

Aparato Locomotor

MUSCULO GRACIL: BASES DE LA REFUNCIONALIZACIÓN DEL PLEXO BRAQUIAL.

Gracil Muscle: Refunctionalization Basis of Brachial Plexus.

BONILLA, GONZALO; DODARO, FABIAN; VILLAMIL, FACUNDO;
ALBARRACIN REINOSO, MATIAS; RODRIGUEZ, MATIAS & MOYANO, SOFIA.



Gonzalo Bonilla

Laboratorio 6 Neuroanatomía. III Cátedra de Anatomía.
Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

E-Mail de Contacto: gonzab@yahoo.com

Recibido: 22 – 07 – 2013

Aceptado: 26 – 08 – 2013

Revista Argentina de Anatomía Online 2013, Vol. 4, Nº 3, pp. 85 – 91.

Resumen

El injerto libre muscular es una técnica relativamente nueva que fue desarrollándose en los últimos años, evolucionando de la mano de dos factores: el avance de la tecnología y la capacitación e investigación anatómicoquirúrgica como opción para restablecer funciones motoras perdidas, siendo el músculo grácil una de las primeras elecciones para la realización del trasplante muscular libre funcional que tiene como fin la restauración funcional del miembro. El objetivo de este trabajo es analizar las características anatómicas del músculo grácil en el contexto de dador de injerto libre muscular para la reanimación del plexo braquial. Se utilizaron 28 miembros inferiores fijados con formol y 20 frescos, en los que se disecó el músculo grácil en todo su trayecto desde su inserción proximal hasta su inserción distal, con sus pedículos vasculares y nerviosos mediante el uso de técnicas macro y microscópicas. Según la clasificación de los músculos basada en su forma general y en la orientación predominante de sus fibras con respecto a la dirección de tracción, el músculo grácil (recto interno) es un músculo largo y en forma de cinta, conformando así un conjunto de fibras musculares que recorre el borde medial de la porción proximal del miembro inferior. Hemos encontrado que en aquellos músculos mayores a 420 mm, la presencia de 2 nervios fue del 42,42%, mientras que en los menores a 420 mm el número de nervios fue de uno en todos los casos. Esto es importante ya que técnicamente prevé la utilización de nervios intercostales como dadores de manera diferente, debiendo ser neurotizados ambos nervios del grácil si se presentara el caso para lograr mayor fuerza muscular representada por la mayor cantidad de axones reinervados. El grácil es un músculo de anatomía constante, fácil de disecar, que deja una mínima secuela, y con un nervio motor que permite subdivisiones lo que lo hace candidato ideal para cirugías de rehabilitación dinámica. Sin embargo es un verdadero desafío entre los cirujanos reparadores por tener un pedículo corto y vasos de pequeño calibre. El músculo grácil es una excelente alternativa para la reconstrucción funcional del paciente con lesión completa de plexo braquial, más aún en aquellos que tienen una evolución de más de 1 año, ya que presenta un pedículo vasculonervioso dominante constante y sus características anatómicas lo hacen adaptable para la recuperación de la función del miembro superior.

Palabras clave: músculo grácil, neurotización, músculo recto interno, injerto libre funcional, reinervación.

Abstract

The free muscle graft is a new technique, which was developing in the last years, growing up through two different factors: the advance of technology and the anatomosurgical investigation and capacitation as an option to restore lost motor functions, being the gracil muscle one of the first options for the performance of the free functional muscle transplantation which aim is the functional restoration of the limb. The objective is to analyze the anatomical characteristics of the gracil muscle in the context of the free muscular graft donor for the brachial plexus reanimation. Twenty-eight legs fixed with formaldehyde and twenty fresh legs were used, in which the gracil muscle was dissected in all its course, from the proximal insertion to the distal insertion, with its vascular and nervous pedicles by means of macroscopic and microscopic techniques. According to the classification of the muscles based on their general shape and the predominant orientation of their fibers in relation to the traction direction, the gracil muscle (internal rectus muscle) is a long and tape shape muscle, forming a group of muscular fibers which pass the medial border of the proximal part of the lower limbs. We found that in muscles bigger than 420 mm. the presence of two nerves was 42,42 % against to muscles smaller than 420 mm, in which the number of nerves was one in all of the cases. It is important because it technically anticipates the utilization of the intercostals nerves as donors in different way, being neurotized both of gracil nerves if the case appears to achieve more muscle strength represented in a major number of reinnervated axons. The gracil is a muscle with a constant anatomy, easy to dissect, leaving a minimal sequel and with a motor nerve which allows subdivisions. For that reason it is the ideal candidate for the dynamic rehabilitation surgeries. Nevertheless, it is a real challenge for surgeons because it has a short pedicle and small vessels. The gracil muscle is an excellent alternative for the functional reconstruction in patients with complete injury of the brachial plexus, even more in patients with more than one year evolution, because the muscles present a neurovascular pedicle adaptable for the recovering of the upper limb function.

Key words: gracil muscle, neurotization, internal rectus muscle, free muscle flap, reinnervation.

Datos Autor de Contacto: Gonzalo Javier Hugo Bonilla – Dirección Postal: Soldado de la Independencia 1027 2° B, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Código Postal: 1426 - E-Mail: gonzab@yahoo.com

INTRODUCCIÓN.

Los comienzos del trasplante muscular datan de 1970 con estudios experimentales realizados por Tamai (1) quien efectuó injertos libres musculares del recto femoral en perros utilizando técnicas microquirúrgicas. Por otro lado, el primer caso clínico en humanos fue publicado en 1973 por cirujanos chinos quienes trasplantaron parte del músculo pectoral mayor a la mano en un paciente con enfermedad isquémica de Volkmann (2). Otros cirujanos como Hari y Manktelow,

comenzaron a utilizar injertos libres musculares para devolver función a la cara (3) y el brazo (4, 5).

El injerto libre muscular es una técnica relativamente nueva que fue desarrollándose en los últimos 30 años (6), evolucionando de la mano de dos factores: el avance de la tecnología y la capacitación e investigación anatómicoquirúrgica como opción para restablecer funciones perdidas por diversas situaciones como en la resección de tumores, parálisis postraumáticas, contractura isquémica de Volkmann, etc. (2).

El músculo gracil es una de las primeras elecciones para la realización del trasplante muscular libre funcional (ver Fig. 1) que tiene como objetivo la restauración funcional del miembro (7).

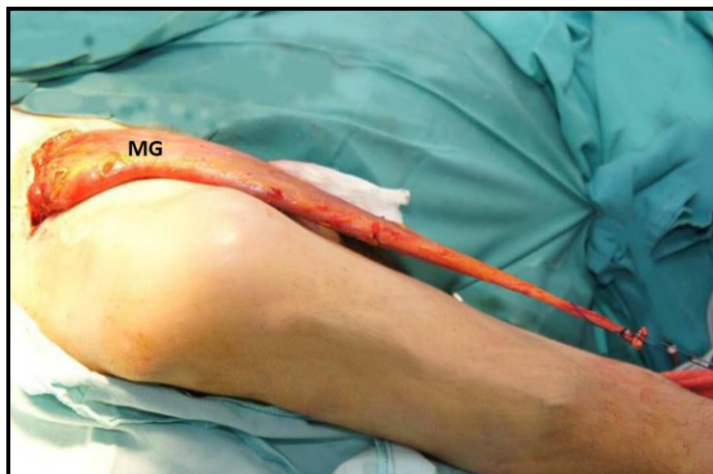


Fig. 1. Imagen donde se objetiva el injerto libre muscular de gracil (MG) en posición para refuncionalización de la flexión del codo (pro bíceps).

Este músculo es apto para la restauración funcional de un miembro paralizado con o sin atrofia dada sus características anatómicas, es decir su forma, tamaño, longitud, aporte vascular con pedículo dominante, y nervio exclusivamente motor, características que llevan aparejado una excelente fuerza muscular, amplitud de movimientos y mínima morbilidad en el territorio dador en el miembro inferior.

En la actualidad existen diversas opciones de reinervación de miembro superior mediante técnicas de neurotizaciones intra y extraplexuales que ofrecen al paciente excelentes resultados funcionales (8). Pero existe un factor limitante para el uso de estas técnicas: el tiempo. En aquellos pacientes en que el tiempo de evolución sea prolongado, o bien en aquellos que hayan sido sometidos a técnicas de reinervación con resultados fallidos, la utilización de injertos libres musculares es una opción para la recuperación funcional del miembro afectado (9, 10).

El músculo gracil o recto interno (ver Fig. 2) es un músculo acintado y delgado, situado en la parte interna del muslo aplanado en el sentido transversal ofreciendo dos caras una superficial y otra profunda.

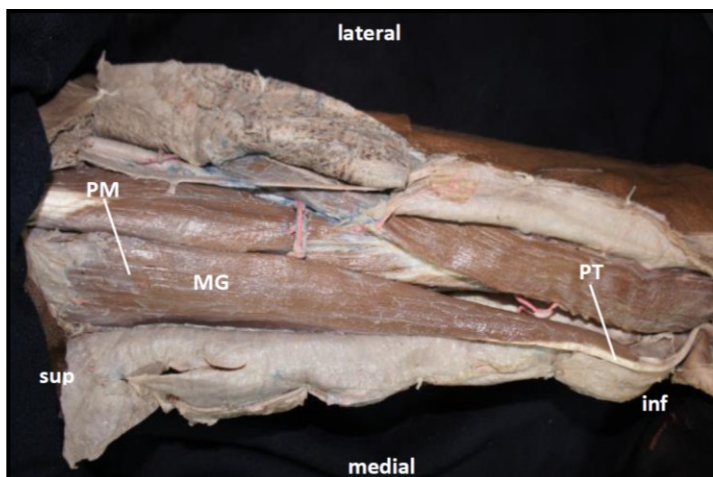


Fig. 2. Imagen del músculo gracil (MG) en su extensión mostrando su porción muscular (PM) y su porción tendinosa (PT).

Se inserta proximalmente por medio de una lámina tendinosa en el cuerpo del pubis, a lo largo de la sínfisis pubiana y en la rama inferior del pubis, por dentro del aductor largo y corto (11).

De aquí, sus fascículos se dirigen verticalmente hacia inferior, y terminan sucesivamente, a partir del centro del muslo, en un tendón largo y delgado, el cual rodea de atrás hacia delante el cóndilo medial del fémur y la tuberosidad medial de la tibia, para insertarse distalmente en la parte medial de la tibia, formando la "pata de ganso" junto con los músculos semitendinoso y sartorio (12). Por su cara superficial, se relaciona con la fascia de revestimiento del muslo y la piel en la mayor parte de su extensión. En su sector inferior, se encuentra en parte cubierto por el sartorio, cruzado de posterior a anterior y de inferior a superior, por la vena safena magna.

Su cara profunda está en relación sucesivamente con el borde medial de los aductores, el cóndilo medial del fémur y el ligamento colateral tibial de la articulación de la rodilla, sobre el cual se desliza por medio de una bolsa serosa que le es común con el músculo semitendinoso. Se considera desde el punto de vista funcional como flexor de la rodilla y aductor del muslo (13).

El objetivo de este trabajo es analizar las características anatómicas del músculo gracil en el contexto de dador de injerto libre muscular para la reanimación braquial.

MATERIALES Y METODO.

Se utilizaron 28 miembros inferiores fijados con formol y 20 frescos, en los que se disecó el músculo gracil en todo su trayecto desde su inserción proximal hasta su inserción distal, con sus pedículos vasculares y nerviosos mediante el uso de técnicas macro y microscópicas con lupas de 2,5x, evaluándose largo total del miembro inferior, largo del músculo ancho en su mayor expresión, largo y ancho de la porción muscular, largo y ancho de la porción tendinosa, características del pedículo vasculonervioso en lo que respecta a número de estructuras, largo/ancho de cada una y distancia a la inserción proximal muscular. Se analizaron los estadísticos descriptivos de las variables (ver Tabla 1) y los estadísticos de normalidad (ver Tabla 2) y debido a que en la mayoría no cumple este supuesto, se utilizó el estadístico no paramétrico Rho de Spearman (ver Tablas 3 y 4).

	Media	Mediana	Desv. típ.	Asimetría	Curtosis
Largo mmii	798.17	810.00	67.15	-0.29	-0.39
Largo musc total	432.63	430.00	39.63	-0.15	-0.91
Ancho musc total	40.06	40.00	3.35	-1.70	4.64
Largo tendón	233.56	236.00	22.74	-2.02	4.92
Ancho tendón	4.56	5.00	1.35	-0.06	-0.62
Largo porc musc	313.06	330.00	30.49	-0.76	-1.21
Ancho porc musc	37.44	38.00	2.58	-1.11	1.52
N° pedículos	1.81	2.00	0.84	0.37	-1.50
N° de vena	1.90	2.00	0.31	-2.68	5.38
Distancia ins-ped	68.10	70.00	6.03	-0.52	0.22
Largo pedículo	39.71	42.00	4.43	-0.60	-0.75
Ancho A	1.17	1.00	0.38	1.85	1.47
Ancho V	1.90	2.00	0.47	-0.35	1.47
N° Nervios	1.19	1.00	0.39	1.65	0.76
Dist ins prox nervio	12.94	13.00	1.88	0.03	-1.39
Ancho N	2.52	2.00	0.71	0.65	-0.23
Largo N desde ins prox	95.81	98.00	24.47	-0.40	-0.16

Tabla I. Estadísticos descriptivos.

	Kolmogorov-Smirnov	gl	Sig.
Largo mmii	.198	48	.000
Largo musc total	.136	48	.026
Ancho musc total	.251	48	.000
Largo tendón	.184	48	.000
Ancho tendón	.189	48	.000
Largo porc musc	.278	48	.000
Ancho porc musc	.191	48	.000
N° pedículos	.291	48	.000
N° de vena	.528	48	.000
Distancia ins-ped	.184	48	.000
Largo pedículo	.218	48	.000
Ancho A	.504	48	.000
Ancho V	.421	48	.000
N° Nervios	.495	48	.000
Dist ins prox nervio	.176	48	.001
Ancho N	.330	48	.000
Largo N desde ins prox	.083	48	.200

Tabla II. Pruebas de normalidad.

	Largo mmii		Largo musc total		Ancho musc total	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
Largo mmii	--	--	.894	.000	-.002	.990
Largo musc total	.894	.000	--	--	.141	.339
Ancho musc total	-.002	.990	.141	.339	--	--
Largo tendón	.939	.000	.801	.000	.065	.659
Ancho tendón	.964	.000	.841	.000	-.004	.978
Largo porc musc	.963	.000	.861	.000	-.051	.732
Ancho porc musc	.908	.000	.773	.000	.131	.375
N° pedículos	.251	.085	.268	.066	.115	.437
N° de vena	.229	.117	.069	.641	-.053	.722
Distancia ins-ped	.829	.000	.743	.000	.252	.084
Largo pedículo	.947	.000	.814	.000	.064	.667
Ancho A	.340	.016	.280	.048	-.074	.617
Ancho V	.642	.000	.679	.000	-.006	.970
N° Nervios	.290	.045	.415	.003	.206	.160
Dist ins prox nervio	.938	.000	.832	.000	-.010	.947
Ancho N	.800	.000	.718	.000	-.057	.702
Largo N desde ins prox	.987	.000	.882	.000	.018	.904

Tabla III. Correlaciones paramétricas [estadístico *r* de Pearson].

RESULTADOS.

Características generales.

Según la clasificación de los músculos basada en su forma general y en la orientación predominante de sus fibras con respecto a la dirección de tracción, el músculo grácil (recto interno) es un músculo largo y en forma de "cinta", conformando así un conjunto de fibras musculares que recorre el borde medial de la porción proximal del miembro inferior. Según su forma se denomina gracil (cualidad a la que debe su nombre), poseyendo dos porciones, una muscular que se extiende desde su inserción proximal en donde se hallan los pedículos vasculonerviosos y una segunda porción tendinosa que va a ser parte de su inserción distal común con los músculos sartorio y semitendinoso. Justamente estas características son vitales en este tipo de reanimación con injertos libres musculares siendo su porción muscular la encargada de otorgar la fuerza necesaria para

	Largo mmii		Largo musc total		Ancho musc total	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Largo mmii	1.000		.945	.000	.268	.066
Largo musc total	.945	.000	1.000		.209	.154
Ancho musc total	.268	.066	.209	.154	1.000	
Largo tendón	.836	.000	.756	.000	.628	.000
Ancho tendón	.960	.000	.896	.000	.269	.064
Largo porc musc	.921	.000	.849	.000	.120	.416
Ancho porc musc	.846	.000	.761	.000	.548	.000
N° pedículos	.335	.020	.261	.073	.185	.208
N° de vena	.117	.429	.113	.443	.089	.549
Distancia ins-ped	.928	.000	.813	.000	.465	.001
Largo pedículo	.917	.000	.844	.000	.299	.039
Ancho A	.355	.013	.309	.032	.008	.955
Ancho V	.660	.000	.712	.000	.246	.092
N° Nervios	.431	.002	.371	.009	.152	.303
Dist ins prox nervio	.869	.000	.868	.000	.182	.215
Ancho N	.766	.000	.766	.000	.173	.241
Largo N desde ins prox	.952	.000	.909	.000	.369	.010

Tabla IV. Correlaciones paramétricas [estadístico *r* de Pearson].

movilizar el miembro, y su porción tendinosa la de cumplir la función de "anclaje" en la palanca de fuerza distal (ver Fig. 3).

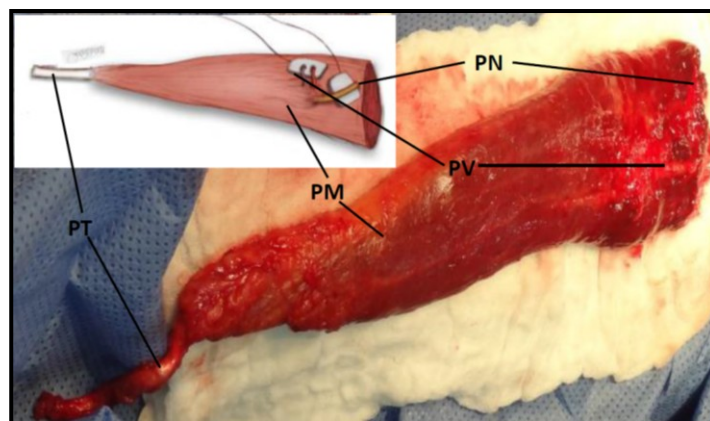


Fig. 3. Imagen quirúrgica y dibujo del músculo gracil una vez retirado, evidenciándose sus porciones muscular (PM) y tendinosa (PT) así como también el pedículo vascular principal (PV) y el nervio del gracil (PN).

Se analizaron 48 miembros inferiores con un porcentaje hombre/mujer de 43,75% y 56,25% respectivamente, siendo 47,92% derechos y 52,08% izquierdos.

A continuación se analizó las correlaciones entre el miembro inferior, músculo gracil y pedículo vasculonervioso.

Características y asociaciones del miembro inferior.

Respecto al largo de los miembros inferiores, su media fue de 798,17mm con una mediana de 810mm (rango 675-920) (ver Tabla 1), encontrándose una asociación positiva significativa en la correlación del largo del miembro inferior con el largo del músculo total ($Rho = .894, p < .001$), no así con el ancho. También hubo asociaciones positivas significativas del miembro con el largo de la porción muscular ($Rho = .963, p < .001$), con el ancho ($Rho = .908, p < .001$), con el largo de la porción tendinosa ($Rho = .939, p < .001$) y con su ancho ($Rho = .934, p < .001$) (ver Tabla 3).

Otra correlación significativa del largo del miembro inferior fue con el largo del pedículo vascular ($Rho = .947, p < .001$) y con el largo del nervio ($Rho = .987, p < .001$), así como con el número de nervios ($Rho = .291, p = .045$), pero no con el número de pedículos vasculares. Teniendo en cuenta la sutura vascular y nerviosa, en relación con su dificultad de coaptación, se encontraron asociaciones positivas significativas del largo del miembro inferior con el ancho de la arteria ($Rho = .347, p = .016$), con el ancho de la vena ($Rho = .642, p < .001$), y con el ancho del nervio ($Rho = .800, p < .001$).

Es importante remarcar q también hubo asociaciones positivas significativas en la distancia desde la inserción proximal muscular (ver Figs. 4 y 5) hasta el pedículo vascular principal (PV) con el largo del miembro inferior ($Rho = .829, p < .001$) así como también hasta el nervio ($Rho = .938, p < .001$) (ver Tabla 3).

Por ello podemos inferir que la distancia desde la inserción proximal muscular al pedículo vascular, es directamente proporcional al largo del miembro inferior, siendo esta distancia el 9% del largo del miembro, que representado en una fórmula sería:

$$\text{Distancia al PV (mm)} = \text{largo miembro (mm)} / 100 \times 9$$

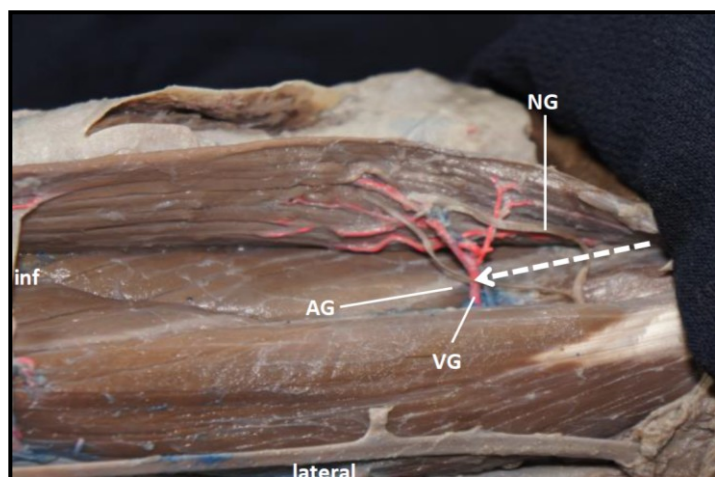


Fig. 4. Imagen evidenciando la distancia (línea punteada) entre la inserción proximal del músculo gracil y su pedículo vascular principal conformado por la arteria (AG) y vena (VG).

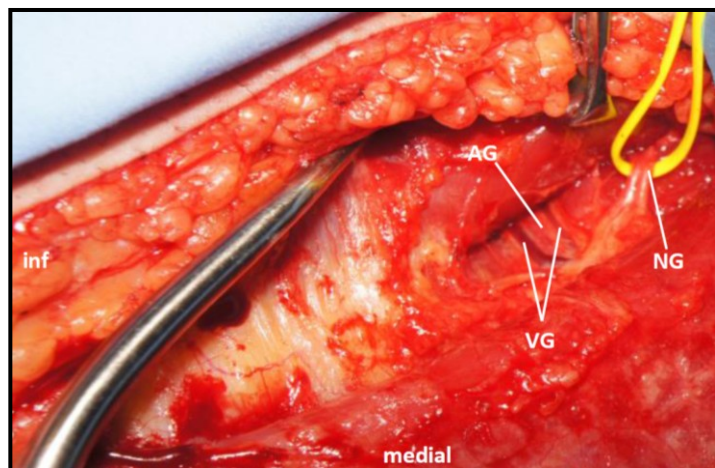


Fig. 5. Imagen quirúrgica del pedículo principal pudiéndose observar la arteria (AG), dos venas (VG) y el correspondiente nervio (NG).

Características y asociaciones del músculo gracil.

En el análisis del músculo gracil se obtuvo una media del largo de 432,63mm con una mediana de 430mm (rango 370mm-496mm) y una media del ancho de 40,06mm, (rango 28mm-45mm) (ver Tabla 1). Con respecto a su porción muscular la media del largo fue de 313,06mm (rango 262mm-345mm) y del ancho 37,44mm (rango 30mm-41mm) mientras que en su porción tendinosa la media del largo fue de 233,56mm (rango 160mm-260mm) y del ancho 4,56mm (rango 2mm-7mm). (tabla 1). Dado que la fuerza que va a ejercer el músculo para la reanimación depende exclusivamente de la porción muscular (14), es importante remarcar que en la relación entre el largo de la porción muscular y la porción tendinosa se encontraron asociaciones positivas significativas ($Rho = .963, p < .001$), ocurriendo lo mismo con el ancho ($Rho = .908, p < .001$) (ver Tabla 2) remarcando de esta manera una constancia en la relación de las dimensiones músculo/tendón que se traduce en la constancia de fuerza muscular para cualquier función a reanimar (15) (ver Fig. 6).

Respecto al pedículo vascular se encontraron asociaciones positivas significativas del largo del músculo gracil con largo del pedículo vascular ($Rho = .814, p < .001$) y el largo nervio ($Rho = .882, p < .001$). No observándose asociaciones significativas entre el ancho del músculo gracil y el largo del pedículo vascular, ni con el largo del nervio. Se encontraron asociaciones positivas significativas entre el largo del músculo gracil y el ancho de la arteria ($Rho = .287, p = .048$), ancho de la vena ($Rho = .679, p < .001$) y el ancho del nervio ($Rho = .718, p < .001$). No siendo así entre el ancho del músculo gracil y ancho de la arteria, de la vena o del nervio (ver Tabla 2). Otra característica a remarcar es la asociación positiva significativa entre el largo del músculo gracil y el número de nervios ($Rho = .415, p = .003$), no así del ancho muscular. Hemos encontrado que en aquellos músculos de longitud mayor a 420mm, la presencia de 2 nervios se presentó en el 42,42%, mientras que en los de longitud menor a 420mm el número de nervios fue de uno en todos los casos (ver Fig. 7).

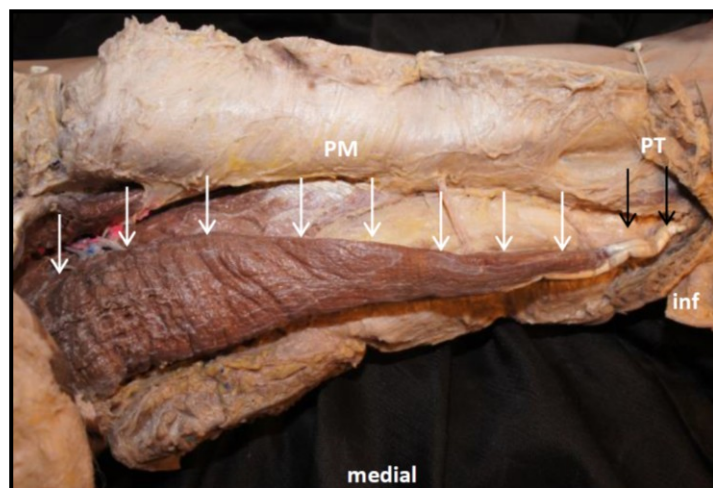


Fig. 6. Imagen mostrando las porciones muscular (PM y flechas blancas) y tendinosa (PT y flechas negras) observándose la relación músculo/tendón.

Esto es importante ya que técnicamente prevé la utilización de nervios intercostales como dadores de manera diferente, debiendo ser neurotizados ambos nervios del gracil si se presentara el caso para lograr mayor fuerza muscular representada por la mayor cantidad de axones reinervados.

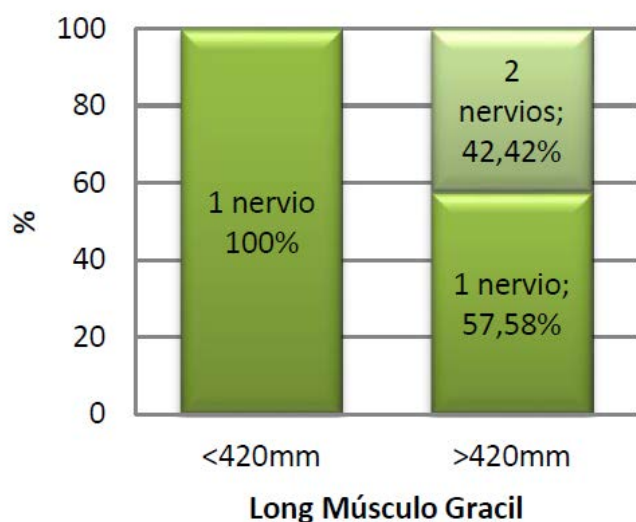


Fig. 7. Distribución de número de nervios según longitud del músculo gracil. Figura donde se evidencia la relación distribución del número de nervios según la longitud del músculo.

Características propias del pedículo vascular.

Su irrigación depende de ramos de la arteria femoral profunda o de la arteria circunfleja femoral medial mientras que su drenaje venoso depende de la vena femoral profunda, estos ramos conforman uno o varios pedículos que ingresan al músculo por su cara posterior (ver Fig. 8).

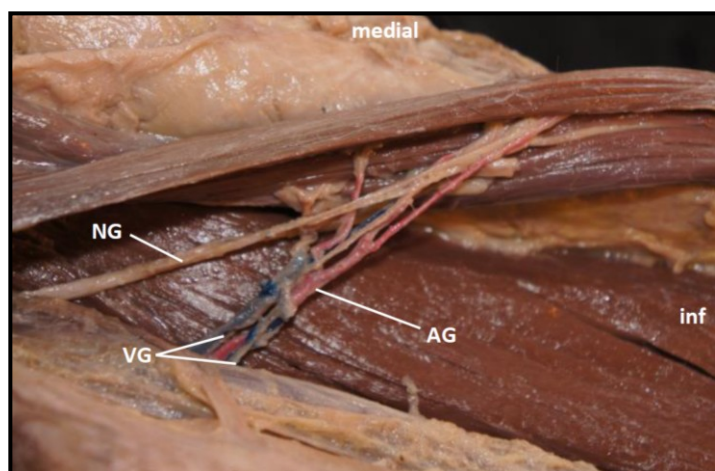


Fig. 8. Imagen donde se muestra el pedículo vasculonervioso (arteria (AG) vena (VG) y nervio (NG)) en su ingreso macroscópico al músculo gracil por su cara posterior.

Se encontró que el pedículo fue único en el 18,72% de los casos, doble en el 43,74% y triple en el 37,53%, ubicándose solo a lo largo de toda la porción muscular (100% de los casos) (ver Figs. 9 y 10).

Con respecto al pedículo vascular (arteria y vena) encontramos que la media del largo fue de 39.71mm (rango 30mm-46mm) (ver Tabla 1).

El ancho de la arteria mostró una media de 1,17mm (rango 1mm-2mm) y de 1,90mm (rango 1mm-3mm) para la vena. Por otro lado el número de pedículos vasculares encontrados tuvo una media de 1,81mm (rango 1mm-3mm) y en relación con el pedículo principal, el número de venas por pedículo vascular tuvo en media de 1.90mm (rango 1mm-2mm),

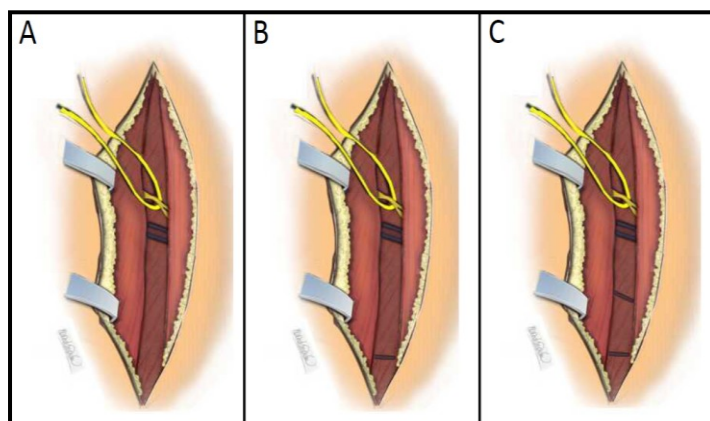


Fig. 9. Dibujos donde se muestra la distribución del número de pedículos vasculares del músculo gracil siendo de uno (A) en el 18,72%, dos (B) en el 43,74% y tres (C) en el 37,53%.

mientras que el número de arterias fue de 1 en forma constante (ver Tabla 1).



Fig. 10. Imagen donde se observan los pedículos vasculares múltiples (PV) a lo largo de la porción muscular.

Características propias del nervio.

Su inervación está dada por la rama anterior del nervio obturador que se dirigen oblicuamente de medial a lateral y de superior a inferior, tomando como eje el fémur, ingresando al músculo por su cara posterior (ver Fig. 11).

En el 81,25% de los casos fue único mientras que en el 18,75% se encontraron dos (ver Fig. 12), ubicándose a una media de 12,94mm de la inserción proximal muscular (rango 10-16). Su largo promedio fue de 95,81mm (rango 70-135) y su ancho de 2,52mm (rango 1-4) (ver Tabla 1). Estos dos últimos datos son de suma importancia ya que permiten prever el largo del nervio dador, es decir que ante la utilización como dador, por ejemplo, del nervio espinal, el largo de este más el del músculo gracil determinará el lugar de anclaje proximal del injerto libre muscular.

DISCUSIÓN.

El gracil es un músculo de anatomía constante, fácil de disecar, que deja una mínima secuela, y con un nervio motor que permite subdivisiones lo

que le hace candidato ideal para cirugías de rehabilitación dinámica. Sin embargo es un verdadero desafío entre los cirujanos reparadores por tener un pedículo corto, y vasos de pequeño calibre (16, 17).

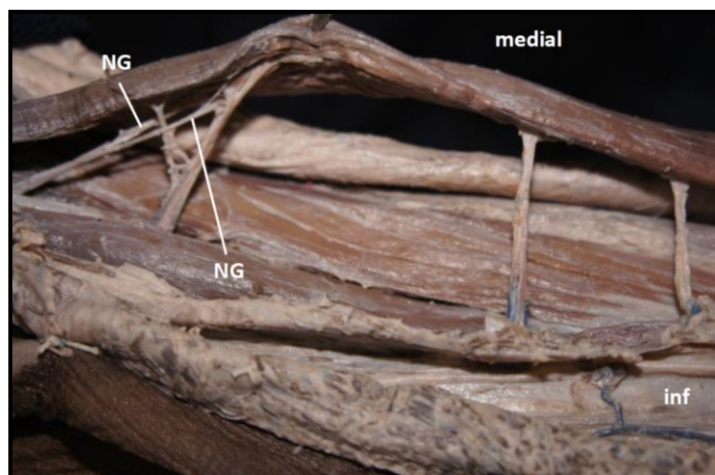


Fig. 11. Imagen donde se objetiva el nervio del gracil (NG) duplicado ingresando a este por su cara posterior junto al pedículo vascular.

Según el anatomista Rouviere, el músculo grácil, se ubica en la región medial del muslo, medialmente a los músculos aductores extendiéndose desde el pubis hasta el cóndilo medial de la tibia. Es el más superficial de los músculos aductores, así como el más débil (18).

Se inserta superiormente por medio de una lámina tendinosa, en el cuerpo del pubis, a lo largo de la sínfisis del pubis y en la rama inferior del pubis. La línea de inserción de este músculo bordea medialmente las superficies de inserción de los músculos aductores largo y corto. Aplanado transversalmente, más ancho por arriba que por abajo posee un cuerpo muscular delgado, ancho y aplanado de lateral a medial (12).

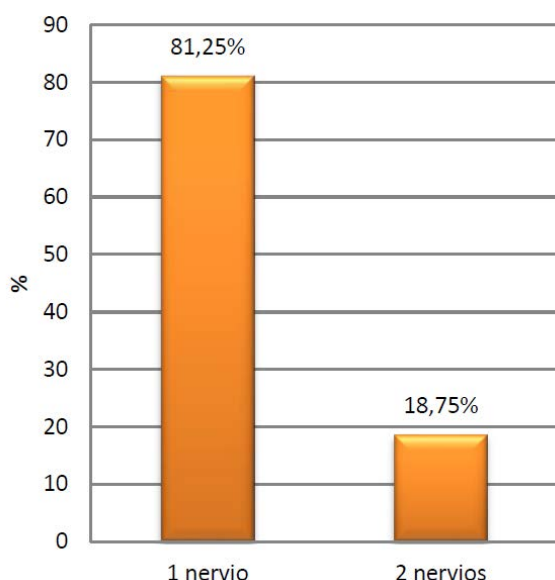


Fig. 10. Figura donde se observa la distribución porcentual de los casos con único nervio y con nervio.

La vascularización procede de la rama aductora de la arteria femoral profunda o de la circunfleja femoral medial (19), constando el pedículo de dos venas y una arteria (20). Dicho pedículo pasa entre los planos del aductor largo por delante y del aductor corto y mayor por detrás. Penetra

en el músculo gracil por su cara lateral (profunda) a una distancia de 6-8 cm de su origen. El diámetro de la arteria oscila entre 1.5-2.5 mm (21). Este vaso puede nutrir todo el músculo pero sólo es dominante en los tres cuartos proximales; el resto depende de pedículos accesorios que proceden de la femoral superficial o de alguna genicular. Existe un tercer pedículo dependiente de la arteria circunfleja femoral medial (22).

La inervación la recibe de la rama anterior del nervio obturador, que aborda el músculo de forma oblicua y 2-3 cm más cefálica a la entrada del pedículo vascular.

Su secuela funcional y estética es despreciable. La cicatriz de la zona donante (menos de 20 cm en la cara medial del muslo) se ha intentado reducir mediante técnicas mínimamente invasivas (23) así como también mediante la endoscopia, aunque a expensas de obtener un pedículo más corto (24, 25).

CONCLUSIÓN.

En la cirugía de reanimación de miembro superior mediante el uso del músculo gracil como injerto libre muscular son vitales, en el éxito, las características de este músculo como dador. Es por ello que, de acuerdo a lo analizado, podemos concluir que las características propias del músculo gracil así como también las características del pedículo vasculonervioso están íntimamente relacionadas con las características del miembro inferior pudiéndose estimar su largo/ancho para su uso como dador. Por otro lado el pedículo vascular principal y a veces único, se sitúa, desde la inserción proximal muscular, proporcionalmente al largo miembro inferior, ocurriendo lo mismo con el nervio pudiéndose de esta forma reparar en su ubicación y cuidado evitando así una ruptura involuntaria. En relación a las técnicas de extracción muscular mínimamente invasivas no endoscópicas, creemos que dado que en el 81,27% existe más de un pedículo, es una técnica extremadamente traumática dado que los pedículos inferiores son literalmente arrancados generando complicaciones como ser el sangrado.

El músculo gracil es una excelente alternativa para la reconstrucción funcional en paciente con lesión completa de plexo braquial, más aun en aquéllos que tienen una evolución de más de un año, ya que presenta un pedículo vasculonervioso dominante constante y sus características anatómicas lo hacen adaptable para la recuperación funcional del miembro superior.

REFERENCIAS.

1. Tamai, S.; Komatsu, S.; Sakamoto, H.; Sano, S.; Sasauchi, N. *Free muscle transplants in dogs with microsurgical neurovascular anastomoses*. Plast. Reconstr. Surg. 1970; 46(3):219-225.
2. Zuker, R.M.; Egerszegi, E.P.; Manktelow, R.T.; McLeod, A.; Candlish, S. *Volkman's ischemic contracture in children: the results of free vascularized muscle transplantation*. Microsurgery, 1991; 2(5):341-345.
3. Harii, K.; Ohmori, K.; Torii, S. *Free gracilis muscle transplantation with microvascular anastomoses for the treatment of facial paralysis. A preliminary report*. Plast. Reconstr. Surg. 1976; 57(2):133-143.
4. Manktelow, R.T.; Zuker, R.M.; Magee, N.H. *Functioning free muscle transplantation*. J. Hand Surg. 1984; 9(1):32-39.
5. Manktelow, R.T. *Microvascular Reconstruction: Anatomy, Applications, and Surgical Technique*. New York: Springer- Verlag, 151-164, 1986.
6. Bass, L.; May, J.W. Jr.; Handren, J.; Fallon, J. *End-to-end versus end-to-side microvascular anastomoses patency in experimental venous*

repairs. *Plast. Reconstr. Surg.* 1986; 77(3):442-450.

7. Doi, K. *New reconstruction procedure for brachial plexus injury.* *Clin. Plast. Surg.* 1997; 24(1):75-85.

8. Hakelius, L. *Free Muscle grafting.* *Clin. Plast. Surg.* 1979; 6(3):301-316.

9. Akasaka, Y.; Hara, T.; Takahashi, M. *Free muscle transplantation combined with intercostal nerve crossing for reconstruction of elbow flexion and wrist extension in brachial plexus injuries.* *Microsurgery* 1991; 12(5):346-351.

10. Doi, K.; Sakai, K.; Kuwata, N.; Ihara, K.; Kawai, S. *Reconstruction of finger and elbow function after complete avulsion of the brachial plexus.* *J. Hand Surg. Am.* 1991; 16(5):796-803.

11. Rouviere, H. *Anatomía Humana descriptiva y topográfica.* 3rd ed, 1932, Madrid.. Baillly Bailliere. Vol 3, pp. 351-353.

12. Testut, L.; Latarjet, A. *Tratado de Anatomía humana.* 9a ed, 1984, Barcelona. Salvat. Vol 1, pp. 1122-1125.

13. Doi, K.; Sakai, K.; Fuchigami, Y.; Kawai, S. *Reconstruction of irreparable brachial plexus injuries with reinnervated free-muscle transfer.* *Case report. J. Neurosurg.* 1996; 85(1):174-177.

14. Ruch, D.S.; Friedman, A.; Nunley, J.A. *The restoration of elbow flexion with intercostal nerve transfers.* *Clin. Orthop.* 1995; 314: 95–103.

15. Doi, K.; Sakai, K.; Kuwata, N.; Ihara, K.; Kawai, S. *Double free-muscle transfer to restore prehension following complete brachial plexus avulsion.* *J. Hand Surg. Am.* 1995; 20(3):408-414.

16. Kauhanen, S.; Salmi, A.; Boguslawski, K.; Leivo, I.V.; Asko-Seljavaara, S.L. *Muscle fiber diameter and muscle type distribution following free microvascular muscle transfer: a prospective study.* *Microsurgery* 1998; 18(2):137-144.

17. Shanghai Sixt People's Hospital. *Free muscle transplantation by microsurgical neurovascular anastomoses. Report of a case.* *Chin. Med. J.* 1976; 2(1):47-50.

18. Carr, M.M.; Manktelow, R.T.; Zuker, R.M. *Gracilis donor site morbidity.* *Microsurgery* 1995; 16(9):598-600.

19. Giordano, P.A.; Abbes, M.; Pequignot, J.P. *Gracilis blood supply: Anatomical and clinical re-evaluation.* *Br. J. Plast. Surg.* 1990; 43(3):266-272.

20. Harii, K. *Micro-neurovascular free muscle transplantation.* En: Rubin L.R. (Ed). *The paralyzed face.* St Louis: Mosby 1991, pp. 178-200.

21. Piñal Matorras, F.; García Bernal, F.J.; Delgado Martínez, J.; Gómez, Jorge C.; Arenas Bermejo, E. *Experience with the gracilis muscle free flap.* *Cir. Plast. Ibero-latinoam.* 2004; 30(2):77-83.

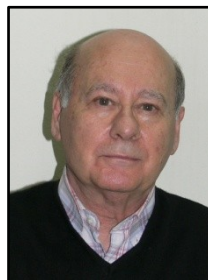
22. Hattori, Y.; Doi, K.; Abe, Y.; Ikeda, K.; Dhawan, V. *Surgical approach to the vascular pedicle of the gracil muscle flap.* *J. Hand Surg. Am.* 2002; 27(3):534-536.

23. Hallock, G.G. *Minimally invasive harvest of gracilis muscle.* *Plast. Reconstr. Surg.* 1999; 104: 801-805.

24. Jeng, S.F.; Kuo, Y.R.; Wei, F.C. *Minimally invasive harvest of Gracil muscle without endoscopic assistance.* *Plast. Reconstr. Surg.* 2001; 108(7):2061-2065.

25. Lin, C.H.; Wei, F.C.; Lin, Y.T. *Conventional versus endoscopic free gracil muscle harvest.* *Plast. Reconstr. Surg.* 2000; 105(1):89-93.

**Comentario sobre el artículo de Aparato Locomotor:
Músculo Grácil: Bases de la
Refuncionalización del Plexo Braquial.**



PROF. DR. HOMERO F. BIANCHI

- Editor en Jefe de Revista Argentina de Anatomía Online.
- Miembro Emérito de Asociación Argentina de Anatomía.
- Ex-Presidente de la Asociación Argentina de Anatomía.
- Director del Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Director del Instituto de Morfología J.J. Naón, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Prof. Consulto Titular a Cargo de la 2ª Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Revista Argentina de Anatomía Online 2013, Vol. 4, Nº 3, pp. 91.

Este estudio anatómico efectúa una detallada investigación sobre las características del músculo glácil en lo que hace a su morfología músculo tendinosa, vascularización e innervación, con miras a su utilización en la refuncionalización en secuelas de lesiones del plexo braquial. Es esta una lesión devastadora que puede ser mitigada por el uso de diversas técnicas como ser el efectuar neurotizaciones, o el empleo de transferencias musculares cuando la lesión plexual nos permita hacerlo, pero para ello el tiempo, como bien señalan los autores es un obstáculo, ya que a mayor tiempo mayor atrofia muscular.

En relación a los pedículos vasculares, se describe que tiene más de uno, siendo el principal el proximal, el cual por sus características permite una sutura vascular sin que sea necesario el uso de injertos venosos, favoreciendo la técnica quirúrgica y la evolución indicando que se debe ser cuidadoso en la extracción del músculo para evitar el sangrado de los pedículos distales.

En relación con la innervación, el detalle del largo y ancho del nervio del grácil, permite calcular las características del nervio dador, determinando además el punto de anclaje proximal.

Estimo que es una importante contribución ya que aporta una herramienta más a la hora de tratar secuelas de lesiones del plexo braquial.

Prof. Dr. Homero F. Bianchi
Editor en Jefe
Revista Argentina de Anatomía Online