

Trasplante segmentario enteral experimental. Respuesta funcional y complicaciones quirúrgicas

Dr. Fernando Villegas Alvarez,* Dr. Miguel Angel Jiménez Bravo Luna,* QFB. María Teresa Murgía Muñoz,** QFB. Martha Lira Ortega,*** Dra. Rosa María Roldán Calderas****

* Cirugía Experimental. Unidad de Investigación en Salud Infantil. Instituto Nacional de Pediatría. ** Laboratorio de Bioquímica. Instituto Nacional de Pediatría. *** Laboratorio de Nefrología. Instituto Nacional de Pediatría. **** Academia Mexicana de Hematología.

Correspondencia: Fernando Villegas Alvarez. Av. Liga IMAN No. 1, Col. Insurgentes Cuicuilco, C.P. 04530, México, D.F. Tel: 606-50-26 - 451

RESUMEN Antecedentes: El trasplante intestinal segmentario es una opción prometedora en el tratamiento del intestino corto letal; el injerto enteral proximal reditúa experimentalmente mejor control inmunológico pero su efectividad funcional respecto a otros segmentos podría ser deficiente. **Objetivo:** Con el propósito de evaluar la morbilidad quirúrgica y el comportamiento funcional de tres variantes de trasplantes segmentarios enterales, se llevó a cabo el siguiente experimento. **Método:** Se formaron aleatoriamente cinco grupos de ratas Lewis, singénicas, en fase de crecimiento; en cuatro de ellas se efectuaron enterectomías del 90%, simultáneamente se trasplantaron segmentos del 30% de intestino proximal, medial o distal en los tres primeros grupos y del 90% en el cuarto; el quinto grupo se usó como testigo. **Resultados:** Se efectuaron 54 trasplantes, un tercio presentó complicaciones tardías, sólo en la mitad de ellos se pudo encontrar causas susceptibles de ser controladas; las complicaciones se presentaron en proporciones similares en todos los grupos. A cuatro meses de realizados los injertos, ninguna rata de las sobrevivientes interrumpió el crecimiento, sin embargo el grupo de trasplante proximal presentó déficit ponderal respecto a los otros grupos $P < 0.05$; los grupos de trasplante medial, distal y total alcanzaron patrones de crecimiento similar al grupo testigo; los niveles plasmáticos de triglicéridos, colesterol y glucosa después de la prueba de la maltosa fueron similares en todos los grupos, únicamente se observaron niveles inferiores de albúmina en el grupo de trasplante proximal $P < 0.05$. **Conclusiones:** los trasplantes segmentarios medial y distal mostraron una mejor respuesta en término de incremento ponderal, comparables a la obtenida en sujetos con restitución total o integridad enteral.

Palabras clave: Trasplante segmentario enteral, intestino corto.

SUMMARY Background data: Total enteral transplant associated or not to other abdominal organs has a high degree of morbidity due to immunologic and functional complications that have limited its therapeutic application. Segmentary transplants have demonstrated experimentally to have a better control to immune response, however there are still doubts on its functional effectiveness in terms of other segments. **Objective:** In order to evaluate surgical and functional morbidity without immunologic interference, syngenic segmentary enteral transplants were done, from three different levels in the intestine. **Method:** Growing syngenic Lewis rats were randomly divided into five groups; four of them had 90% enterectomy with a simultaneous transplant of a 30% of the proximal, medial and distal segments in the first three groups and 90% in the fourth one. The fifth group was used as a control. **Results:** Of the 54 rats that were transplanted, one third developed late complications. Only half of them showed controllable causes, the complications were proportional in all groups. Among surviving four months after transplant, no group had stopped growing, however, the proximal transplant group had significant ($P < 0.05$) deficit in weight with respect to the other groups. All the other groups showed growth patterns similar to the control group. Plasma concentrations of triglycerides, cholesterol and glucose after the maltosa test were similar in all animals. Low albumin concentrations were observed only in the proximal transplant group ($P < 0.05$). **Conclusions:** medial and listal segmentary transplants showed the best functional adaptability in terms of ponderal growth, simmilar to animals with total enteral restitution or intestinal integrity.

Key words: Segmentary enteral transplant, short bowel syndrome.

INTRODUCCION

Existen diversas condiciones morbosas que cursan con amplias lesiones enterales irreversibles, lo cual implica eliminar grandes segmentos de intestino y colon para su tratamiento; estos padecimientos ocurren en cualquier etapa de la vida, pero son particularmente graves en los recién nacidos y pueden dejar secuelas permanentes.^{1,2}

Resecciones mayores del 50% de la totalidad enteral, incluyendo o no la válvula ileocecal, pueden ocasionar el llamado síndrome de intestino corto;³ su manejo requiere, una vez superado el periodo crítico postoperatorio, del uso de una serie de medidas de apoyo muy variadas entre las que sobresalen: alimentación parenteral, instalación de catéteres intravenosos, estudios bioquímicos frecuentes, dietas especiales, etc.;^{4,5} la mayoría de los pacientes superan esta etapa y finalmente son capaces de alimentarse por vía oral, en cambio para algunos niños, a pesar del tiempo invertido y los costos generados, los resultados son insuficientes no digamos para mantener un desarrollo normal, si no la vida.^{3,6}

El único tratamiento posible para los enfermos con insuficiencia enteral permanente o cuando surgen complicaciones del uso prolongado de la alimentación parenteral, es la sustitución del órgano perdido, no obstante, el trasplante intestinal conlleva los fenómenos de rechazo e injerto contra huésped,⁷ los cuales han limitado por mucho tiempo su aplicación terapéutica; sin embargo, comunicaciones recientes señalan los primeros resultados obtenidos en trasplantes realizados en adultos y niños seguidos a más de un año,^{8,9} tales avances son el producto del surgimiento de nuevos fármacos¹⁰ y del desarrollo de técnicas de trasplante simultáneo de intestino, hígado y otras vísceras; un procedimiento técnicamente menos complicado y posiblemente más práctico que el trasplante multivisceral,¹¹ es el trasplante segmentario de intestino, dicha estrategia se apoya en la premisa de que a menor tamaño del injerto, mejor control inmunológico y mayor tolerancia al trasplante;¹²⁻¹⁵ si bien lo anterior se ha demostrado experimentalmente existen aún controversias respecto a qué parte y proporción del segmento intestinal es el de mayor utilidad funcional para individuos en fase de crecimiento.

El objetivo de este estudio fue: evaluar sin la interferencia de la reacción inmune del huésped y el injerto o los efectos secundarios de drogas inmunosupresoras; el tipo de complicaciones atribuibles a la manipulación quirúrgica, las posibles alteraciones bioquímicas en algunos indicadores de nutrición y absorción, y los efectos sobre el crecimiento pondoestatural de un grupo de

ratas jóvenes sometidos a resección del 90% de yeyuno-íleon y trasplante enteral singénico total o segmentario proximal, medial y distal.

MATERIAL Y METODOS

Se usaron ratas cepa Lewis singénicas procedentes del bioterio de la Unidad de Investigación en Salud Infantil del Instituto Nacional de Pediatría, del mismo género (macho) y de la misma edad (siete semanas); mediante asignación aleatoria se formaron cinco grupos, los primeros cuatro se subdividieron en subgrupos de igual número para ser los respectivos donadores y receptores de los trasplantes a realizar; la técnica quirúrgica utilizada fue la de Monchik-Rusell¹⁶ modificada; el quinto grupo se usó como testigo. En los primeros cuatro subgrupos se llevaron a cabo resecciones enterales del 90% de intestino, dejando solamente el 5% de yeyuno a partir del ángulo de Treitz en un extremo y el 5% de íleon a partir de la válvula ileocecal en el otro, simultáneamente se efectuaron trasplantes segmentarios del 30% de la parte proximal, medial, o distal del intestino procedente de los primeros tres subgrupos correspondientes y reemplazo de la misma proporción de intestino resecado (90%) en el otro, en las ratas del quinto grupo no se efectuaron procedimientos quirúrgicos. Previo ayuno de 24 horas, todos los animales fueron pesados y anestesiados utilizando 30 mg de hidrato de Ketamina y 5 mg de Xilazina por kilogramo de peso, por vía intramuscular; una vez inconcientes se obtuvo la longitud corporal considerando ésta desde el dorso de la nariz a la base de la cola; a los animales de los cuatro primeros grupos se les abordó la cavidad abdominal a través de una incisión longitudinal medial de xifoides a pubis bajo técnica antiséptica, el intestino de los donadores fue medido del ángulo de Treitz a la válvula ileocecal, para ello se colocó un segmento de seda cuatro ceros a lo largo del borde antimesentérico siguiendo el trayecto natural del contorno de las asas, más tarde se verificó la longitud de la seda colocándola sobre una cinta métrica y se calculó la proporción de intestino a trasplantar de acuerdo al grupo preestablecido; los segmentos proximales se tomaron a 2 cm del ángulo de Treitz y los segmentos distales a 2 cm de la válvula ileocecal; los segmentos mediales y totales se tomaron de la parte intermedia del yeyuno-íleon, dejando 35% de yeyuno y 35% de íleon en sus extremos en el primero y 5% de yeyuno y 5% íleon en el segundo; la aorta abdominal fue ligada por arriba de la arteria mesentérica con seda 0000 y se cateterizó por arriba de la división de ambas

CUADRO 1
COMPLICACIONES TRANS Y POSTOPERATORIAS

Grupo	Fallas técnicas	Problemas tardíos días de sobrevida	Curso clínico		Hallazgos principal
			diarrea	disminución de peso	
P	3/30	7,8,16,24*	2/4	4/4	B,O,O,O
M	3/30	9*,12,15*,16*	1/4	3/4	B,Q,O,O
D	2/30	11,13,14*,16*,20,27	4/6	3/6	B,B,N,O,O,O
T	3/30	13,16,18*,24*,28*	5/5	4/5	B,B,Q,O,O
Totales	11/30	19/30	12/19	14/19	

*Sacrificio, O = sin datos aparentes, B = bloqueo mecánico, N = neumonía, Q = quiloperitoneo

ilíacas, se irrigó con solución salina normal, fría (4° C), heparinizada (100,000 U/L) 20 a 40 mL; la vena porta se seccionó a nivel de la porta hepatis ligando previamente las aferentes pancreáticas; el lumen enteral fue previamente lavado con 20 - 40 mL de solución fisiológica eliminando todo residuo de su interior; posteriormente el intestino fue preservado en una solución glucosada al 5%, fría, por un lapso de 5 - 10 minutos hasta su trasplante. Las ratas receptoras recibieron metronidazol (8 mg/kg), ampicilina (150 mg/kg) y gentamicina (7.5 mg/kg) por vía intramuscular en una sola ocasión una vez iniciada la anestesia; previa medición y amputación del 90% de yeyuno-íleon, los injertos enterales se integraron a los receptores mediante anastomosis vasculares término-laterales, mesentérico-cava y aorto-aórtica, por abajo de los vasos renales; se utilizó nylon diez ceros en la primera y ocho ceros en la segunda, ambas con puntos ininterrumpidos y bajo técnicas de magnificación con microscopio*, la continuidad enteral se efectuó mediante anastomosis término-terminal con puntos separados de seda siete ceros; el tiempo estimado de isquemia total osciló entre 35 a 45 minutos; finalmente la pared abdominal fue cerrada con puntos separados de seda cuatro ceros; durante el lapso operatorio total (2-2.5 horas) las receptoras recibieron solución Hartmann a través de una de las venas de la cola (15 - 20 mL).

Una vez recuperados de los efectos residuales anestésicos (trasplantados y testigo), los animales fueron instalados en cajas individuales y veinticuatro horas después se les ofreció agua y alimento** a libre demanda; permanecieron en un área con temperatura controlada a 24° C y ciclos de luz/obscuridad de doce horas

respectivamente; a partir del primer día postoperatorio se llevó a cabo un registro diario de los pesos corporales y se anotaron las características de las evacuaciones, los animales que presentaron deterioro progresivo caracterizado por pérdida de más del 30% del peso basal fueron sacrificados y al igual que los que fallecieron antes de completar ese lapso, se les practicó necropsia para indagar la causa de las complicaciones o de la muerte; cuatro meses después los sobrevivientes fueron nuevamente anestesiados previo ayuno de 12 horas, se les registró la longitud corporal alcanzada y se les administró maltosa a través de una cánula oral (0.5 g por kilogramo de peso); se tomaron muestras sanguíneas directamente de la vena cava inferior (0.5 mL) a los cero, treinta y sesenta minutos para determinación de glucosa en suero y un mililitro adicional para determinación de triglicéridos, colesterol, proteínas totales, albúmina, hemoglobina, hematócrito y frotis de sangre periférica; el método de cianometahemoglobina fue utilizado para la determinación de hemoglobina; el hematócrito con microhematócrito y el frotis se tiñó con colorante Wright; el resto de los productos se procesaron mediante autoanalizador automático en los laboratorios del Instituto, sin que los miembros que efectuaron las lecturas conocieran la procedencia de los grupos a analizar; al finalizar la toma de productos los animales fueron sacrificados profundizando la anestesia, se evisceraron y la totalidad de las estructuras se fijaron en formol al 1%.

Se hicieron representaciones tabulares de algunos datos y otros resultados se expresaron en promedio \pm una desviación estándar. Se utilizó análisis de varianza para comparaciones multigrupo y pruebas de Dunnet o Tukey cuando no hubo homogeneidad de varianza, se consideraron diferencias significativas cuando $p \leq 0.05$.

* Carl Zeiss

** Chow Purina

CUADRO 2
GRUPOS

Variables somáticas iniciales	P	M	D	T	C	Valor de P
Peso (g)	203.41 ± 10.71	196.75 ± 7.29	192.25 ± 9.79	197.66 ± 15.97	197.41 ± 6.28	n.s.
Longitud (cm)	20.33 ± 0.60	20.08 ± 0.43	19.50 ± 0.77	19.83 ± 1.12	19.83 ± 0.68	n.s.
INCREMENTOS PORCENTUALES						
Variables somáticas finales						
Peso	*54.48% ± 14.52	93.58% ± 35.11	95.14% ± 32.11	113.20% ± 40.93	116.28% ± 16.13	*< 0.05
Longitud	*18.93% ± 5.73	33.11% ± 7.48	34.90% ± 9.54	32.95% ± 7.90	32.06% ± 5.59	*< 0.05

Valores expresados en promedio y desviación estándar.

El incremento porcentual de peso y talla se calculó mediante la fórmula (Dato inicial - Dato final/Dato inicial X 100).

RESULTADOS

Se efectuaron un total de cincuenta y cuatro trasplantes: doce en el primer grupo, trece en el segundo, quince en el tercero y catorce en el último. Treinta ratas fallecieron, once durante el transoperatorio a consecuencia de hemorragia o falla en la anastomosis vascular, diecinueve fallecieron o fueron sacrificadas entre el séptimo y el vigesimooctavo día del postoperatorio, los hallazgos más notorios encontrados se muestran en el *cuadro 1*; los datos anormales más constantes fueron: evacuaciones disminuidas de consistencia y pérdida de peso progresiva; una tercera parte de ellas cursaron con obstrucción mecánica a nivel intestinal.

No hubo diferencias significativas entre los pesos y las longitudes corporales iniciales de los animales que concluyeron el periodo de observación asignado. En los cuatro primeros grupos se presentaron evacuaciones disminuidas de consistencia durante la primera semana del postoperatorio, los animales que recibieron trasplantes segmentarios sufrieron disminuciones del 5 al 10% del peso original durante ese lapso; a partir del décimo día postrasplante se observó incremento progresivo de peso pero significativamente menor al del grupo control; a la cuarta semana el déficit ponderal sólo era evidente en los grupos segmentarios proximal y medial y a partir del segundo mes solo el grupo proximal se mantuvo por abajo de los demás; los incrementos de peso corporal promedio al finalizar el cuarto mes de iniciado el estu-

dio oscilaron entre el 90 al 120%, excepto en el grupo proximal, cuya longitud corporal también fue inferior; las diferencias en peso y longitud corporal en este último grupo fueron significativamente inferiores a los otros cuatro grupos al término del estudio (*Cuadro 2*; *Figura 1*).

Los incrementos de glucosa en sangre a los treinta y sesenta minutos después de la administración de maltosa fueron similares en los cinco grupos, tampoco hubo diferencias entre los niveles séricos de colesterol, triglicéridos y proteínas totales; únicamente en el grupo que recibió trasplantes proximales se observaron niveles de albúmina inferiores a los registrados en los otros cuatro grupos (*Cuadros 3 y 4*).

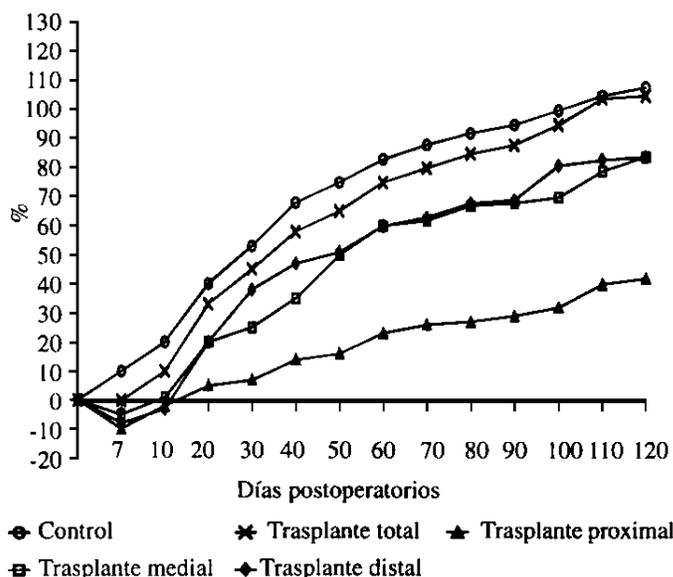


Figura 1. Modificaciones porcentuales del peso promedio corporal de los grupos estudiados.

CUADRO 3
NIVELES DE GLUCOSA EN SANGRE

Grupo	C	T	P	M	D	Valor de P
0'	61.5 ± 14.32	67.5 ± 17.27	65.16 ± 16.30	69.66 ± 12.94	70.83 ± 23.32	0.11
30'	121.00 ± 18.98	125.5 ± 25.95	106.66 ± 10.70	111.00 ± 14.68	123.16 ± 36.56	0.43
60'	147.33 ± 12.07	153.16 ± 38.82	136.33 ± 27.67	133.83 ± 30.95	150.00 ± 48.23	0.18

Valores expresados en promedio y D.E.

Por problemas técnicos, tres de las muestras enviadas al laboratorio de hematología no fueron evaluadas; en el grupo testigo las cifras de hemoglobina oscilaron entre 13 a 19 gramos y el hematócrito entre 41 a 57%; en el grupo de trasplante proximal cinco de seis evaluados presentaron anemia y uno mostró límites normales bajos de hemoglobina; en el grupo medial también solamente se analizaron cinco ratas, una presentó anemia y 7% de polisegmentados; en el grupo de trasplante distal, una cursó con anemia y en otra se observó 43% de polisegmentados; una de las ratas con trasplante total mostró anemia y simultáneamente 17% de polisegmentados (*Cuadro 5*).

DISCUSION

Aun en ausencia de fenómenos de rechazo o reacción de injerto contra huésped, los trasplantes enterales pueden presentar complicaciones tardías que imposibiliten la función del injerto; las causas no siempre son determinadas¹⁷ o bien se atribuyen a denervación o traslocación

bacteriana.^{18,19} Diecinueve de las cincuenta y cuatro ratas trasplantadas presentaron complicaciones que deterioraron progresivamente las condiciones generales de estos animales y favorecieron su muerte, sólo en la mitad se pudo encontrar causa aparente y de ellas la más frecuente fue debida a bloqueo intestinal secundario a bridas o abscesos a nivel de las anastomosis enteroentéricas; estas contingencias son potencialmente controlables mediante un adecuado monitoreo y clínicamente podrían ser fáciles de revertir, no obstante otras complicaciones como el quiloperitoneo observado en dos ocasiones, implica falla en la recanalización espontánea de los conductos linfáticos; llama la atención que salvo sucesos imputables a deficiencias técnicas durante las anastomosis vasculares, las cuales se presentaron principalmente al inicio del experimento, evaluaciones hechas en estudios similares solo ocasionalmente han informado complicaciones tardías postoperatorias;²⁰ no obstante en la práctica clínica éstas se presentan muy frecuentemente,⁸ sin embargo, en ocasiones es difícil separar las posibles lesiones derivadas de la manipula-

CUADRO 4
GRUPOS

VARIABLES	P	M	D	T	C	Valor de P
Colesterol (mg/dL)	48.76 ± 15.59	52.74 ± 06.81	48.27 ± 13.88	41.08 ± 09.03	54.00 ± 07.15	n.s.
Triglicéridos (g/dL)	101.16 ± 26.40	128.63 ± 43.38	119.49 ± 43.72	102.00 ± 28.27	120.00 ± 45.00	n.s.
Proteínas totales (g/dL)	4.63 ± 1.08	5.18 ± 0.48	4.91 ± 0.60	4.85 ± 0.35	5.13 ± 0.23	n.s.
Albumina (g/dL)	*2.33 ± 0.46	2.77 ± 0.41	2.71 ± 0.27	2.68 ± 0.20	2.95 ± 0.27	* < 0.05

Valores expresados en promedio y desviación estándar

CUADRO 5

GRUPO

testigo	HB	HT	Polisegmentados	
1	19.0	57	1	Microcitosis+, macrocitosis+
2	16.3	51	2	Microcitosis+
3	17.0	51	0	Microcitosis++, hipocromía+, células en Diana
4	16.0	48	0	
5	15.2	50	4	Macrocitosis+, microcitosis+
6	13.1	41	0	Macrocitosis+, microcitosis+
Proximal				
1	12.4	37	10	Anisocitosis+, macrocitosis+
2	13.6	39	1	Crenocitos++
3	12.3	37	2	
4	10.0	30	10	Macrocitosis+, microcitosis++, hipocromía+++ , células en Diana+, diferencial 50%
5	10.0	32		Crenocitos
6	No valorable			No valorable
Medial				
1	12.1	36	7	Eritroblastos 7%, macrocitosis+++, microcitosis+, células en Diana+
2	15.6	40		Microcitosis+, hipocromía+
3	17.8	48		Microcitosis+, hipocromía+
4	14.0	38		Macrocitosis+
5	14.0	37		Eritrocitos crenados
6	No valorable			Eritrocitos crenados
Distal				
1	12.0	36	4	Eritroblastos 1, macrocitosis+++, microcitosis++, hipocromía+
2	15.6	43		Anisocitosis+, microcitosis+
3	15.2	43	43	Microcitosis+, hipocromía+
4	13.4	39		Anisocitosis+, microcitosis+++, hipocromía+
5	14	39		Macrocitosis+
6	12.5	35.5		Macrocitosis+
Total				
1	11.0	32		Crenocitos++
2	12.0	34	17	No valorable
3	14.0	40		Macrocitosis+
4	13.0	36		Macrocitosis+
5	13.5	34		
6	No valorable			

ción quirúrgica y las secuelas de la extirpación del injerto y su reubicación en el huésped, de las que se intercalan por el uso de drogas inmunosupresoras y la respuesta inmune del huésped y del injerto; el procedimiento en sí es laborioso y en este experimento las resecciones, trasplantes y restitución de la continuidad enteral fueron hechas en un solo tiempo, condición que probablemente favoreció el desarrollo y frecuencia de las lesiones encontradas.

Después de realizada la resección enteral y subsecuentemente el trasplante, existe un periodo crítico en donde se presenta la restauración estructural de los enterocitos dañados y la recanalización espontánea de los conductos linfáticos, estos eventos acontecen tempranamente en la rata,²⁰ posteriormente se restablece pro-

gresivamente la absorción y asimilación de los alimentos ingeridos, el periodo parece iniciarse en la segunda semana de realizado el injerto de acuerdo a lo observado en los cuatro grupos trasplantados; no obstante cada grupo presentó características peculiares que podrían corresponder a la adaptabilidad funcional de cada tipo de trasplantes; cuando la restitución de intestino fue similar al área reseçada, la velocidad en el incremento ponderal fue semejante a la del grupo control; cuando la sustitución fue segmentaria, la magnitud fue menor pero con tendencia a incrementarse progresivamente; en el caso de los trasplantes segmentarios medial y distal, el peso llegó a equipararse al testigo a partir del tercer mes postquirúrgico, en cambio cuando se usó injerto proximal, el incremento ponderal fue substancialmente

menor, aun cuando mantuvo tendencia a seguir aumentando no igualó a los otros grupos; este déficit ponderal tuvo como único reflejo químico niveles séricos bajos de albúmina, pero no así de triglicéridos y colesterol. La actividad enzimática de las disacaridasas que requiere de la integridad funcional y morfológica de las vellosidades, fue evaluada a través de los niveles plasmáticos de glucosa en sangre después de administrar maltosa;²¹ los niveles séricos de este carbohidrato no mostraron discrepancias a pesar de la aparente diferencia de superficies de absorción entre los grupos segmentarios y el total.

En cuanto a la serie roja, en todos los grupos se observó anisocitosis, no obstante, estos hallazgos no pueden considerarse anormales en estas especies; dependiendo de la edad de la rata, suelen existir en circulación de dos a tres poblaciones de eritrocitos de diferentes tamaños simultáneamente;²² por otro lado la evidencia de niveles de hemoglobina y hematócrito inferiores a los controles, aunados a hipocromía, polisegmentados superiores al 5% y eritroblastos presentes en miembros de los grupos trasplantados, son indicadores que sugieren la existencia de trastornos de absorción de hierro y ácido fólico, no únicamente en ratas que recibieron trasplantes segmentarios proximales y distales, como era de esperarse, sino inclusive en algunos miembros que recibieron trasplante total; sin embargo estas observaciones son insuficientes ya que no se pudo analizar integralmente los resultados; en estudios de esta naturaleza quizá sea más conveniente realizar la citometría hemática a través de métodos automatizados que permitan evaluar con mayor exactitud los índices eritrocitarios y valorar correctamente el tamaño y número de eritrocitos; además determinaciones de ferritina y ácido fólico.^{23,24}

La proporción de injerto yeyunal utilizada fue similar a la de otros experimentos con la cual se obtuvo mejor control de la respuesta inmune en ratas y cerdos,^{12,13,25} no obstante esta proporción de intestino produjo una respuesta funcional, medida en términos de incremento porcentual en peso y longitud corporal, significativamente menor a la de los otros dos grupos segmentarios, los cuales alcanzaron medidas semejantes a la de los grupos con restitución total del intestino o con integridad enteral. Proporciones menores de intestino distal (15%), trasplantado en ratas con resección yeyuno-ileal del 90%,¹⁵ permiten patrones de crecimiento deficitario similar a los que obtuvimos en el grupo yeyunal pero con un segmento mayor; de acuerdo a estas observaciones, podemos suponer que

injertos segmentarios distales tienen mayor capacidad de adaptación funcional que los proximales, basta un 30% de esta parte del intestino para substituir un déficit del 90% yeyuno-íleon y obtener crecimiento similar a los obtenidos en ratas con integridad enteral; si este mismo comportamiento se llegase a presentar en el ser humano, facilitaría la toma de decisiones respecto al segmento enteral a trasplantar en pacientes en edad pediátrica, de igual modo favorecería al uso de trasplantes enterales de donador vivo relacionado sin riesgo de alterar la función del remanente enteral del donador y disminuiría considerablemente la dependencia de donadores cadavéricos actualmente deficitarios debido a la gran demanda de trasplantes de órganos; el hecho de que experimentalmente el trasplante segmentario proximal tenga una mayor proporción de tolerancia en el huésped, no necesariamente excluye el uso de segmentos distales; en base a su mejor adaptabilidad funcional deben promoverse estudios con otros esquemas de manejo inmunológico que favorezcan la viabilidad de estos injertos, sobre todo cuando surjan otras drogas más eficientes que las actuales.

Informaciones recientes recabadas de la experiencia clínica con trasplantes enterales totales y multiviscerales, señalan un gran porcentaje de morbilidad^{8,26} y alto costo generados por estos procedimientos, el precio promedio estimado es alrededor de \$ 500,000 dólares, probablemente es la forma más cara de hospitalización conocida;⁸ por lo tanto es necesario asimilar esas extraordinarias aportaciones clínicas y seguir promoviendo mayor información experimental sobre la fisiología, respuesta inmune y complicaciones quirúrgicas de estos procedimientos, para tratar de encontrar opciones más sencillas y/o prácticas en el tratamiento del paciente con insuficiencia enteral irreversible.

REFERENCIAS

1. Schwartz MZ, Maeda K. Short bowel in infants and children. *Pediatr Clin North Am* 1985; 32: 1265-1279.
2. Goule O, Revillon Y, Jan O et al. Neonatal short bowel syndrome. *Pediatr* 1991; 119: 18-23.
3. Wilmore DW. Factors correlating with a successful outcome following extensive intestinal resection in newborn infants. *J Pediatr* 1972; 80: 88-95.
4. Dorney SFA, Ament ME, Berquist WE et al: Improved survival in very short small bowel of infancy with use of long-term parenteral nutrition. *J Pediatr* 1985; 107: 521-525.
5. Geogerson KE, Breaux CW. Outcome and intestinal adaptation in neonatal short-bowel syndrome. *J Pediatr Surg* 1992; 27: 344-350.
6. Caniano DA, Starr J, Binn-Pease ME. Extensive short bowel syndrome in neonates: Outcome in the 1980s. *Survry* 1989; 105: 118-124.
7. Schraut WH. Current status of small-bowel transplantation.

- Gastroenterology* 1988; 94: 525-538.
8. Tzakis AG, Todo S, Reyes J et al: Clinical intestinal transplantation: Focus on complications. *Transplan Proc* 1992; 24: 1238-1240.
 9. Oliva MM, Perman JA, Saavedra JM, Young-Ramsaran J, Schwarz KG. Successful intestinal transplantation for microvillus inclusion disease. *Gastroenterology* 1994; 106: 771-774.
 10. McMaster P, Buist L. FK 506 in transplantation. *Transplant Proc* 1993; 25: 2684-2685.
 11. Starzl TE, Rowe MI, Todo S et al. Transplantation of multiple abdominal viscera. *JAMA* 1989; 261: 1449-1457.
 12. Kimura K, Money SR, Jaffe BM. The effects of size and site of origin of intestinal grafts on small-bowel transplantation in the rat. *Surgery* 1987; 101: 618-622.
 13. Kimura K, La Rosa CA, Money SR, Jaffe BM. Segmental intestinal transplantation in rats with resected entire small bowel, ileocecal valve and cecum. *J Surg Res* 1988; 45: 349-356.
 14. Kobayashi E, Toyama N, Koyozaki et al. Small bowel transplantation for pediatric short bowel syndrome: Evaluation of the graft length required for development and the immunologic aspects relating to graft length. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 1331-1334.
 15. Oki K, Maeda K, Nakamura K. Orthotopic small intestinal transplantation in the rat - how long a small intestinal graft is necessary? *Transplant Proc* 1989; 21: 2909-2912.
 16. Monchik GJ, Rusell PS. Transplantation of small bowel in the rat. Technical and immunologic considerations. *Surgery* 1971; 70: 693-702.
 17. Kimura K, La Rosa CA, Blank NA, Jaffe BM. Successful segmental intestinal transplantation in enterectomized pigs. *Ann Surg* 1990; 211: 158-164.
 18. Thompson JS, Rose SG, Spanta AD, Quigley EMM. The long term effect of jejunio-ileal autotransplantation on intestinal function. *Surgery* 1992; 111: 62-68.
 19. Watson AJM, Lear PA, Montgomery LA et al. Water, electrolyte, glucose and glycine absorption in rat small intestinal transplants. *Gastroenterology* 1988; 94: 863-869.
 20. Tsuchiya H, Nagashima K, Yamagata K. Regeneration of mesenteric lymphatic vessels in a new experimental model of orthotopic intestinal transplantation in rats. *J Pediatr Surg* 1994; 29: 912-916.
 21. Billar TR, Garberoglio C, Schraut WH. Maltose absorption as an indicator of small intestinal allograft, rejection. *J Surg Res* 1984; 37: 75-85.
 22. Ringler DH, Dabich L (1979) Hematology and clinical biochemistry. In Baker HJ, Lindser JR, Weisbroth SH (Eds). *The Laboratory Rat*. I. Academic Press, pp. 108-112.
 23. Evatt BL, Gibbs WN, Lewis SM, Mc Arthor JR (1995). Fundamentos de diagnóstico hematológico. *Anemia*. Scientyc Mex. D.F. pp. 43-54.
 24. Argüelles RGJ. *Fundamentos de hematología* (1994). Panamericana Mex, D.F. pp. 63-68.
 25. Kimura K, Money SR, Jaffe BM. Short-segment orthotopic intestinal isografts and allografts in enterectomized rats. *Transplantation* 1987; 44: 579-582.
 26. Todo S, Tzakis A, Abu-Elmang K et al. Abdominal multivisceral transplantation. *Transplantation* 1995; 58: 234-240.