

흰쥐에 있어 탄수화물의 종류에 따른 단백질의 체내 이용에 관한 연구

홍 명 복 · 김 미 경

이화여자대학교 식품영양학과

Effect of Glucose, Starch, Sucrose on the Protein Utilization in Weanling Rats

Hong Myoung-Bock, Kim Mi-Kyung

Department of Food Nutrition, Ewha Women's University

=ABSTRACT=

This study was conducted to compare effects of various types of dietary carbohydrates fed with different levels of protein on the protein utilization in weanling rats.

Sixty male Sprague-Dawley rats weighing 60 ± 1.3 grams were adapted for 1 week with 77% starch-15% casein diet. Then the animals were divided into 12 groups according to body weight and fed each experimental diet for two weeks.

Carbohydrates used were glucose, starch, and sucrose and the amount of protein given were 0g, 1g, 3g, 5g casein/day.

Protein portion of the diet was fed in two separate feedings per day while non-protein portion was fed ad libitum.

It seemed that there was no significant difference in the protein utilization by using the different kinds of carbohydrate, but in P.E.R., N.P.U., weights of organs and protein and lipid in total carcass, glucose groups were tended to be slightly lower than starch and sucrose groups.

The larger the amount of casein given, the higher were the value of body weight gain, F.E.R., weights of organs, total lipid in carcass and the amount of nitrogen retention.

On the while, the larger the amount of casein given, the lower were the value of the intake of non-protein portion, P.E.R., N.P.U. and the percentage of nitrogen retention.

서 론

단백질은 모든 동물체에 있어서 성장과 유지를 위해 필수적으로 요구되는 영양소이면서도 세계적으로 가장 부족되는 영양소 중의 하나다.

단백질이 동물의 성장에 미치는 영향에 대해서는 앞서 많은 실험보고들을 통해서 밝혀졌으며¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾, 단백질과 아미노산의 체내이용에 미치는 여러인자들에 대해서도 많은 연구보고가 있다⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾. Nageswara¹⁴⁾에 의하면 곡류, 서류, 콩류등과 같이 종류가 다른 탄수화물을 섭취하였을때 단백질의 체내이용에 영향을 미친다고 하였다. 이러한 것은 탄수화물 급원에 따르는 소화율과도 관계가 있다고 하였으며 각각 다른 탄수화물의 stomachemptying의 차이에 영향이 있더라도 보고하였다¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾. 이에 본인은 탄수화물의 급원

에 따른 영향 뿐만 아니라 종류에 따라서도 단백질의 이용에 영향을 미치는가를 알아 보고자 glucose, starch, sucrose의 3가지 탄수화물을 선택하였으며 또한 각 탄수화물이 어떤 단백질수준에서 단백질을 가장 효율적으로 이용케 하는지를 알아 보기 위해 탄수화물의 종류와 단백질의 양을 달리하여 이에 따른 흰쥐의 체구성 성분과 여러장기에 미치는 영향및 단백질의 이용을 알아 보고자 본실험을 하였다.

실험방법

1. 실험동물의 사육

생후 21일된 체중이 $60.0 \pm 1.3g$ 인 Sprague-Dawley 종 수컷흰쥐 60마리를 체중에 따라 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의하여 5마리씩 12군으로 나누어 표 1과 같은 내용으로 3주간 사육하였다.

표 1. 실험군의 분류와 내용

실험군	식 이 내 용	
	적응식이섭취기간(실험 1주)	실험식이섭취기간(실험 2주, 3주)*
Glucose-casein 0g	77% starch-15% casein 식이무제한섭취	무단백식이무제한섭취 + casein 0g/일
Glucose- " 1g	"	" " 1g/일
Glucose- " 3g	"	" " 3g/일
Glucose- " 5g	"	" " 5g/일
Starch-casein 0g	"	" " 0g/일
Starch- " 1g	"	" " 1g/일
Starch- " 3g	"	" " 3g/일
Starch- " 5g	"	" " 5g/일
Sucrose-casein 0g	"	" " 0g/일
Sucrose- " 1g	"	" " 1g/일
Sucrose- " 3g	"	" " 3g/일
Sucrose- " 5g	"	" " 5g/일

*실험 2주, 3주에는 casein은 무단백식이와는 별도로 Seperate Feeding Method에 의하여 하루의 양을 오전 10시, 오후 5시 2번에 나누어 주었다.

2. 실험동물의 식이

적응기간에는 표 2와 같이 77% starch-15% casein 식이를 1주일간 섭취시켰다. 실험식이로 사육시에는 탄수화물 급원으로 glucose, starch, sucrose를 각각 사용하였으며 표 3 단백질은 섭취량과 섭취시간을 조절하기 위하여 별도로 seperate feeding method에 따라 하루에 casein 1g, 3g, 5g을 각각 섭취시켰다. 이 양은 흰쥐의 1일 평균 식이섭취량을 20g으로 보았

을때 단백질 함유율 5%, 15%, 25%의 근거리씩 산출하였다. casein을 하루 섭취량을 오전 10시, 오후 5시 두번에 나누어 주었으며 무단백식이와 물은 제한없이 먹도록 하였다.

전실험기간을 통하여 각군마다 식이섭취량과 체중을 측정하였고, 사료효율과 단백질효율및 N.P.U를 산출하였다. 또한 간, 신장, 골격근육중 비복근의 무게및 수분, 지방, 단백질함량과, 체내총지방및 단백질량을

표 2. 적응식이의 구성성분 /kg diet.

구성성분	적응식이 77% starch 15% casein)	식이
Corn-Starch	770g	
Casein	150g	
Cotten seed oil	40g	
① Salt mixture	40g	
② Vitamin A.D. Mixture	1CC	
③ Fat Soluble Vitamins	2CC	
④ Water Soluble Vitamins	+	
⑤ Vitamin B ₁₂	1CC	
합 계	1kg	

측정하였으며, 체내질소보유량 및 보유율을 산출하였다.

실험결과

1) 식이섭취량은 표 4에서와 같이 적응섭취기간에는 각군간에 유의적 차이가 없었다. 실험식이섭취기간의 무단백식이 섭취량은 casein 섭취량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 casein을 포함한 총식이섭취량은 각군간에 유의적 차이가 없었다.

2) 체중증가량은 표 5와 같이 적응기간동안에는 각군간에 유의적 차이가 없었다. 실험식이섭취기간에는 casein 섭취량이 클수록 높은 경향을 보였으나 탄수화

표 3. 무단백식이의 구성성분 /850g diet

구성성분	식이내용		
	Glucose 식이	Corn-starch 식이	Sucrose 식이
Carbohydrate	(Glucose) 770g	(Corn-starch) 770g	(Sucrose) 770g
Cotten seed oil	40g	40g	40g
① Salt mixture	40g	40g	40g
② Vitamin A.D Mixture	1CC	1CC	1CC
③ Fat Soluble Vitamins	2CC	2CC	2CC
④ Water Soluble Vitamins	+	+	+
⑤ Vitamin B ₁₂	1CC	1CC	1CC

표 4. 식 이 섭 취 량 (단위 : g/주)

군	적응식이섭취기간 A			실험식이섭취기간 B					
	1 주			2 주			3 주		
Glucose-casein 0g	77.36±4.51	*N.S		65.29±4.43	c**		58.85±4.49	b	
Glucose- " 1g	86.72±5.63			91.38±6.22	ab		96.51±5.32	a	
				(98.38±5.71)	N.S		(103.51±5.41)	N.S	
Glucose- " 3g	82.43±5.89			76.17±6.26	abc		73.46±8.46	ab	
				(97.17±6.32)			(94.46±8.10)		
Glucose- " 5g	81.67±5.43			62.31±5.98	c		74.13±5.64	ab	
				(97.31±6.32)			(109.13±5.65)		
Starch- " 0g	81.29±5.16			90.58±7.66	ab		63.37±3.38	b	
Starch- " 1g	85.56±5.34			94.49±4.99	a		100.29±5.92	a	
				(102.49±5.14)			(107.29±5.92)		
Starch- " 3g	79.94±7.56			82.72±7.65	abc		87.50±11.72	ab	
				(103.72±6.9)			(108.50±11.20)		
Starch- " 5g	88.62±5.89			71.23±7.56	bc		81.49±5.13	ab	
				(106.23±7.51)			(116.49±5.20)		
Sucrose- " 0g	74.59±2.94			60.37±3.90	c		57.80±4.59	b	

Sucrose-	"	1g	81.76±6.42	95.92±7.62 a (102.92±7.62)	86.71±7.08 ab (93.71±7.01)
Sucrose-	"	3g	79.73±5.51	81.20±7.22 abc (102.20±7.10)	87.00±8.62 ab (108.00±8.30)
Sucrose-	"	5g	86.44±7.12	71.13±6.91 bc (106.13±7.20)	72.07±8.02 ab (107.07±8.00)

* 평균 ± 표준오차

** 각항(Column)에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적인 차이가 있다.

A. 적응식이 섭취기간→모든 군을 77% starch-15% casein 식으로 적응시켰다.

B. 실험식이 섭취기간→ casein 은 각 수준에 따라 일정량을 separate feeding method 로 주었다.

무단백식이 섭취량만을 계산하였고 () 내의 수치는 casein 섭취량을 포함한 총식이 섭취량이다.

표 5. 체 중 증 가 량

(단위 : g/주)

군	1 주	2 주	3 주	총체중증가량(실험기간)
Glucose-casein 0g	18.50±2.32*N-S	-12.7±1.63 b**	-7.92±1.19 b	0.54±2.0 b
Glucose- " 1g	18.61±2.58	9.7±1.09 ab	14.68±0.91 a	47.18±1.51 ab
Glucose- " 3g	18.45±2.50	26.1±2.48 ab	16.74±4.75 a	60.24±8.82 a
Glucose- " 5g	18.49±2.40	29.94±2.86 ab	27.80±3.15 a	76.52±5.69 a
Starch- " 0g	18.59±2.45	-9.22±1.43 b	-7.46±1.21 b	2.74±6.10 b
Starch- " 1g	15.9±3.45	13.44±1.82 ab	15.00±0.45 a	44.34±2.28 ab
Starch- " 3g	15.65±3.13	23.23±5.94 ab	26.50±4.29 a	74.92±12.10 a
Starch- " 5g	16.4±3.15	28.36±6.98 ab	24.33±4.70 a	83.78±6.93 a
Sucrose- " 0g	18.33±2.39	-12.58±1.72 b	-8.03±1.40 b	-5.44±2.10 b
Sucrose- " 1g	17.19±2.85	11.62±1.62 ab	17.98±3.12 a	49.02±2.88 ab
Sucrose- " 3g	17.44±2.70	32.82±3.52 ab	24.92±3.70 a	77.86±7.93 a
Sucrose- " 5g	17.89±2.63	37.34±4.17 a	21.18±6.20 a	83.96±7.91 a

* 평균 ± 표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적인 차이가 있다.

표 6. 사료의 효율(F.E.R.)

군	1 주	2 주	3 주
Glucose-casein 0g	0.242±0.016*N.S	-0.179±0.020 de**	-0.127±0.014 b
Glucose- " 1g	0.265±0.023	0.104±0.014 c	0.143±0.012 a
Glucose- " 3g	0.234±0.021	0.280±0.022 b	0.165±0.039 a
Glucose- " 5g	0.238±0.021	0.306±0.024 ab	0.251±0.020 a
Starch- " 0g	0.239±0.033	-0.132±0.018 de	-0.117±0.019 b
Starch- " 1g	0.180±0.026	0.133±0.021 c	0.141±0.020 a
Starch- " 3g	0.203±0.031	0.310±0.037 ab	0.240±0.023 a
Starch- " 5g	0.205±0.013	0.368±0.012 ab	0.207±0.027 a
Sucrose- " 0g	0.212±0.014	-0.210±0.027 e	-0.150±0.020 b
Sucrose- " 1g	0.233±0.022	0.141±0.024 c	0.198±0.037 a
Sucrose- " 3g	0.236±0.028	0.346±0.024 ab	0.226±0.021 a
Sucrose- " 5g	0.235±0.028	0.407±0.031 a	0.188±0.047 a

* 평균 표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다.

표 7. 단백질효율(P.E.R.)

군	1 주	2 주	3 주
Glucose-casein 0g	1.5780±0.1267*N.S	—	—
Glucose- // 1g	1.7650±0.1210	1.3856±0.1551 ab**	2.0969±0.1295 ab
Glucose- // 3g	1.5581±0.1337	1.2427±0.1180 ab	0.7970±0.3564 c
Glucose- // 5g	1.5920±0.1286	0.8551±0.0818 b	0.7941±0.0899 c
Starch- // 0g	1.5950±0.2037	—	—
Starch- // 1g	1.2028±0.2102	1.9198±0.8586 a	2.1427±0.0681 ab
Starch- // 3g	1.3510±0.2137	1.5720±0.2524 ab	1.2619±0.2042 bc
Starch- // 5g	1.3636±0.0902	1.1762±0.0435 ab	0.6949±0.1343 c
Sucrose- // 0g	1.4066±0.0808	—	—
Sucrose- // 1g	1.5529±0.1195	1.6595±0.2314 ab	2.5682±0.4458 a
Sucrose- // 3g	1.5727±0.1967	1.6455±0.1572 ab	1.1864±0.1762 bc
Sucrose- // 5g	1.5684±0.1717	1.2217±0.1089 ab	0.6049±0.1772 c

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다.

물의 종류에 따른 유의적 차이는 없었다. casein 을 섭취하지 않은군은 성장을 보였다.

3) 사료효율은 표 6에서와 같이 casein 을 1g 준군에서 보다 casein 을 3g, 5g 준군에서 다소 높은 경향을 보였으나 탄수화물의 종류에 따른 유의적 차이는 없었다.

4) P.E.R 은 표 7에서와 같이 casen 섭취량이 증가하면 감소하는 경향을 보였고 탄수화물의 종류에 따라서는 glucose 군이 약간낮은 경향을 보였으나 통계적으로

유의적 차이는 없었다.

5) N.P.U. 는 표 8에서와 같이 casein 섭취량이 증가하면 감소하는 경향이었고 sucrose 군에서 다소 높았으나 탄수화물종류에 따른 유의적 차이는 없었다.

6) 표 9에서 보는바와 같이 체내질소보유량은 casein 섭취량이 큰군에서 높았으며 보유율은 casein 섭취량이 낮은 군에서 높았다. 그러나 탄수화물종류에 따른 유의적 차이는 없었다.

표 8. N.P.U.(Net Protein Utilization)

군	N. P. U.
Glucose casein 0g	—
Glucose- // 1g	0.429±0.034* ab**
Glucose- // 3g	0.175±0.035 c
Glucose- // 5g	0.132±0.021 c
Starch- // 0g	—
Starch- // 1g	0.428±0.022 ab
Starch- // 3g	0.214±0.041 c
Starch- // 5g	0.150±0.025 c
Sucrose- // 0g	—
Sucrose- // 1g	0.538±0.090 a
Sucrose- // 3g	0.252±0.026 bc
Sucrose- // 5g	0.158±0.023 c

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다.

표 9. 체내질소보유량 및 보유율

군	질소보유량 (mg/day)	질소보유율(%)
Glucose-casein 0g	—	—
Glucose- // 1g	108.40±4.30*d**	67.75±2.69 ab
Glucose- // 3g	288.75±19.50 c	60.16±4.06 ab
Glucose- // 5g	522.64±15.18 a	65.33±1.90 ab
Starch- // 0g	—	—
Starch- // 1g	130.68±4.55 d	81.68±2.84 a
Starch- // 3g	320.55±40.50bc	66.78±8.44 ab
Starch- // 5g	523.63±72.55 a	65.46±9.06 ab
Sucrose- // 0g	—	—
Sucrose- // 1g	117.93±5.58 d	73.71±3.49 ab
Sucrose- // 3g	347.01±4.58bc	72.29±0.95 ab
Sucrose, // 5g	464.67±17.29ab	58.08±2.16 b

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다.

표 10. 장기 및 비복근의 무게

(g)

군	간	신	장	비 복 근
Glucose-casein	0g	2.300±0.191* d**	0.649±0.038 d	0.527±0.052 c
Glucose-	1g	3.634±0.225 cd	0.915±0.056 bcd	1.037±0.033 ab
Glucose-	3g	4.556±0.263 bc	1.348±0.170 a	1.182±0.117 ab
Glucose-	5g	5.816±0.311 ab	1.268±0.063 ab	1.375±0.112 ab
Starch-	0g	2.885±0.173 cd	0.675±0.036 d	0.563±0.053 c
Starch-	1g	3.624±0.308 cd	0.856±0.083 cd	1.009±0.047 b
Starch-	3g	5.921±0.619 ab	1.209±.0078 abc	1.228±0.144 ab
Starch-	5g	7.151±0.634 a	1.442±0.105 a	1.413±0.134 a
Sucrose-	0g	2.409±0.147 d	0.683±0.044 d	0.432±0.050 c
Sucrose-	1g	4.120±0.276 bcd	0.938±0.065 bcd	0.989±0.083 b
Sucrose-	3g	5.893±0.370 ab	1.435±0.064 a	1.376±0.103 ab
Sucrose-	5g	7.555±0.768 a	1.504±0.106 a	1.332±0.115 a

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 에 의하여 유의적 차이가 있다.

표 11. 간 구성성분의 함량 및 함유율

군	함 량		함 유 율(%)			
	mg지방/ 1g간분말	g단백질/1g간분말(mg질소)	수 분	지방 단백질		
Glucose-casein	0g	119.20	0.654±0.02* b**(104.56±5.09)	78.55±0.60*N.S	2.61	14.24±0.73 bc**
Glucose-	1g	91.60	0.708±0.01 ab (113.28±1.68)	76.45±0.43	2.51	16.70±0.43 ab
Glucose-	3g	68.64	0.774±0.02 a (118.99±2.51)	76.35±0.44	1.70	18.22±0.48 a
Glucose-	5g	72.92	0.706±0.01 ab (112.94±1.44)	76.34±0.44	1.73	16.84±0.47 ab
Starch-	0g	172.40	0.517±0.02 c (82.77±6.62)	76.99±0.80	4.00	11.80±0.66 c
Starch-	1g	87.44	0.690±0.12 ab (110.33±1.88)	77.20±0.39	2.00	15.73±0.47 ab
Starch-	3g	96.40	0.670±0.02 ab (107.13±3.06)	76.62±0.41	2.28	15.39±0.65 ab
Starch-	5g	87.44	0.709±0.02 ab (113.44±3.22)	76.79±0.47	2.00	16.21±0.60 ab
Sucrose-	0g	81.04	0.685±0.12 ab (109.52±4.36)	78.91±0.64	1.71	14.44±0.77 bc
Sucrose-	1g	81.80	0.741±0.02 a (118.59±2.37)	76.70±0.41	1.93	17.57±0.31 a
Sucrose-	3g	86.00	0.715±0.02 ab (114.43±2.68)	76.54±0.46	2.10	17.40±0.60 a
Sucrose-	5g	68.80	0.714±0.02 ab (114.20±2.65)	76.47±0.47	2.10	17.11±0.53 ab

* 간의 지방분석은 Sample 의 부족으로 인하여 각 군의 Sample 을 모아 분석하였다.

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다.

7) 간, 신장 및 비복근의 무게를 보면 대체로 casein 섭취량이 클수록 높은 경향을 보였고, 간에 있어서는 glucose 군들이 starch 군이나 sucrose 군들에 비해 약간 낮은 경향이었으나 이들 장기무게에서 탄수화물 종류에 따른 유의적 차이는 볼수 없었다.

8) 간의 구성성분을 보면 표 11에서와 같이 지방함량은 casein 을 주지않은 starch 군이 가장 높았고 casein 을 3g 준 glucose 군이 가장 낮았다. 또 간의 단백질함량은 casein 을 전혀 섭취하지 않은 군들이 casein 을 섭취한 군에 비해 낮았으며 casein 섭취군간에는 별 차이가 없었다. 또 단백질함량을 탄수화물종류에 따라

비교해 보면 casein 을 섭취하지 않은 군간에는 차이가 있어 starch 군이 glucose 군과 sucrose 군에 비해 유의적으로 낮았고 casein 섭취군간에 있어서는 별 차이가 없었다. 이상을 살펴보면 지방함량이 가장 높았던 starch-casein 0g 군의 단백질함량이 가장 낮았으며 지방함량이 가장 낮았던 glucose-casein 3g 의 단백질 함량이 가장 높았다. 간의 수분함유율은 casein 섭취량이나 탄수화물 종류에 따라서 유의적 차이가 없었다. 간내의 지방과 단백질함유율은 알의 함량과 비슷한 경향을 보여 주었다. 신장의 구성성분을 보면 표 12에서와 같이 지방함량은 casein 0g 군이 casein 섭취군에 비해

표 12. 신장의 구성성분의 함량 및 함유율

군	합 량 ※		함 유 율 (%)				
	mg지방/ 1g신장분말	g단백질/1g신장 분말(mg질소)	수	분	지 방	단백질	
Glucose-casein	0g	93.0	0.6212(99.40)	82.54±0.72	*N.S	1.62	10.89
Glucose-	// 1g	86.4	0.7103(113.66)	82.20±0.57		1.51	12.38
Glucose-	// 3g	95.0	0.6589(105.43)	82.76±0.59		1.49	10.36
Glucose-	// 5g	93.4	0.6435(102.96)	81.48±0.41		1.73	11.94
Starch-	// 0g	98.0	0.6958(111.33)	82.88±0.43		1.67	11.88
Starch-	// 1g	89.6	0.6280(100.48)	82.87±0.47		1.55	10.86
Starch-	// 3g	88.8	0.6660(106.57)	80.61±0.27		1.73	12.96
Starch-	// 5g	82.8	0.6826(109.23)	80.97±0.36		1.54	12.70
Sucrose-	// 0g	96.5	0.6363(101.82)	82.69±0.61		1.68	11.07
Sucrose-	// 1g	80.4	0.6446(103.15)	81.24±0.52		1.52	12.17
Sucrose-	// 3g	86.5	0.6672(106.76)	81.36±0.51		1.58	12.18
Sucrose-	// 5g	83.7	0.6560(104.96)	81.66±0.72		1.69	13.23

※ 신장의 지방과 단백질량은 Sample 의 부족으로 인하여 각군의 Sample 을 모아 분석하였다.
* 평균±표준오차

표 13. 비복근의 구성성분의 함량 및 함유율

군	합 량 ※		함 유 율				
	mg지방/ 1g비복근분말	g단백질/1g비복 근분말(mg질소)	수	분	지 방	단백질	
Glucose-casein	0g	42.0	0.849(135.82)	78.99±0.37	*N.S	0.90	18.18
Glucose-	// 1g	44.4	0.833(133.33)	77.62±0.23		1.00	18.62
Glucose-	// 3g	40.2	0.811(129.77)	77.63±0.22		0.90	18.17
Glucose-	// 5g	43.8	0.804(128.63)	77.59±0.21		1.00	18.20
Starch-	// 0g	37.6	0.850(136.04)	78.78±0.27		0.80	18.06
Starch-	// 1g	57.4	0.844(135.09)	77.50±0.21		1.30	19.02
Starch-	// 3g	53.2	0.812(129.96)	77.08±0.21		1.22	18.64
Starch-	// 5g	52.6	0.808(129.34)	77.15±0.20		1.20	18.42
Sucrose-	// 0g	50.0	0.844(135.05)	79.10±0.30		1.03	17.38
Sucrose-	// 1g	56.4	0.845(135.28)	77.58±0.33		1.27	19.00
Sucrose-	// 3g	48.0	0.824(131.86)	77.67±0.25		1.07	18.36
Sucrose-	// 5g	49.4	0.802(128.25)	77.61±0.25		1.12	18.10

※ 비복근의 지방과 단백질은 Sample 의 부족으로 인하여 각군의 Sample 을 모아 분석하였다.
* 평균±표준오차

여 다소 높은 경향을 보여 주었고 단백질함량은 casein 섭취량이나 탄수화물종류에 따른 별 차이가 없었다.

비복근의 구성성분을 보면 표 13에서와 같이 지방량은 casein 섭취량에 따라 일정한 경향을 볼수 없었으나 탄수화물종류별로 볼때 glucose 군들이 starch 군이나 sucrose 군에 비해 다소 낮은 경향이였다. 또 비복

근내의 단백질함량은 casein 섭취량이 높을수록 낮은 경향을 보였고 탄수화물의 종류에 따른 차이는 볼수 없었다.

9) 전체 체구성 성분을 보면 지방함량은 표 14에서와 같이 casein 섭취량이 증가할수록 증가하는 경향이었고 특히 casein 을 섭취하지 않은 군들의 지방함량이 낮음

표 14. 전체 체구성 성분의 함량 및 함유율

군	내용	량 (g/animal)			함 유 율 (%)	
		총지방량	총단백질량	지 방	단백질	수분 및 기타분
Glucose-casein	0g	2.43±0.538* cd** (2.5048)***	8.20±0.703 c (8.6954)***	4.51±0.85bc	15.65±0.50N.S	80.24±1.16 ab
Glucose-	1g	8.35±1.030abc (8.4522)	14.20±0.478 b (15.1112)	8.67±0.75 a	14.82±0.43	76.51±0.66 ab
Glucose-	3g	6.87±1.470abcd (6.9773)	15.55±1.470ab (16.7353)	6.49±1.09abc	15.12±0.2	78.39±1.14 ab
Glucose-	5g	0.69±0.425abcd (7.363)	17.44±1.460ab (18.8176)	6.01±0.36abc	14.96±0.25	79.03±0.26 ab
Starch-	0g	3.22±0.595 bcd (3.3510)	8.43±0.747 c (8.9567)	6.14±0.55abc	15.09±0.60	78.78±0.71 ab
Starch-	1g	8.59±1.57 abc (8.6884)	14.46±0.316ab (15.3136)	8.99±1.18 a	15.70±0.82	75.31±1.16 b
Starch-	3g	11.86±3.35 a (12.0308)	17.42±1.740ab (18.7444)	9.65±1.70 a	14.92±0.13	75.43±1.59 b
Starch-	5g	11.48±1.40 a (11.6603)	18.9 ±1.770 a (20.5362)	8.77±0.41 a	14.58±0.46	76.64±0.72 ab
Sucrose-	0g	1.00±0.167 d (1.0570)	6.97±0.622 c (7.4685)	3.25±0.28 c	14.33±0.51	82.17±0.76 a
Sucrose-	1g	7.47±1.17abcd (7.5764)	14.51±1.210ab (15.5346)	7.84±0.94 ab	15.28±0.27	76.87±1.09 ab
Sucrose-	3g	9.70±1.33 ab (9.8607)	17.54±1.090ab (18.9934)	8.03±0.84 ab	14.79±0.45	77.18±0.63 ab
Sucrose-	5g	10.89±1.81 a (11.0876)	18.06±1.580ab (19.7961)	8.66±0.80 ab	14.67±0.21	76.67±0.92 ab

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 법에 의하여 유의적 차이가 있다

*** ()속의 함량 숫치는 전체 체구성 성분 분석에서 제외되었던 간, 신장, 비부근내의 함량을 합산한 양이다.

을 볼수 있었다. 탄수화물종류에 따른 체지방함량에 유의적 차이는 없으나 glucose 군들이 다소 낮은 경향이었고 sucrose 군보다 starch 군들이 다소 높은 경향을 보였다. 총단백질량을 보면 casein 을 섭취하지 않은 군들이 casein 섭취군에 비해 유의적으로 낮았으며 단백질함유율은 casein 섭취량이나 탄수화물종류에 관계 없이 작군간에 유의적 차이가 없었다.

수분함유율은 casein 0g 군이 casein 섭취군에 비하여 유의적은 아니나 다소 높은 경향이었고 casein 섭취 군들간에는 별 차이없이 비슷하였다. 탄수화물 별로 보면 starch 군이 약간 낮은 경향을 볼수 있었다.

10) 표 15에서와 같이 혈청내 지방량은 glucose 군은 casein 섭취량이 높을수록 혈청내지방량이 낮은 경향을 보였으나, starch 군이나 sucrose 군에 있어서는 casein 섭취량에 따른 일정한 경향을 볼수 없었고 탄수화물종류에 따른 유의적 차이도 없었다. 혈청내, 단

표 15. 혈청내 단백질량과 지방량

군	지방mg/100ml blood	단백질g/100ml blood
Glucose-casein 0g	1032.5±128.6*N.S	19.05±2.60a**
Glucose- // 1g	752.4± 80.1	11.64±0.48 b
Glucose- // 3g	616.8± 92.0	12.28±0.60ab
Glucose- // 5g	598.0± 31.2	10.72±0.20 b
Starch- // 0g	842.5± 94.2	14.05±1.19ab
Starch- // 1g	647.5± 45.7	11.08±0.58 b
Starch- // 3g	862.0±113.8	10.30±0.76 b
Starch- // 3g	758.0± 57.04	10.95±0.30 b
Sucrose- // 0g	845.0± 55.0	16.76±3.80ab
Sucrose- // 1g	680.0± 33.6	10.92±0.37 b
Sucrose- // 3g	771.2±103.4	10.78±0.14 b
Sucrose- // 5g	952.0± 60.1	11.36±0.61 b

* 평균±표준오차

** 각 항에서 Alphabet 이 다른것 사이에는 $\alpha=0.05$ 수준으로 Tukey's Test 에 의하여 유의적 차이가 있다.

백질량은 casein을 섭취하지 않은 군들이 casein 섭취 군에 비해 높은 경향이었고, casein 섭취군간에는 유의적 차이가 없었다. 탄수화물종류에 따라서도 유의적 차이가 없었다.

고 찰

본실험결과에서 P.E.R. 과 N.P.U.는 casein 섭취량이 많을수록 낮았는데 이것은 앞서 조사한 연구보고들(18, 19, 20)에 의하면 흰쥐에 casein과 같은 양질의 단백질을 섭취시켰을 경우 P.E.R.은 10% 단백질수준에서 높은 값을 보였다고 하였으며 또 단백질의 섭취량이 증가할수록 P.E.R.이 낮았다고 하는 보고²¹⁾들과 일치하는 결과를 보였다. 체내질소 보유량은 casein 섭취량이 큰군에서 높았고 질소보유율은 casein 섭취량이 낮은 군에서 높았는데 Calvin²¹⁾의 실험에서도 단백질 섭취량이 많을수록 체내 질소보유율은 낮아졌으며 질소 보유량은 많아졌다는 보고를 한 바 있다.

따라서 P.E.R.과 질소보유율의 결과로 볼때 단백질의 과다섭취는 비경제적이며 앞으로 적정량의 섭취가 큰 과제인 것 같다.

간의 구성성분을 보면 casein 0g 군들중 starch군의 단백질함량이 유의적으로 낮았고, sucrose군과 glucose군이 높았으며 또 starch-casein 0g군의 간지방함량이 가장 높았다. 이것은 Phyllips¹⁶⁾의 실험에서 젓먹이 BHE종 수컷흰쥐를 20% casein-65% starch식이와 20% casein-65% sucrose 식이로 사육하여 50일, 100일, 142일의 단계로 희생시켜 간의 지방량 및 cholesterol량과 이에 관계되는 효소의 활성도를 측정하였는데 142일에 희생시킨 쥐에 있어서는 sucrose를 섭취한 군이 starch를 섭취한 군보다 간의 지방 및 cholesterol량이 유의적으로 높았으나, 50일에 희생시킨 쥐에 있어서는 이와는 반대로 starch군이 sucrose군보다 간의 지방량 및 cholesterol량이 현저히 높았으며 또 이들 50일에 희생시킨 동물에 있어 간내의 효소들을 측정할 결과를 보면 지방합성에 관여하는 glucose-6-phosphate dehydrogenase, malic enzyme, citrate-cleavage enzyme의 activity가 starch군에서 보다 sucrose군에서 유의적으로 컸다고 보고 하였는데 본실험의 결과는 Phyllips의 결과로 미루어 볼때 실험기간이 짧았던 영향이 아닌가 생각되며, casein 0g 군들이 casein 섭취군들에 비해 간의 지방함량이 높은 것은 low-protein 식이의 섭취시에 있어서나 기타 protein-

malnutrition 상태에서는 acceptor-protein의 부족으로 인한 지방간이 발생하는바 위의 결과도 이런 영향으로 생각된다.

전체 체구성 성분중 지방함량에 있어서는 starch군이 sucrose군보다 다소 높은 경향을 보였는데 Wiener²²⁾과 Romberg²³⁾등의 실험결과에서 성숙한 쥐를 사육하였을 때 sucrose 식이를 섭취한 동물이 starch 식이를 섭취한 동물보다 체구성 지방량이 많은 것은 sucrose와 starch의 metabolic pathway의 차이에 기인하는 것 같다고 하였으며 이는 sucrose는 starch보다 hexose-monophosphate shunt에 의하여 지방합성에 이용되기 쉽기 때문이라고 하였다. 그러나 성장이 매우 빠른 성장기 쥐에 있어서는 성장을 위해 요구되는 energy가 유지(maintenance)를 위한 energy보다 크기 때문에 성숙한 쥐와의 대사과정에 차이가 있다고 하였으며 이유기를 지나 성장이 매우 빠른 성장기 쥐에 있어서는 starch 식이를 섭취한 동물이 sucrose를 섭취한 동물에서 보다 체구성 지방량이 많았다고 보고하였다.

본실험의 결과도 젓먹이인 성장이 왕성한 어린쥐를 사용하였으므로 위의 영향에 기인한 것으로 생각된다.

혈청에 있어서는 casein 0g 군들이 casein 섭취군보다 혈청내 단백질량이 높은 경향을 보였는데 이러한 결과는 보통 protein-malnutrition 상태에서는 plasma내의 필수아미노산이 감소하며, 또 plasma protein이 낮아지는데, 극심한 malnutrition 상태로 되기전에 체내에 보유되었던 단백질이 재이용되기 위하여 다른 조직으로 운반되는 과정에서 일시적으로 혈액내의 단백질량이 높아지는 현상이 아닌가 생각된다.

결 론

본실험결과를 종합하여 보면 다른종류의 탄수화물이 어떤 단백질수준에서 단백질을 가장 효율적으로 이용케 하는 가는 일정한 경향을 볼수 없었으므로 단정적으로 말하기는 어렵다. 대체적으로 볼때, P.E.R., N.P.U., 장기의 무게, 체내총지방량등에 있어서는 glucose군이 starch군이나 sucrose군에 비해 유의적은 아니나 낮은 경향이었으며, P.E.R., 사료섭취량, 체중증가량, 체내질소보유량등에 있어서는 탄수화물 종류에 따른 영향을 보이지 않았다. casein 섭취량에 따라서는 체중증가량, F.E.R., 체내질소보유량, 장기의 무게, 체내총지방량, 체내총단백질량은 casein 섭취량이 많을수록 높은 경향이었으나, P.E.R., N.P.U., 체내질소

보유율등은 casein 섭취량이 많을수록 낮은 경향을 보여 주어 단백질 섭취량에 따라 체내 단백질이용의 효율도가 변화함은 불수 있었다.

이와같이 본실험 결과에서는 탄수화물종류에 따른 영향보다는 단백질섭취량에 따른 영향이 더 크게 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) Brock, J.F.: *Protein malnutrition. In: Control of malnutrition in man. Amer. Pub. Health Assoc. 1960.*
- 2) Slonaker, J.R.: *Effects of different percents of protein in the diet. Am. J. Physiol. 96: 557, 1931.*
- 3) Schultze, M.O.: *Effect of malnutrition in early life on subsequent growth and reproduction of rats. J. Nutr. 56: 25, 1955.*
- 4) 유정렬: 유유기백서의 단백질 부족에 관한 영양학적 연구. *한국영양학회지 2(4): 113-125, 1969.*
- 5) Whitehead & Dean: *Serum amino acid in kwashiorkor. Am. J. Clin. Nutr. 14: 313-320, 1964.*
- 6) Munck, B.G.: *Biochem. Biophys. Acta. 94: 136-141, 1965.*
- 7) Huang, K.C.: *Fed. Proc. 20: 246, 1961.*
- 8) Swenseid, M.E.: *Plasma Amino acid levels of man fed diet differency in protein content. J. Nutr. 88: 239-245, 1966.*
- 9) Zimmermen & Scoti: *Effect of fasting and of feeding a nonprotein diet on plasma amino acid levels. J. Nutr. 91: 507-515, 1967.*
- 10) Saunders & Isselbacher: *Inhibition of intestinal amino acid transport by hexoses. Biochem. biophys. Acta. 102: 397-402, 1965.*
- 11) Newey, Sanford & Smith: *Effects of fasting on intestinal transfer of sugars & amino acid in vitro. J. Physiol. 208: 705-709, 1970.*
- 12) Nakamura, Yasmoto & Mitsuda: *Effect of excess L-histidine diet on active transport of L-histidine by isolated rat small intestine. J. Nutr. 102: 359-363, 1972.*
- 13) Swendseid, M. E.: *Plasma amino acid response to administration in various nutritive states. Am. J. Clin. Nutr. 20: 243-251, 1967.*
- 14) C. Rao, C.N. & Rao, B.S.N.: *Narasinga Rao: Influence of starches from different sources on protein utilization in rats. Br. J. Nutr. 40: 1-8, 1978.*
- 15) Buracgewski, S., Poter, J.W.G., Rolls, B.A. & Zebrowska, T.: *The course of digestion of different food proteins in the rat. Br. J. Nutr. 25: 299-305, 1971.*
- 16) Moser P. B. & Berdanier, C. D.: *Effect of early sucrose feeding on the metabolic patterns of mature rats. J. Nutr. 104: 687-694, 1974.*
- 17) Harper, A.E. & Katayama, M.C.; *The influence of various carbohydrates on the utilization on low protein rations by the white rat. J. Nutr. 49: 261-275, 1953.*
- 18) Hegested, D.M. & Chang, Yet-Oy: *Protein utilization in growing rats. J. Nutr. 85: 159-168, 1965.*
- 19) Chang, Yet-Oy: *Effect of carbohydrates on utilization of protein and lysine by rats. J. Nutr. 78: 21-29, 1962.*
- 20) Henry, K.M.: *Br. J. Nutr. 19: 125-134, 1965*
- 21) Calvin, L.L.: *Amer. J. Clin. Nutr. 30: 1369-1371, 1977.*
- 22) Wiener, R.P., Yoshida, M. & Harper, A.E.: *Influence of various carbohydrates on the utilization of low protein rations by the white rat V. J. Nutr. 80: 279, 1963.*
- 23) Romberg, B. & Benton, A.D.: *Effect of carbohydrate on energy metabolism and body composition of rats fed low protein diets. J. Nutr. 86: 289-297, 1965.*