

CIRUGIA PLASTICA

Volumen
Volume **12**

Número
Number **1**

Enero-Abril
January-April **2002**

Artículo:

Fenómeno de retardo en el músculoesquelético. Un estudio experimental

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Asociación Mexicana de Cirugía Plástica, Estética y Reconstructiva, AC

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

Others sections in this web site:

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

Fenómeno de retardo en el músculo esquelético. Un estudio experimental*

Dr. David Casillas Martínez,** Dr. Javier Carrera Gómez,*** Dr. Eduardo Gutiérrez Salgado****

RESUMEN

La transferencia de tejidos es un procedimiento ampliamente usado en cirugía plástica. La disponibilidad de sitios donadores particularmente de gran extensión está limitada por la arquitectura vascular. La aplicación del fenómeno de retardo y los conceptos actuales sobre revascularización y angiogénesis permiten al cirujano reconstructivo manufacturar nuevos colgajos de gran refinamiento y sofisticación. Desarrollamos un modelo experimental de transportador vascular para prefabricar un gran colgajo musculocutáneo en la rata. Se comparó la capacidad de revascularizar un colgajo compuesto de músculo trapecio a través de un retardo de músculo esquelético del músculo dorsal ancho como pedículo músculo-vascular con un control no retardado. El pedículo músculo-vascular exhibió la mejor revascularización del colgajo compuesto prefabricado con un $90\% \pm 10\%$ de supervivencia del colgajo ($p < 0.001$), mientras que el no retardado mostró necrosis total en el 85.8% de los controles. La revisión histológica del modelo mostró evidencia visual de revascularización y formación de un pedículo angiogénico entre el músculo dorsal y el trapecio que proporciona supervivencia a este último. Se establece la posibilidad confiable de elaborar colgajos músculo-musculares compuestos por medio del retardo y el desarrollo de un pedículo angiogénico.

Palabras clave: Retardo, angiogénesis, revascularización, colgajo prefabricado.

INTRODUCCIÓN

La transferencia de tejidos es un procedimiento ampliamente utilizado en la cirugía reconstructiva para

SUMMARY

Tissue transfer is a widely used procedure in plastic surgery. The readiness of donor sites of great extension is limited by the vascular architecture. The application of the delay phenomenon and the current concepts of revascularization and angiogenesis allow reconstructive surgeons to build new kinds of sophisticated and exquisite flaps. An experimental model of vascular transporter was carried out to prefabricate a great musculocutaneous flap in rat. The revascularization capacity a torn piece made up of muscle trapezius, was compared through a delay of skeletal muscle of the latissimus dorsi muscle as muscle-vascular pedicle with a non delayed control. The muscle-vascular pedicle showed the best revascularization in the torn piece compound prefabricated with $90\% \pm 10\%$ of survival of the torn piece ($p < 0.001$), while the not delayed one showed total necrosis in 85.8% of the control group. The histologic review of the pattern showed visual evidence of revascularization and formation of an angiogenic pedicle among the dorsal muscle and the trapezius that provides survival to the later. The reliable possibility is established set up to elaborate muscle-muscular compound torn pieces by means of the delay technique and the development of an angiogenic pedicle.

Key words: Delay, angiogenic, revascularization, prefabricated flap.

cubrir o restaurar defectos. En ocasiones, el tejido transferido puede sufrir alteraciones en la perfusión, isquemia o necrosis, de tal manera que cuando un colgajo es grande, el cirujano puede reforzar la perfusión

* Trabajo presentado en el Concurso Nacional de Residentes. Mazatlán, Sin.: Febrero 2000.

** Médico residente de tercer año de la Especialidad de Cirugía Plástica y Reconstructiva. Hospital Central Sur de Alta Especialidad de Petróleos Mexicanos (HCSAE, PEMEX).

*** Profesor Titular del Curso de Cirugía Plástica y Reconstructiva. HCSAE, PEMEX.

**** Médico adscrito. Profesor adjunto del Curso de Cirugía Plástica y Reconstructiva. HCSAE, PEMEX.

y prolongar la cantidad sobreviviente de tejido mediante el retardo quirúrgico.

El retardo vascular consiste en someter a un segmento donador a un estado de isquemia moderada en una primera operación, ocluyendo parte de su aporte vascular. En una segunda intervención, después de cierto tiempo, el colgajo es levantado y transferido definitivamente sobre un pedículo vascular específico, de tal manera que efectuado debidamente y basado en el conocimiento fisiológico, el retardo puede incrementar considerablemente la longitud sobreviviente de un colgajo.¹⁻³

La mayoría de la experiencia clínica y experimental donde se aplica el retardo es en los colgajos cutáneos. A pesar del amplio uso de los colgajos musculares en cirugía reconstructiva, el fenómeno de retardo en el músculo esquelético no es muy reportado.

Por otro lado, la angiogénesis o desarrollo de nuevos vasos sanguíneos, de primordial importancia en diversos eventos fisiológicos como la cicatrización, las angiodisplasias, tumores, enfermedades reumáticas y la integración de injertos de piel, han generado expectativas interesantes en la prefabricación de colgajos, ampliando el campo clínico y la investigación en cirugía plástica y reconstructiva.^{4,5}

La integración de un injerto es un proceso de revascularización bien conocido que necesita varios días. La transferencia quirúrgica de colgajos cutáneos también requiere de una adecuada angiogénesis según su tipo. Las transferencias microquirúrgicas de colgajos, por ejemplo, se han empleado para llevar un segmento de tejido adecuado y bien vascularizado salvando extremidades y otras áreas de la economía que sufren de isquemia. Las anastomosis espontáneas de los vasos pequeños fueron descritas por Smahel y Jentsch, en 1984.⁶ Últimamente en modelos de escisión vascular se ha confiado en la angiogénesis para la perfusión en los miembros de ratas y conejos en lapsos de 10 a 30 días, en respuesta por la estimulación del factor de crecimiento endotelial vascular, factor de crecimiento plaquetario y factor de crecimiento epitelial celular. En 1995, Brown y cols.⁷ describieron la sobrevida de un colgajo dérmico en ratas en el que la misma fue dada por el desarrollo de colaterales cerca de la arteria epigástrica ligada. Washio,⁸ demostró en 1971, que un segmento de íleon vascularizado sobrevivía colocándolo debajo de la piel y tejido subcutáneo en un perro. Erol,⁹ en 1972, reportó con éxito la revascularización de injertos dérmicos en ocho pacientes. En 1975, Hori y cols.⁹ usaron la técnica de neovascularización en el pulgar, en nueve casos; Erol colocó un injerto dérmico sobre el trayecto de la arteria femoral en un perro, en 1976, y lo elevó dos

semanas después como un colgajo con patrón axial; la neovascularidad se demostró por medio de arteriografía.⁹ En 1980, Erol y Spira,¹⁰ usaron el omento en un cerdo para vascularizar injertos dérmicos, injertos de piel y tejido subcutáneo, piel y músculo, y piel y hueso, transfiriéndolos como colgajos libres en isla. En 1982, Shintomi y Ohura,¹¹ reportaron cuatro casos de colgajos prefabricados usando el dorsal ancho con pedículo vascular segmentado trasladado al antebrazo; describieron la disección distal de los vasos toracodorsales dejando un parche del músculo dorsal ancho pegado a la parte más distal, insertando éste en el antebrazo como un colgajo tubular libre vascularizado. En 1991, Tark y cols.¹² revascularizaron piel abdominal en ratas con colgajos fasciocutáneos con la arteria epigástrica superficial inferior. A últimas fechas se ha incrementado el número de publicaciones relacionadas con la prefabricación de colgajos y de transportadores vasculares de diversos tejidos.¹³⁻¹⁶

El objetivo de este trabajo fue crear una integración de los músculos trapecio al dorsal ancho, usando a éste como transportador vascular, y con base en el retardo del músculo esquelético, generar un pedículo angiogénico que nutra al músculo integrado y comprobar clínicamente que el fenómeno de retardo es aplicable al músculo-esquelético.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio experimental en 14 ratas raza Wistar, ocho machos y seis hembras, con peso entre 300 y 420 g (promedio de 390 g en los machos y 330 en las hembras), divididas en dos grupos de siete ratas cada uno: el Grupo A, a las que se realizó retardo vascular del músculo esquelético y el Grupo B sin retardo. Todas las ratas se obtuvieron de un bioterio especializado en la cría de animales para investigación. Se anestesiaron con éter inhalado a dosis respuesta y cada una estuvo encerrada en su propia jaula en un cuarto con temperatura controlada a 24°C. Todos los animales fueron alimentados con comida especial para ratas y agua a libre demanda. En todos los animales se realizó tricotomía de la zona quirúrgica tanto dorsal como ventral del tórax, de acuerdo al tiempo quirúrgico correspondiente.

Primer tiempo quirúrgico

Grupo A (con retardo músculo-esquelético): Con técnica estéril y bajo magnificación con microscopio Zeiss para el cirujano y teléfonos 4 X para el ayudante, se efectuó una incisión paraespinal derecha de aproximadamente 3 cm de longitud (*Figura 1*), dise-

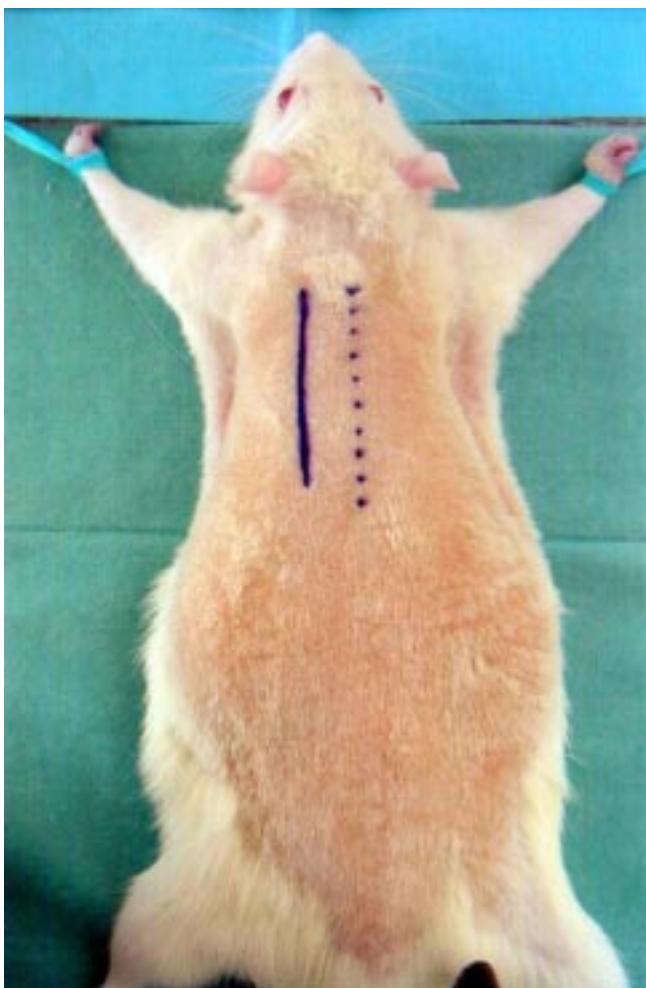


Figura 1. Incisión paraespinal derecha de 3 cm de longitud.

cando por planos e identificando los músculos trapecio y dorsal ancho (*Figura 2*), con medición de su longitud y anchura máximas. Se identifican las dos perforantes accesorias paraespinales del músculo trapecio, que permanecen íntegras, se diseña la arteria nutricia principal del trapecio (a. cervical transversa), se liga con seda 6-0 y se corta (*Figura 3*). Enseguida se levanta el dorsal ancho y se ligan y cortan las perforantes musculares a la piel, así como las accesorias intercostales. Se deja el pedículo principal (a. toracodorsal), además de un pedículo accesorio distal y otro intermedio. Finalmente se realiza miorrafia del borde lateral del trapecio al borde medial del dorsal ancho con puntos simples de nylon 9-0 (*Figura 4*), y se cierra la piel con prolene 4-0.

Grupo B (sin retardo músculo-esquelético): Con la misma técnica que en el Grupo A, se diseña el trapecio sin retardo, se identifican pedículos accesorios y

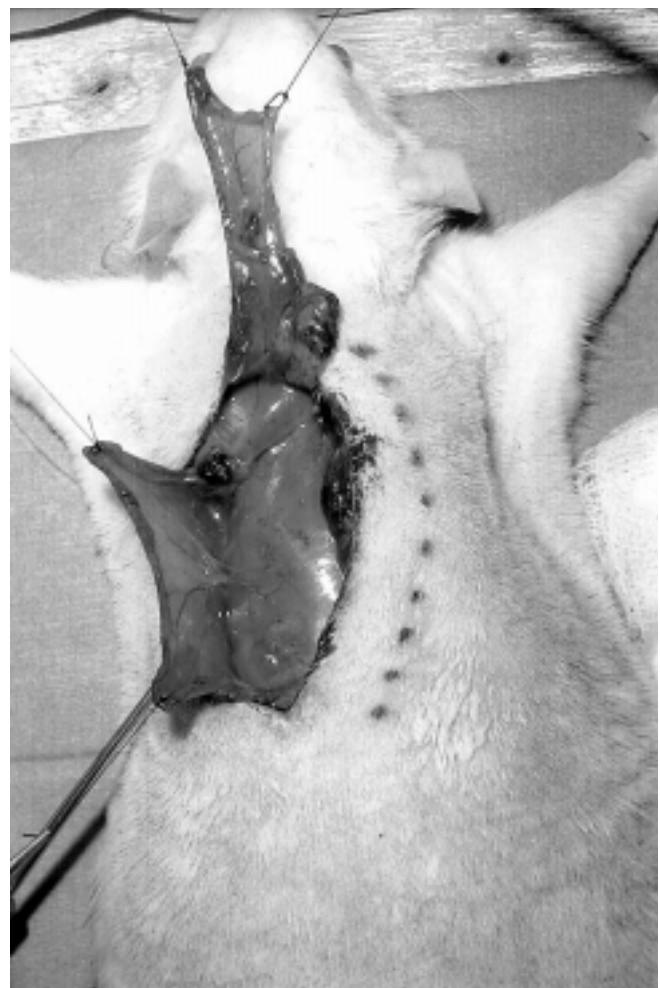


Figura 2. Identificación de los músculos trapecio y dorsal ancho.

principal, sin seccionar ningún vaso. Se identifica el músculo dorsal ancho, que conserva íntegra su vascu- latura. Se realiza la miorrafia entre el trapecio y dor- sal ancho (*Figura 5*) en la misma forma que el otro grupo y se concluye el procedimiento cerrando la inci- sión con prolene 4-0.

Segundo tiempo quirúrgico

Catorce días después se realiza nuevo acceso qui- rúrgico sobre el sitio de la incisión previa, con di- sección por planos hasta identificar el sitio de la miorrafia entre el trapecio y dorsal ancho. Se dise- ña una isla vertical de piel de 2 x 1 cm unida al músculo trapecio subyacente. Se procede a disecar el complejo músculo-musculocutáneo de dorsal an- cho y trapecio, confeccionando después un puente subcutáneo hacia el tórax anterior del lado derecho de cada rata, por donde se tuneliza la isla de piel y los músculos trapecio y dorsal ancho integrados,

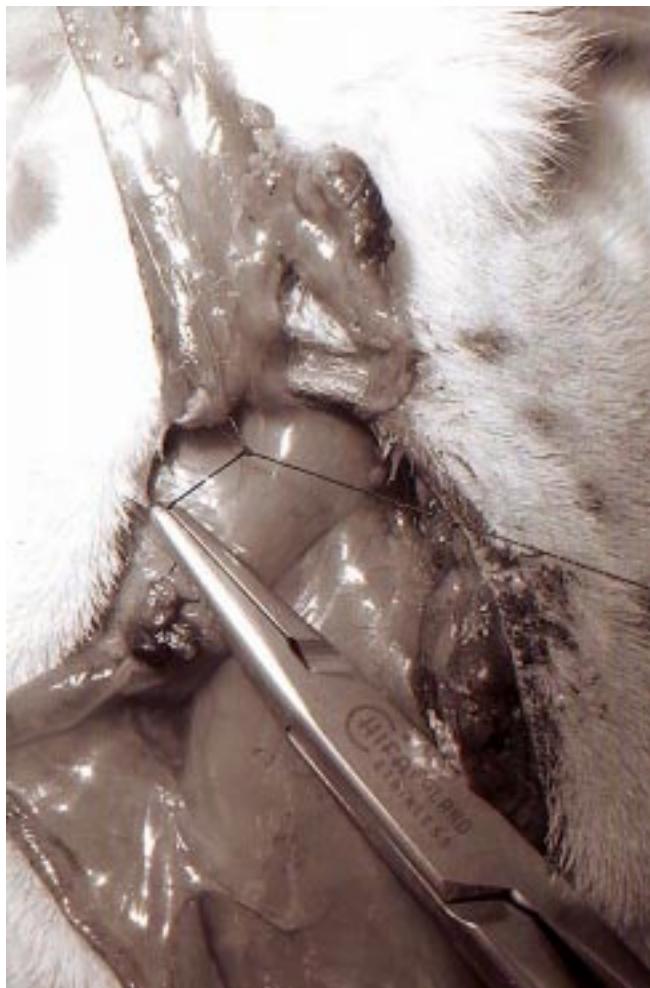


Figura 3. Disección y ligadura del pedículo principal del músculo trapecio (arteria cervical transversa).

colocándose la isla de piel en un defecto creado de 2 x 1 cm en la zona medio-esternal del tórax, fijando el plano muscular y el huso de piel con puntos simples de prolene 6-0 (*Figura 6*). Las ratas se envían nuevamente al bioterio para seguir con las medidas posquirúrgicas.

Para cuantificar la necrosis se utilizó un planímetro milimétrico calculando el área de las zonas de los músculos dorsal ancho, trapecio y el huso cutáneo en mm², y así deducir el porcentaje de la necrosis. A los cinco días se observó la viabilidad del colgajo a través de su monitor cutáneo. Se tomó biopsia de ambos bordes musculares antes del primer procedimiento, de la zona de unión muscular al momento del segundo procedimiento 14 días después del retardo, y biopsia de la zona músculo-musculocutánea creada en ambos grupos a los 5 días después del segundo procedimiento.



Figura 4. Miorrafia entre el músculo trapecio y dorsal ancho.

RESULTADOS

Todas las ratas sobrevivieron al primer procedimiento. Se observó en el músculo dorsal ancho unas dimensiones de aproximadamente 3.3 a 4 cm de longitud por 1.3 a 2 cm en la parte más ancha, con un promedio de 3.5 cm en longitud y 1.5 cm de ancho. En el trapecio, las dimensiones fueron de 2.5 a 3 cm, por 0.5 a 1 cm de ancho, con un promedio de 2.8 x 0.8 cm. Ambos con un pedículo vascular principal y accesorios constantes. Después del primer procedimiento quirúrgico se encontró en una rata del Grupo B un seroma, mismo que se drenó, en el segundo acto quirúrgico se encontró una revascularización del colgajo compuesto prefabricado con un 90% ± 10% de supervivencia del colgajo ($p < 0.001$) (*Figura 7*). El grupo sin retardo mostró necrosis total en el 85.8% (*Figura 8*). En el Grupo A se encontró ambos músculos (trapecio y dorsal ancho) íntegros y la ganancia en exten-



Figura 5. Grupo B sin retardo: se realizó únicamente miorrafia entre el músculo trapecio y dorsal ancho.

sión fue entre el 27.3% y 29.1% (media de 28.2%). La unión muscular o zona de miorrafia se pudo identificar en todos los animales. El segundo procedimiento se pudo realizar sin dificultad. Cinco días después del segundo procedimiento se observó necrosis total de la isla de piel en seis ratas y subtotal en una del Grupo B. En todas las ratas del Grupo A el huso cutáneo tuvo una sobrevida total. El estudio histopatológico mostró abundante tejido de neovascularización en el grupo con retardo y ausencia celular y áreas de necrosis en el grupo sin retardo.

COMENTARIO

Cuando se retarda un colgajo hay una dilatación de la estructura vascular existente dentro del mismo y no surgen nuevos vasos. El efecto anatómico máximo en el árbol arterial ocurre a nivel de los capilares y de las



Figura 6. Músculos dorsal ancho y trapecio con isla de piel tunelizados.

áreas anastomóticas entre ellos, que unen territorios vasculares adyacentes. La dilatación de los vasos en este territorio visto en el periodo de retardo, es un evento permanente e irreversible; es un proceso activo asociado con la hiperplasia e hipertrofia celular en todas las capas de las paredes arteriales, con un incremento resultante en el calibre de esos vasos. La secuencia del retardo parece ser similar en diferentes especies y en diferentes tejidos, sugiriendo la posibilidad de un proceso universal del retardo.¹⁴

Las fuentes para colgajos libres y de patrón axial en el cuerpo son limitados y los que se encuentran disponibles no siempre satisfacen los requerimientos para los defectos a reconstruir. La prefabricación de colgajos es un concepto basado en el fenómeno de la neovascularización. La experiencia con injertos demostraron que el tejido totalmente desvascularizado puede ser revascularizado por otros tejidos; la neo-



Figura 7. Resultados: revascularización del $90 \pm 10\%$ de supervivencia del colgajo retardado.

formación de vasos en tejidos parcialmente irrigados por la periferia de una herida es un fenómeno conocido.¹⁵ Dos factores afectan el proceso de la revascularización: la isquemia del sitio receptor y la vascularidad del sitio donador, con una proporción inversa entre los dos. El tejido donante es la fuente de revascularización y se transforma en un transportador vascular que ayuda en la utilización de un futuro pedículo vascular. En nuestro estudio el tejido donador fue el músculo dorsal ancho.¹⁶⁻¹⁸ El tejido receptor es el blanco de la revascularización y este tejido se puede separar completamente del aporte vascular original en el futuro.^{18,19} Para una revascularización exitosa, el sitio receptor debe tener un suplemento vascular insuficiente.²⁰⁻²⁶ En un estudio en el que Stark utilizó ratas, demostró una disminución vascular de los colgajos durante el tiempo de transferencia; esto es muy importante, sobre todo después de la



Figura 8. Resultados: necrosis en el 85% del colgajo en el grupo sin retardo.

división del pedículo.²²⁻²⁷ Para favorecer estos dos factores, en nuestro estudio con un sitio donador con una buena vascularidad similar en ambos grupos y un sitio receptor pobremente vascularizado en el grupo A con retardo y receptor normalmente vascularizado en el grupo B sin retardo. Empleamos el dorsal ancho con su fuente vascular (arteria toracodorsal) aumentando la revascularización secundaria por reducción del flujo sanguíneo del trapecio, ligando el aporte vascular del mismo en el grupo A, manteniendo la circulación necesaria por pedículos accesorios durante un periodo de dos semanas de revascularización. El dorsal ancho con su gran aporte sanguíneo puede mantener la fuente de revascularización. El trapecio se integra vascularmente por medio de un pedículo angiogénico de revascularización al dorsal ancho generándose un colgajo músculo-muscular, con una ganancia de casi el 30% de ex-

tensión y que se puede separar de su vasculatura original catorce días después, de acuerdo con la mayoría de estudios sobre retardo de tejidos. Las razones para esto fue proporcionar la rehabilitación en nuestro modelo experimental, simulando una situación clínica, como reconstrucción mamaria, reconstrucción de la pared torácica, cardiomioplastia, reconstrucción mediastinal, de la extremidad inferior, o cualquier defecto de grandes dimensiones. Podemos especular que una vez que los vasos perforantes del músculo dorsal son disminuidos, éste tiene la capacidad de una nueva revascularización produciéndose el fenómeno de retardo muscular y funciona como transportador vascular hacia otro tejido isquémico, como el trapecio, que se integra por medio de un complejo angiogénico. Factores locales, como presión de perfusión y variedad vascular; arquitectura vascular, flujo sanguíneo, y variedad del tejido blanco (trapecio); contacto entre el transportador vascular y el tejido blanco, parecen ser importantes en la revascularización.³⁰ Teóricamente el mejor camino para demostrar la vascularidad de un colgajo, convencional o prefabricado, es por medio de la microangiografía y videomicroangiografía. Por desgracia no pudimos realizarlas en nuestro modelo experimental por carecer de tan sofisticado equipo. No obstante el mejor monitor aplicado a los colgajos es el clínico, con el que se demuestra la sobrevivencia de las islas de piel del grupo experimental sometido a retardo del músculo-esquelético. Reconocemos que el modelo experimental se debe aplicar a animales mayores y que no es con mucho, a pesar de múltiples semejanzas anatómicas y fisiológicas, reproducible en humanos, pero es la base científica del progreso de la cirugía plástica.

En la bibliografía que revisamos se establece claramente el fenómeno de retardo en diferentes tejidos, así como sus cambios fisiopatológicos y aplicación clínica; sin embargo, ninguno menciona la presencia de una angiogénesis o revascularización en la unión músculo-muscular en la porción proximal de la misma.

CONCLUSIONES

El fenómeno de retardo es una maniobra importante en la cirugía plástica para el aseguramiento, extensión, transportación y prefabricación de colgajos de muy diversos tipos. Un tejido vascularizado puede revascularizar otro tejido con déficit circulatorio o sometido a retardo, integrándolo en un solo complejo. El músculo esquelético es un adecuado transportador vascular en la prefabricación de colgajos. El pedículo angiogénico debe ser considerado como un verdadero pedículo vascular.

Con esto se establece el concepto de colgajo músculo-muscular con todas sus posibles extensiones.

El modelo experimental que se presenta puede ser usado para futuras investigaciones sobre retardo del músculo esquelético con promisoria aplicación clínica.

BIBLIOGRAFÍA

- Milton SH. The effects of "delay" on the survival of experimental pedicle skin flaps. *Br J Plast Surg* 1969; 22: 244.
- Myers MB, Cherry G. Mechanism of the delay phenomenon. *Plast Reconstr Surg* 1969; 44: 52.
- Myers MB, Cherry G. Differences in the delay phenomenon in the rabbits, rats and pigs. *Plast Reconstr Surg* 1991;47:73.
- Mc Farlane RM, Heagy FC, Radin SC, Aust JC. A study of the delay phenomenon in experimental pedicle flaps. *Plast Reconstr Surg* 1965; 35: 245.
- Taylor GI, Corlett RJ, Caddy CM, Zelt RG. An anatomic review of the delay phenomenon: II. Clinical applications. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89: 408.
- Smahel J, Jentsh B. Spontaneous anastomosis of vessels approximately 10 mm in diameter: an experimental study. *Br J Plast Surg* 1984; 37: 236-40.
- Brown DM, Hong SP, Farrel CL, Pierre GF, Khouri RK. Platelet-derived growth factor induces functional vascular anastomoses in vivo; *Proc Natl Acad Sci USA* 1995; 92: 5920-4.
- Washio, H., An intestinal conduit for free transplantation of other tissues. *Plast Reconstr Surg* 1971; 48: 48.
- Erol OO. The transformation of a free skin graft into a vascularized pedicle flap. *Plast Reconstr Surg* 1976; 58: 470.
- Erol OO, Spira M. Development and utilization of a composite island flap employing omentum: Experimental investigation. *Plast Reconstr Surg* 1980; 65: 405.
- Shintomi Y, Ohura T. The use of muscle vascularized pedicle flaps. *Plast Reconstr Surg* 1982; 70: 725.
- Tark KC, Khouri RK, Shin KS, Shaw WW. The fasciovascular pedicle for revascularization of other tissues. *Ann Plast Surg* 1991; 26: 149.
- Itoh Y. An experimental study of prefabricated flaps using silicone sheets, with reference to the vascular patterning process. *Ann Plast Surg* 1992; 28: 140.
- Dhar SC, Taylor IG. The Delay Phenomenon: The Story unfolds. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104: 111-115.
- Stark GB, Hong C, Futrell JW. Enhanced neovascularization of rat tubed pedicle flaps with low perfusion of the wound margin. *Plast Reconstr Surg* 1987; 80: 814.
- Tark KC, Tuchler RE. Flap Prefabrication: Effectiveness of different vascular carriers. *Ann Plast Surg* 1996; 3: 298-304.
- Barker HJ. Vascular delay in skeletal muscle. *Plast Reconstr Surg* 1996; 97: 665-669.
- Theile AJ, Kane R, Romero G, Mitchell D. A model of bridging angiogenesis in rat. *Br J Plast Surg* 1998; 51: 243-249.
- Ballet JW, Hofman LF, Trachy RE. The effect of nifedipine on skin flap survival in rats. *Laryngoscope* 1994; 104: 253-58.
- Hayden RE, Snyder BJ. Pharmacologic manipulation of random skin flaps with pentoxifylline. *Laryngoscope* 1993; 103: 185-8.
- Muszynski BF, Mustost CT. Closure of sternal defect with the rectus abdominis muscle after sacrifice of both internal mammary arteries. *Ann Plast Surg* 1998; 21: 468-71.
- Ozgentas HE, Shenaq S, Spira M. Study of the delay phenomenon in the rat TRAM flap model. *Plast Reconstr Surg* 1994; 94: 1018-24.

23. Clugston PA, Perry LC, Fisher JA. Rat transverse rectus abdominis musculocutaneous flap model: effects of pharmacological manipulation. *Ann Plast Surg* 1995; 34: 154-61.
24. Siemtonow M, Manikowski W, Gawronski M. Histopathology of muscle flap microcirculation following prolonged ischemia. *Microsurgery* 1995; 16: 515-21.
25. Mattz PK, Pribazz JJ, Duffy FJ. The value of the delay phenomenon in flap prefabrication: an experimental study in rabbits. *Br J Plast Surg* 1994; 47: 149-54.
26. Zahir KS, et al. Comparison of the effects of ischemic preconditioning and surgical delay on pedicled musculocutaneous flap survival in a rat model. *Ann Plast Surg* 1996; 4: 428-429.
27. Restifo, et al. Timing magnitude, and utility of surgical delay in the TRAM flap; Animal studies. *Plast Reconstr Surg* 1997; 105: 1211-6.
28. Hallock GG. Prefabrication of secondary TRAM flap. *Plast Reconstr Surg* 1996; 106: 303-304.
29. Hallock GG, et al. Evidence for efficacy of TRAM flap delay in a rat model. *Plast Reconstr Surg* 1995; 106: 1351-7.
30. Ozgentas HE, et al. Prefabrication of a secondary TRAM flap. *Plast Reconstr Surg* 1995; 103: 441-9.

Dirección para correspondencia:

Dr. David Casillas Martínez
Periférico Sur 4091. Fuentes del Pedregal.
14140 México D. F.
Tel. 5645-1684 Ext. 51153