

ANALISIS DE LOS CRITERIOS METODOLOGICOS
RECOMENDADOS POR FAO/OMS 1973 PARA
CALCULAR LOS NIVELES SEGUROS DE INGESTA
SEGUN CALIDAD DE LA PROTEINA DIETARIA.

Héctor Araya y Nelly Pak

Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina Santiago Norte,
Universidad de Chile.

RESUMEN

El Comité FAO-OMS 1973 ha recomendado realizar ajustes en las cifras de nivel seguro de ingesta (NSI), de acuerdo a la calidad de la proteína dietaria, utilizando dos criterios metodológicos: cómputo proteínico en relación a la combinación tipo FAO/OMS 1973 y la utilización proteínica neta (UPN).

Los objetivos del presente trabajo son: utilizando leguminosas y cereales de consumo habitual en Chile; a) analizar la correlación entre los cómputos proteínicos obtenidos con la combinación tipo FAO/OMS 1973 y otros patrones aminoacídicos de referencia con la UPN experimental; b) comparar las proteínas biológicamente utilizables, expresadas como porcentaje de las calorías totales (NDpCal%) calculadas a partir de la UPN experimental y de la UPN obtenida a partir del cómputo proteínico aplicando la combinación tipo FAO-OMS 1973 c) comparar los valores de NSI calculados según las recomendaciones del Comité FAO-OMS 1973 y del Comité Oficioso FAO-OMS 1975.

La correlación de la UPN y los cómputos proteínicos resultó altamente significativa ($p < 0,001$), excepto con los obtenidos con la combinación tipo FAO-1957, $r = 0,49$ $p < 0,05$. Las correlaciones más altas se obtuvieron con la combinación tipo FAO/OMS 1973 y composición aminoácida de leche humana, $r = 0,86$, $p < 0,001$ para ambos.

En las condiciones del estudio, los dos criterios propuestos por FAO-OMS 1973 para evaluar calidad proteica pueden aplicarse indistintamente

cuando se emplea el NDpCal% para estimar la potencialidad de un alimento o dieta en la satisfacción de las necesidades de proteína.

Al comparar las cifras de NSI, las calculadas a partir del cómputo proteínico FAO/OMS 1973 corregido por digestibilidad y UPN fueron significativamente similares (Prueba F), en cambio los calculados con los cómputos proteínicos FAO/OMS 1973 y UPN fueron significativamente diferentes $P < 0,05$.

Al aplicar los 2 criterios metodológicos FAO-OMS 1973 existe concordancia en las cifras de NSI, siempre que se use el cómputo proteínico corregido por la digestibilidad de la proteína.

INTRODUCCION

El Comité de Expertos FAO/OMS 1973 ha recomendado dos criterios metodológicos para efectuar los ajustes en las cifras de nivel seguro de ingesta de proteínas (NSI) de acuerdo a la calidad de la proteína dietaria: el cómputo proteínico, calculado con la combinación tipo FAO/OMS 1973 y el método biológico de la utilización proteínica neta (UPN) (1).

Aunque se ha demostrado que los 2 métodos se correlacionan positivamente (2-4), existe poca información acerca de la relación entre los cómputos proteínicos estimados con la nueva combinación tipo FAO/OMS 1973 y la UPN.

Por otra parte, el Comité Oficioso FAO/OMS 1975 (5) ha recomendado introducir en los cómputos proteínicos, calculados según FAO/OMS 1973, un factor de corrección que toma en cuenta la digestibilidad de la proteína dietaria. Es evidente que los criterios propuestos para estimar los NSI según la calidad de la proteína dietaria deberían proporcionar valores concordantes que justifiquen que puedan aplicarse indistintamente.

Los objetivos del presente trabajo son a) analizar en leguminosas y cereales de consumo habitual en Chile la correlación entre los cómputos proteínicos obtenidos con la combinación tipo FAO/OMS 1973 y con otros patrones aminoacídicos de referencia y la UPN determinada experimentalmente, b) comparar las proteínas biológicamente utilizables expresadas como porcentaje de las calorías totales (NDpCal%), calculados a partir de la UPN experimental y de la UPN obtenida a partir del cómputo proteínico aplicando la combinación tipo FAO/OMS 1973, c) comparar los valores de NSI calculados según las recomendaciones del Comité FAO-OMS 1973 utilizando los dos criterios metodológicos para evaluar calidad proteica (score y UPN) y del Comité Oficioso FAO/OMS 1975 (score corregido por digestibilidad).

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron cereales, leguminosas y mezclas de ellos, 19 en total. Estos alimentos se seleccionaron de los resultados de una encuesta sobre consumo de leguminosas aplicada en instituciones del Gran Santiago (6). Todos estos productos son conocidos, salvo la chuchoca que es maíz en etapa de maduración entre el maíz tierno y maduro, hervido en agua durante 30 minutos y secado al sol antes de ser molido en forma gruesa en molino. La composición aminoacídica de la proteína de los alimentos se obtuvo de la Tabla de Composición Aminoacídica FAO 1970 (7). Los cálculos proteínicos se calcularon tomando como referencia la composición de aminoácidos de la combinación tipo FAO/OMS 1973 (1), de la proteína del huevo entero (1), de la proteína de leche materna (1) y de la combinación tipo FAO 1957 (8).

La UPN se determinó en ratas en crecimiento según el método de Miller y Bender (9), a una concentración del 10% de las calorías proteínicas. Para cada ensayo se utilizaron 8 ratas albinas de 31 días de edad de ambo sexos. El NDpCal% se calculó según Miller y Payne (10), a partir del cómputo proteínico aplicando la combinación tipo FAO/OMS 1973 y de la UPN experimental al 10% de las calorías proteicas. Los ajustes en el NSI se realizaron según FAO/OMS 1973 (1). Las correcciones por digestibilidad se efectuaron según el Comité Oficioso FAO/OMS 1975 (5). Se consideró la UPN de la proteína del huevo entero como 95.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se describen las leguminosas, cereales y mezclas de estos alimentos incluidos en el estudio.

Las correlaciones entre los cálculos proteínicos, calculados con los diferentes patrones aminoacídicos, y la UPN experimental se muestran en las figuras 1 y 2 y en la Tabla 2. En todos los casos los coeficientes de correlación fueron positivos, siendo los valores más altos los obtenidos con los cálculos proteínicos estimados con la nueva combinación tipo FAO/OMS 1973 y con la composición aminoacídica de la leche humana ($r = 0,86$ $p < 0,001$) para ambos patrones. La correlación menor se logró con la combinación tipo FAO 1957 ($r = 0,49$ $p < 0,05$).

Una expresión utilizada con el propósito de evaluar la potencialidad nutritiva de un alimento para cubrir las necesidades de proteínas es el NDpCal%. En la Tabla 3 se pueden apreciar

T A B L A 1

**LEGUMINOSAS, CEREALES Y MEZCLAS DE ESTOS ALIMENTOS
INCLUIDOS EN EL ESTUDIO**

Alimento	Proporción en peso de los alimentos#
Frijol, var burro (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
Frijol - spaghetti	4:1
Frijol - spaghetti	2:1
Frijol - spaghetti - pan	4:1.5
Frijol - chuchoca	3:1
Frijol - arroz	4:1
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	
Garbanzo - arroz	4:1
Lenteja (<i>Lens esculenta</i>)	
Lenteja - pan	4:1
Lenteja - arroz	4:1
Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	
Arveja - arroz	3:1
Haba (<i>Vicia faba</i>)	
Soya (<i>Glycine max</i>)	
Maíz (<i>Zea mays</i>)	
Harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	
Arroz (<i>Oryza sativum</i>)	
Avena (<i>Avena sativum</i>)	

En base a la humedad natural del producto.

los NDpCal% de los diferentes alimentos estimados a partir de la UPN experimental y de la UPN calculada a partir del cómputo aminoacídico según FAO/OMS 1973. Los resultados son similares en la mayor parte de los alimentos estudiados. Es necesario destacar las siguientes excepciones: garbanzo solo, que presentó un valor superior al utilizar la UPN experimental y la lenteja y el haba que presentaron una tendencia opuesta: los valores de NDpCal% obtenidos a partir de la UPN experimental fueron apreciablemente inferiores a los calculados.

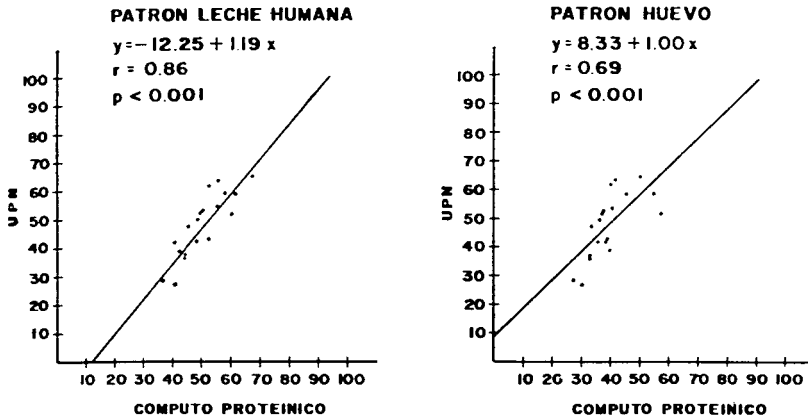


FIGURA 1

Correlación de la utilización protéica neta experimental y cómputo protéico.

En la Tabla 4 se pueden apreciar los NSI de los diferentes alimentos para el grupo etario de 5 años. Los tres valores para cada alimento o mezcla corresponden a los calculados con la combinación tipo FAO/OMS 1973, el mismo cómputo corregido por digestibilidad de la proteína y la UPN experimental. Siempre los valores inferiores se obtuvieron al estimarlos con la combinación

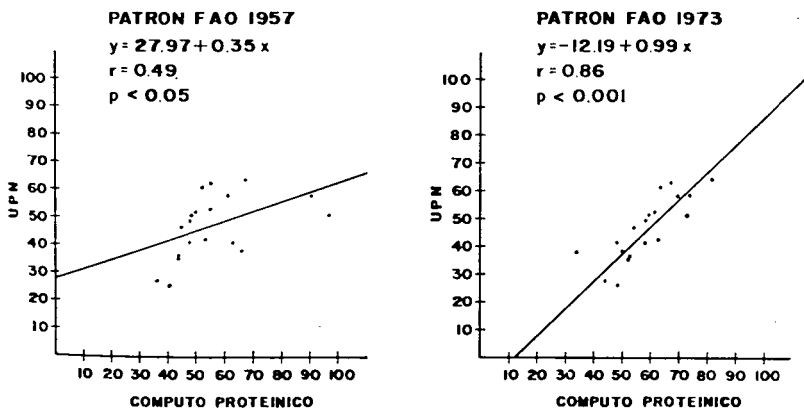


FIGURA 2

Correlación de la utilización protéica neta experimental y cómputo protéico.

T A B L A 2

COEFICIENTES DE CORRELACION, ECUACIONES DE REGRESION DE UPN₁₀ Y COMPUTOS PROTEINICOS

Patrón Aminoácido	r	Ecuación de regresión
Patrón aminoácídico provisional FAO — 1957	0,49 p < 0,05	y = 27,97 + 0,35 x
Huevo entero	0,69 p < 0,001	y = 8,33 + 1,00 x
Leche humana	0,86 p < 0,001	y = - 12,25 + 1,19 x
Patrón aminoácídico provisional FAO/OMS 1973	0,86 p < 0,001	y = - 12,19 + 0,99 x

T A B L A 3

NDpCa1% EXPERIMENTAL# Y CALCULADO## DE LEGUMINOSAS, CEREALES Y MEZCLAS DE ESTOS ALIMENTOS

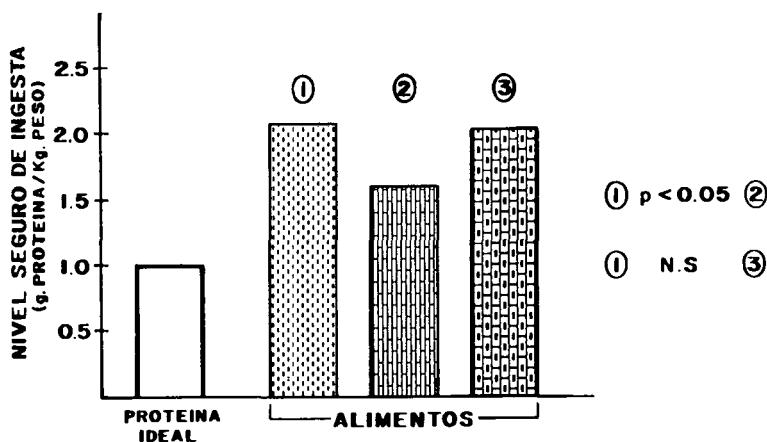
	Experimental	Calculado
Frijol, var burro	4,7	4,4
Frijol - spaghetti 4:1	5,2	5,0
Frijol - spaguetti 2:1	5,4	5,4
Frijol - spaghetti + pan 4:1:5	5,9	6,0
Frijol - chuchoca	5,1	4,9
Garbanzo	6,2	5,1
Garbanzo - arroz 4:1	6,3	5,5
Lenteja	2,6	4,0
Lenteja - pan 4:1	3,7	4,3
Lenteja arroz 4:1	3,7	4,3
Arveja	4,2	4,7
Arveja - arroz 3:1	4,3	5,1
Haba	2,8	3,6
Soya	6,4	6,6
Maíz	4,1	3,6
Trigo	3,8	4,1
Arroz	5,8	5,9
Avena	5,2	5,9

determinado al 10% P

con la fórmula de Miller y Payne y la combinación tipo FAO/OMS 1973.

tipo FAO/OMS 1973, con la única excepción del garbanzo solo. En la mayor parte de los alimentos se observan resultados más comparables entre los valores obtenidos al aplicar UPN_{10} y cómputo proteínico corregido por digestibilidad.

Los valores promedios de los NSI determinados utilizando los 3 criterios se representan en la figura 3. Se observan las tendencias ya comentadas para los resultados de la tabla 4. Aplicando la prueba F son similares las cifras estimadas con el método de UPN y el cómputo proteínico FAO/OMS 1973 corregido por la digestibilidad; en cambio, cuando se comparan los NSI obtenidos al aplicar la UPN y el cómputo proteínico según FAO/OMS 1973, se aprecia una diferencia significativa.



- ① UTILIZACION PROTEICA NETA EXPERIMENTAL
 ② COMPUTO PROTEINICO (PATRON FAO-73)
 ③ COMPUTO PROTEINICO CORREGIDO POR DIGESTIBILIDAD (PATRON FAO-73)

FIGURA 3

Comparación de los niveles seguros de ingesta * calculados según distintos métodos para estimar calidad protéica en los alimentos estudiados.

* Valores promedio para 5 años de edad.

T A B L A 4

NIVEL SEGURO DE INGESTA DE PROTEINAS (g/kg/día) DE CEREALES LEGUMINOSAS Y MEZCLAS DE ESTOS ALIMENTOS EN UN NIÑO DE 5 AÑOS CALCULADOS UTILIZANDO DIFERENTES METODOS PARA EVALUAR CALIDAD PROTEICA

NIVEL SEGURO DE INGESTA DE PROTEINAS			
Alimento	UPN₁₀	Cómputo proteínico (FAO/OMS 73)	Cómputo proteínico (FAO/OMS 73) corregido por digestibilidad #
Frijol var burro	2,04	1,86	2,19
Frijol - spaghetti 4:1	1,84	1,64	1,93
Frijol - spaghetti 2:1	1,79	1,52	1,79
Frijol - spaghetti + pan	1,63	1,37	1,61
Frijol - chuchoca 3:1	1,87	1,69	1,99
Frijol - arroz 4:1	1,95	1,74	2,03
Garbanzo	1,56	1,59	1,87
Garbanzo - arroz	1,52	1,51	1,78
Lenteja	3,63	2,06	2,42
Lenteja - pan	2,59	1,91	2,25
Lenteja - arroz	2,62	1,91	2,25
Arveja	2,29	1,74	2,05
Arveja - arroz	2,24	1,57	1,15
Haba	3,43	2,30	2,71
Soya	1,49	1,25	1,47
Maíz	2,33	2,08	2,45
Harina de trigo	2,50	1,99	2,34
Arroz	1,65	1,25	1,46
Avena	1,86	1,39	1,64

Suponiendo un 85% de digestibilidad.

DISCUSION

Nuestros resultados demuestran una correlación positiva entre el cómputo proteínico y la UPN en los alimentos estudiados. Este hecho concuerda con lo comunicado reiteradamente por diversos autores (2-4).

Existe poca información en la literatura acerca del nuevo patrón aminoacídico propuesto recientemente por FAO/OMS 1973 y por esta razón destacamos la alta correlación lograda con esta combinación tipo, similar a la leche humana y superior a la obtenida con los cómputos proteínicos estimados con el patrón huevo y combinación tipo 1957. En este sentido, concordamos con las observaciones de Kaba y Pellet (11) quienes también encontraron la mejor correlación entre el cómputo proteínico calculado con la combinación tipo FAO/OMS 1973 y la UPN.

Aunque los dos criterios muestran la misma tendencia, es necesario verificar si las cifras de las expresiones de adecuación proteínica de estos alimentos, al aplicar estos dos métodos, muestran valores semejantes.

El NDpCa1% es una expresión que integra calidad y cantidad de proteína y es a menudo aplicada en la evaluación de la potencialidad nutritiva de un alimento o dieta para satisfacer las necesidades de proteína, suponiendo que los requerimientos energéticos estén cubiertos. El NDpCa1% se puede calcular a partir de la UPN experimental o bien mediante la aplicación de la fórmula de Miller y Payne (10), partiendo del cómputo proteínico. Al calcular el NDpCa1% de los alimentos mediante estos 2 métodos, los resultados obtenidos son comparables y confirman lo comunicado por Payne (12) para cereales y leguminosas consumidas habitualmente en la dieta de países pobres. Estos hechos nos permiten afirmar que, en nuestras condiciones experimentales, los dos criterios propuestos por el Comité FAO/OMS 1973 para evaluar la calidad proteínica, pueden aplicarse indistintamente cuando se emplea el NDpCa1% para estimar la potencialidad de un alimento o dieta en la satisfacción de las necesidades de proteínas.

En el análisis de las cifras de nivel seguro de ingesta de proteínas obtenidas al aplicar los diferentes criterios recomendados para efectuar los ajustes por calidad, hemos elegido el grupo etario de 5 años, debido a que la fórmula aminoacídica de la combinación tipo FAO/OMS 1973 ha sido propuesta juntamente para satisfacer los requerimientos aminoácidos del preescolar.

Cuando se comparan los valores de NSI obtenidos con los dos criterios recomendados por el Comité FAO/OMS 1973, se puede concluir que estadísticamente son diferentes, es decir este Comité

está recomendando dos metodologías que proporcionan resultados diferentes. Esta observación tiene importancia decisiva cuando es necesario aplicar estas normas e interpretar los resultados de la adecuación proteínica de una dieta. Esta divergencia se puede explicar debido a que los dos métodos "miden" la calidad de la proteína en forma distinta: el cómputo proteínico se fundamenta en la composición aminoacídica de la proteína dietaria, en cambio la UPN mide la utilización biológica. Es evidente, por ejemplo, que las diferencias en la digestibilidad influyen en la utilización de la proteína. Considerando este antecedente, el Comité Oficioso FAO-OMS 1975 (5) ha sugerido realizar ajustes por digestibilidad de la proteína en los cálculos proteínicos estimados con la combinación tipo FAO/OMS 1973. Al aplicar este criterio en el cálculo de los NSI, se logran resultados estadísticamente similares a los obtenidos con el método de UPN. Es decir, la recomendación de este Comité Oficioso, en las condiciones de nuestro estudio, presenta la ventaja de hacer concordantes los criterios propuestos por el Comité FAO/OMS 1973. Por otra parte, disminuye los valores de cómputo proteínico estimados con la combinación tipo FAO/OMS 1973 que han sido considerados altos en relación a los calculados con otros patrones aminoacídicos de referencia (5) y los hace más comparables a los valores de calidad obtenidos con los métodos biológicos clásicos.

El método de la UPN en humanos y animales ha sido criticado por diversos autores (13-15), quienes han postulado que sobreestima la calidad de la proteína dietaria. Said y col. (14) han sugerido que esta sobreestimación se produce en aquellas proteínas dietarias que presentan como primer aminoácido limitante lisina o azufrados totales y que corresponden a los alimentos de mayor consumo en importantes sectores de la población de los países pobres.

Los resultados del presente trabajo demuestran que en la evaluación de la calidad proteínica de dietas pueden usarse indistintamente el método de la UPN en ratas en crecimiento y el cómputo proteínico utilizando la combinación tipo FAO/OMS 1973 corregida por la digestibilidad de la proteína.

SUMMARY

Analysis of methodology recommended by FAO/WHO 1973 to calculate safe levels of protein intake according to protein quality.

The 1973 FAO/WHO Committee has recommended to make an adjustment for the quality of protein in the diet in the figures of the safe levels of protein intake, using two methodological criterions: aminoacid score with reference pattern FAO-WHO 1973 and the net protein utilization (NPU).

The objectives of this work are: a) to analyze in legumes and cereals of usual consumption in Chile the correlation between the aminoacid score with the reference pattern FAO-WHO 1973, and other patterns versus the experimental NPU; b) to compare net dietary protein calorie percent (NDpCal%) calculated with experimental NPU and the NPU obtained from aminoacid score with the reference pattern FAO-WHO 1973; c) to compare the values of safe levels of protein intake determined according to the recommendations of the 1973 FAO-WHO Committee and the non-Official 1975 FAO-WHO Committee.

The correlations between NPU and the different scores were highly significantly ($p < 0.001$), with the exception of the aminoacid score according FAO-1957 reference pattern, $r = 0.49$, $p < 0.05$. The highest correlations were obtained with both the scoring pattern FAO-WHO 1973 and human milk, $r = 0.86$, $p < 0.001$.

In our experimental conditions the two criterions recommended by FAO-WHO 1973 for the adjustment of the dietary protein quality can be applied indistinctly when the potentiality of the diet to cover the protein allowances was expressed as NDpCal%.

When compared the figures of the safe level of protein intake calculated from NPU and aminoacid FAO-WHO 1973 adjusted for the digestibility of the dietary protein were significantly similar and when comparison was made between those calculated with NPU and the aminoacid score FAO-WHO 1973 they were significantly different ($p < 0.05$).

The two methodological criterions recommended by FAO-WHO 1973 to evaluate protein quality are in concordance when the aminoacid score was corrected by the digestibility of the dietary protein.

B I B L I O G R A F I A

1. FAO-OMS. Necesidades de energía y de proteínas. Informe de un Comité Especial Mixto FAO/OMS de Expertos. Roma 1971, Serie de Informes Técnicos N° 522, 1973.
2. Bender, A. E. Recent work on protein, with special reference to peptide biosynthesis and nutritive value. *J. Sci. Food. Agric.* 5: 305, 1954.

3. Block, R. J., Mitchell, H. H. The correlation of aminoacid composition of proteins with their nutritive value. **Nutr. Abstr. Rev.** **16**: 249, 1946-1947.
4. Bender, A. E. Determination of the nutritive value of proteins by chemical analysis. In: **Meeting Proteins Needs of Infants and Children**. National Academic of Sciences. National Research Council. Pub. 843, 1961.
5. FAO-OMS. Necesidades de energía y proteínas. Recomendaciones de una Reunión Oficiosa, FAO-OMS de Expertos, Roma 1975. **Alimentación y Nutrición 1**: 12, 1975.
6. Parra, E., Araya, H., Rebolledo, A., Pak, N., Barja, I., Luengo, N., Vargas, S. **Legumes of usual consumption in Chile. Type and frequency of consumption in Institutions**. Abstracts of the Xth International Congress of Nutrition, page 293, Kyoto, Japan, 1975.
7. FAO. **Aminoacid content of foods and biological data on proteins**. FAO Nut. Stud. N° 24, FAO, Rome, 1970.
8. FAO. **Protein requirements**, Report of the FAO Committee, Rome, Italy, October, 1955. FAO Nut. Stud. 16, 1957.
9. Miller, D. S., Bender, A. E. The determinations of the net utilization of proteins by a shortener method. **Brit. J. Nutr.** **9**: 382, 1955.
10. Miller, D. S., Payne, P. R. A theory of protein metabolism. **J. Theoret. Biol.** **5**: 398, 1963.
11. Kaba, H., Pellet, P. L. Prediction of true limiting aminoacids using available protein scoring systems. **Ecol. Fd. Nutr.** **4**: 109, 1975.
12. Payne, P. R. Safe protein calorie ratios in diets. The relative importance of protein and energy intake as causal factors in malnutrition. **Am. J. Clin. Nutr.** **28**: 281, 1975.
13. Inoue, G., Fujita, Y., Niyama, Y. Studies on protein requirements of young men fed egg protein and rice protein with excess and maintenance energy intake. **J. Nutr.** **103**, 1673, 1973.
14. Said, A. K., Hegsted, D. M., Hayes, K. C. Response of adult rats to deficiencies of different essential aminoacids. **Brit. J. Nutr.** **31**: 47, 1974.
15. Young, V. R., Fajardo, L., Murray, E. Rand, W. R., Schmslaw, N. S. Protein requirements of man: comparative nitrogen balance response within the sub-maintenance to maintenance range of intake of response and beef protein. **J. Nutr.** **105**, 534, 1975.