乳タンパク質および乳タンパク質加水分解物の 消化吸収障害ラットにおける栄養学的影響

中 村 強, 栗 林 稔

吉 原 大 二, 竹 下 保 義

雪印乳業株式会社生物科学研究所

Nutritional Effects of Milk Protein and Milk Protein Hydrolysate in Mann-Williamson Rats

Tuyoshi NAKAMURA, Minoru KURIBAYASHI, Daiji YOSHIHARA
and Yasuyoshi TAKESHITA

Research Institute of Life Science, Snow Brand Milk Products Co., Ltd.,
Shimotsuga-gun, Tochigi 329-05

J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci., **50**, 355~361 (1997)

The nutritional effect of a milk protein hydrolysate (MPH) consisting of di- and tripeptides was compared with that of milk protein (MP) in Mann-Williamson (MW) rats which had been treated surgically to bypass bile and pancreatic secretions into the ileum. During 3 days, from the 3rd to the 5th day after the operation, the biological value and nitrogen balance in MW rats fed the MPH diet (MPH group) were significantly higher than those in rats fed the MP diet (MP group). The level of 3-methylhistidine and the ratio of 3-methylhistidine/creatinine in the urine of the MPH group were significantly lower than those in the MP group. Furthermore, serum protein, total protein and albumin levels in the MPH group were significantly higher than those in the MP group. These results indicate that MPH may be utilized more effectively than MP in the absence of bile and pancreatic juice in the small intestine.

Key Words Mann-Williamson rats, milk protein hydrolysate, milk protein, nutritional effect.

(Received April 24, 1997)

1968年にAdibiら¹⁾およびMatthewsら²⁾がジおよびトリペプチドとアミノ酸の腸管吸収性における相違を報告して以来、ジ・トリペプチドに関し多数の栄養学的な研究が行われてきた。その結果、ジ・トリペプチドは同一組成のアミノ酸混合物よりも吸収速度や吸収時のアミノ酸バランスに優れ、また両者の吸収機構や吸収部位はお互いに異なること^{3)~5)}などが明らかとなった。さらに、ジ・トリペプチドを投与した場合の体内利用性は同一組成のアミノ酸混合物と比べ差がないとする報告⁶⁾はあるものの、多くの報告^{7)~9)}ではアミノ酸混合物に比べ優位であるとしている。

一方、ジ・トリペプチドを含むタンパク質加水分解物に関し、基質であるタンパク質との対比で栄養学的な相違も検討されている。その結果、タンパク質加水分解物はタンパク質に比べ、体内利用性や栄養状態の改善に有

効であること⁹⁾¹⁰⁾が明らかにされている。さらに、著者ら¹¹⁾は門脈血の遊離アミノ酸量を測定することで腸管吸収性にも優れることを報告してきた。しかしながら、タンパク質加水分解物のタンパク質に対するこれら優位性に関しては、いずれも健常ラット¹⁰⁾¹¹⁾あるいは消化管手術後ラット⁸⁾⁹⁾での検討に限られており、タンパク質加水分解物の易吸収性に着目して消化吸収能が障害された状態での栄養学的な効果については未だ検討されていない。

そこで本実験では、胆汁・膵液を回腸下部に分泌するように外科的手術を施して、消化吸収能を障害させたラット(Mann-Williamsonラット: MWラット)¹²⁾¹³⁾を作製し、このラットに乳タンパク質の酵素加水分解物(Milk protein hydrolysate: MPH)を摂取させた場合のタンパク質代謝や栄養状態に及ぼす影響を、基質である乳タンパク質(Milk protein: MP)を対照として比較検討した。

実験方法

1. 乳タンパク質加水分解物の調製

乳タンパク質加水分解物 (MPH: 雪印乳業㈱) は乳タンパク質を基質とし、微生物由来および動物由来のプロテアーゼを用いて酵素的に加水分解し調製した。また、Bio-gel P-2 を用いたゲル濾過分析の結果、MPH には未分解のタンパク質および分子量 1,500 以上のペプチドが含まれないことを確認した。

2. 実験動物

5 週齢 SD 系雄ラット (日本チャールズ・リバー㈱) を導入し、ラット用標準飼料 (CRF-1: オリエンタル酵母工業㈱) にて 1 週間予備飼育した後、実験に使用した。

MW ラットは既報¹³⁾ と同様に作製した。すなわち、予備飼育終了後一晩絶食させたラットをネンブタール麻酔下にて正中線より切開し、胃幽門部 0.5 cm 肛門側の十二指腸とトライツ靱帯 2 cm 肛門側の空腸上部で腸管を切

断し、胃幽門部肛門側と空腸口側の断端は互いに端々縫合した。遊離させた腸管の口側は盲端とし、肛門側は回腸下部 (回盲部 2 cm 口側) に端側縫合した。閉腹後はただちにペニシリン G カリウム明治 (明治製菓㈱) をラット 1 匹当たり 1,000 単位筋肉内投与した。また、手術後一晩は縫合不全を防ぐ意味で絶食絶飲とした。

3. 試料の調製

本実験で使用した飼料の組成を Table 1 に示した。試験飼料中の主たる窒素源は乳タンパク質加水分解物 (MPH) を、また標準飼料の主たる窒素源は乳タンパク質 (MP) とし、さらに両飼料ともアミノ酸組成をほぼ同一とするため、Table 1 に示すように結晶アミノ酸を補足した。なお、両飼料とも窒素量は 2.6% と同一とし、また飼料中のアミノ酸組成は常法によりアミノ酸自動分析

Table 1. Experimental diets and animals.

Components	MPH ^{a)} diet (Mann-Williamson rats)	MP ^{b)} diet (Mann-Williamson rats) (Normal rats)
MPH ^{a)}	(g) 18.7	—
MP ^{b)}	—	17.6
L-Val	—	0.4
L-Met	0.3	0.3
L-Ile	—	0.4
L-Trp	0.1	0.1
L-His	—	0.1
(Nitrogen)	(2.6)	(2.6)
Medium-chain triglyceride (g)	8.5	8.5
Safflower oil	3.5	3.5
Dextrin	66.1	66.7
Mineral mixture ^{c)}	2.6	5.0
Vitamin mixture ^{d)}	0.2	0.2
Total weight (g)	100.0	102.8
Energy (kcal)	432	432

^{a)} MPH: Milk protein hydrolysate in Table 3.

^{b)} MP: Milk protein. ^{c)} Mineral composition/100 g diet: Na, 298 mg; K, 510 mg; Ca, 190 mg; Mg, 60.5 mg; P, 229 mg; Cl, 458 mg; Fe, 2.72 mg; Zn, 4.06 mg; Mn, 0.691 mg; Cu, 99.3 μg. ^{d)} Vitamin composition/100 g diet: Retinol palmitate, 893 IU; Cholecalciferol, 58 IU; Tocopherol acetate, 2.89 mg; Phytonadione, 0.272 mg; Thiamin, 0.87 mg; Riboflavin, 0.97 mg; Pyridoxine, 1.07 mg; Cyanocobalamin, 1.36 g; Ascorbic acid, 97 mg; Pantothenate, 4.06 mg; Nicotinamide, 10.7 mg; Folic acid, 0.108 mg; Biotin, 16.64 μg.

Table 2. Amino acid composition^{a)} of nitrogen sources in the experimental diets.
(Weight %)

Amino acids	MPH diet	MP diet
Thr	4.0	3.9
Val	6.3	6.9
Cys	0.4	0.5
Met	4.5	4.1
Ileu	5.2	6.0
Leu	8.8	8.3
Phe	4.8	4.4
Trp	1.5	2.0
Lys	7.6	7.3
His	2.8	2.8
Asp	6.8	6.6
Ser	5.5	5.3
Glu	20.3	19.4
Gly	1.8	1.7
Ala	2.8	2.8
Tyr	3.2	5.2
Arg	3.5	3.3
Pro	10.2	9.5

^{a)} Values are determined on a Hitachi 835 amino acid analyzer following complete hydrolysis.

Table 3. Features^{a)} of nitrogen sources in MPH diet.

Average peptide length	2
Free amino acid (Weight %)	33
Di, tripeptide	49
Others ^{b)}	18

^{a)} Values are determined by the modified method of Mashima.¹⁴⁾ ^{b)} Not contained the unhydrolysed milk protein and the peptide more than molecular weight 1,500.

Tables 4. Schedule of energy administration for normal and Mann-Williamson rats.

Days	1	2	3~6	7~9	10~12	13~16	17~20	21~26
Energy administration(kcal/day/rat)	10	17	36	42	48	54	70	77

計 (日立 835 型) にて測定し, その結果を Table 2 に示した。さらに, 試験飼料における窒素源の平均ペプチド鎖長, 遊離アミノ酸含量およびジ・トリペプチド含量は, Mashima ら¹⁴⁾ の方法に準じて測定し, その結果を Table 3 に示した。

脂肪は, 両飼料とも必須脂肪酸源としてサフラワー油を配合し, また脂肪の吸収障害によるエネルギー不足を防ぐ目的で MW ラットであっても良好に吸収される¹³⁾ 中鎖脂肪酸トリグリセリドを主体として配合した。

4. 実験群および飼育条件

実験群は, MW ラットに試験飼料あるいは標準飼料を与えたもの (それぞれ MW-MPH 群, MW-MP 群), および健常ラットに標準飼料を与えたもの (健常群: Normal) の計 3 群とした。

飼育はすべてステレンス製代謝ケージにて行い, 飼育環境は温度 $24 \pm 1^\circ\text{C}$, 湿度 $50 \pm 10\%$ で, 午前 7 時~午後 7 時までを明期とした。術後飼育期間は 4 週間とし, 期間中は体重や飼料摂取量を毎日午前中に測定した。手術前日および手術当日は絶食とし, その後は Table 4 に示すとおり, 飼料を漸次増量させて与えた。水は手術当日のみ絶飲とし, その後は自由摂取とした。また, 健常群についても, 手術群と同一条件で飼育した。

なお, 吻合部狭窄や縫合不全などにより飼育途中で死亡したラットを除き, MW-MPH 群 10 匹, MW-MP 群 5 匹, 健常群 11 匹について経過を観察した。

5. 生体試料分析方法

手術後 3~5 日目の 3 日間に尿および糞を採取した。さらに, 27 日目に一晚絶食させ, 翌日午前中にネブタール麻酔下にてラット後大静脈より全血液を採取し屠殺した。採取した尿は濾紙で濾過後一定量に希釈し, また血液は常法により遠心分離して血清を採取し, いずれも分析に供するまで -20°C に保存した。採取した糞は凍結乾燥後に粉碎して, 分析に供するまでデシケータ内で室温保存した。保存した血清, 尿および糞の各測定項目は, それぞれ以下に示す方法にて測定した。

1) 血清タンパク 血清総タンパク (TP), アルブミン (Alb) およびアルブミン/グロブリン比 (A/G) 比は, 血清自動分析装置 (日立 7150 型) にて定量した。

2) 見掛けの窒素吸収率, 生物価および窒素出納 見掛けの窒素吸収率, 生物価および窒素出納は, 以下の方法にて求めた。すなわち, 投与エネルギー量から投与窒素量を, またミクロケルダール法にて尿中および糞中窒

素排泄量を測定し, 次の式にて算出した。

$$\text{見掛けの窒素吸収率 (\%)} = (A - C) \cdot 100 / A$$

$$\text{生物価 (\%)} = (A - B - C) \cdot 100 / (A - C)$$

$$\text{窒素出納 (mg/3 日間)} = A - B - C$$

A: 投与窒素量, B: 尿中窒素排泄量, C: 糞中窒素排泄量

3) 尿中窒素化合物排泄量 尿中 3-メチルヒスチジン (3MH) 濃度は尿を 6N 塩酸で 200°C , 24 時間処理し, 完全に加水分解した後, アミノ酸自動分析機 (日立 835 型) にて定量した。また, 尿中クレアチニン (CRE) 濃度は Folin-Wu 法 (クレアチニンテスト-ワコー: 和光純薬株) にて定量した。採尿期間 3 日間における尿中 3MH および CRE 排泄量は, それぞれの尿中濃度およびこの期間中の尿量から算出した。

6. 統計的解析

群ごとに平均値および標準偏差を求めた。また, 各群間の有意差は一元配置分散分析後, Fisher 型の多重比較法により検定し, 有意水準は 5% 以下とした。

実験結果

1. 体重増加率およびエネルギー効率

各群の実験開始時体重, エネルギー摂取量, 体重増加量およびエネルギー効率を Table 5 に示した。実験開始時体重およびエネルギー摂取量では, いずれも群間に有意差が認められなかった。飼育全期間における体重増加量およびエネルギー効率では, MW ラット両群は健常群に比べ, 低値もしくは低値を示す傾向が認められた。一方, MW ラット両群間で比較すると, 体重増加量では両群ともほぼ同等であり, またエネルギー効率では有意差が認められないものの, MW-MPH 群がやや高値を示す傾向にあった。

実験開始時体重 (手術日) を 100 とした場合の体重の変化率を Table 6 に示した。MW ラット両群は健常群に比べ, 飼育全期間を通じて低値で推移した。また, MW ラット両群間では, MW-MPH 群が MW-MP 群に比べ飼育全期間を通じて高値で推移し, とくに術後早期の 5 日目および 10 日目において有意な高値を示した。

2. 見掛けの窒素吸収率, 窒素出納および生物価

手術後 3~5 日目の 3 日間における見掛けの窒素吸収率, 生物価および窒素出納を Fig. 1 に示した。見掛けの窒素吸収率では, MW ラット両群とも健常群に比べ有意な低値を示したが, MW ラット両群間で比較すると, 有

Table 5. Comparison of body weight gain and energy efficiency ratio between normal and Mann-Williamson rats fed the diets in Table 1.

Groups	Number of animals	Initial body weight (g)	Energy intake (kcal)	Body weight gain (g)	Energy efficiency ratio*
MW-MPH	10	158±9	1315±62	100±9 ^a	7.62±0.52 ^{ab}
MW-MP	5	160±8	1380±43	103±3 ^a	7.48±0.13 ^a
Normal	11	160±15	1388±35	125±10 ^b	9.19±0.41 ^b

Values are means±SD. * Weight gain per 100 kcal of energy intake. ^{a,b} Means with different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 6. Comparison of changes in relative body weights(%) * of normal and Mann-Williamson rats fed the diets in Table 1.

Groups	Operation	Post operated day						
		1	5	10	15	20	25	27
MW-MHP	100	95.2±0.8	97.5±2.2 ^a	104.7±3.6 ^a	119.3±3.6 ^a	138.6±4.7 ^a	158.3±4.9 ^a	164.0±5.7 ^a
MW-MP	100	94.8±1.9	93.7±4.6 ^b	100.1±3.8 ^b	115.2±4.0 ^a	135.7±3.2 ^a	155.1±4.5 ^a	161.8±6.0 ^a
Normal	100	95.2±0.8	98.1±2.4 ^b	109.1±3.1 ^c	128.2±5.8 ^b	151.0±7.7 ^b	172.6±9.9 ^b	179.0±10.2 ^b

Values are means±SD. * The percentage of initial body weight. ^{a,b,c} Means with different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 7. Comparison of urinary 3-methylhistidine (3MH), creatinine (CRE) and 3MH/CRE ratio in days 3 to 5 between normal and Mann-Williamson rats fed the diets in Table 1.

Groups	3 MH (mg/3 days)	CRE (mg/3 days)	3MH/CRE ratio
MW-MPH	0.723±0.151 ^a	11.3±1.1	0.0653±0.0126 ^a
MW-MP	0.941±0.230 ^b	11.6±0.8	0.0804±0.0146 ^b
Normal	0.657±0.111 ^a	11.1±1.2	0.0588±0.0045 ^a

Values are means±SD. ^{a,b} Means with different superscript letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$.

Fig. 1. Comparison of apparent nitrogen absorbability, biological value and nitrogen balance in days 3 to 5 between normal and Mann-Williamson rats fed the diets in Table 1.

Values are means±SD. ^{a,b,c} Means with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

意差は認められなかった。窒素出納および生物価では、両指標とも MW ラット両群が健常群に比べ有意な低値を、また MW ラット両群間では MW-MPH 群が MW-MP 群に比べ有意な高値を示した。

3. 尿中窒素化合物

手術後 3～5 日目の 3 日間における尿中 3MH, CRE 排泄量および 3MH/CRE 比を Table 7 に示した。3MH では、MW ラット両群は健常群に比べ高値を示す傾向にあり、とくに MW-MP 群では有意な高値を示した。また、MW ラット両群間で比較すると MW-MPH 群は MW-MP 群に比べ有意な低値を示した。CRE 排泄量では、すべての群でほぼ同等の値を示した。3MH/CRE 比では、3MH と同様、MW ラット両群は健常群に比べ高値を示す傾向にあり、また MW ラット両群間で比較すると MW-MPH 群は MW-MP 群に比べ有意な低値を示した。

4. 血清タンパク

血清中の TP, Alb および A/G 比を Fig. 2 に示した。

Fig. 2. Comparison of levels of serum proteins between normal and Mann-Williamson rats fed the diets in Table 1.

Values are means $\pm$ SD. ^{a,b} Means with different superscripts are significantly different at $p < 0.05$.

TP および Alb とともに、MW-MPH 群は健常群とほぼ同等の値を示し、MW-MP 群に比べ有意な高値を示した。A/G 比はすべての群間で有意差が認められなかった。

考 察

本実験では、栄養素のおもな消化吸収部位である小腸において胆汁・膵液を欠損させたラット (MW ラット)¹²⁾ を作製し、このラットを消化吸収障害モデルとして使用した。これまでに、著者ら¹³⁾¹⁵⁾ は MW ラットの消化吸収性やタンパク代謝に及ぼす影響、ならびにモデルとしての有用性を検討してきた。その結果、MW ラットの窒素吸収は見掛けの吸収率で 90% 弱と脂肪 (見掛けの吸収率 60% 弱) ほど顕著ではないものの障害されること、またラット用標準飼料を約 1 カ月投与した MW ラットの体重増加は健常ラットに比べて著しく抑制されること、窒素の体内利用性や血清タンパク濃度も有意に減少することなどを明らかにしてきた。また従来、消化吸収障害モデルとして使用されている総胆管を結紮したラットでは胆管閉塞による膵臓の萎縮や肝臓の機能障害などが発生し¹³⁾、長期間にわたる飼育実験には使用し難いと考えられた。これに対し、MW ラットでは胆汁・膵液の分泌は正常であるため、膵臓や肝臓の機能障害は発生しないことを認めており¹⁵⁾、したがって MW ラットは比較的長期間飼育することの可能な、消化吸収障害モデルとしてきわめて有用な病態モデルであることを報告した。

さらに本実験でも、飼育 3~5 日目に採尿採糞期間を設け、この時期における MW ラットの特徴を健常ラット (健常群) との比較で検討した。その結果、同一飼料を摂取させた MW ラット (MW-MP 群) の窒素吸収率や生物価および窒素出納では、いずれの値とも健常ラットに比べ有意な低値を示すことが認められた。また、体タンパク質の約半分を占める骨格筋タンパクの異化量であ

る尿中 3MH 排泄量¹⁶⁾¹⁷⁾ および 3MH/CRE 比¹⁶⁾ では、MW ラットは有意な高値を示すことが認められた。したがって、本実験結果からも MW ラットの消化吸収は障害されていること、投与した窒素源の体内保留は抑制され、また体タンパク質の異化も亢進していることが確認された。

以上のような特徴を有する MW ラットを用い、試験飼料としてジ・トリペプチドと遊離アミノ酸含量がほぼ一定比率 (それぞれ 49% および 33%) となった乳タンパク加水分解物 (MPH) を、一方標準飼料として MPH の基質である乳タンパク質 (MP) をそれぞれ主たる窒素源として配合した 2 種類の飼料を作製し、これら投与窒素源の形態の違いがタンパク質代謝や栄養状態に及ぼす影響を検討した。

飼育全期間における体重増加量やエネルギー効率において窒素源の形態の違いによる影響は観察されなかった。しかしながら、術後比較的早期である 5 日目と 10 日目の体重変化率では、MPH 投与により有意な高値を示すことが認められた。以上の結果から、MP に比べて、MPH はとくに術後早期で良好な体重増加をもたらす可能性が示唆された。

生物価は吸収窒素に対する体内保有率を示し、窒素出納は窒素の体内保有量を示すとされている。そこで、窒素源の形態の違いによる体内利用性への影響をこれら指標にて検討した。その結果、MP に比べて MPH を投与した MW ラットでは生物価および窒素出納とも有意な高値を示し、またこの値はより健常群の値に近似することが認められた。したがって、MW ラットのような消化吸収障害下に投与する窒素源として、MPH は MP に比べて効率よく体内で利用される窒素源であると考えられた。

また、窒素源の形態の違いによる体タンパクへの影響を観察する目的で、体タンパクの約半分を占める骨格筋タンパクの異化量である尿中 3MH 排泄量¹⁶⁾¹⁷⁾ を、また骨格筋量を間接的に示すとされる尿中 CRE 排泄量¹⁸⁾ をそれぞれ測定した。その結果、尿中 CRE 排泄量では投与窒素源の形態の違いによる影響が認められなかった。しかし、MW ラットの尿中 3MH 排泄量は MPH の投与により有意に改善すること、さらに尿中 3MH/CRE 比¹⁶⁾ を算出したところ、この結果でも MPH 投与により有意に改善することが認められた。すなわち、先に示した生物価や窒素出納の結果では MPH は効率よく体内で利用される窒素源であることが示唆されており、加えて尿中 3MH 排泄量などの結果から MPH は骨格筋タンパクの異化をも抑制する可能性が示唆された。

血清中の TP および Alb 濃度は生体の栄養状態を鋭敏に反映するとされている。そこで、窒素源の形態の違

いが MW ラットの栄養状態に及ぼす影響を観察する目的で、血清 TP および Alb 濃度を指標として比較検討した。その結果、両指標とも MPH 投与により高値を示すことが認められた。これまでの報告¹³⁾¹⁵⁾ および本実験結果から、MW ラットは血清タンパク濃度の低下する、いわゆる低栄養の状態にあると考えられるが、MW ラットに MPH を投与した場合、血清タンパク濃度の低下も抑制することが認められた。すなわち、以上の結果から、消化吸収障害下に投与する窒素源として MPH は MP に比べ栄養状態の改善にも有効性を示すと考えられる。さらに、栄養状態は投与した窒素源の体内利用性に密接に関連することから、この結果からも MPH は体内利用性に優れた窒素源であることが示唆された。

従来、門脈血中へのアミノ酸の取り込み量を測定し、その結果ジ・トリペプチドは遊離アミノ酸に比べ吸収性に優れるとの報告¹⁴⁾⁵⁾ がなされている。また、著者ら¹¹⁾ もこれまで、本実験と同様の窒素源、すなわちジ・トリペプチド含量の高い乳タンパク加水分解物 (MPH) とその基質である乳タンパク質 (MP) とを用い、これら窒素源の腸管吸収性における相違を門脈血中濃度の変化にて比較検討してきた。その結果、MPH は MP に比べ、単位時間当りの吸収量で著しい高値を示すこと、また門脈血中に取り込まれたアミノ酸バランスも優れていることを見だしている。しかしながら、本実験では見掛けの窒素吸収率において MW-MPH 群と MW-MP 群の両群間に有意な差が認められず、したがって見掛けの窒素吸収率では従来の報告¹⁴⁾⁵⁾ やこれまでの著者らの検討結果¹¹⁾ とは一致していない。その理由については、本実験結果のみでは不明であるが、糞中窒素には消化酵素や腸粘膜の剝離したものなどの内因性タンパク質由来ならびに腸内細菌由来の窒素が比較的多く含まれており²⁰⁾、見掛けの窒素吸収率では吸収以外の要因にも多大に影響される。したがって、門脈血中濃度にて窒素源の吸収性を検討した場合に比べて、見掛けの窒素吸収率では感度の点で劣り、このため本実験結果では明確な差が認められなかったとも考えられる。

タンパク質加水分解物とタンパク質との動物やヒトにおける栄養学的な違いについては、すでに多くの実験⁸⁾⁹⁾¹¹⁾¹⁹⁾ に検討されている。その結果、タンパク質加水分解物はタンパク質そのものに比べて栄養状態の維持改善に有効であるとの報告⁸⁾⁹⁾¹¹⁾ が多い。加えて、本実験ではタンパク質加水分解物の易吸収性に着目し、このものを消化吸収障害ラットに投与した場合のタンパク代謝や栄養状態に及ぼす影響を検討した。すなわち、体重変化率、窒素出納、尿中窒素化合物および血清タンパク濃度などの結果から、MPH は MP に比べて体内利用性や栄養効果の面で優ることが示唆された。

さらに、これまで著者ら¹⁵⁾ は、本実験と同様の消化吸収障害モデル (MW ラット) を用い、MPH のタンパク質代謝などに及ぼす影響を同一組成のアミノ酸混合物と対比させて検討しており、その結果 MPH はアミノ酸混合物と比べても体内利用性や栄養状態の改善に優れた窒素源であることを報告している。すなわち、本実験結果とも考え合わせると、MPH は基質である乳タンパク質や同一組成のアミノ酸混合物に比べ、消化管術後の消化吸収障害下に投与する窒素源として栄養学的に有効な素材の一つであると判断された。

要 約

胆汁・膵液を回腸下部に分泌するように外科的手術を施して、消化吸収能を障害させたラット (MW ラット) を作製し、このラットに乳タンパク質の酵素加水分解物 (MPH) を摂取させた場合の体内利用性や栄養状態に及ぼす影響を、基質である乳タンパク質 (MP) を対照として比較検討した。

1) エネルギー効率において、MW-MPH 群は MW-MP 群に比べ高値を示す傾向にあった。また体重変化でも、とくに術後早期において MW-MPH 群が MW-MP 群に比べ高値を示す傾向にあった。

2) 生物価および窒素出納において、MW-MPH 群は MW-MP 群に比べ有意な高値を示した。また、尿中 3-メチルヒスチジン排泄量および 3-メチルヒスチジン/クレアチニン比において、MW-MPH 群は MW-MP 群に比べて有意な低値を示した。

3) 血清総タンパク濃度およびアルブミン濃度において、MW-MPH 群は MW-MP 群に比べ有意な高値を示した。

以上の結果から、乳タンパク質加水分解物である MPH はその基質である MP に比べ、体内利用性をはじめとする栄養学的有効性が認められ、このことから消化管術後の消化吸収障害下に投与する窒素源として、MPH は MP に比べ有用である可能性が示唆された。

文 献

- 1) Adibi, S. and Phillips, E.: *Clin. Res.*, **16**, 46 (1968)
- 2) Craft, I.L., Geddes, D., Hyde, C.W., Wise, I.J. and Matthews, D.M.: *Gut*, **9**, 425 (1968)
- 3) 荒井総一: 栄養と食糧, **31**, 47 (1978)
- 4) 藤田博茂, 高原裕夫, 高井茂治, 今富亨亮, 亀岡一裕, 川原弘行, 郷 宏, 古味信彦: *JJPEN*, **5**, 627 (1983)
- 5) Cheeseman, C.I. and Parsons, D.S.: *Biochim. Biophys. Acta*, **373**, 523 (1974)
- 6) 山本 茂: 栄養誌, **39**, 81 (1986)
- 7) Imondi, R. and Stradley, P.: *J. Nutr.*, **104**, 793 (1974)
- 8) 小林展章, 吉村 弘, 日笠頼則: 日外報, **53**, 125 (1984)
- 9) 中坊幸弘, 山田かよ子, 萩平 博: 栄養誌, **38**, 57

- (1985)
- 10) Rouanet, J.M., Zambonino Infante, J.L., Caporiccio, B. and Pejoan, C. : *Ann. Nutr. Metab.*, **34**, 175 (1990)
 - 11) 吉原大二, 中村 強, 林 直樹, 柳井 稔, 川西悟生 : *薬理と臨床*, **1**, 305 (1991)
 - 12) Lambert, R. : *Surgery of the Digestive System in the Rat*, 439 (1965), Charles Thomas, Publisher (Springfield)
 - 13) 中村 強, 林 直樹, 吉原大二, 柳井 稔, 川西悟生 : *栄食誌*, **44**, 377 (1991)
 - 14) Mashima, Y., Horibe, K., Oshiba, I. and Yamasaki, K. : *Clin. Nutr.*, **3**, 17 (1984)
 - 15) 中村 強, 栗林 稔, 林 直樹, 吉原大二, 柳井 稔, 川西悟生 : *薬理と臨床*, **2**, 161 (1992)
 - 16) 西澤直行 : *栄食誌*, **36**, 409 (1983)
 - 17) 船引龍平 : *外科と代謝・栄養*, **24**, 1-21 (1990)
 - 18) 金子佳代子, 天谷節子, 小池五郎 : *栄食誌*, **36**, 341 (1983)
 - 19) 杉山傾吉, 江川 真, 高田康二, 恩塚 博, 大場健吉 : *栄食誌*, **44**, 13 (1991)
 - 20) Nasset, E.S. and Ju, J.S. : *J. Nutr.*, **74**, 461 (1961)

(1997 年 4 月 24 日受理)