

# LIPOFILLING O INJERTO GRASO

## PRINCIPIOS GENERALES

El injerto graso es la transferencia libre no vascularizada de tejido graso que se utiliza para la corrección de defectos de contorno de partes blandas.

El objetivo es el mantenimiento del volumen a largo plazo y el principal inconveniente es el resultado impredecible a largo plazo por la pérdida de volumen del injerto en el tiempo

Los esfuerzos actuales van dirigidos a minimizar la pérdida del injerto y conseguir mayor predictibilidad a largo plazo

## CARACTERISTICAS DE LA GRASA

El injerto graso contiene adipositos, preadipocitos y estroma.

**Adipocitos:** células maduras grasas

**Preadipocitos:**

- Células precursoras adipogenicas (stem cells)

- Tolerancia a la isquemia mayor que los adipositos maduros (2)

- Capacidad de diferenciación en adipocitos y de proliferación tras el injerto (2)

## INDICACIONES

### **MAMA**

Irregularidades del contorno después de reconstrucción o mamoplastia de aumento

Mamoplastia de aumento primaria con o sin expansion tisular externa (3)

Micromastia, mama tuberosa o deformidad mamaria congénita

Síndrome de Poland

Deformidad tras cirugía conservadora de mama

Secuelas de radiodermatitis (5):

- Disminución de la desaparición del colágeno

- Atenuación del grosor de la epidermis

- Mejoría de la hiperpigmentacion

Reconstrucción de pezón

#### **REGION FACIAL (4)**

Lipoatrofia (HIV, medicación, envejecimiento facial)  
Deformidad del contorno postraumática  
Relleno labial  
Relleno malar  
Rejuvenecimiento periorbitario  
Relleno de surcos nasogenianos  
Cicatrices de acné deprimidas

#### **TRONCO**

Deformidades iatrogénicas tras liposucción

#### **GLUTEOS (5)**

Relleno de surco glúteo  
Aumento de nalgas

#### **MANO**

Rejuvenecimiento dorsal de manos (6)  
Liberación de contractura de Dupuytren (7)

#### **OTRAS INDICACIONES**

Aumento de pene  
Contractura de cicatrices por quemadura  
Bandas congénitas

#### **EVALUACION PREOPERATORIA**

Es preciso evaluar cada caso de forma individualizada, para determinar no solo la zona a corregir, sino también la cantidad aproximada de injerto necesario y las zonas donantes que se van a requerir. En la valoración preoperatoria es importante que el paciente sea informado de la frágil naturaleza del injerto graso y de la posible necesidad de múltiples procedimientos para conseguir el deseado resultado cosmético.

Existen una serie de factores extrínsecos que pueden afectar a la viabilidad del injerto, de las que el paciente debe ser consciente: tabaco, situación nutricional, drogas simpaticomiméticas, obesidad y diabetes.

#### **VENTAJAS**

Procedimiento seguro, biocompatible y no inmunogénico  
Evita rellenos sintéticos y/o permanentes  
Material abundante y disponible  
Apariencia natural  
Remodelado corporal de la zona donante  
Mínima morbilidad de la zona donante

## **DESVENTAJAS**

### **No existe uniformidad en la técnica para mejorar los resultados a largo plazo**

La cantidad de grasa reabsorbida es impredecible (isquemia y déficit de nutrición del injerto)

Los resultados son altamente dependientes de la técnica quirúrgica y del adecuado cuidado postoperatorio

El volumen de injerto fluctúa con los cambios de peso

## **OBTENCION DEL INJERTO**

Algunos artículos reportan la reducción de la viabilidad de preadipocitos y la deficiente diferenciación en adipocitos maduros con el uso de anestésicos locales, por lo que se requiere anestesia general. Dependiendo de la cantidad de injerto graso necesario, puede ser un procedimiento ambulatorio o requerir ingreso hospitalario si se precisa de grandes cantidades de injerto.

En primer lugar se procede a la infiltración de la zona donante con una solución con adrenalina, sin anestésico local. Trs esperar 10-15 minutos, se procede a la extracción del injerto graso a través de pequeñas incisiones (2-5 mm), mediante una cánula roma conectada a una jeringa en la que se crea una presión negativa.

Una vez obtenida la grasa, esta se decanta o se filtra a través de un sistema cerrado, con el fin de obtener el mayor número de células viables para proceder al injerto.

## **SELECCIÓN DE LA ZONA DONANTE**

La viabilidad del adipocito no se ve afectada por la elección del sitio donante, por lo que para determinar la zona donante en cada caso son factores a considerar la comodidad de acceso, la posición del paciente, la posible necesidad de mejorar el contorno corporal en la zona donante, la petición y deseos del paciente y tener precaución con las zonas de adherencia. Las zonas donantes mas frecuentes son

- Region abdominal anterior
- Tracto iliotibial distal
- pliegue glúteo
- depresión glútea lateral
- parte medial del muslo medio
- parte posterior del muslo distal

### **Técnica de Coleman o liposucción manual: (6), (12)**

- pequeña incisión (2 a 5 mm) para un amplio acceso a los sitios donantes
- infiltración del sitio donante (si es con anestesia local, lidocaína 0,5% con epinefrina 1:200.000; si bajo anestesia general, 1:400.000 de epinefrina en solución de suero fisiológico o Ringer lactato)

- cánula (12) 3 mm de diámetro, 17 de calibre lumen, 15 o 23 cm de longitud, punta roma y conectada a jeringa Luer-Lok o jeringa de tulipa de 50 cc.
- La cánula se introduce a través de la misma incisión hecha para la infiltración.
- Suave contrapresión en el embolo de la jeringa para crear una presión negativa.
- Movimientos largos de avance y retroceso, en forma radial, a través del tejido subcutáneo.
- Una vez que la jeringa se llena con tejido graso, se retira la cánula de la jeringa, y se coloca un conector Luer-Lok para evitar fugas.

**Liposucción mecánica:** (13), (14)

- la obtención de grasa mediante liposucción está descrita con éxito (4)
- a menudo se observa una capa de aceite más grande después de la obtención de grasa asistida por succión, lo que indica una mayor destrucción de las células de grasa (13)
- la viabilidad celular de grasa se correlaciona con el traumatismo de cizalla, pero no se correlaciona con la presión utilizada para su obtención (15); por tanto la ruptura celular de la grasa es probablemente causado por un traumatismo de cizallamiento mecánico a través del circuito de aspiración.
- la liposucción mecánica es un método más eficiente para la obtención de grasa en grandes volúmenes.

**TECNICA DE INFILTRACION PREVIA A LA OBTENCION DE GRASA**

No hay ningún beneficio en la viabilidad de la célula de grasa si se infiltra el sitio donante con epinefrina o anestésico local (16)

La infiltración con una solución que contenga epinefrina reduce la pérdida de sangre y reduce la fracción de sangre del tejido obtenido.

Esperar 7-10 minutos después de la infiltración antes de la obtención para que el efecto de la adrenalina sea máximo.

(17), (18)



**La elección de la zona donante depende en gran medida de la posición del paciente**

- Supino: abdomen y cara interna de muslo
- Prono: espalda, flancos y glúteos

**PROCESAMIENTO DE LA GRASA**

Existen tres métodos de procesamiento con resultados equivalentes (20)

**CENTRIFUGACION**

La centrifugación ideal es de aproximadamente 1500-3000 rpm durante 2-3 minutos, pero fuerzas de centrifugación menores (15-20 G) han demostrado ser eficaces.(6), (20), (21)

Después de 2-3 minutos no se produce más separación y se produce la destrucción de las células de grasa (22)

Técnica de Coleman:

- El émbolo se retira del tope de la jeringa de 10 cc. y la jeringa se coloca en el rotor central de la centrifugadora.
- Jeringa se centrifuga a aproximadamente 3000 rpm durante 3 minutos.
- El producto queda separado en tres capas:
  1. Capa superior: grasa de las células de grasa rotas
  2. Capa media: acumulos de tejido adiposo donde las células adiposas más viables se encuentran en la parte inferior de esta capa grasa
  3. Capa inferior: sangre, agua, lidocaína
- La capa superior (aceite) se decanta usando una compresa de algodón.
- La capa inferior (acuosa) se drena a través de la parte inferior de la jeringa.
- La exposición al aire se reduce al mínimo para evitar desecación y la lisis de las células grasas.

**LAVADO (23)**

Lavado del injerto obtenido para eliminar los elementos celulares que provocan la respuesta inflamatoria.

El lavado puede realizarse con suero fisiológico, solución de glucosa al 5%, Ringer-lactato o agua estéril.

El aspirado de grasa se mezcla con solución de lavado en jeringas de lavado y después las jeringas se colocan en posición vertical hasta que la capa de grasa se separa de la capa acuosa, que contiene la sangre y los residuos.

Se elimina la capa acuosa, y el procedimiento se repite hasta que el sobrenadante es claro.

El gradiente osmótico creado por la solución de lavado puede afectar a la viabilidad del adipocito (24)

Los nuevos sistemas cerrados y estancos (Puregraft) permiten un lavado más cómodo, con ahorro de tiempo y sin necesidad de manipulación de la grasa:

1.- el injerto obtenido en jeringa de 50 cc. (Luer-lok o tulipa) se transfiere por conexión directa a la bolsa recolectora hasta un máximo de 250 cc. Esta bolsa contiene en su interior un sistema de rejilla para la separación de componentes.

2.- se añade a la bolsa por otra conexión unos 150 a 180cc. de Ringer-lactato o suero fisiológico para el lavado y la separación de componentes

3.- el suero, los detritus, el aceite y la sangre se extraen por caída libre a otra bolsa independiente.

4.- con la ayuda de una espátula se elimina el máximo de líquido para obtener el concentrado de injerto graso

#### **SEDIMENTACION, DECANTACION Y FILTRADO (24)**

Es el método menos traumático. El tejido obtenido se deja sedimenta en la jeringa de succión. Puede durar hasta 1 hora

Se puede combinar con la decantación de tejido recogido en una superficie absorbente

El aspirado puede ser filtrado a través de una compresa de algodón o un colador de alambre de malla fina.

#### **ENROLLAMIENTO EN GASA (25)**

Es un método poco traumático para el procesamiento de la grasa.

El lipoaspirado se vierte de la jeringa de succión en una gasa absorbente antiadherente.

La grasa se enrolla y se amasa en la gasa con un mango del instrumento durante 5 minutos con suavidad.

Las capas líquidas y de aceite se eliminan casi por completo, pero el componente del estroma queda retenido con este método.

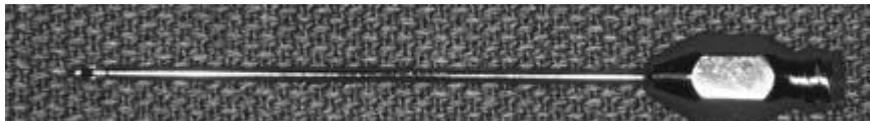
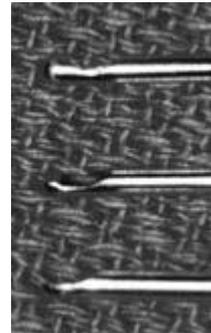
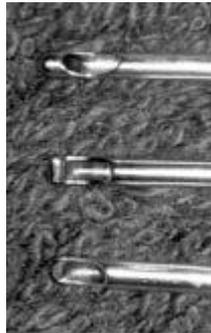
Reportado por tener la tasa más alta de retención de injerto in vivo.

## **INFILTRACION GRASA**

### **Selección de la cánula (4), (13)**

Cánula de 7 a 9 cm., 17 G lumen con una sola apertura proximal al extremo de la cánula.

Puede ser punta roma de distintas modalidades o punta aguda para liberar tejido fibroso o cicatrices.



### **Técnica de infiltración**

#### **1.- Relleno estructural de grasa (12)**

Realizar transferencias de tejido graso desde jeringas de 10 cc. a jeringas de 1 cc. Incisiones mínimas para un amplio acceso a la zona receptora.

Avanzar con la cánula e inyectar en retirada.

Inyectar cantidades alícuotas de 0,1 cc para maximizar la superficie de contacto con el tejido circundante.

Colocar la grasa con un patrón de líneas cruzadas usando pasadas radiales desde múltiples direcciones.

Utilizar la manipulación digital para aplanar grumos e irregularidades menores.

#### **2.- Injerto graso de gran volumen (4), (26)**

Pueden realizarse hasta 4 litros de injertos de grasa regional con seguridad, pero de forma común no se realizan rellenos con volúmenes mayores de 300 cc por localización.

Para aumentar la eficiencia se utilizan jeringas de 10 cc y 60 cc en infiltraciones de gran volumen.

El relleno se realiza en varios pases multiplanares orientados radialmente.

Las grandes inyecciones de grasa tienen mejor supervivencia cuando se inyecta por vía intramuscular.

La supervivencia de los injertos de grasa de gran volumen es mayor cuando se combina con expansión tisular externa (BRAVA)(3)

## **VIABILIDAD GRASA**

La supervivencia de la grasa injertada se basa inicialmente en la imbibición plasmática del tejido que lo rodea antes de que se lleve a cabo la neovascularización.

Si las porciones de injerto son demasiado grandes, se producirá necrosis central. El porcentaje máximo viable de injerto graso a 1,5 mm del margen vascularizado es del 40% (28)

La porción ideal de grasa debe tener 3 mm de diámetro.

Hay descritas zonas histológicas dentro de la grasa injertada (16)

- Zona periférica: adipocitos viables
- Zona intermedia: células inflamatorias
- Zona central: necrosis

**El éxito del injerto graso se puede correlacionar con el número de preadipocitos viables transferidos con el injerto.**

La infusión de plasma rico en plaquetas (PRP) mejora la supervivencia del injerto de grasa y la neovascularización (29), (30)

PRP reduce la reacción inflamatoria y reduce la tasa de formación de quiste oleoso (31)

## **ALMACENAMIENTO DE GRASA**

La viabilidad del tejido graso se reduce significativamente con criopreservación. (32)

A temperatura ambiente, la grasa aspirada debe ser trasplantada lo más rápido posible.

Las células grasas comienzan a degenerar rápidamente a las 4 horas después de su extracción (33)

La velocidad controlada de congelación reduce la destrucción celular.

La adición de agentes de crioconservación para mejorar la viabilidad de los adipocitos es controvertido:

- La mayoría de los agentes son citotóxicos.
- Efecto sobre la actividad metabólica variable.
- El rendimiento de células madre es significativamente menor en grasa criopreservada que la obtenida de grasa fresca (33)

## **APLICACIONES CLINICAS**

### **Técnica Coleman**

- Método popular de obtención atraumática de grasa, procesamiento e inyección.
- El objetivo de esta técnica es maximizar la toma del injerto

### **Aumento mamario con expansión externa, (26)**

- El sistema de **Brava** es un sistema de expansión del tejido externo que se utiliza en conjunción con el injerto graso para el aumento mamario primario.

Expansores tisulares externos usados durante 4 semanas antes de la cirugía y 7 días después de la operación

Las mamas se infiltran con lipoaspirado través de múltiples sitios de punción (10 a 14) y se despliega sobre un modelo 3D

La supervivencia del injerto es sustancialmente mayor cuando se utiliza la expansión tisular externa ( 82 % vs. 55 %)

### **Relleno graso facial**

- Es útil para el rejuvenecimiento de la cara envejecida y la corrección de los trastornos craneofaciales , tales como atrofia hemifacial
- La pérdida de volumen facial se debe principalmente a la pérdida de grasa facial , por lo tanto, la grasa representa el relleno ideal para el envejecimiento facial
- el injerto se obtiene técnica atraumatica manual con una jeringa de 10 cc y cánula roma
- la purificación se lleva a cabo mediante la manipulación de la grasa sobre una gasa antiadherente absorbente para minimizar el daño a los adipocitos .
- La inyección se realiza mediante la técnica de Coleman.

### **Aponeurotoma percutanea y lipofilling ( PALF ) (21)**

- Se utiliza para la liberación de la cicatriz subdérmica, bandas de constricción congénita , fibrosis postradioterapia y enfermedad de Dupuytren.(7)
- " Rigotomias " percutáneas ( 4-5 punciones/cm<sup>2</sup> ) con agujas 14 a 18g que liberan la cicatriz en forma de andamio y los intersticios de la matriz 3D se llenan de lipoaspirado..
- Se deben evitar fasciotomías abiertas o de gran tamaño para evitar grandes cavidades donde la grasa se pueda acumular y falle la revascularización.
- Se precisan múltiples etapas.

### **Aumento de glúteos (4)**

- El aumento de glúteos con injertos de grasa
- Lipoaspirado con cánula de liposucción de 4-5 mm
- Filtrado de la grasa con colador de metal
- Las grandes inyecciones de grasa alícuota va mejor cuando se inyecta por vía intramuscular que subcutánea

- Inyectar la grasa con una cánula de 2,4 mm en una jeringa de 10 cc en el espacio subcutáneo y con cánula de 3 mm en una jeringa de 60 cc para inyección intramuscular
- Pueden infiltrarse hasta 6 litros
- prenda de compresión durante 4-6 semanas , no sentarse durante 10 días y sin presión en las nalgas durante 6 semanas
- 75 % -80 % de supervivencia de grasa

### **APLICACIONES EN TEJIDOS RADIADOS**

El injerto de grasa puede mejorar las secuelas de daño por radiación a la piel y los tejidos blandos.

Aunque no esta completamente aclarado, el mecanismo más probable es el efecto de las células madre presentes dentro de la fracción vascular estromal del injerto (9)

Después del injerto de grasa, la piel irradiada se vuelve más suave y más flexible, con desaparición de la ulceración y mejoría del componente cicatricial (8)

El estudio histológico y evaluación de microscopia electrónica revela la regeneración progresiva de la ultraestructura del tejido (8), (9), (35)

- Reducción del engrosamiento epidérmico
- Disminución de la densidad vascular
- La regulación de la respuesta fibrótica a la radiación
- Restauración de la organización del colágeno

### **APLICACIONES EN TERAPIA CELULAR**

El tejido adiposo es una fuente rica de células estromales multipotentes que se puede aplicar en la terapia celular regenerativa.

Dos fracciones celulares que contienen líneas de células multipotentes pueden derivar de la grasa lipoaspirada (36) :

#### **1 . Fracción vascular estromal ( SVF )**

Población heterogénea de células mesenquimales que incluye células del estroma de tejido adiposo, células madre hematopoyéticas , células endoteliales , fibroblastos , macrófagos, y pericitos.

#### **2 . Células madre derivadas de tejido adiposo ( ASC )**

ASC pueden contener líneas celulares que pueden diferenciarse en adipocitos, condrocitos , osteoblastos , miocitos , y cardiomiocitos (37), (38)

En comparación con trasplante de grasa convencional, la grasa que contiene concentraciones suprafisiológica de ASC ( trasplante de grasa enriquecida con células) tienen una tasa de supervivencia más alta y una mejor microvascularización en evaluaciones histológica (39 -41)

Las aplicaciones potenciales de trasplante de grasa enriquecida con células son muy amplias. Además de conseguir aumentos de tejidos blandos, podemos mejorar los trastornos involutivos, los daños por radiación, y los problemas de cicatrización de heridas crónicas. (8)

Aplicaciones en otros campos de la medicina incluyen el tratamiento de trastornos inflamatorios, la diabetes, los trastornos neurológicos, y enfermedades cardiovasculares .

**La posición conjunta ASAPS / ASPS sobre el trasplante de grasa enriquecida con células es que la evidencia científica sobre la seguridad y eficacia es limitada (42)**

### **CUIDADOS POSTOPERATORIAS**

Uso de prendas de compresión de forma continua durante dos semanas y durante otras dos semanas durante la noche.

Prevenir la movilización para minimizar el edema y la reabsorción de la grasa: reposo, elevación de la zona y aplicación de frío local.

Los resultados definitivos no pueden evaluarse antes de los 6 meses.

Limitar la actividad física.

Evitar los masajes o la manipulación de la zona injertada durante al menos una semana para prevenir la migración del injerto graso.

Recuperación de la actividad al cabo de tres (3) semanas.

### **COMPLICACIONES**

Reabsorción de la grasa

Deformidad estética en el lugar de la zona donante

Fluctuaciones del injerto graso con los cambios de peso

Necrosis grasa y formación de calcificaciones (44). El relleno graso en las mamas puede dar lugar a microcalcificaciones y ser interpretadas como signos de malignidad

Formación de pseudoquistes

Embolia grasa

Meningitis lipoidea

Oclusión arterial que puede producir ceguera, accidente isquémico y necrosis cutánea.

Incidencia de 7% de necrosis parcial o total cutánea

No usar cánulas o agujas con punta aguda al infiltrar en la cara

Infiltrar la cara con epinefrina para conseguir la vasoconstricción de vasos locales

Limitar la cantidad de infiltración a 0,1 cc en cada inyección

## **Referencias**

1. Peer LA. Cell survival theory versus replacement theory (1946). *Plast Reconstr Surg* 16:161-168, 1955.
2. von Heimburg D, Zacharia S, Heschel I, et al. Human preadipocytes seeded on freeze-dried collagen scaffolds investigated in vitro and in vivo. *Biomaterials* 22:429-438, 2001.
3. Khouri RK, Eisenmann-Klein M, Cardoso E, et al. Brava and autologous fat transfer is a safe and effective breast augmentation alternative: results of a 6-year, 81-patient, prospective multicenter study. *Plast Reconstr Surg* 129:1173-1187, 2012.
4. Coleman SR, Mazzola RF. *Fat Injection: From Filling to Rejuvenation*. St Louis: Quality Medical Publishing, 2009.
5. Mendieta CG. Gluteal reshaping. *Aesthet Surg J* 27:641-655, 2007.
6. Coleman SR. Hand rejuvenation with structural fat grafting. *Plast Reconstr Surg* 110:1731-1744; discussion 1745-1747, 2002.
7. Hovius SE, Kan HJ, Smit X, Selles RW, Cardoso E, Khouri RK. Extensive percutaneous aponeurotomy and lipografting: a new treatment for Dupuytren disease. *Plast Reconstr Surg* 128:221-228, 2011.
8. Phulpin B, Gangloff P, Tran N, et al. Rehabilitation of irradiated head and neck tissues by autologous fat transplantation. *Plast Reconstr Surg* 123:1187-1197, 2009.
9. Rigotti G, Marchi A, Galiè M, et al. Clinical treatment of radiotherapy tissue damage by lipoaspirate transplant: a healing process mediated by adipose-derived adult stem cells. *Plast Reconstr Surg* 119:1409-1422; discussion 1423-1424, 2007.
10. Ersek RA. Transplantation of purified autologous fat: a 3-year follow-up is disappointing. *Plast Reconstr Surg* 87:219-227; discussion 228, 1991.
11. Gir P, Brown SA, Oni G, Kashefi N, Mojallal A, Rohrich RJ. Fat grafting: evidence-based review on autologous fat harvesting processing reinjection and storage. *Plast Reconstr Surg* 130:249-258, 2012.
12. Coleman SR. Structural fat grafts: the ideal filler? *Clin Plast Surg* 28:111-119, 2001.
13. Coleman SR. *Structural Fat Grafting*. St Louis: Quality Medical Publishing, 2004.
14. Gonzalez AM, Loboocki C, Kelly CP, Jackson IT. An alternative method for harvest and processing fat grafts: an in vitro study of cell viability and survival. *Plast Reconstr Surg* 120:285-294, 2007.
15. Lee JH, Kirkham JC, McCormack MC. The effect of pressure and shear on autologous fat grafting. *Plast Reconstr Surg* 131:1125-1136, 2013.
16. Moore JH Jr, Kolaczynski JW, Morales LM, et al. Viability of fat obtained by syringe suction lipectomy: effects of local anesthesia with lidocaine. *Aesthetic Plast Surg* 19:335-339, 1995.
17. Keck M, Zeyda M, Gollinger K, et al. Local anesthetics have a major impact on viability of preadipocytes and their differentiation into adipocytes. *Plast Reconstr Surg* 126:1500-1505, 2010.
18. Keck M, Janke J, Ueberreiter K. Viability of preadipocytes in vitro: the influence of local anesthetics and pH. *Dermatol Surg* 35:1251-1257, 2009.

19. Rohrich RJ, Sorokin ES, Brown SA. In search of improved fat transfer viability: a quantitative analysis of the role of centrifugation and harvest site. *Plast Reconstr Surg* 113:391-395; discussion 396-397, 2004.
20. Botti G, Pascali M, Botti C, et al. A clinical trial in facial fat grafting: filtered and washed versus centrifuged fat. *Plast Reconstr Surg* 127:2464-2473, 2011.
21. Khouri RK, Smit JM, Cardoso E, Pallua N, Lantieri L, Mathijssen IM, Khouri RK Jr, Rigotti G. Percutaneous aponeurotomy and lipo-filling (PALF)—a regenerative alternative to flap reconstruction? *Plast Reconstr Surg* 2013 Aug 6. [Epub ahead of print]
22. Boschert MT, Beckert BW, Puckett CL, et al. Analysis of lipocyte viability after liposuction. *Plast Reconstr Surg* 109:761-765; discussion 766-767, 2002.
23. Ersek RA, Chang P, Salisbury MA. Lipo layering of autologous fat: an improved technique with promising results. *Plast Reconstr Surg* 101:820-826, 1998.
24. Rose JG Jr, Lucarelli MJ, Lemke BN, et al. Histologic comparison of autologous fat processing methods. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 22:195-200, 2006.
25. Fisher C, Grahovac TL, Schafer ME, et al. Comparison of harvest and processing techniques for fat grafting and adipose stem cell isolation. *Plast Reconstr Surg* 132:351-361, 2013.
26. Del Vecchio DA, Bucky LP. Breast augmentation using preexpansion and autologous fat transplantation: a clinical radiographic study. *Plast Reconstr Surg* 127:2441-2450, 2011.
27. Choi M, Small K, Levovitz C, et al. The volumetric analysis of fat graft survival in breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 131:185-191, 2013.
28. Carpaneda CA, Ribeiro MT. Percentage of graft viability versus injected volume in adipose autotransplants. *Aesthetic Plast Surg* 18:17-19, 1994.
29. Jin R, Zhang L, Zhang YG. Does platelet-rich plasma enhance the survival of grafted fat? An update review. *Int J Clin Exp Med* 6:252-258, 2013.
30. Liao HT, Marra K, Rubin PJ. Application of Platelet-Rich Plasma and Platelet-Rich Fibrin in Fat Grafting: Basic Science and Literature Review. *Tissue Eng Part B Rev* 2013.
31. Rodríguez-Flores J, Palomar-Gallego MA, Enguita-Valls AB, et al. Influence of platelet-rich plasma on the histologic characteristics of the autologous fat graft to the upper lip of rabbits. *Aesthetic Plast Surg* 35:480-486, 2011.
32. Lidagoster MI, Cinelli PB, Leveé EM, et al. Comparison of autologous fat transfer in fresh refrigerated and frozen specimens: an animal model. *Ann Plast Surg* 44:512-515, 2000.
33. Matsumoto D, Shigeura T, Sato K, et al. Influences of preservation at various temperatures on liposuction aspirates. *Plast Reconstr Surg* 120:1510-1517, 2007.
34. Bucky LP, Kanchwala SK. The role of autologous fat and alternative fillers in the aging face. *Plast Reconstr Surg* 120(6 Suppl):89S-97S, 2007.
35. Sultan SM, Stern CS, Allen RJ Jr, et al. Human fat grafting alleviates radiation skin damage in a murine model. *Plast Reconstr Surg* 128:363-372, 2011.

36. Bourin P, Bunnell BA, Casteilla L, et al. Stromal cells from the adipose tissue-derived stromal vascular fraction and culture expanded adipose tissue-derived stromal/stem cells: a joint statement of the International Federation for Adipose Therapeutics and Science (IFATS) and the International Society for Cellular Therapy (ISCT). *Cytotherapy* 15:641-648, 2013.
37. Zuk PA, Zhu M, Ashjian P, et al. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells. *Mol Biol Cell* 13:4279-4295, 2002.
38. Choi YS, Vincent LG, Lee AR, et al. Mechanical derivation of functional myotubes from adipose-derived stem cells. *Biomaterials* 33:2482-2491, 2012.
39. Matsumoto D, Sato K, Gonda K, et al. Cell-assisted lipotransfer: supportive use of human adipose-derived cells for soft tissue augmentation with lipoinjection. *Tissue Eng* 12:3375-3382, 2006.
40. Brayfield C, Marra K, Rubin JP. Adipose stem cells for soft tissue regeneration. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 42:124-128, 2010.
41. Sterodimas A, de Faria J, Nicaretta B, et al. Autologous fat transplantation versus adipose-derived stem cell-enriched lipografts: a study. *Aesthet Surg J* 31:682-693, 2011.
42. ASAPS/ASPS position statement on stem cells and fat grafting. *Aesthet Surg J* 31:716-717, 2011.
43. Gutowski KA. Current applications and safety of autologous fat grafts: a report of the ASPS fat graft task force. *Plast Reconstr Surg* 124:272-280, 2009.
44. Delay E, Garson S, Tousson G, et al. Fat injection to the breast: technique results and indications based on 880 procedures over 10 years. *Aesthet Surg J* 29:360-376, 2009.
45. Kling RE, Mehrara BJ, Pusic AL, et al. Trends in autologous fat grafting to the breast: a national survey of the American Society of Plastic Surgeons. *Plast Reconstr Surg* 132:35-46, 2013.
46. Coleman SR. Avoidance of arterial occlusion from injection of soft tissue fillers. *Aesthet Surg J* 22:555-557, 2002.