

蛋白質의 生理學的 營養學的 機能

Physiological and Nutritional Functions of protein

高麗大學校 醫科大學 生化學教室

朱 軫 淳

一 目 次

1. 蛋白質의 生理的機能

- A. 蛋白質의 役割
- B. 體蛋白質의 代謝

2. 蛋白質의 營養的機能

- A. 蛋白質의 質과 아미노酸
- B. 必須 아미노酸의 必要量
- C. 아미노酸의 均衡과 有効性

1. 蛋白質의 生理的機能

우리가攝取한蛋白質은胃腸內에서消化酵素의作用에依해amino酸으로分解되어吸收된다음體內에서主로必要한여러蛋白質로合成되고一部는蛋白質以外物質로된다.

A. 蛋白質의 役割

가. 組織의 新生과 補修

吸收된amino酸은各組織에 이르러 ①成人에서는各組織에必要한蛋白質을合成하고消耗된組織成分의補修에쓰인다.成人에서도體蛋白質은固定的인것이아니고언제나新陳代謝가旺盛하여 끊임없이置換되고있다.即體蛋白質은한편으로는繼續해서分解되고또한편으로는같은速度로새로히合成補充되어平衡狀態를維持하고있다.

②發育, 成長期에 있어서는發育成長에 따른組織의新生에쓰인다.即1)骨格의成長에必要하다.骨格은Ossein이라는蛋白質이支柱組織이되어이에磷酸칼슘 등이沈着되어形成된다.故로骨格의發育成長에는蛋白質이꼭必要하다.2)또蛋白質은赤血球中の重要成分인血色素(Hemoglobin=Hb)의重要成分의하나이며發育成長期에는血球의生成이旺盛하다.成長速度가빠를수록組織의新生에必要한amino酸의總必要amino酸量에對한比率이增加한다.

正常血液 100ml中에는14~16gm의血色素가있고體

重 60kg인 사람의 循環血液中 血色素總量은 約 610g 이나 되며 그中 約 5.4g(900mg/kg)이 每日 破壞되고 同時に 새로 合成補充 된다.

그리고攝取한蛋白質이組織의新生과補修에어느程度利用되고體內에蓄積될것인가는그攝取한蛋白質의“質”에따라다르다.

나. 血漿蛋白質의 形成:血漿蛋白質은主로albumin, globulin 및 fibrinogen으로이中albumin과fibrinogen의全部와globulin의約80%는肝에서合成된다.長期間에걸쳐蛋白質의攝取가不充分하면특히albumin의形成이低下되어血漿中albumin量이減少된다.따라서血漿蛋白質의albumin과globulin의比率(A/G比)이正常때는1.2/1이던것이albumin의減少가甚하면1/1.2로뒤바뀌는일이있는데이A/G比는營養失調같은때에크게變動되어重要視된다.또이血漿蛋白質도繼續해서그一部分은置換되며總循環血漿蛋白質은每月그量이交替된다고한다.

다. 組織蛋白質과 血漿蛋白質의 合成에 使用된 以外の amino酸은 거의 全部 肝에서 分解되어 우선 ④ amino基가 離脫 되어 amino基는 1) 다른 Keto酸과 化合하여 새로운 非必須 amino酸을 形成하든가 2) 尿素(Urea)를 形成하여 尿로 排泄된다. ⑤amino酸에서 amino基가 離脫된 나머지 部分은 1) 分解(酸化)되어 熱源으로 쓰이든가(蛋白質 1g로부터 4k-cal의 熱을 發生). 2) 그 一部는 糖質 또는 脂肪으로 轉換되어 體 內에 蓄積 되기도 한다.

라. 蛋白質은 體內 酵素, Hormones, 免疫體 등의 原料로 쓰인다.

마. 蛋白質은 血液이나 其他 體液의 酸度를 一定 하게 維持하는데 緩衝劑로서 重要한 役割도 하고 있다. 蛋白質은 그分子內에 陽性ion(+)과 陰性ion(-)을 가진 兩性 ion 또는 雙極子 ion(Zuritter ion)을 가지고 있어서 어떤 狀態에서는 酸性으로 作用하고 또 어떤 狀態에서는 알카리性으로 作用하여 緩衝劑로서 作用하여 血液이나 其他體液의 酸·알카리 平衡維

持에 關與한다.

B. 體蛋白質의 代謝

가. 體蛋白質의 構成

人體를 構成하는 蛋白質의 約 45%는 筋肉에, 約 17%는 骨格에, 約 10%는 皮膚와 脂肪組織에 存在하고, 約 8%는 血液에, 約 10%는 肝等の 臟器中에 存在하고 其他가 約 10%이다.

나. 窒素平衡(Nitrogen Balance)

成人에서는 攝取한 蛋白質中의 窒素量과 體外로 排泄되는 窒素量(尿·糞 및 汗中에 排泄)은 大略 同量으로서 이런 狀態를 “平衡된 狀態”라고 부르며 窒素(蛋白質中 N 含量은 約 16%, $N量 \times 6.25 = 蛋白質量$ [但 係數 6.25는 蛋白質의 種類에 따라 多少 다르다])의 攝取量과 排泄量이 서로 均衡을 維持하고 있음을 뜻한다.

發育成長期에서는 攝取한 蛋白質은 成長(新組織의 形成)에 利用되어 體內에 保留되는 것이 많음으로 攝取된 窒素量보다 體外로 排泄된 窒素量이 적게 된다. 이런 狀態를 Positive N-Balance이라한다. 反對로 攝取한 窒素量보다 體外로 排泄된 窒素量이 더 많을 때를 Negative N-Balance라고 하며 흔히 饑餓 蛋白質 攝取不足, 熱病, 火傷, 手術後等 窒素(蛋白質)의 損失이 甚할때에 볼수있는 狀態이다.

또 蛋白質代謝에 關係하고 있는 Hormones로는 成長 Hormone 男性 Hormone, 甲狀腺 Hormone, 腦下垂體 Hormone 및 副腎皮質 Hormone等 여러 Hormone이 알려져 있는데, 이들 Hormones의 分泌異常으로써 蛋白質의 合成이나 amino酸代謝異常이 오면 窒素平衡에도 異常이 생긴다.

이 窒素平衡은 蛋白質의 營養判定이나 蛋白質의 勸漿量 또는 最低必要量을 決定하는 基準으로 利用되기도 한다. 그 1例로서 amino酸 混合物을 사람에게 먹이고 그 窒素平衡을 보면 Lysine이나 Tryptophan 같은 必須 amino酸이 含有되어 있지 않으면 2日 後부터 Negative N-Balance를 보이고 이들을 添加해 주면 2日 後부터는 Positive N-Balance를 보이는데 이것은 이들 amino酸이 缺如되면 體蛋白質合成이 제대로 이루어지지 못하며 따라서 이들 amino酸이 必須 amino酸임을 알수가 있을 것이다.

다. 蛋白質代謝와 Vitamin

攝取한 蛋白質은 거의全部 amino酸으로 分解되어 吸收되고 吸收된 amino酸은 體內에서 必要한 여러가지 蛋白質로 다시 合成되는데 이들 amino酸은 各各 여러가지 經路를 거쳐 變化되어 利用될수도 있다. 그

經路에는 1) amino 轉位(Transamination), 2) 酸化의 脫 amino作用(Oxidative deamination) 및 3) 脫炭酸作用(Decarboxylation) 등이 있다.

1) V-B₆(Pyridoxine) : 어떤 amino 酸의 amino基(-NH₂)를 다른 Keto酸에 넘겨서 새로운 amino酸을 形成하는 作用을 amino 轉位作用이라 하는데 이때 amino轉位酵素(Transaminase)가 必要하며 이 酵素作用에는 V-B₆가 꼭 必要하고 또 amino 酸의 炭酸基(-COO)가 離脫되는 作用(Decarboxiation)에는 脫炭酸酵素(Decarboxylase)가 必要하며 이 酵素도 V-B₆의 도움이 꼭 必要하다. 萬一 體內에 V-B₆가 不足되어 있으면 이 酵素들이 제대로 作用못하게 되고 따라서 體內 蛋白質代謝가 제대로 이루어지지 못하게 된다.

2) V-B₂ (Riboflavine) : 어떤 amino酸이 酸素를 얻어 酸化의으로 그 amino酸을 離脫시키는 反應(Oxidative deamination)은 Flavin酵素(V-B₂成分含有)에 의해 이루어지며 이 反應은 肝에서 旺盛히 이루어 저서 體內에서 利用하지 못하게 된 amino酸은 모두 이 反應에 의해 amino基가 離脫되고 그 amino基는 主로 尿素로 合成되어 體外로 나가고 그 amino酸의 나머지 部分은 熱源으로 利用 되게 된다.

3) Biotin : amino酸에서 離脫되어 尿素를 合成하게 되는 amino基는 우선 CO₂와 結合되어야 하는데 그結合 反應에는 Biotin이라는 vitamin이 있어야 한다.

4) 其他 Nicotinic acid, Folic acid(葉酸), V-B₁₂, V-C等 여러 Vitamin들도 各各 amino酸 代謝에 關與하고 있다.

2. 蛋白質의 營養的機能

成人에서 食事에 蛋白質이 含有되어 있지 않은 飮食單을 攝取하여도 그 尿中에는 1日 約 3g의 窒素(約 18g의 蛋白質에 相當量)가 排泄된다. 이量은 體內組織蛋白質의 分解에 의한 것임으로 最少限 이程度以上量의 蛋白質은 攝取하여야 하겠다.

發育成長이 旺盛한 時期에는 그에 所要되는 充分한 蛋白質을 더 攝取해야 함은 勿論이다. 糖質이나 脂肪은 窒素를 含有하지 않음으로 이들로 부터는 體構成成分인 蛋白質이 合成될수는 없지만 이들 熱量源의 攝取가 不足하면 體內에서는 攝取한 蛋白質이 體蛋白質合成에 利用되지 못하고 蛋白質의 一部가 熱量으로 利用 되게 됨으로 이들熱量源의 不足은 自然히 體內蛋白質營養에 影響을 끼치게 된다.

그런데 人間은 本能的으로 空腹을 메우기 위해 飮食을 攝取하는데 이는 必要 熱量의 補充이라고 할수 있는데 反하여 蛋白質의 不足이나 缺乏에 對한 空腹이라든가 그補充을 爲한 攝取에 對한 本能的인 能力

은 없으므로 蛋白質攝取에 對하여서는 여러가지로 意識的인 努力이 必要하고 또한 이는 蛋白質營養上 매우 重要한 問題이기도 하다.

A. 蛋白質의 質과 아미노酸

蛋白質은 그 種類가 大端히 많고 動物性蛋白質이 植物性蛋白質보다 營養效果가 좋고 또 植物性蛋白質도 白米의 蛋白質은 小麥蛋白質보다 質이 좋은것 等 여러 蛋白質間에 서로 營養效果에 差異가 있음이 알려져 있다. 그 代表的인 1例로서 有名한 Osborne-Mendel의 實驗結果의 一部를 다음圖에서 볼수있다. 이들은 熱源이나 其他 營養素를 充分히 含有하고 各種 蛋白質을 各 15~16% 含有한 飼料로 白鼠를 30日 飼育하고 그間의 體重의 增減을 各蛋白質別로 比較한 것이다. 이圖에서 보는바와 같이 植物性蛋白質에도 差異가 매우 큼을 알수있다.

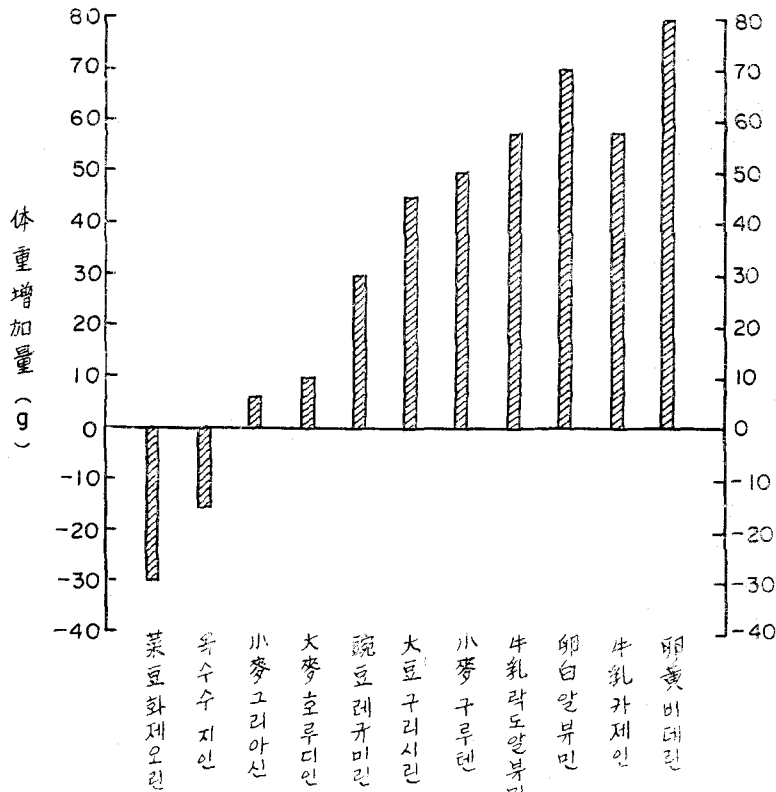
그런데 이結果로 成長效果가 不良한 옥수수 蛋白質 지인(Zein)에는 Tryptophan(트리프토판)과Lysine(라이신)을 小麥蛋白質中 그리아신Glycine)에는 Lysine을 各各添加해주면 成長效果가 매우 良好해진다. 이事實은 營養學的으로 質이 좋지 못한 蛋白質은 어떤

種類的 amino酸이 不足하기 때문이고 蛋白質의 營養價에 差異가 생기는데는 이들을 蛋白質을 構成하고 있는 amino酸의 種類와 量에 따른다고 생각할 수 있다.

가. 必須 amino酸과 非必須 amino酸

蛋白質을 構成하고 있는 amino酸은 20餘種이 있고 이들 amino酸이 여러가지로 結合되어 形成된 蛋白質의 種類는 無數히 많다. 우리가 攝取한 蛋白質도 體內에서 一段모두 消化되어서 amino酸으로 分解되어서 吸收되어 體蛋白質을 다시 合成함으로 動物을 蛋白質 代身 amino酸 混合物만을 먹여도 蛋白質의 效果를 나타낼 수 있을 것이다. 이點에 對하여 Osborn, Mendel, Mitchell, Rose 等の 여러 學者들이 研究한 結果 成長期의 白鼠에 있어서는 Lysine(라이신), Phenylalanine(페닐알라닌), Tryptophan(트리프토판) Histidine(히스티딘), Leucine(루신), Isoleucine(아이소 루신), Threonine(스레오닌), Methionine(마사이오닌), Valine(베일린), Arginine(아지닌) 等10種이 不可缺 amino酸임이 밝혀지고 必須 amino酸(Essential amino acids)이라고 불리워지고 있다.

그러나 必須 amino酸이란 뜻은 食物中에 꼭含有



單一蛋白質이 白鼠成長에 미치는 效果(蛋白質 15~16% 30日間飼育) (Osborne & Mendel)

되어야 하는 amino酸이라는 것이며 體內에서 體蛋白質이 合成될때에는 勿論 이들 必須 amino酸 以外の amino酸들도 必要的 것이지만 그들은 다른 amino酸으로부터 體內에서 만들어 利用될수도 있는 것이다. 따라서 實際로는 必須 amino酸 以外에도 非必須 amino酸도 相當량이 있어야 動物의 成長이 圓滑할 것은 勿論이다.

이에 비해 體重의 變化가 없는 動物(成熟動物)에 대하여서는 窒素平衡을 基準으로 한 研究(Wissler)로 前期 10種의 必須 amino酸中에서 Arginine을 除外한 나머지 9種의 amino酸이 成熟白鼠에서 必須 amino酸임이 밝혀졌다.

나. 人間の 必須 amino酸

動物實驗으로 定한 必須 amino酸은 그대로 人間에게 適宜될 것인가는 疑問이다. 人間에 對한 必須 amino酸 決定에 對하여는 Albanese는 幼兒에 對한 實驗에서 成熟動物에서와 같이 Lysine, Phenylalanine, Tryptophan, Histidine, Leucine, Isoleucine, Threonine, Methionine, Valine等 9種이 必須 amino酸이고 Rose는 成人에 對해 實驗하여 前記 9種中에서 Histidine을 除外한 8種이 成人에게 必須 amino酸임을 밝혔다.

B. 必須 amino酸의 必要量

實際적으로 攝取하는 蛋白質中의 必須 amino酸의 量的인 比率이 다르면 成長速度가 다르므로 成長速度를 最大로 效果를 내는 混合比率과 量이 있을 것이다. (成長期) 또 窒素平衡을 維持하는데 必要的 必須

amino酸의 最低必要量이 있겠고, 그로부터도 最適混合比率과 量이 있을 것이다(成人). 이에 對하여 Holt는 乳兒에 對하여 中川는 學童에 對하여, 그리고 Rose와 Leverton等은 成人에 對하여 必須 amino酸 必要量을 다음表와 같이 定했다.

이表에서 보아 알수 있듯이 體重 kg當의 必要量은 乳兒가 成人의 10배나 되어 成長期에는 amino酸의 必要가 많고 따라서 蛋白質의 必要量도 많음을 알수 있다.

C. Amino酸의 均衡과 有効性

體內에서 必要的 蛋白質이 合成될때에 必須 amino酸만 생각해 보아도 合成에 必要的 各 amino酸이 同時에 高루 있어야 體蛋白質 合成이 제대로 이루어지는 것이며 그중 어느것이든 不足하면 合成이 제대로 이루어 질수없게 된다. 또 攝取하는 蛋白質이 9%以下로 적은量 일때에는 어느 必須 amino酸(특히 Methionine이나 Lysine)量이 지나치게 많으면 오히려 害毒作用이 생기기 쉽다. 이와 같이 攝取하는 蛋白質量의 水準이나 必須 amino酸들을 均衡있게 攝取해야 蛋白質의 營養效果가 제대로 기록된다.

그리고 蛋白質의 營養效果는 amino酸 特別히 必須 amino酸의 量과 均衡 그리고 蛋白質 消化, 吸收率에 依해 定해진다. 即 化學的分析의 結果로 그 含有量이 決定되어 있어도 體內에서의 實際적인 利用은 여러가지 差異가 있다. 이와같이 體內에서 實際로 利用되는 것은 “有効性 amino酸”이라고 부르며 그 利用比率을 利用率이라 한다. 그예를 다음表에 들어본다.

人間の 必須 amino酸 必要量

區分 研究者 kg 日當 Amino酸	乳 兒	學 童	成 人			
	Holt 等	中 川 等	Rose 및 Leverton 等			
	mg/體重 kg/日	mg/體重 kg/日	g/70kg/日	mg/體重 kg/日	g/58kg/日	mg/體重 kg/日
			男		女	
Histidine	34	—	—			
Phenylalanine	90	27	1.10	15.7	1.12	19.3
Tyrosine	—					
Leucine	150	45	1.10	15.7	0.62	10.7
Isoleucine	126	30	0.70	10.0	0.45	7.8
Valine	105	33	0.80	11.4	0.65	11.2
Lysine	103	60	0.80	11.4	0.50	8.6
Methionine	45					
Cystine	—	27	1.10	15.7	0.55	9.5
Threonine	87	35	0.50	7.1	0.31	5.3
Tryptophan	22	7	0.25	3.6	0.16	2.7

各種蛋白質中の amino酸 利用率(白鼠)

Amino酸 蛋白質		Amino酸 利 用 率 (%)				
		Methionine	Lysine	Tryptophan		Iso leucine
牛 乳	Casein	70~92	76		80.9	65~70
牛 乳	Zein					30~31
脫 脂 牛 乳		59~60	83		94	
全 卵			98			
大 豆		55~75	49~80	121~132	87	96~106
豚 肉		66~69	69		89	86~91
	Ham			83~207		
牛 肉		68~89	87	93~95	99	76~86
燕 麥		70	77	117		
麥 芽		66	65			