

## 老人におけるカルシウム及び磷の代謝に関する研究

金沢大学医学部公衆衛生学教室(指導 石崎有信教授)

黒 氏 伸 次

(昭和35年7月25日受付)

近年死因は老人病がその上位を占めるようになり従つて老人病の予防対策が医学全般の各部門において大いに重要視されるようになった。老年化現象の一つとして骨系統の変化があげられるが、これには老人の栄養状態——殊にカルシウム及び磷の摂取状態が影響することが大きいと考えられる。即ち骨系統の老年化は骨質の主成分である Ca 及び磷が骨組織から脱灰して体外へ排泄される量が多くなり加えて体外から吸収沈着する量が減少するために骨質が菲薄萎縮するものと考えられる。かかる Ca 及び磷に対する代謝実験は幼児成人については従来より多くの報告がなされているが老年者に関しては欧米で 2, 3 発表されているのみで本邦人については殆んど試みられていない現状である<sup>1-5)</sup>。

従つて欧米人と根本的に食生活を異にする本邦老人に欧米の実験成績をそのままあてはめることは妥当性を欠くものであるから本邦老人を対象に代謝実験を行うことはあながち無意義なことではないと考えて本実験を行ったものである。また老年者は他のいかなる形の欠乏症よりも蛋白欠乏症にかかりやすいといわれている<sup>6)</sup>。これは老人の胃や腸管の消化酵素(トリプシンとペプシン)の分泌は年をとるにつれ減少するため<sup>7)</sup>蛋白質の消化吸收が妨げられるのみならず老人の食餌の傾向は炭水化物を過剰にとり蛋白摂取が不充分なためであるとされている<sup>8)</sup>。この蛋白質の吸収に関しても再吟味を行いたいと考えた。そこで著者は昭和32年9月より10月にかけて金沢市小野陽風園において満70歳の男子老人を対象として Ca 及び P の代謝を主としこれに窒素、脂肪及び糖質等一般栄養素の代謝を併せて実験を行い従来発表されている成績と比較検討して見たのでここに報告する。なお被検者の中には軽作業に従事しているものと、全然作業を行わないものとがあつたので、以上の栄養素の代謝に及ぼす労作の影響をも比較検討した。

### 実験方法

被検者として金沢市錦町にある小野陽風園の満70歳の男子老人の中から現在健康にして疾病のないもの6人を撰び、更にその中3人は簾籠等の1日6時間程度の軽作業に従事している群であり、他の3人は特定の作業に従事していない群である。

実験期間は昭和32年9月3日より同年10月14日まででその間に行つた実験の概要は次の如くである。

先ず第一の実験として9月3日より3日間は同施設における日常の献立表の平常食によつて老人の Ca, P, 窒素及び熱量の出納状況と作業者と無作業者におけるその出納の比較を行つた。

次に第二の実験として9月12日より14日までの3日間は平常食に Ca 及び P 剤としてビオカルクを毎日5錠添加して高 Ca, P, 食における Ca, P 及び窒素平衡の両群の比較を行つた。

次いで第三の実験として9月15日より10月14日まで1カ月間にわたり毎日ビオカルク5錠を平常食に添加して高 Ca, P, 食摂取による馴れの現象として Ca, 及び P の吸収量の増加の状況を観察した。

以下実験方法の詳細について記述する。

#### (1) 食事給与方法

試験期間中の食事は老人の平常生活における Ca, P の出納状態を見るため試験食を避け、同施設における平常食とし主副食とも同一量を与え食慾作業量による不足量は間食としてビスケット及び林檎を随意量摂らせ、この量は全部定量分析したし、それ以外は勝手に外食することは禁止した。飲み水は同施設の水道水の沸かしたものを随意量摂らせ定量分析した。

#### (2) 試料の採取方法

食品：主食及び副食は被検者が摂取した1日量と同量のものを採取した。

尿：24時間尿を毎日採取した。

Study on the Metabolism of Calcium and Phosphorus for Old Men. Shinji Kurouji, Department of Public Health (Director: Prof. A. Ishizaki), School of Medicine, University of Kanazawa.

糞便：第1及び第2実験期間中はアドソルピンを用いて3日間分ずつを分割採取し第3実験期間は5日分をカルミン色素を用いて分割採取した。

(3) 試料の分析方法

食品及び糞便：熱風乾燥してミキサーで細粉末した試料を乾式灰化してCaは微量法 A, O, A, C により<sup>9)</sup>, Pは Fiske-Subarrow<sup>10)</sup> 法によつて定量し、窒素は細粉試料を Kjeldahl 法を用いて定量した。また食品中の含水炭素は Bertrand 法により脂肪は Soxhlet の装置を用いてエーテル抽出物として定量した。

尿：Caは蔞酸安門溶液と酸加醋酸安門溶液を加え沈澱した蔞酸石灰を分離し、定規過 Mn 酸加里を以て滴定した。P及びNはそれぞれ Fiske-Subarrow 法及び Kjeldahl 法によつた。

実験成績

A 出納試験成績

(I) 各出納試験期の Ca 及び P 量並びに一般栄養素摂取量

各出納試験期の平均1日食餌中 Ca 量及び P 量並びに一般栄養素摂取量を一括表示すると第1表の如くである。

Ca 量は第1実験期の平均1日量 0.37g が最低、第3実験期の平均1日量 0.60g を最高とし第2実験期は 0.52g であつた。

次に P 量は第1実験期の平均1日量 0.76g を最低、第3実験期の平均1日量 1.05g を最高とし第2実験

期は 0.97g であつた。

蛋白質摂取量は第1実験期の平均1日量 53.1g を最低、第3実験期の 93.4g を最高とし第2実験期は 65.1g であり、その中第1, 第2実験期の摂取量の50%は主食の米麦飯によるものであり、第3実験期のそれは25%が米麦飯によるものであり老人としては可成り動物性蛋白質を摂取しているものと思われる。

総摂取熱量は第1実験期の平均1日量 1,467 Cal を最低、第2実験期の 1,800 Cal を最高とし第3実験期は 1,652 Cal であつた。

(II) 第1実験期の Ca, P, 並びに窒素平衡

(1) Ca 平衡

第1実験期の Ca 平衡は第2表に示す如くである。

即ち第1実験期の3日間における Ca 摂取量は平均1日 0.38g にしか過ぎないためか3例においては 51~80mg の(-)の平衡が見られ他の3例は何れも平均1日 58~119mg の Ca を蓄積している。次に Ca 吸収率を

$$\frac{\text{Ca 摂取量} - \text{糞便中 Ca 排泄量}}{\text{Ca 摂取量}}$$

の百分率で現わすと、平均1日吸収率は被験者1例において18%であるがその他の者では24~76%の間にある。また平均1日 Ca 尿中排泄量は 0.13~0.21g の範囲にある。

また、作業者群と無作業者群との間では平衡において稍々相違が認められる。即ち作業者は無作業者より蓄積減少の傾向が認められるように思われる。しかし

第1表 平均1日食餌中 Ca, P, 蛋白質, 脂肪, 含水炭素量

栄養素 実験期	Ca (g)	P (g)	蛋白質 (g)	脂 質 (g)	含水炭素 (g)	熱 量 (Cal)
I	0.375	0.763	53.1	12.3	276.7	1,467
II	0.525	0.970	65.1	13.9	343.3	1,800
III	0.605	1.050	93.4	10.0	335.7	1,652

第2表 Ca 代謝 1回目

被 検 者	摂 取 (mg)	排 泄		平 衡 (mg)	吸 收 率 (%)
		尿	尿		
山 ○	383	131	132	+ 119	65
日 ○ 部	387	153	314	- 80	18
泉 ○	382	144	288	- 51	24
福 ○	384	210	253	- 17	34
由 ○	384	196	120	+ 58	68
久 ○	384	186	90	+ 108	76

(註上記3名は軽作業者群, 下段3名は無作業者群)

吸収率が低い事実から見ると、必ずしも排泄が増進したとは断定出来ない。

### (2) P平衡

第1実験期におけるP平衡は第3表に見る如くである。即ちP摂取量においては1日平均0.76gであるが被検者2例において147~188mgの蓄積が見られたが他は52~144mgの(-)の平衡を示している。

次にCaの場合と同様にP吸収率を見ると36~73%の間にある。また作業者群と無作業者群との間に平衡においては相違は認められないように思われるが吸収率においては作業者群の方が無作業者群より低いようである。

### (3) 窒素平衡

第1実験期のN平衡は第4表に示す如くである。即ちこの期間中の蛋白質摂取量は前述の如く1日平均53gを摂取しておりしかもその中50%は副食から摂取しているので窒素平衡は3例においてのみ(-)で他は何れも1日0.07~0.61gの蓄積を示しており、吸収率においては6例とも72~88%の高い吸収率を示している。従つて窒素平衡の面のみから見るに小野陽風園の食餌は老人にとつて可成り高い栄養価を持つものと認められる。

また作業者群と無作業者群との間には平衡において前者が後者より蓄積増加の傾向が見られるようであ

る。これは老人と雖も適度な筋肉運動を伴う労働が窒素蓄積によい影響を与えるものと思われる。

### (Ⅲ) Ca及びP添加期間中のCa, P, 及び窒素平衡

#### (1) Ca代謝

第2実験期においては平常食餌の他にピオカルク錠を朝食、昼食、夕食後それぞれ2錠2錠1錠ずつ与え総計1日0.31gのCaを添加して第5表の如き結果を得た。即ちCa平衡においては被検者1例において(-)の平衡を示した他は何れも0.25g~0.43gの蓄積を示し吸収率においては1例が21%の他は65~81%の範囲にある。而してこれらの結果を第1実験期のそれと比較すると平衡においては6例何れも著しく蓄積が増加してきた。吸収率においても6例何れも増加しており、これらの事実は老人と雖もCaの腸吸収能力は可成り維持されているものと思われる。

#### (2) Pの代謝

第2実験期においては平常食の他にCaの場合と同様に毎日ピオカルク錠を内服させ1日平均P0.18gを添加して第6表の如き結果を得た。即ち摂取量において1日平均1.15gと第1実験期における摂取量より0.4g増えた結果P蓄積量は6例とも72mg~569mgの範囲で蓄積増加となつた。このことはCaと同様老人のP吸収力の健在を示すものといえる。吸収率においては最低57%~69%の範囲にあり第1実験期と比べ

第3表 P代謝 1回目

被 検 者	摂 取 (mg)	排 泄 (g)		平 衡 (mg)	吸 収 率 (mg)
		尿	尿		
山 ○	763	371	204	+ 188	73
日 ○ 部	764	394	482	- 114	36
泉 ○	763	344	476	- 57	37
福 ○	763	462	410	- 108	46
由 ○	763	531	284	- 52	62
久 ○	763	405	210	+ 147	72

第4表 窒 素 出 納

被 検 者	摂 取 (g)	排 泄 (g)		平 衡 (g)	吸 収 率 (%)
		尿	尿		
山 ○	8.50	6.76	1.12	+0.61	86
日 ○ 部	8.50	7.16	2.23	-0.87	72
泉 ○	8.50	6.57	1.56	+0.36	81
福 ○	8.50	7.52	2.24	-1.26	72
由 ○	8.50	7.97	0.96	-0.44	88
久 ○	8.50	7.37	1.04	+0.07	87

て4例は吸収増加を示しているが他の2例は却つて吸収率減少を示している。

また作業者群と無作業者群との間には平衡においても吸収率においても差異は認められない。

### (3) 窒素代謝

第2実験においては窒素摂取量1日平均10.42gで前実験期の摂取量より1.9g増えその中50%は副食のさんま、塩鱈等動物性蛋白質であつたがその結果は第7表の如くである。

即ち窒素平衡において1例において僅かに(-)であつたが他はすべて(+)で1日0.9g~2.6g(平均2.3g)の蓄積増加であつた。吸収率においては1例において74%で他は78%~87%(平均83%)であり前回の吸収率(平均81%)と略々差異がなかつた。

### (IV) Ca及びP添加継続後のCa, P, 及び窒素平衡

#### (1) Ca代謝

前述の如く9月15日より10月14日まで1カ月間Ca及びPを添加するためビオカルク錠を朝食、昼食、夕食後に各々2錠2錠1錠の割りで毎日継続内服せしめ、その最終期間である10月10日より10月14日までの5日間に第3回目のCa, P, 及び窒素の出納を調べた。その結果は第8表の如くであるがこの実験期間中被検者の中の1名が下痢症のため排便が不能になり出納を見ることが出来なかつた。

Ca摂取量においては、食餌からの0.6gの中542mgは副食より摂取したものであり、311mgをビオカルクにより添加したものである。

而してCa平衡においては1例が(-)である他は

第5表 Ca代謝, 2日目ビオカルクとしてCa 311.5 mg 添加

被検者	摂取 (mg)	排泄 (mg)		平衡 (mg)	吸収率 (%)
		尿	尿		
山 ○	846	219	258	+ 368	69
日 ○ 部	847	224	666	- 42	21
泉 ○	844	194	218	+ 430	74
福 ○	848	293	295	+ 259	65
由 ○	846	206	210	+ 430	75
久 ○	846	302	158	+ 384	81

第6表 P代謝, 2回目, ビオカルクとして184.4 mg 添加

被検者	摂取 (mg)	排泄 (mg)		平衡 (mg)	吸収率 (%)
		尿	尿		
山 ○	1155	559	420	+ 176	63
日 ○ 部	1155	554	486	+ 115	57
泉 ○	1155	461	382	+ 311	67
福 ○	1155	687	396	+ 72	64
由 ○	1155	214	371	+ 569	67
久 ○	1155	517	253	+ 425	69

第7表 窒素出納 II

被検者	摂取 (g)	排泄 (mg)		平衡 (g)	吸収率 (%)
		尿	尿		
山 ○	10.42	6.82	1.38	+2.21	86
日 ○ 部	10.42	7.81	2.66	-0.04	74
泉 ○	10.42	6.36	1.48	+2.57	85
福 ○	10.42	7.23	2.21	+0.93	78
由 ○	10.42	7.13	1.39	+1.89	86
久 ○	10.42	6.50	1.25	+2.67	87

何れも 260mg~503mg までの範囲で明らかな蓄積増加傾向が認められる。吸収率においては同じ 1 例が 19% の低率である他は 51%~70% の範囲にあり第 2 実験に比べると何れも吸収率が著しく低下している。これは平衡においても同様で 1 例のみが前回よりも蓄積が増加している他は何れも蓄積傾向が減少している。これは老年者においては Ca 摂取量が 1 日所要量より不足する間は Ca 摂取量が多くなればなる程蓄積量も増えていくが Ca が老年者の外内に飽和状態に達るとそれより余剰の量は蓄積沈着しないようである。

### (2) P 代謝

第 3 実験の P 出納は第 9 表の如くである。

即ち P 摂取量が 1 日平均 1.23g である。平衡においてはすべて蓄積の傾向を示したが前回より更に増加

したものの 3 名、減少したものの 2 例で他は 1 例が下痢症で脱落したりしたため一定の傾向は見られなかつた。吸収率においても 51%~72% の範囲で前回より増加したものの 2 例、減少したものの 3 例で著しい傾向はなかつた。

### (3) 窒素平衡

第 3 実験期 5 日間の 1 日平均窒素摂取量は 14.94g でその中 75% は副食より摂取したもので可成り動物性蛋白質に富めるものである。第 10 表について平衡を見るに何れも蓄積増加著しく 1 日平均 4.04g~7.18g (平均約 6g) の範囲に蓄積し前回の平均 2g 蓄積に比して格段の相違がある。吸収率でも最低 80% 最高 89% の範囲で全例何れも前回の吸収率より増加を示している。これら窒素蓄積は後述の熱量出納の項でも述べる

第 8 表 Ca 代謝 3 回目, 2 回目の 3 週間後ピオカルクとして Ca 311.5mg 添加

被 検 者	摂 取 (mg)	排 泄 (mg)		平 衡 (mg)	吸 収 率 (%)
		尿	尿		
山 ○ 日 ○ 部 泉 ○	932	150	279	+ 503	70
	927	171	410	+ 345	55
福 ○ 由 ○ 久 ○	932	213	749	- 30	19
	932	117	430	+ 384	53
	932	215	456	+ 260	51

第 9 表 P 代謝 3 回目

被 検 者	摂 取 (mg)	排 泄 (mg)		平 衡 (mg)	吸 収 率 (%)
		尿	尿		
山 ○ 日 ○ 部 泉 ○	1235	653	382	+ 200	69
	1235	501	334	+ 399	72
福 ○ 由 ○ 久 ○	1235	667	594	+ 73	51
	1235	243	433	+ 559	64
	1235	562	471	+ 301	61

第 10 表 窒 素 出 納 量 III

被 検 者	摂 取 (g)	排 泄 (g)		平 衡 (g)	吸 収 率 (%)
		尿	尿		
山 ○ 日 ○ 部 泉 ○	14.94	6.69	1.87	+6.37	87
	14.94	6.53	1.76	+6.64	89
福 ○ 由 ○ 久 ○	14.94	8.34	2.55	+4.04	80
	14.94	6.25	1.50	+7.18	89
	14.94	7.31	1.62	+6.02	89

ように I カ月半における体重の著しい増加に影響があるように思われる。

#### (V) 脂肪代謝

脂肪の代謝に関しては第11表の如くである。

即ち 1 日摂取量は第 I 実験期, 第 3 実験期を通じて 10~13.9g 程度であり摂取量としては多いものでなかつた。そのためか吸収率は最低77%~最高96%で老年者としては可成り吸収がよいように思われる。しかし成年者の脂肪の吸収率が90%前後なのと比べると3栄養素の中老年者にあつて脂肪の吸収が最も不良であるように思われる。

#### (VI) 熱量代謝

Ca, P, 窒素の出納と併せて脂肪, 糖質の出納も調べて熱量代謝を調べた。その結果は第12表の如くである。即ち摂取熱量は 1467 Cal~1800 Cal で必ずしも高熱量ではないがその中蛋白質は 53g~93g であり, 質的には良好なものと思われる。I 実験期吸収率においては 1 例のみが94%の他は96~97%となつている。II 実験期吸収率は摂取熱量が 1800 Cal に増加した結果 2 例が僅かに上昇, 1 例は著変なく他の 4 例は却つて減少している。第 III 実験期においては更に吸収率が全例にわたつて減少して94%~96%程度となつている。蓋し老年者においては 1 日 1500 カロリー前後

が必要にして充分な熱量であると思われるがそれにして95%前後の吸収率といい, また別表 I カ月間における著しい体重増加といいこれらは老年者と雖も腸吸収力が壮年者に比しそれ程低下していないようである。

### 考 察

#### (1) 老人の Ca 所要量について

実験成績が示すように本邦老人の Ca 出納は 1 日 0.4g の摂取で平衡に達するようである。対象とした老人の平均体重は 50kg であるから体重 1kg につき 8mg が平衡を得るに要する所要量となる。これを以て直ちに 1 日所要量と考えてもよいが, しかしそれには考慮すべき点が多々ある。老人は Edward J. Stieglitz が指摘するように年齢と共に生理的能力の個人差が大きくなつている。これは今回の代謝実験に際しても認められ一般に慢性便秘傾向が認められたがその様相は各様であつた。また Ca 吸収に影響するとされている胃減酸症や無酸症者が多いとされている<sup>11)</sup>。国立栄養研究所の速水<sup>12)</sup>らは 4 名について代謝実験を行つた結果, その平均摂取量 513mg で略々平衡が維持され, そのときの Ca 利用率を30%としてこの摂取量ならば確かに平衡の維持が可能であるはずであるとし

第11表 脂肪代謝 (1日)

被検者番	実験期	摂取量 (g)	尿中排泄量 (g)	吸収率 (%)
1	I	12.3	1.3	89
	II	13.9	1.2	91
	III	10.0	2.0	80
2	I	12.3	0.5	95
	II	13.9	3.0	78
	III			
3	I	12.3	2.5	79
	II	13.9	1.4	89
	III	10.0	1.5	85
4	I	12.3	2.8	77
	II	13.9	2.3	83
	III	10.0	2.1	79
5	I	12.3	0.7	94
	II	13.9	0.5	96
	III	10.0	1.3	87
6	I	12.3	0.5	95
	II	13.9	1.6	88
	III	10.0	2.1	79

第12表 熱量出納

被検者番	実験期	摂取熱量 (Cal)	吸収熱量 (Cal)	吸収率 (%)	体重増加 (kg)
1	I	1467	1429	97	4.0
	II	1800	1757	97	
	III	1652	1588	96	
2	I	1467	1421	96	4.0
	II	1800	1689	93	
	III	1652			
3	I	1467	1411	96	4.0
	II	1800	1756	97	
	III	1652	1559	94	
4	I	1467	1381	94	9.0
	II	1800	1715	95	
	III	1652	1553	94	
5	I	1467	1436	97	2.0
	II	1800	1745	96	
	III	1652	1587	96	
6	I	1467	1433	97	7.0
	II	1800	1739	96	
	III	1652	1576	95	

ている。即ち体重 1kg 当り 12.8mg となる。

欧米では Owen は 65歳から 69歳の老人 4名について 3日間の代謝実験を行い Ca の 1日所要量を 520mg とし、また Leitch も 1日所要量 550mg としており、Schermann は 1日所要量 450mg という数値をあげている。これらは平均体重を 60kg の老人の仮定とすれば体重 1kg につき約 8mg であり著者の成績と略々一致している。しかし Ohlson らは Ca 1日所要量体重 1kg につき 14.1mg だとし、また Ackerman も 69歳~77歳の老人については 18.5mg であるとしているがこの所要量の開きは先述した個人差や或いは実験条件の相違などによるものと思われる。ともかく体格食習慣を異にする欧米人と比べても大した差異は認められないようであり、本邦老人の Ca 所要量は児玉も指摘しているように体重 1kg 当り 10mg と考えるのが妥当なところではないかと思われる<sup>13)</sup>。

#### 労働と Ca 代謝について

Ca がアドレナリンと協同して重筋肉労働の際に交感神経緊張状態を来すこと古くからいわれているがそのため重労働開始とともに尿中 Ca 排泄が漸減し、労働後に尿中 Ca 排泄が増加するとされている<sup>14)</sup>。しかし今回の実験では 1日を通じた全尿について尿 Ca 排泄を見たものであるが、これは労働の影響を認められないようであった。これは労働後の休憩や睡眠時間が代償的に Ca 尿中排泄の減少を来すためや労働が屋内の軽労働で 6時間の短時間労働であったためであろうと思われる。

#### Ca 吸収における馴れの現象について

Stearns<sup>15)</sup> は長期間乏しい Ca の摂取に馴れていたものに多量の Ca を添加した場合数カ月後でないかと充分に Ca 同化機能を発揮出来ないという知見を発表し、食事歴の影響を蒙る恐れのあることを示唆している。しかし著者の実験成績では Ca を添加して高カルシウム食餌とした直後から吸収量は増加し、1カ月半後においても格別それ以上吸収率が増加するという事実は見られなかつた。これは対象老人の平常食がそれ程低 Ca 食餌でなかつたためとも解釈できるがとにかく Stearns くの所見と相反する結果を得たものようである。

#### 老人の Ca 吸収と蛋白質について

一般に蛋白質の摂取は Ca の吸収を増すとされている<sup>16)</sup>。老人では殊に筋肉運動不足のため筋萎縮を来し組織蛋白が年齢とともに失われ同時に Ca も失われて行くといわれている<sup>17)</sup>。この点からいつて老人はある程度の Ca を摂取すると同時にある程度の筋肉運動をさせることが筋肉蛋白を維持すると同時に Ca 出納

の負となるのを防ぐのに役立つのではないかと思われる<sup>18)</sup>。

その他老人では Ca 平衡維持が困難であるとされるのは老人は Ca 源として最も有効な牛乳や乳製品を好まないことも手伝って Ca 不足を来すといわれている<sup>19)</sup><sup>20)</sup> が著者の成績では適当な献立では牛乳或いは乳製品を用いなくても老人期の所要 Ca 量を摂取し得ることを示したものと見える。

#### (2) P 代謝について

実験の結果は P 1日の摂取量 760mg では平衡が(一)になるものが多く、1100mg では全部が(+)の平衡に達したので大体 1000mg の内外で平衡を維持できるものと思われる。これは体重 1kg 当り 20mg である。

欧米人については Schermann は P の 1日所要量を 900mg とし、また Owen は 1200mg だとしている。何れにしても大体 1000mg 内外で平衡を維持できるようで、これは本邦人と比べて略々一致している。

また P の吸収には年齢、ビタミン D などの影響が残らぬとされているが<sup>21)</sup>、本邦老人の 1日所要量は体重 1kg につき 20mg が妥当ではないかと思われる。

#### 労働者と磷について

磷酸量は筋肉活動時の物質代謝に深い関係を持つているが代謝実験を通じて見た労働と磷の関係は著者の成績では何も差は見られなかつた。しかしこの点は個人差や実験条件を考慮に入れて今後検討を要する問題であろうと思う。

#### (3) 老人の蛋白質摂取量について

著者の実験成績では蛋白質 1日摂取量 53g では窒素出納は(一)の傾向となり、1日 65g では平衡が(+)になつているから大体 1日 60g で平衡を維持できるようである。これは体重 1kg 当り 1.2g である。而して代謝実験全期間 1ヶ月半という短期間で対象老人 6名とも平均 4kg の体重増加が認められた。これは 9月から 10月という季節の関係も考慮に入れなければならないが蛋白質の摂取が質及び量ともに十二分であったことを示すものといえる。

欧米人についても Kountz<sup>22,23)</sup> らは老人の蛋白質必要量は若い人と同じく最低 1日体重 1kg 当り 1g であるとし、但し窒素平衡が負の状態にあるものが正の釣合状態にするためには体重 1kg 当り 2g の蛋白質摂取が必要であるとしている。

而して Ohlson<sup>24)</sup> らは老人は他の如何なる形の欠乏症よりも蛋白質欠乏症に罹り易いがこれは老人が蛋白性食品を好まないためによるものであろうといつて

る。老人は35%に無酸症が認められまた Pepsin, Trypsin の分泌も年齢とともに減少しているが蛋白質の消化に当つては Elepsin が代償するために老人の蛋白質消化吸収力は決して衰えないといわれている<sup>25)</sup>。著者の実験においても気候などの条件がよければ蛋白質消化力は大きく減退しているものでないことを示しているものといえよう。従つて老人の体内蛋白質の欠乏は消化力以外の要素も原因するもので老人の筋肉運動量の減少や蛋白質摂取量の僅少及び体内蛋白質代謝異常(肝臓機能低下が体内蛋白質総量の減少に関係する)<sup>26)</sup>などが原因として考えられるわけである。

#### 労働と蛋白質代謝について

労働が蛋白質代謝を高めるか否かについては内外ともに少なからぬ研究がある。欧米でも筋肉労働によつて尿素素排泄の1日全量が増加するというもの(Campbell, Cathcart, Wilson)や熱量が十分であれば変化しないというもの(Kaup, Shaffer Mitchell)や逆に減少するというもの(Loewy, Borustein, Caspari)などがありその結論は一致していない。著者の成績では作業が蛋白質代謝に与える影響は特別に認められなかつた。

#### (4) 老人と脂肪代謝について

実験成績で示した如く老人では脂肪の吸収状況は他の栄養素における状態よりも低下の傾向が強いといえる。

Jacob Mayer らの研究によると老年になつても Lipase の分泌は殆んど減少しないという。従つて吸収の低下はそれ以外の運動不足や内因的な要素が原因になつていられると思われる。Herzstein, Wang によると老人では脂肪を摂取すると24時間にもわたつて血中に高濃度に脂肪が存し血中脂肪処理能力が低くなつているといふ<sup>27, 28)</sup>がこれらのことがその一因ではないかとも思われる。

## 結 論

今度の老人の Ca 及び P を主とした代謝実験で明らかに得た成績は次の如くである。

1) 老人 Ca の1日所要量は体重 1kg につき約 10mg である。

2) 老人の P 1日所要量は体重 1kg につき約 20mg である。

3) 蛋白質1日所要量は体重 1kg につき約 1.2g である。

4) 老人の栄養素吸収能力は成人に比べて殆んど衰えてはいない。それで食餌中の栄養素の質と量をよくすれば吸収量を増加させることができるが、一定度の吸

収量に達するとそれ以上は増加を示さずこの量は一般成人より低い。

稿を終るに臨み御指導を賜つた石崎教授、三根助教授、高野博士に感謝申し上げると共に便宜を供与された小野陽風園各位に深謝致します。

## 参 考 文 献

- 1) Owen, E. C. : Bioch. J., 33, 22 (1939).
- 2) Schermann, H. C. : J. Biol. Chem., 41, 173 (1920).
- 3) Schermann, H. C. : J. Biol. Chem., 44, 21 (1920).
- 4) Ohlson, M. A. : J. Dietet. Ass., 24, 292 (1948).
- 5) Ackerman, P. G. : J. of Geront., 8, 289 (1953).
- 6) West, R. : Science, 107, 348 (1948).
- 7) Meyer, J. : Arch. Int. Med., 55, 171 (1940).
- 8) Roberts, P. H., Kerr, C. H. & Ohlson, M. A. : J. Am. Dietet. Ass., 24, 292 (1943).
- 9) 永原太郎 : 食糧分析, 108頁, 雄山閣, 1948.
- 10) Fiske, C. H. & Subbarow, Y. : J. Biol. Chem., 66, 375 (1952).
- 11) Pollard, W. S. : Arch. Int. Med., 51, 903 (1933).
- 12) 速水 決 : 国立栄養研究所研究報告, 昭和30年度, 14頁.
- 13) Steggerda, E. A. & Mitchell, H. H. : J. Nutr., 17, 253 (1939).
- 14) 齋藤 一 : 労働科学, 22, 3 (1946).
- 15) Stearns, G. : J. Amer. Med. Assoc., 142, 478 (1950).
- 16) McCance, R. A., Widdowson, E. M. & Lehmann, H. : Biochem. J., 36, 686 (1942).
- 17) Brozck, J. & Keys, A. : Geriatrics, 8, 70 (1953).
- 18) Vintler-Paulsen, N. : Geriatrics, 8, 76 (1953).
- 19) Roberts, P. H., Kerr, C. H. & Ohlson, M. A. : J. Am. Dietet. Ass., 24, 293 (1943).
- 20) Kane, G. G. & McCay, C. M. : J. Geront., 2, 244 (1947).
- 21) Nicolaysen, R. : Biochem. J. 31, 107, 122 (1937).
- 22) Kountz, W. B., Hofstatter, L. & Ackermann, P. : Geriatrics, 3, 171 (1948).
- 23) Schermann, H. C., Gillcrt, L. H. & Osterberg, E. : J. Biol. Chem., 46, 97 (1926).
- 24) Ohlson, M. A., Roberts, P. H. & Nelson, P. M. : J. Am. Dietet. Ass., 24, 286 (1948).
- 25) Chinn, A. B., Lavik, P. S. & Cameron, D. B. : J. of Geront., 11, 151 (1956).
- 26) Tuttle, W. W., Hurvath, S. M. & Presson, L. E. : Geriatrics 8, 333 (1953).



- 27) **Becker, G. H., Meyer, J. & Necheles, H.:** **C. & Stewart, H. C. :** J. Physiol., **90**, 78  
Science, **18**, 529 (1949).            28) **Frazer, A.** (1937).

#### Abstract

It is necessary to know the requirements of the nutritive elements for old men in order to keep their health.

Therefore the author attempted some experiments in the metabolism of these elements, chiefly Ca, P, at the "Ono" old people's home.

The results of the experiments are summarized as follows.

- (1) The quantity of Ca necessary for old men is approximately 10mg/kg per day.
  - (2) The required amount of P for them is approximately 20 mg/kg per day.
  - (3) The required amount of protein is approximately 1.2 g/kg per day.
  - (4) The absorptivity of the nutritive elements of old men is much the same as that of young adults.
-