10才15例、10才~15才14例、15才以上22例、計113例である。臍帯血は当大学附属病院産婦人科で生れた正常分娩の新生児 (体重2,500g以上) につき胎盤娩出前に採取した。15才までの小児としては当科外来ならびに国立松本病院小児科を主として健康診断の目的で訪れ健康と思われたもの、及び松本市内某乳児院の保育児中より健康と思われたものを選び、又15才以上の健康人としては当科並びに国立松本病院勤務者より健康と思われたものを選び測定を行った。採血部位としては主として肘正中静脈を選び、幼若な幼児及び乳児では主として外頸静脈を使用した。血清は凝血後直ちに遠心分離し、可及的速かに測定を行った。一部血漿を用いて測定したものも含まれているが、後記の如く血清と血漿とに於て測定値に有意の差のないことを確かめたので以下一括し血清として記載する。尚血漿はヘパリン加血液から直ちに遠心分離したものをを用いた。

3. 測定方法

柳沢法によつた^⑨。

4. 測定成績に影響を与える可能性の考えられる2, 3の要因の検討

各年齢健康人血清総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに Mg 量を測定する前に、此等測定値に影響を及ぼすと考えられる2, 3の要因について検討するため下記の実験を行った。

1. 血漿と血清とにおける測定値の比較

健康成人7例について血漿並びに血清の総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに Mg 量を測定し、その結果を第1表に示した。

血漿総 Ca 量並びに血清総 Ca 量の平均値及び信頼限界はそれぞれ、 $9.5 \pm 0.51 \text{mg/dl}$ 、 $9.6 \pm 0.62 \text{mg/dl}$ 、

血漿透析性 Ca 量並びに血清透析性 Ca 量の平均値及び信頼限界はそれぞれ $5.2 \pm 0.67 \text{ mg/dl}$, $5.3 \pm 0.57 \text{ mg/dl}$ であつて、総 Ca 並びに透析性 Ca とも平均値において血漿と血清との間に著差なく推計学的にも有意の差は認められなかつた。血漿 Mg 量並びに血清 Mg 量の平均値及び信頼限界はそれぞれ $2.4 \pm 0.17 \text{ mg/dl}$, $2.3 \pm 0.30 \text{ mg/dl}$ であつて、平均値において血漿と血清との間に著差なく推計学的にも有意の差は認められなかつた。尚、本篇に於ける推計学的処理の危険率はすべて 5% とした。

第1表 血漿及び血清における総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに総 Mg 量 (健康成人 7例)

症 例 (7例)	血 漿			血 清		
	総 Ca 量	透析性 Ca 量	総 Mg 量	総 Ca 量	透析性 Ca 量	総 Mg 量
伊 ○	10.0	6.1	2.6	9.9	6.2	2.5
林 ○	9.8	5.2	2.5	10.0	5.4	2.5
原 ○	9.2	5.8	2.4	9.1	5.8	2.4
窪 ○	10.0	5.6	2.6	10.1	5.6	2.5
飯 ○	9.3	4.8	2.4	9.6	5.1	2.6
山 ○	9.2	4.1	2.4	9.5	4.5	2.1
松 ○	9.0	4.5	2.1	9.3	4.7	1.8
平均値	9.5	5.2	2.4	9.6	5.3	2.3
信頼限界	± 0.51	± 0.67	± 0.17	± 0.62	± 0.57	± 0.30

2. 鬱血による影響

健康成人6例について、最高血圧より 10mmHg だけ低い圧を5分間上腕に加えて鬱血させた後、肘正中

第2表 鬱血した場合としない場合の血漿総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに総 Mg 量 (健康成人 6例)

症 例 (6例)	鬱血した場合			鬱血しない場合		
	総 Ca 量	透析性 Ca 量	総 Mg 量	総 Ca 量	透析性 Ca 量	総 Mg 量
川 ○	10.3	5.4	2.3	10.5	5.8	2.3
赤 ○	9.7	5.8	2.5	9.7	5.7	2.4
森 ○	10.6	5.6	2.1	10.5	5.5	2.0
小 ○	10.2	4.9	2.1	10.2	4.9	2.2
窪 ○	9.4	5.0	2.8	9.7	5.2	2.6
青 ○	9.4	5.1	2.1	9.3	5.1	2.4
平均値	9.9	5.3	2.3	10.0	5.3	2.3
信頼限界	± 0.71	± 0.41	± 0.26	± 0.84	± 0.27	± 0.15

静脈から採血すると同時に同一人の他側の肘正中静脈から全く鬱血させずに採血して、両者から分離した血漿の総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに Mg 量を比較測定した。測定値を第2表に示した。総 Ca 量の平均値及び信頼限界は鬱血した場合には $9.9 \pm 0.71 \text{ mg/dl}$ 、鬱血しない場合には $10.0 \pm 0.84 \text{ mg/dl}$ であり透析性 Ca 量の平均値及び信頼限界は鬱血した場合には $5.3 \pm 0.41 \text{ mg/dl}$ 、鬱血しない場合には $5.34 \pm 0.27 \text{ mg/dl}$ であり、いずれも鬱血の有無により殆ど差がなく推計学的にも有意の差は認められなかつた。Mg 量の平均値及び信頼限界は鬱血した場合には $2.3 \pm 0.26 \text{ mg/dl}$ 、鬱血しない場合には $2.3 \pm 0.15 \text{ mg/dl}$ であり、鬱血の有無により殆ど差がなく推計学的にも有意の差は認められなかつた。

3. 氷室中 (0°C) 並びに卵卵器中 (37°C) 保存による影響

本実験には大量の血液を要するので家兎血液を用いた。成熟家兎6羽の心臓から採取したヘパリン加静脈血を流動パラフィン下に氷室並びに卵卵器中に保存した。別に、採血後直ちに遠心分離した血漿を対照とした。

以上の如く保存した血液を4時間、8時間、24時間時間後に取出し、遠心して血漿を分離し、総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに総 Mg 量を測定した。時間の経過並びに保存条件による変動を第1図に示した。

氷室中 (0°C) に保存した場合は、総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに総 Mg 量とも時間の経過により著差を認めなかつた。

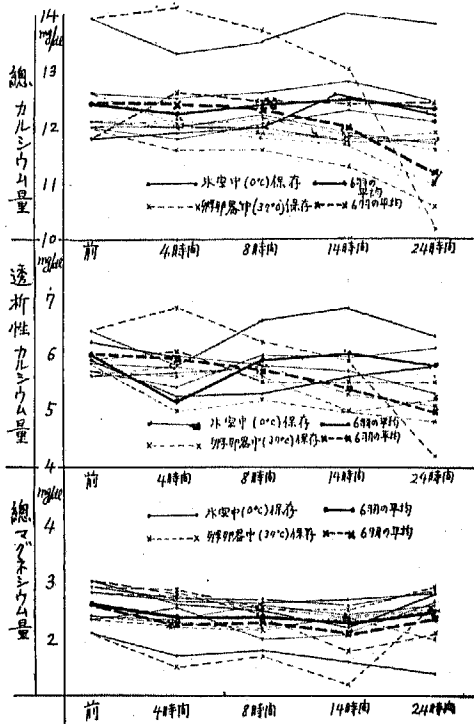
卵卵器中 (37°C) に保存した場合は、総 Ca 量並びに並びに透析性 Ca 量とも時間の経過によりやや低値を示す傾向が認められたが、総 Mg 量には著差を認めなかつた。

5. 各年齢健康人に於ける測定成績

各年齢健康人の血清総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに Mg 量を測定した結果は第3表 a, b, c, d, e, f, g の通りである。これらの平均値並びに信頼限界を年齢別に第4表に示した。各年齢群に於ける血清総 Ca 量の平均値並びに信頼限界は、臍帯血15例では $10.7 \pm 0.65 \text{ mg/dl}$ 、1年未満17例では $10.3 \pm 0.43 \text{ mg/dl}$ 、1~2年13例では $10.1 \pm 0.66 \text{ mg/dl}$ 、2~6年17例では $9.8 \pm 0.44 \text{ mg/dl}$ 、6~10年15例では $9.9 \pm 0.28 \text{ mg/dl}$ 、10~15年14例では $9.7 \pm 0.45 \text{ mg/dl}$ 、15年以上22例では $9.7 \pm 0.23 \text{ mg/dl}$ であつた。

各年齢群に於ける血清透析性 Ca 量の平均値並びに信頼限界は臍帯血15例では $5.3 \pm 0.69 \text{ mg/dl}$ 、1年未満17例では $5.3 \pm 0.54 \text{ mg/dl}$ 、1~2年13例では $5.3 \pm$

第1図 氷室中(0°C)及び孵卵器中(37°C)に全血として保存した際の血漿総Ca量, 透析性Ca量並びに総Mg量 (成熟家兎 6羽)



第3表 各年令健康人血漿の総Ca量, 透析性Ca量並びに総Mg量

a

臍帯血漿 (15例)					
症 例	性別	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量	
渡丸	○ 女	9.7	5.3	2.1	
布高	○ 女	11.7	6.0	2.3	
高百	○ 男	11.8	5.9	1.9	
見平	○ 女	10.0	4.8	2.6	
遠大	○ 女	10.5	4.8	2.4	
森小	○ 男	12.1	6.2	2.0	
田洞	○ 男	10.6	4.1	2.0	
鈴	○ 女	12.3	5.9	1.9	
	○ 女	10.4	4.2	2.1	
	○ 女	8.9	4.4	3.2	
	○ 女	11.0	6.0	3.0	
	○ 男	9.0	4.3	3.4	
	○ 男	11.0	6.5	2.2	
	○ 女	11.3	6.2	2.1	
	○ 女	10.4	6.0	2.0	

b

1 年未満 (17例)					
症 例	性別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
箕小	○ 男	4 月	11.5	4.8	3.1
小○	○ 男	5 //	11.2	6.5	2.6
小○	○ 女	5 //	9.7	4.7	3.4
白○	○ 男	5 //	11.2	6.2	2.7
松○	○ 女	6 //	9.7	3.6	3.4
古○	○ 女	7 //	8.8	3.3	2.7
関○	○ 男	7 //	11.0	6.0	2.6
石○	○ 女	8 //	11.2	5.8	2.7
内○	○ 女	8 //	10.0	5.8	3.0
辨○	○ 男	8 //	9.1	4.5	3.1
戸○	○ 女	8 //	9.3	6.1	2.7
田○	○ 男	8 //	11.0	6.8	2.6
山○	○ 男	8 //	10.2	5.6	2.6
土○	○ 男	10 //	10.8	6.4	2.3
早○	○ 女	10 //	10.1	6.0	2.2
野○	○ 女	2 //	9.9	4.3	1.9
竹○	○ 男	4 //	10.1	5.0	1.8

c

1 ~ 2 年 (13例)					
症 例	性別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
小藤	○ 男	1年	8.4	3.1	3.4
坂	○ 女	1年 1月	9.6	4.7	2.8
會	○ 女	1 年 2 //	11.8	6.4	3.1
佐	○ 女	1 年 4 //	10.2	5.1	2.9
鈴	○ 男	1 年 4 //	11.8	5.7	2.3
野	○ 女	1 年 4 //	10.0	5.8	3.2
萩	○ 女	1 年 4 //	9.3	4.3	2.3
橋	○ 男	1 年 5 //	10.6	4.8	2.6
田	○ 男	1 年 6 //	11.0	7.0	2.1
中	○ 女	1 年 7 //	11.0	4.9	3.4
本	○ 女	1 年 7 //	9.1	5.1	2.8
根	○ 女	1 年 9 //	8.9	6.0	3.4
	○ 女	1 年 10 //	10.0	6.1	2.8

0.60mg/dl, 2~6年17例では4.8±0.39mg/dl, 6~10年15例では4.9±0.34mg/dl, 10~15年14例では4.9±0.35mg/dl, 15年以上22例では4.8±0.23mg/dlであつた。

次に各年令群に於ける血清総Mg量の平均値並びに信頼限界は臍帯血15例では2.4±0.28mg/dl, 1年未

d

2 ~ 6 年 (17例)					
症 例	性 別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
戸山	○ 男女	2年	11.8	6.8	2.2
山	○ 男女	2年 2月	9.9	5.0	1.9
笹	○ 男女	3年 1年	9.0	4.0	2.4
滝	○ 男女	3年 2年	10.3	5.8	2.0
岩	○ 男女	3年 2年	9.0	4.3	2.3
上	○ 男女	3年 2年	10.2	4.9	2.4
鳥	○ 男女	3年 3年	8.9	4.0	2.5
○ 条	○ 男女	3年 3年	8.7	4.7	2.7
小	○ 男女	3年 6年	9.4	4.3	2.8
勝	○ 男女	3年 7年	10.2	5.3	2.4
小○志	○ 男女	4年 5年	10.8	5.0	2.0
千	○ 男女	4年 6年	9.6	4.7	2.9
村	○ 男女	5年	9.0	4.2	3.0
唐	○ 男女	5年 2年	9.7	4.1	2.0
大	○ 男女	5年 4年	10.2	4.5	2.2
平	○ 男女	5年 6年	10.5	5.3	2.1
加	○ 男女	5年 9年	9.3	4.1	2.3

e

6 ~ 10 年 (15例)					
症 例	性 別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
石	○ 女	6年 4月	10.1	4.9	2.1
丸	○ 男	6年 9年	10.4	6.2	2.0
川	○ 男	6年 8年	10.8	5.2	1.8
升	○ 女	7年	8.6	3.8	1.9
中	○ 女	7年 1年	10.9	4.8	2.2
花	○ 女	7年 1年	9.2	4.5	2.8
小	○ 男	7年 5年	10.0	5.0	2.0
野	○ 女	8年 3年	10.1	4.1	1.9
鳥	○ 女	8年 4年	9.4	4.9	2.5
○ 原	○ 女	9年	9.8	4.3	2.2
鈴	○ 男	9年 2年	9.3	4.8	2.6
浜	○ 男	9年 4年	9.9	4.9	2.0
飯	○ 女	9年 7年	9.8	5.3	1.9
林	○ 男	9年 8年	9.3	5.0	2.1
○ 村	○ 女	9年 9年	10.2	5.9	2.3

満17例では $2.7 \pm 0.31\text{mg/dl}$, 1~2年13例では $2.8 \pm 0.35\text{mg/dl}$, 2~6年17例では $2.4 \pm 0.17\text{mg/dl}$, 6~10年15例では $2.2 \pm 0.17\text{mg/dl}$, 10~15年14例では $2.4 \pm 0.23\text{mg/dl}$, 15年以上22例では $2.2 \pm 0.10\text{mg/dl}$ で

f

10 ~ 15 年 (14例)					
症 例	性 別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
有	○ 女	10年 1月	9.9	5.2	2.4
青	○ 男	10年 2年	10.7	5.4	2.1
上	○ 女	10年 5年	10.0	4.9	2.3
小	○ 女	11年 3年	10.7	6.0	1.9
浅	○ 男	11年 6年	8.4	3.9	3.3
柴	○ 男	11年 8年	9.5	4.5	2.0
中	○ 男	12年	9.6	5.3	2.5
召	○ 男	12年 2年	9.9	4.2	2.3
田	○ 男	12年 3年	10.2	5.7	3.0
○ 池	○ 男	12年 9年	8.9	4.3	2.6
○ 条	○ 女	13年	9.2	4.7	2.1
○ 田	○ 男	13年 2年	10.1	4.6	2.4
○ 岡	○ 女	13年 2年	8.7	5.0	2.6
下	○ 女	14年	9.4	4.2	2.0

g

15 年 以上 (22例)

症 例	性 別	年 令	総Ca量	透析性Ca量	総Mg量
召	○ 女	16年 4月	9.7	4.3	2.4
下	○ 女	16年 4年	10.1	5.0	2.1
青	○ 男	16年 8年	9.9	4.7	2.3
加	○ 女	19年	10.0	5.0	2.4
島	○ 女	19年 7年	9.4	4.2	1.9
永	○ 男	20年 4年	9.2	4.7	2.0
吉	○ 女	22年 2年	9.8	4.4	2.6
林	○ 男	27年	10.0	4.9	2.2
百	○ 女	27年	10.0	4.6	2.1
窪	○ 男	30年	9.7	5.2	2.6
赤	○ 男	30年	9.7	5.7	2.4
川	○ 男	29年	10.5	5.8	2.3
森	○ 男	30年	10.5	5.5	2.0
青	○ 男	29年	9.3	5.1	2.4
小	○ 男	30年	10.2	4.9	2.2
山	○ 男	36年	9.5	4.8	2.1
原	○ 男	32年	8.2	3.7	2.4
上	○ 男	43年	9.3	4.0	1.8
○ 有	○ 女	36年	10.2	5.0	1.9
○ 条	○ 男	37年	9.2	4.3	1.9
林	○ 女	60年	9.9	4.7	2.0
林	○ 男	63年	10.0	4.9	2.2

あつた。

第4表 各年令健康人血清の総Ca量, 透析性Ca量並びに総Mg量

年令	血清	1年未満	1~2年	2~6年	6~10年	10~15年	15年以上	1年未満 15年	
例数	15	17	13	17	15	14	22	76	
総Ca量	平均値	10.7	10.3	10.1	9.8	9.9	9.7	9.7	9.9
	信頼限界	±0.65	±0.43	±0.66	±0.44	±0.28	±0.45	±0.23	±0.19
	標準偏差	±0.99	±0.79	±1.03	±0.89	±0.57	±0.65	±0.45	±0.82
透析性Cc量	平均値	5.3	5.3	5.3	4.8	4.9	4.9	4.8	5.0
	信頼限界	±0.69	±0.54	±0.60	±0.39	±0.34	±0.35	±0.23	±0.19
	標準偏差	±0.81	±1.00	±0.97	±0.72	±0.59	±0.58	±0.49	±0.84
総Mg量	平均値	2.4	2.7	2.8	2.4	2.2	2.4	2.2	2.6
	信頼限界	±0.28	±0.31	±0.35	±0.17	±0.17	±0.23	±0.10	±0.10
	標準偏差	±0.59	±0.44	±0.43	±0.32	±0.28	±0.38	±0.22	±0.44

第5表 離乳開始後2才までの乳幼児のCa摂取量 (1日 mg)

		月令	離乳開始より	Ca総量	Ca乳として	Ca乳以外	月令	離乳開始より	Ca総量	Ca乳として	Ca乳以外
市	乳中	①	6月 1月	898	880	18	⑩	9月 2月	807	748	59
		②	7月 1月	691	654	37	⑪	9月 4月	847	768	79
		③	7月 2月	1115	1104	11	⑫	10月 3月	1247	1194	53
		④	7月 2月	591	580	11	⑬	10月 4月	840	822	18
		⑤	8月 2月	1163	1110	53	⑭	10月 5月	541	500	41
		⑥	8月 2月	718	680	38	⑮	11月 5月	504	484	20
		⑦	8月 2月	340	274	66	⑯	1年 1月 8月	848	822	26
		⑧	8月 3月	1121	1053	68	⑰	1月 3月 6月	487	427	60
街	乳完了	⑱	1年 1月 7月	300	274	26	⑳	1年 7年 13月	420	360	60
		⑲	1月 3月 11月	443	360	83	㉑	1月 7月 13月	432	360	72
		㉒	1月 5月 12月	260	206	54	㉒	1月 7月 14月	289	230	59
		㉓	1月 5月 12月	223	180	43	㉓	1月 8月 13月	88	36	52
		㉔	1月 5月 13月	383	280	103	㉔	1月 10月 16月	272	180	92
		㉕	1月 7月 12月	255	216	39	㉕	1月 10月 14月	236	105	131
		㉖	12月 5月	35	0	35	㉖	1年 7月 13月	90	0	90
		㉗	12月 5月	37	0	37	㉗	1月 6月 16月	184	0	184
		㉘	1月 4月 9月	100	0	100	㉘	2月 16月	83	0	83
		農山村	乳中	㉙	10月 2月	557	540	17	㉙	11月 7月	770
㉚	10月 6月			625	540	85	㉚	12月 3月	525	500	25
㉛	11月 6月			774	720	54	㉛	1年 4月 10月	734	674	60
乳完了	㉜		10月 3月	142	100	42	㉜	1年 10月 16月	101	50	51
	㉝		1月 1月 6月	286	180	106					
	㉞		10月 4月	116	0	116	㉞	1年 11月 18月	77	0	77

6. 離乳開始後2才までの乳幼児のCa摂取量

長野県内に於ける人工栄養より離乳中又は離乳完了

の2才までの健康な小児45名の1日間の食餌調査を行い、食品成分表⑩にもとづいて、1日間のCaの摂取量を計算した結果を第5表に示し、各々の平均値を第6

表に示した。表記の如く Ca 摂取量の極めて少ないものが多く、特に離乳完了後のもので乳汁を少しも摂取しないものに於て、Ca 摂取量が著しく少なかった。

7. 考 按

以上の如く、著者は臍帯血を含む小児より成人にいたる各年令群の血清総 Ca 量、透析性 Ca 量並びに Mg 量を測定した他、人工栄養児より離乳を開始した2才までの Ca 摂取量の実態を調査した。

成長発育の旺盛な乳幼児期に於て、Ca 摂取量が極度に少いにも拘らず、第4表に示した如く、血清総 Ca 量、透析性 Ca 量が低値を示さないのみならず、却つてやゝ高値を示した点は興味ある所見であつた。

1947年の夏、K. Dodd, G. J. Buddingh 並びに S. Rapoport 等⁽⁹⁾は我國の疫痢について調査し、疫痢患児の血清総 Ca 量が低値を示すのみならず、東京地方在住の8名のアメリカ人並びに29名の日本人につき血清総 Ca 量を測定し29名中5名が 9mg/dl 以下を示したことから、日本人の中には潜在性テタニーの状態にあるものがあり、之は摂取 Ca 量の不足に帰因し、疫痢の発症と因果関係ありと結論した。

小児期における Ca 必要量に関し、アメリカの National Research Council による Recommended Allowances は、1日当り、9才までは 1.0g、10才ないし12才は 1.2g、13才ないし20才の男児は 1.4g、13才ないし15才の女児は 1.3g、16才ないし20才の女児は 1.0g としている⁽¹⁾。林⁽⁴⁾は蓄積試験の結果より4ないし7才の小児の1日間の Ca 必要量を 0.6 ないし 0.9g 即ち体重当 kg 35 ないし 50mg としている。又古明地⁽²⁾は3才ないし6才の小児16名を、出納試験並に骨のレントゲン線写真により観察し、1日約 0.7 ないし 0.8g の摂取が骨成長のためにも必要と考えられると述べている。

我國における Ca 摂取量の実態については、久保⁽³⁾等は、成人1人1日平均 0.4g でその5割以上は、野

菜、果実及び豆製品から得られていると述べている。又、国立栄養研究所研究報告⁽¹⁰⁾によれば、都市では1人1日 411mg、郡部では 403mg、全国平均 407mg と報告している。

速水は、母乳栄養児について摂取した母乳量から計算し、生後1カ月の乳児で1日平均 188mg、3カ月の乳児 237mg、7カ月の乳児 296mg という成績を得ている。著者は長野県内に於ける2才以下の人工栄養より離乳中又は離乳完了の小児の1日の Ca 摂取量を食餌の実態調査から計算し、第5表並に第6表の如き成績を得た。

各年令群健康者の血清総 Ca 量に関しては、井田⁽⁶⁾等は柳沢法により、健康小児67名並びに健康成人20名を測定し、生後6カ月までの乳児 9.0mg/dl、7カ月より1才までの乳児 9.3mg/dl、1才から1才6カ月までの幼児 9.3mg/dl、1才7カ月から2才までの幼児 9.1mg、3才から6才までの幼児 9.3mg/dl、7才から13才までの学童 9.6mg/dl、成人 10.0mg/dl との成績を得、総 Ca 量は各年令群の間に著差を認めないと報告している。丸山⁽⁷⁾は2才より6才にいたる健康幼児16例と、7才より12才にいたる健康学童20例を、柳沢法により測定し、おのおの 9.54mg/dl (9.0~10.2mg/dl)、9.83mg/dl (9.4~10.2mg/dl) との成績を得、学童と幼児との間に著差を認めないと報告している。堀田⁽⁸⁾等は満1カ月より2才までの健康乳幼児と6才より12才までの学童316例を Sobel 法により測定し、乳幼児が学童よりやゝ高値を示すと記載している。斎藤⁽⁵⁾等は Sobel-Skersky 法により2カ月より1才3カ月に至る15例の純人工栄養児を月別に測定し(のべ84例)、全例の平均値 10.05mg/dl との結果を得ている。又、1カ月より9カ月に至る母乳栄養児30例を測定し、平均 10.31mg/dl、母乳栄養児の母親31例を測定し平均 10.15mg/dl との成績を得て、母乳栄養児は人工栄養児より高値、又、母乳栄養児は、母親より高

第6表 離乳開始後2才までの乳幼児のカルシウム摂取量平均値 (1日, mg)

		月 令	離乳開始より	例数	総 Ca	Ca 乳汁として	Ca 乳以外
市街地	離乳中	6月~1年3月	1月~6月	16	797.4	756.3	41.1
	離乳完了	1年1月~1年10月	7月~16月	12	300.1	232.3	67.8
		1年~2年	5月~16月	6	88.2	0	88.2
農山村	離乳中	10月~1年4月	2月~10月	6	664.2	615.7	48.5
	離乳完了	10月~1年10月	3月~16月	3	176.3	110.0	66.3
		10月~1年11月	4月~18月	2	96.5	0	96.5

値を示したと報告している。尾木^⑩等は、健康小児92名(108回)を Sobel-Skersky, 吉川氏変法により測定し、乳児期(1才未満)14例, 10.24mg/dl (9.1~11.5mg/dl), 幼児期(1才~5才11ヵ月), 16例, 10.16mg/dl (9.1~11.1mg/dl) 学童期(6才5ヵ月~14才7ヵ月)62例, 9.98mg/dl (8.9~11.4mg/dl) との成績を得、各年令群間に有意の差異を認め難いが、ごく僅かながら、年令が小なる程高値を示す傾向があると記載している。畑野^⑪等は健康児15例を柳沢法により測定し平均 10.07mg/dl との成績を得ている。山田教授^⑫等は7ヵ月より1才6ヵ月に至る乳幼児7例を Sobel 法により測定し平均 10.64±1.25mg/dl (9.16~12.43mg/dl) との成績を得ている。新井^⑬は各年令群小児178例を Sobel 氏変法により測定し、乳児(1才未満)19例平均 10.4mg/dl, 1才ないし5才の幼児64例平均 9.9mg/dl, 6才ないし9才の学童前期70例 9.7mg/dl, 9才ないし12才の学童後期25例 10.1mg/dl との成績を得、4才ないし8才に於て総 Ca 量はやゝ低値を示すと述べている。平井^⑭は13才までの小児45名につき Sobel 氏法の吉川氏変法を用いて測定し、1才未満: 15例 10.17±0.46mg/dl (8.6~11.7mg/dl), 1才ないし6才19例 9.93±0.40mg/dl (8.4~11.5mg/dl), 6才ないし13才11例 9.79±0.37mg/dl (8.8~10.9mg/dl) との値を得ている。久保^⑮は1ヵ月より1才1ヵ月にいたる健康な人工栄養乳児17例、及び3才より6才にいたる健康幼児20例を Sobel 法により測定し、おのおの平均 10.92mg/dl (8.64~11.88mg/dl) および 10.36mg/dl (9.40~11.44mg/dl) との成績を得、乳児にやゝ高い傾向を認めている。児玉^⑯は新生児より成人にいたる805例を Sobel 変法により測定し、新生児8例 10.12±0.68mg/dl, (9.2~11.1mg/dl), 乳児期33例 10.34±0.26mg/dl (9.4~11.6mg/dl), 幼児乳児期(~2才)51例 10.20±0.15mg/dl (9.0~11.3mg/dl), 幼児期(~6才)190例 10.16±0.09mg/dl (8.9~11.4mg/dl), 学童前期(~10才)181例 10.02±0.10mg/dl (8.8~11.0mg/dl), 学童後期(~13才)158例 10.07±0.12mg/dl (8.6~11.5mg/dl), 思春期(~16才)119例 10.10±0.12mg/dl (9.1~11.3mg/dl), 成人65例 9.99±0.11mg/dl (9.1~10.9mg/dl) との成績を得、新生児を除く若年者においてやゝ高値を認めている。堀^⑰は3才より13才の健康小児10例を柳沢法により測定し平均 4.9±0.4 mEq/l (4.6~10.6mg/dl) との成績を得ている。柳沢等^⑱は1才より5才にいたる健康小児38名を柳沢法により測定し、1才(13例)平均 9.27mg/dl (7.75ないし10.75mg/dl) 2才(8例)平均 9.46mg/dl

(7.75ないし10.75mg/dl) 3才(12例)平均 9.75mg/dl (8.5ないし11.0mg/dl) 4才より5才(5例) 9.45 (7.75ないし10.00mg/dl) との成績を得ている。佐藤^⑲は乳児期より成人にいたる254例を柳沢法により測定し、乳児期 9.84mg/dl, 幼児前期 9.74mg/dl, 幼児後期 9.64mg/dl, 学童前期 9.65mg/dl, 学童後期 9.80mg/dl, 成人 9.72mg/dl, との成績を得、乳児にやゝ高値を示し、幼児後期にやゝ低値を示しているものも少なくないと記載している。水野^⑳は Sobel-Skersky 法により、乳児期 10.44mg/dl, 幼児期(1~6才) 10.12mg/dl, 学童期 10.04mg/dl, 思春期 10.12mg/dl, 成人 9.95mg/dl で、僅かに乳児期が高値を示すと述べている。

著者の測定値は第4表に示した如しである。即ち、各年令群における平均値及び信頼限界は、臍帯血清15例 10.7±0.65mg/dl, 1年未満17例 10.3±0.43mg/dl, 1~2年13例 10.1±0.66mg/dl, 2~6年17例 9.8±0.44mg/dl, 6~10年15例 9.9±0.28mg/dl, 10~15年14例 9.7±0.45mg/dl, 15年以上22例 9.7±0.23mg/dl であつた。即ち、臍帯血清はも最高値を示し、次いで1年未満群に於ても比較的高値で、これらはいずれも15才以上の群の値に比して推計学的に有意の差があることが認められた。1~2年群を稍々高値を示したが15才以上の群の値に比し有意の差は認められなかつた。又2才以上の各群の値には著差が見られなかつた。

血清透析性 Ca 量を各年令健康人につき測定した成績は未だ少いようである。井田^㉑等は柳沢法により健康小児67名、並びに健康成人20名を測定し、生後6ヵ月までの乳児11例平均 3.9mg/dl, 7ヵ月より1才未満まで11例平均 4.1mg/dl, 1才より1才6ヵ月まで12例, 4.2mg/dl, 1才7ヵ月より3才未満の幼児13例 4.0mg/dl, 3才より7才未満8例 4.1mg/dl, 7才より13才まで12例 4.9mg/dl, 成人20例 5.0mg/dl との成績を得、6才以下は健康成人の平均値 5.0mg/dl に比し低値を示したと記載している。丸山^㉒は、2才ないし6才の健康幼児16例と、7才ないし12才の健康学童20例を柳沢法により測定し、各の平均 4.37mg/dl, 4.24mg/dl との成績を得、両者の間に有意の差を認めていない。畑野^㉓は15例の健康児を柳沢法により測定し 5.0mg/dl の値を得ている。林^㉔は55例の小児を、柳沢法により測定し、0~1年14例 5.23mg/dl (4.0~7.0mg/dl), 1年1ヵ月~3年9例 4.74mg/dl (4.0~5.6mg/dl), 3年1ヵ月~7年12例 4.90mg/dl (3.3~5.6mg/dl), 7年1ヵ月~10年12例 4.70mg/dl (3.5~5.1mg/dl), 10年1ヵ月以上8例 4.75mg/dl (3.1~

5.8mg/dl)との成績を得、乳児期に於てやゝ高値を認めている。

著者の成績は第4表に示した如くである。即ち各年齢群での平均値及び信頼限界は臍帯血清15例 5.3±0.69mg/dl, 1年未満17例 5.3±0.54mg/dl, 1~2年13例 5.3±0.60mg/dl, 2~6年17例 4.8±0.39mg/dl, 6~10年15例 4.9±0.34mg/dl, 10~15年14例 4.9±0.35mg/dl, 15年以上 4.8±0.23mg/dlであつた。臍帯血清, 1年未満及び1~2年群においては, 他の各年齢群に比し, やゝ高値を示したが, 15才以上の群の値と比較しても推計学的に有意の差は認められなかつた。

以上の如く, 本邦に於ては, 成人小児とも Ca 摂取量が少いにも拘らず, 血清総 Ca 量並びに透析性 Ca 量は低値を示さない。この事は, 生体は Ca 摂取量の多少に応じて, その利用率について適応性があることを思わせる。この点に関し, 福島^④は幼若白鼠を, Ca 含有量の標準食餌と, 低 Ca 食餌を与えた群とにわけ, Ca 摂取量の小なる群は, Ca の糞便内排泄はもちろん, その尿中排泄量も減少し, 血中 Ca 濃度の投与 Ca 量に対する割合は, 低 Ca 食餌の群の方が大であり, 歯牙, 大腿骨への沈着部も, 投与量に対する割合は, 低 Ca 食餌群の方が大であることを認めている。又低 Ca 食餌群に於ては骨の Ca 量の減少とともに, 血清無機燐が増加していた事から, 骨の脱灰によつて血清 Ca 量が維持されていると想定している。又, 摂取 Ca 量が減少すると, 糞便の pH が低下し, 腸管よりの吸収が良好となると述べている。水野^⑤は1才6ヵ月より2才5ヵ月までの幼児6名について, Ca の摂取量が少なくなつても蓄積量は減少しないことを認めている。Wallage^⑥等は鼠に Ca⁴⁵を用いて出納を検査し, 尿中排泄量は, 幼若群も成熟群も略同様であつたが, 幼若群の糞便中 Ca 排泄量は非常に少いことを認め, 発育期に於ては Ca 保持能力が増大していることを認めている。畑野^⑦は犬の摘出保生腸管により灌流試験を行い, 仔犬腸管の方が Ca を急速に吸収し, 腸粘膜の Ca 透過性は仔犬の方が高いことを認めている。Bauer^⑧等は骨は Ca 貯蔵源としての役割を有し, 血液や軟部組織に Ca 欠乏がある場合は骨から補われると記載している。

以上の如く, 生体は Ca 摂取量が少い場合には, 腸管よりの吸収量を増大し, 糞便内並びに尿中への排泄量を抑制し, 更に骨の脱灰によつて血清 Ca 量を正常に維持しようとする適応能力を有し, これは特に幼若生体に於て顕著である事が首肯される。

血清 Mg 総量を各年齢健康人につき測定した成績は

未だ少い様である。山田教授^⑨は小児に於て特に成人と異なるという報告はなく, 1.8~3.6mg/dl であると述べ, 又, 山田教授等は7ヵ月より1年6ヵ月に至る健康小児5例を Oxychinolin-Jod 法により測定し, 平均 2.92±1.15mg/dl (1.7~4.8mg/dl) と記載している。嶋^⑩は3才より13才までの小児9例を Titan yellow 法の Orange 変法を用いて測定し, 2.0±0.2 mEq/l (1.5~2.5mEq/l) 即ち 2.43mg/dl と記載している。水原^⑪は健康小児6例を Kunkel の方法により測定し 2.35mg/dl (1.9~3.0mg/dl) との結果を得, Orange^⑫は1才ないし10才の小児12例を測定し, 1.9~2.4mg/dl と報告している。児玉^⑬は乳児期より成人に至る797例を Denis 変法により測定し, 乳児期 (~1年) 33例 2.18±0.09mg/dl (1.6~2.6mg/dl), 幼若幼児期 (~2年) 51例 2.19±0.08mg/dl (1.5~2.8mg/dl), 幼児期 (~6年) 190例 2.17±0.05mg/dl (1.6~2.7mg/dl), 学童前期 (~10年) 181例 2.15±0.04mg/dl (1.7~2.9mg/dl), 学童後期 (~13年) 158例 2.16±0.05mg/dl (1.7~2.7mg/dl), 思春期 (~16年) 119例 2.17±0.05mg/dl (1.6~2.8mg/dl), 成人65例 2.11±0.06mg/dl (1.6~2.8mg/dl) と報告し, 殆んど年齢差がみとめられず, 各年齢層とも 2.15~2.19mg/dl の間にあり, 推計学的にも年齢差は否定されると述べている。

著者の測定値は第4表に示した如くである。即ち, 各年齢群における平均値及び信頼限界は, 臍帯血清15例 2.4±0.28mg/dl, 1年未満17例 2.7±0.31mg/dl, 1~2年13例 2.8±0.35mg/dl, 2~6年17例 2.4±0.17mg/dl, 6~10年15例 2.2±0.17mg/dl, 10~15年14例 2.4±0.23mg/dl, 15年以上 2.2±0.10mg/dl であつた。即ち, 1年未満及び1~2年群では, やゝ高値を示し, 15才以上の群に比し推計学的に有意の差が認められた。

結 語

1. 小児の Ca 及び Mg 代謝についての研究の一環として, 臍帯血清15例を含む各年齢健康人113例について血清総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量を柳沢法により測定して次の結果を得た。

(1) 血清総 Ca 量は臍帯血清が各年齢群のうち最も高値を示し, 又1年未満群においても比較的高値で, いずれも15年以上の値に比し, 推計学的に有意の差があることが認められた。1~2年群も稍々高値を示したが, 15年以上の群の値に比し有意の差は認められなかつた。又2年以上の各群の値には著差が見られなかつた。

血清透析性 Ca 量は血清総 Ca 量とほぼ同様臍帯血

清, 1年未満及び1~2年群に於てやゝ高値を示したが, 15年以上の群の値に比し推計学的に有意の差は認められなかつた。又他の各年令群間では著差を認めなかつた。

血清総 Mg 量は, 1年未満及び1~2年群に於てやゝ高値を示し, 15年以上の群の値に比し, 推計学的に有意の差が認められた。他の各年令群間では著差を認めなかつた。

年令別平均値を表示した。

(2) 長野県内に於ける人工栄養より離乳開始後2才までの乳幼児45名の食餌調査の結果より, 1日間のCa摂取量を計算した。Ca摂取量の少ないものが多く, 特に離乳完了後のもので乳汁を少しも摂取しないものに於て, Ca摂取量が著しく少なかつた。

(3) 血清総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量の測定値に影響を与えると考えられる2, 3の要因について検討を加え, 次の結果を得た。

1. 血漿と血清との間には, 総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量の測定値に推計学的に有意の差が認められなかつた。

2. 採血部位附近を圧迫し鬱血させ採血した場合と, 全く鬱血させずに採血した場合とで比較したが, 血清総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量には, 両者の間に有意の差が認められなかつた。

3. 0°Cの氷室中と37°Cの孵卵器中にヘパリン加全血を保存し, それより分離した血漿につき時間の経過による総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量の変動を観察した。氷室中に保存した場合は総 Ca 量, 透析性 Ca 量並びに総 Mg 量とも時間の経過により著差を認めなかつたが, 孵卵器中に保存した場合は総 Ca 量並びに透析性 Ca 量は時間の経過とともにやゝ減少の傾向を認め, 総 Mg 量には著差を認めなかつた。

稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた山田教授に深謝する。

引用文献

①Sherman, H. C.; Chemistry of food and nutrition, 7th ed. Macmillan, New York 1949.
 ②Harrison, T. R.; Principles of internal medicine, 2nd ed. New York Blakiston Toronto. ③Sherman, H. C.; Calcium and phosphorus in foods and nutrition, 2nd printing, Columbia University press, New York. ④Harrow, B. and Mazur, A.; Textbook of biochemistry, 6th ed. Saunders, Philadelphia and London 1956. ⑤Gamble, J. L.; Chemical anatomy, physiology and pathology of extracellular fluid, Harvard University Press,

Cambridge, 1952. ⑥Donald Grietz; Amer. Journal of diseases of children 94; 301, 1957.
 ⑦速水 洪; 最新医学, 12; 92, 1957. ⑧(a)柳沢文正; カルシウム及びマグネシウム新定量法と代謝, 文光堂, 東京, 1955. (b)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 65; 761, 1951. (c)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 65; 838, 1951. (d)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 66; 90, 1951. (e)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 66; 302, 1951. (f)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 66; 837, 1951. (g)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 66; 843, 1951. (h)柳沢文正; 新潟医学会雑誌, 67; 275, 1951. (i)柳沢文正新; 新潟医学会雑誌, 67; 387, 1951. (j)柳沢文正; 総合医学, 11; 531, 1951. ⑩日本栄養士会編; 食品標準成分表, 第1出版株式会社, 9版, 東京, 1956. ⑪Dodd, K, Buddingh, G. J. and Rapoport, S.; 日本医師会雑誌, 23; 442, 1949. ⑫林 路彰・大栗サダ・原 綾子; 日児誌, 56; 571, 1952. ⑬古明地良孝; 栄養と食糧, 7; 51, 1954. ⑭久保彰治・川村妙子; 栄養と食糧, 7; 12, 1954. ⑮国立栄養研究所研究報告(昭和29年度). ⑯井田憲明・土本 巖・畑野栄一; 日児誌, 58; 934, 1954. ⑰丸山正嗣; 日児誌, 60; 192, 1956. ⑱堀田正之・木村隆夫・尾西賢治; 臨牀内科小児科, 10; 671, 1955. ⑲斎藤文雄・高橋久子; (a)小児科臨牀, 3; 29, 1950. ⑳(b)高橋久子; 日児誌, 54; 164, 1950. ㉑尾木文之助; 児科雑誌, 54; 190, 1950. 福岡医学雑誌, 42; 93, 1951. ㉒畑野栄一・他; 日児誌, 56; 571, 1952. ㉓山田尚達・他; 小児科臨牀, 5; 28, 1952. ㉔新井清三郎; 日児誌, 57; 374, 1953. ㉕平井省三; 市立札幌病院医誌, 12; 130, 1951. ㉖久保久子; 日児誌, 57; 703, 1953. ㉗児玉武伊知; 日児誌, 61; 1296, 1957. ㉘堀 嘉之; 日児誌, 61; 1228, 1957. ㉙永瀬喜代子; 新潟医学会雑誌, 67; 176, 1953. ㉚佐藤政寿; 小児科臨牀, 8; 637, 1955. ㉛水野光大; 児科雑誌, 55; 202, 1951. ㉜林 瑞銖; 福岡医学雑誌, 44; 741, 1953. ㉝福島 修; 日児誌, 58; 102, 1954. 日児誌, 59; 1, 1955. ㉞水野光大; 小児科臨牀, 9; 655, 1959. ㉟Wallage H. D. et al; J. Nutrit, 43; 4, 1951. ㊱畑野栄一・土本巖・胤森幸徳; 日児誌, 56; 571, 1952. ㊲Bauer, W. J. C. Aub, and F. Albright; J. Exptl. Med., 49; 145, 1929. ㊳山田尚達; 電解質の臨床, 協同医書, 東京, 1953. ㊴水原 完; 日新医学, 42; 594, 1955. ㊵Orange, M.; J. Biol. Chem., 189; 379, 1951.