



# ACTAS Derma-Sifiliográficas

Full English text available at  
[www.elsevier.es/ad](http://www.elsevier.es/ad)



## REVISIÓN

# Técnica actual del trasplante de pelo de unidades foliculares

F. Jiménez-Acosta\* e I. Ponce

*Clínica Dr. Jiménez Acosta, Las Palmas de Gran Canaria, España*

Recibido el 7 de julio de 2009; aceptado el 13 de octubre de 2009  
Disponibile en Internet el 24 de abril de 2010

### PALABRAS CLAVE

Trasplante de pelo;  
Trasplante de  
unidades foliculares;  
Extracción de  
unidades foliculares;  
Microinjertos

### KEYWORDS

Hair transplantation;  
Follicular unit hair  
transplantation;  
Follicular unit  
extraction;  
Micrografts

### Resumen

Desde que en 1959 Norman Orentreich describiera el fenómeno de dominancia donante en la alopecia androgenética, abriendo así el camino a los trasplantes capilares, el campo del trasplante de pelo ha estado en permanente evolución. Con los avances surgidos en estos últimos 15 años, principalmente con la disección microscópica de los injertos en unidades foliculares, se ha conseguido desterrar la idea de que el trasplante es una técnica agresiva que produce un resultado artificial. Gracias al uso exclusivo de unidades foliculares como el único elemento de trasplante, el trasplante de pelo se ha convertido en una técnica con resultados naturales, indetectables y reproducibles, muy diferentes a los alcanzados con las técnicas anteriores. Por todo ello, hoy día no existe excusa para dejar de ofrecer la posibilidad del trasplante a aquellos pacientes con alopecia androgenética, tanto hombres como mujeres, que sean buenos candidatos al mismo. En este artículo de revisión describimos de forma general el procedimiento actual del trasplante de pelo con unidades foliculares.

© 2009 Elsevier España, S.L. y AEDV. Todos los derechos reservados.

### Follicular Unit Hair Transplantation: Current Technique

### Abstract

Since 1959, when Norman Orentreich described the phenomenon of donor dominance in androgenic alopecia and opened the way to hair transplantation, the field of hair replacement surgery has been evolving continuously. Advances in the last 15 years, particularly the microscopic dissection of donor strips into follicular units, have eradicated the idea that follicular transplantation is an aggressive procedure that produces an artificial result. Hair transplantation procedures involving the transplant of only follicular units can now achieve natural, undetectable, and reproducible results, very different from the outcomes achieved with earlier techniques. Consequently, there is no excuse today for not offering hair transplantation to patients with androgenic alopecia, both male and

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [fjimenez@clincadelpelo.com](mailto:fjimenez@clincadelpelo.com) (F. Jiménez-Acosta).

female, who are good candidates for this technique. This review provides a general overview of the current procedure for follicular unit hair transplantation.  
© 2009 Elsevier España, S.L. and AEDV. All rights reserved.

## Breve historia del trasplante de pelo, desde su inicio hasta nuestros días

Se tiende a pensar que los primeros trasplantes de pelo se hicieron en Estados Unidos, cuando en realidad los primeros que emplearon técnicas de trasplante de pelo fueron médicos japoneses (Sasagawa<sup>1</sup> en 1930 y Okuda<sup>2</sup> en 1939). En las primeras experiencias de trasplante de pelo se utilizaron sacabocados para extraer folículos pilosos donantes para la reconstrucción de alopecias cicatriciales de cejas o de bigote/barba provocadas por quemaduras. Tamura<sup>3</sup>, en 1943, adelantándose mucho a su época, describió el uso de injertos de un solo pelo (que más adelante se conocerían como microinjertos) para trasplantar pelo en el pubis, empleando una técnica muy similar a la actual. Sin embargo, ningún autor japonés mencionó la utilidad de estas técnicas en el tratamiento de la alopecia androgenética y, si a esto añadimos que todos estos trabajos fueron escritos en japonés, estos avances pasaron totalmente desapercibidos en Occidente.

Tras una laguna de años en los que no se publicaron artículos al respecto, el desarrollo de la técnica del trasplante comienza hace unos 50 años, en 1959, cuando un dermatólogo de Nueva York, Norman Orentreich, publicó un estudio muy interesante sobre la dominancia donante o receptora en varios tipos de enfermedades dermatológicas incluyendo la alopecia<sup>4</sup>. Este autor describió el fenómeno de dominancia donante en la alopecia androgenética, que es la base científica del trasplante de pelo. El término «dominancia donante» describe a aquellos autoinjertos que mantienen su integridad y características después de trasplantarlos a otro lugar; por el contrario, dominancia receptora se refiere a que los autoinjertos adquieren las características de la zona receptora. Orentreich observó el fenómeno de dominancia donante en todos los casos de alopecia androgenética: una zona de piel pilosa trasplantada a una zona calva presenta crecimiento de pelo, pero una zona de calvicie trasplantada a una zona pilosa permanece calva. Además, se demostró que estos injertos trasplantados permanecían con un crecimiento estable del pelo, a pesar de que el de alrededor no trasplantado seguía desapareciendo, viéndose afectado por la alopecia. Los resultados de los experimentos de Orentreich confirmaron por tanto que el trasplante de autoinjertos de pelo en la alopecia androgenética producía un crecimiento estable y permanente (el pelo adquiere una longevidad idéntica a la zona de donde procede). Estos descubrimientos estimularon a muchos médicos de diferentes especialidades a interesarse por la cirugía del trasplante de pelo.

Como Orentreich utilizó en sus estudios sacabocados de 4 mm de diámetro, estos pasaron a ser rápidamente la herramienta fundamental tanto para obtener los injertos de la zona donante, como para hacer los orificios donde se colocan los injertos en la zona receptora de calvicie. Si bien los injertos de pelo con estos sacabocados conseguían un crecimiento de pelo espectacular, haciéndose muy popular en los primeros años, el resultado estético no resultaba natural. Cada injerto en sacabocados de

4 mm contenía entre 15–20 pelos y producía un aspecto de crecimiento del pelo en mechones o en «pelo de muñeca». Esto llevó a un buen número de cirujanos (Shiell<sup>5</sup>, Nordstrom<sup>6</sup>, Marrit<sup>7</sup>, Uebel<sup>8</sup> y Lucas<sup>9</sup>) a emplear injertos más pequeños, los llamados mini-injertos y microinjertos que comenzaron a popularizarse en los años ochenta. Al principio, los mini y microinjertos se emplearon sólo en la línea frontal más anterior, por delante de los injertos en sacabocados grandes, pero posteriormente comenzaron a utilizarse como elemento único del trasplante en toda la zona receptora. La transición del injerto en sacabocados de 4 mm a los mini-injertos y microinjertos fue lenta, contando con numerosos detractores. Sin embargo, con el paso del tiempo el uso de mini y microinjertos se impuso debido a sus mejores resultados desde el punto de vista estético<sup>10</sup>. También en España un grupo de médicos, la mayoría dermatólogos catalanes, comenzaron a practicar en los años ochenta trasplantes de pelo con mini y microinjertos<sup>11</sup>. Es de destacar a Emilio Villodres<sup>12</sup> y a Vila Rovira (cirujano plástico), quienes comienzan a emplear exclusivamente mini y microinjertos en 1985, al poco tiempo seguidos por Alex Camps, Ramón Singla, Manuel Asín y Romero Nieto (comunicación personal con Emilio Villodres).

Hace 15 años Bobby Limmer<sup>13</sup> publicó un artículo muy relevante que cambió la técnica del trasplante al describir el uso del estereomicroscopio para diseccionar la tira de piel donante. Limmer no diseccionaba los injertos por tamaño, sino por grupos foliculares que contenían en su mayoría uno, dos y tres pelos. Estaba describiendo, sin mencionarlo como tal, el trasplante de unidades foliculares. Finalmente, Bernstein y Rassman, en los años noventa, definen mejor el concepto y la técnica quirúrgica del trasplante de unidades foliculares y la popularizan<sup>14–16</sup>.

Por definición, el trasplante de unidades foliculares es la técnica que utiliza la unidad folicular como el elemento básico que se trasplanta desde la zona donante a la receptora. El concepto implica que los folículos se trasplantan tal cual salen de forma natural de la zona donante, manteniendo la integridad de estas agrupaciones conocidas como unidades foliculares (término descrito originalmente por Headington<sup>17</sup> y que describiremos más adelante). Para obtener una densidad adecuada con estos injertos tan pequeños se comienzan a hacer sesiones con mayor número de unidades foliculares por sesión (megasesiones)<sup>14,18</sup>. A pesar de los detractores, que consideraban que el trasplante de unidades foliculares nunca podría lograr la densidad producida por los injertos de mayor tamaño, esta técnica se ha ido imponiendo con el paso del tiempo y actualmente se emplea por la gran mayoría de los cirujanos de trasplante de pelo de todo el mundo.

## La unidad folicular: el elemento fundamental del trasplante

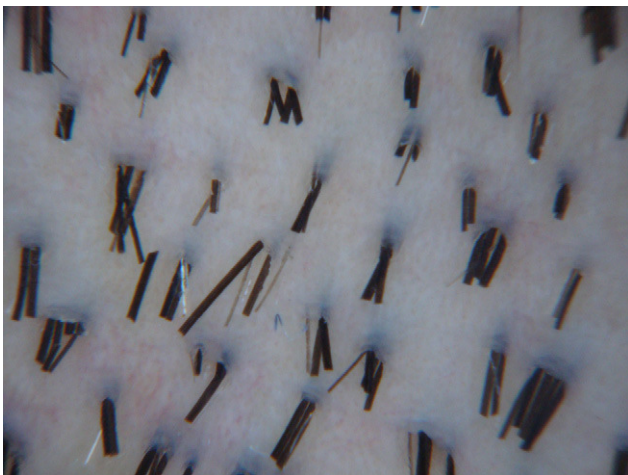
Con lupas de aumento se puede apreciar que los cabellos del cuero cabelludo emergen de la superficie cutánea formando

grupos (fig. 1). Cada uno de estos grupos de pelos representa la porción superficial visible de una estructura histológica más compleja, que describió Headington en 1984 con el nombre de unidad folicular (UF)<sup>17</sup>. Cada UF está compuesta por folículos terminales, folículos vellosos, las glándulas sebáceas asociadas a los folículos pilosos y sus músculos erectores, todo ello rodeado de una banda de fibras de colágeno conocida como perifolículo (fig. 2). Poblet et al<sup>19-21</sup> describieron que todos los músculos erectores de cada folículo se unen formando una única unidad muscular, de tal modo que hay una unidad muscular por cada UF (fig. 3).

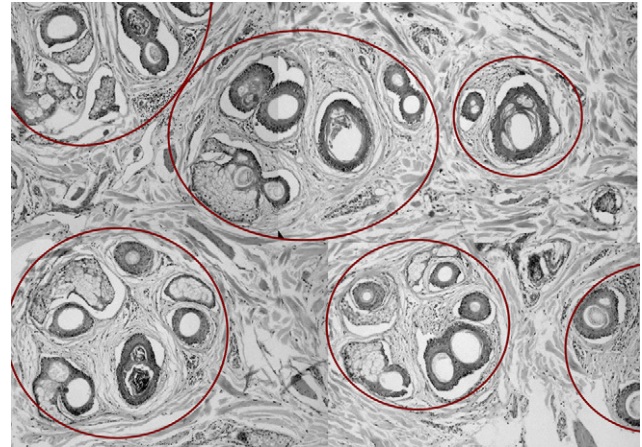
Aunque existen diferencias raciales significativas en cuanto a la densidad de la UF en el cuero cabelludo occipital (zona donante), la mayoría de los individuos de raza blanca tenemos entre 70-90 UF por centímetro cuadrado<sup>21,22</sup>. Cada UF puede contener de uno a cinco folículos terminales, aunque la mayoría (aproximadamente el 80% de las UF) tienen de dos o tres folículos terminales. Es importante, por tanto, distinguir entre densidad de UF (número de UF por cm<sup>2</sup>) y densidad pilosa (número de pelos por cm<sup>2</sup>). Cuando hablamos de trasplantar, por ejemplo, 1.000 UF, debemos considerar que el número de pelos que en realidad estamos trasplantando es mayor, aproximadamente unos 2.500 cabellos: por regla general el número de pelos trasplantados es de aproximadamente 2,5 veces el número de UF trasplantadas<sup>22</sup>.

### La primera consulta de información de trasplante

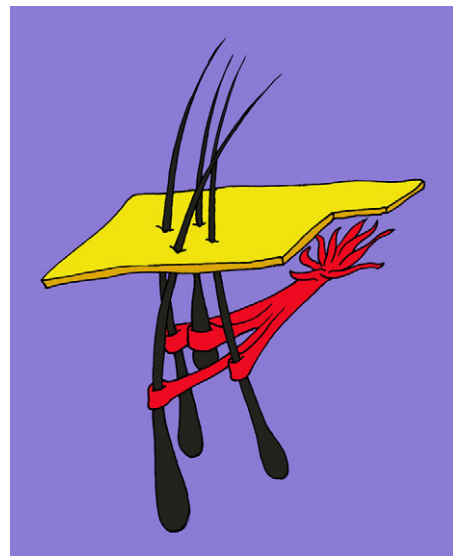
La consulta de información de trasplante con el paciente es, como en cualquier cirugía de tipo estético, una parte importante del éxito o fracaso de la intervención. En la consulta se establece si el paciente es o no un candidato al trasplante y se le explica qué puede conseguir con el mismo (tabla 1). Es importante describir el procedimiento, el número de UF que se pueden trasplantar de acuerdo a la zona de alopecia a cubrir y si necesitará una o varias



**Figura 1** Imagen fotográfica del cuero cabelludo occipital obtenida con la lupa Dermlite Pro HR en la que se aprecia cómo los pelos emergen de la superficie cutánea formando grupos, la mayoría de 2-4 pelos por grupo. Estas agrupaciones representan la porción superficial visible de la unidad folicular.



**Figura 2** Corte histológico transversal realizado a nivel de la dermis media del cuero cabelludo, mostrando la disposición de los folículos pilosos en unidades foliculares (delimitadas por círculos rojos). Cada unidad folicular está compuesta por folículos terminales, vellosos, glándulas sebáceas y músculos erectores.



**Figura 3** Todos los músculos erectores de cada folículo se unen formando una única unidad muscular. Fotografía tomada de Poblet et al<sup>20</sup>.

**Tabla 1** Puntos clave en la consulta de información

Determinar si el paciente es o no buen candidato al trasplante
Descripción de la técnica:
Mostrar algunas fotos o dibujos sobre el procedimiento
Mostrar fotos de los resultados a los 6-12 meses
Mostrar fotos de la cicatriz de la zona donante
Estimar el número de unidades foliculares a trasplantar por sesión y planificar si requiere sólo una o más sesiones

sesiones de trasplante. A todos los pacientes se les indica que hay que extirpar una tira de piel de la zona posterior del cuero cabelludo que dejará una cicatriz fina, pero permanente. Esta cicatriz no traerá consecuencias estéticas a menos que el paciente quiera raparse la cabeza, en cuyo caso se le recomienda la técnica de extracción de UF, que se describirá más adelante. También se le informa de que el pelo trasplantado comienza a salir a partir del tercer o cuarto mes, mejorando progresivamente hasta los 8–12 meses, que es cuando se aprecia ya el resultado final.

Asimismo, durante la consulta de información se recoge la historia clínica del paciente y se le dan las instrucciones preoperatorias (tabla 2) y postoperatorias (tabla 3).

Es muy importante en la primera consulta valorar el calibre del pelo de la zona donante y su densidad para determinar si el paciente es candidato al trasplante. Individuos con una densidad donante escasa (de menos de 40 UF/cm<sup>2</sup>) o con un pelo de calibre muy fino (<50 micras) son malos candidatos para el trasplante, y no pueden esperar que el resultado del mismo sea denso. Por el contrario, individuos con un pelo donante grueso (>80 micras) y una densidad de UF mayor de 70 son excelentes candidatos para el trasplante (tabla 4).

La zona receptora también influye en la elección del candidato. Realmente son mejores candidatos aquellos que tienen escasa cantidad de pelo en la zona receptora, dado que un paciente con una alopecia más avanzada notará mucho más el cambio estético positivo que uno que tienen una alopecia incipiente de comienzo reciente, siendo aquel mejor candidato para tratamiento médico.

A todos los pacientes hay que explicarles la naturaleza irremediamente progresiva de la alopecia androgenética y la importancia de realizar un tratamiento médico combinado para intentar frenar la evolución de la misma (con las medicaciones actualmente disponibles como finasterida y minoxidil). Hay que insistir en que el objetivo del trasplante es cubrir zonas de alopecia, pero que este no evita que el pelo existente (no trasplantado) pueda seguir sufriendo las consecuencias de la alopecia androgenética, con lo cual se puede seguir miniaturizando y perdiendo con el paso del tiempo. Por ello, individuos jóvenes (menores de 25 años) con alopecias incipientes no son considerados por la mayoría de los cirujanos como candidatos a trasplantes, porque es muy probable que si trasplantamos pelo para cubrir lo que en un principio era una zona limitada de

alopecia, con el paso de los años el pelo trasplantado podría quedarse aislado, fuera de lugar (fig. 4).

Finalmente, como en todo procedimiento estético, es necesario conocer si las expectativas del paciente son realistas o si, por el contrario, no se ajustan a las que el cirujano puede ofrecer. Es preferible siempre bajar las

**Tabla 3** Instrucciones postoperatorias

Humedecer cada dos o tres horas la zona trasplantada durante las primeras 24 h con suero fisiológico  
No friccionar la zona trasplantada. Si de forma accidental se arranca un injerto y sangra sólo deberá hacer presión con una gasa sin levantarla durante 10 min  
No realizar ejercicios fuertes durante 5 días  
Lavar la cabeza con champú suave diariamente: sin fricción los cuatro primeros días, con masaje ligero hasta la semana y de forma normal a partir de ese momento  
En los injertos se formarán unas pequeñas costras que comenzarán a caerse a partir de la primera semana  
El crecimiento de los pelos trasplantados se podrá observar a partir de los 3–4 meses con un ritmo de crecimiento de 1 cm por mes. El resultado será más evidente a los 8–12 meses

**Tabla 4** Características de los candidatos ideales a trasplante

Buena densidad en la zona donante (más de 70 unidades foliculares/cm<sup>2</sup>)  
Pelo donante de grosor adecuado (ideal > 80 micras)  
Paciente mayor de 25 años con alopecia androgenética estabilizada o en tratamiento médico (finasterida y minoxidil)  
Alopecia androgenética de patrón masculino con áreas de calvicie clínicamente visibles en la zona receptora (Norwood II–VI)  
Alopecia androgenética de patrón femenino grado II–III de Ludwig, siempre que tenga buena densidad donante  
Expectativas realistas

**Tabla 2** Instrucciones previas al trasplante

Analítica preoperatoria: hemograma, coagulación y estudio serológico (hepatitis B, C y VIH)  
Dejar crecer el pelo en la zona donante (occipital) un mínimo de 2 cm (para tapar los puntos de sutura)  
No consumir anticoagulantes: Aspirina<sup>®</sup>, Plavix<sup>®</sup>, o derivados desde 7 días antes del trasplante  
La noche anterior y la mañana del trasplante lavarse la cabeza con un champú antiséptico tipo Betadine<sup>®</sup>  
Una hora antes de la intervención tomar un antibiótico profiláctico (esta medida es opcional, ya que se trata de una cirugía cutánea limpia)

VIH: virus de la inmunodeficiencia humana.



**Figura 4** Paciente que había sido trasplantado a los 20 años con injertos en sacabocados de 4 mm en la región frontal. Con el paso del tiempo, a medida que el pelo no trasplantado sufre la involución propia de la alopecia androgenética, los injertos de pelo han quedado fuera de lugar. Este ejemplo ilustra la permanencia del pelo trasplantado y los problemas que pueden surgir al trasplantar a pacientes jóvenes con alopecias incipientes.

expectativas del paciente en la primera consulta y comentar la posibilidad de hacer más de una sesión de trasplante para conseguir el resultado esperado.

### Técnica quirúrgica del trasplante de pelo de unidades foliculares

El trasplante de pelo es un tipo de cirugía limpia, que no precisa de un ambiente estéril de quirófano. Normalmente se desarrolla en una consulta preparada para realizar cirugía dermatológica ambulatoria. Realmente la única parte «quirúrgica» del procedimiento es la extirpación de la tira de la zona donante. El resto del procedimiento es mínimamente invasivo, consistente en la creación de incisiones en la zona receptora y en la inserción de las UF. Es habitual premedicar al paciente con un ansiolítico oral como diazepam 10–20 mg media hora antes de la intervención. Esto le ayudará a relajarse y a soportar mejor las horas que dura la cirugía. Sólo en muy pocos casos en que el paciente por algún motivo desee recibir sedación intravenosa monitorizada, debe hacerse el trasplante en un centro acreditado para tal efecto.

Por regla general los trasplantes de pelo de UF duran entre 4–6 h, dependiendo del tamaño (número de UF implantadas). Durante este tiempo se debe facilitar a los pacientes la estancia en un ambiente cómodo y relajado. El paciente puede estar oyendo música o viendo alguna película durante la intervención.

De forma esquemática el procedimiento del trasplante de UF se puede dividir en 4 pasos:

1. Extracción de la zona donante.
2. Disección microscópica de la pieza donante en UF.
3. Realización de las incisiones en la zona receptora.
4. Implantación de las UF.

### Extracción de los injertos de la zona donante

La zona donante es de donde se extraen las UF que se van a trasplantar. En la alopecia androgenética la zona donante corresponde a una banda de unos 5–6 cm de ancho por unos 25–30 cm de largo (de oreja a oreja), que se extiende a lo largo del cuero cabelludo occipital y temporal. Esta zona se puede llamar en términos generales «zona permanente de pelo». El pelo que con mayor seguridad se mantiene de forma permanente se localiza en el centro de esta banda. Así, el cabello por encima de esta «zona permanente» puede perderse a medida que la alopecia de la coronilla vaya avanzando y, en la parte inferior, puede perderse a medida que la calvicie de la nuca vaya ascendiendo (fig. 5).

El área donante a extirpar dependerá del número de UF que deseemos obtener. Conviene primero valorar en cada paciente la densidad de la UF ( $UF/cm^2$ ) de la zona donante mediante la ayuda de lupas o de videomicroscopio. A partir de este dato, y una vez determinada el área a trasplantar, podremos realizar los cálculos y precisar el tamaño de la tira donante necesaria empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Número de UF a extraer} = \text{densidad de UF} \\ \times \text{área de la tira donante (cm}^2\text{)}$$



**Figura 5** La zona donante debe evaluarse de forma individualizada. Puede ser: A) amplia y densa, o B) estrecha, en cuyo caso hay que tener en cuenta que el pelo también puede perderse cuando la calvicie de la nuca vaya ascendiendo.

Por ejemplo: queremos trasplantar 1.500 UF en un paciente cuya densidad es de  $80 UF/cm^2$ . ¿Cuál será el área de zona donante a extirpar?

$$1.500 = 80 \times \text{área donante.}$$

$$\text{Área donante} = 1.500/80 = 19 \text{ cm}^2.$$

La anchura y longitud de la tira donante pueden modificarse de acuerdo a la fórmula:  $\text{área} = \text{longitud} \times \text{anchura}$ . Normalmente, la anchura de la tira suele mantenerse en 1 cm, ya que con este ancho nunca habrá problemas para cerrar la herida con mínima tensión. Sin embargo, en trasplantes que requieren más de 2.000 unidades por sesión, y siempre que el paciente tenga laxitud suficiente, el ancho puede ampliarse a 1,5 cm o incluso a 2 cm. En cualquier caso, es muy importante que el cierre de la zona donante se realice con mínima tensión, ya que es la única forma de asegurarnos de que quedará una cicatriz estrecha y estéticamente aceptable.

Tras establecer el tamaño y dibujar la tira a extirpar se procede a la infiltración del anestésico local. El anestésico más empleado es lidocaína al 1% con adrenalina al 1: 100.000 o al 1:200.000, consiguiendo una anestesia inmediata con una buena vasoconstricción. Tras la administración de lidocaína, infiltramos también bupivacaína al 0,25% con adrenalina al 1:200.000, porque produce una anestesia más prolongada que dura aproximadamente unas 3–4 h.

Para reducir las molestias de la infiltración recomendamos lo siguiente: inyectar el anestésico lentamente utilizando jeringas de 1 cc Luer lock con aguja de 30 g, y emplear la llamada «anestesia vibratoria», que consiste en emplear en el momento de la infiltración un estímulo vibratorio que se consigue aplicando un aparato para dar masaje en la zona adyacente al pinchazo (fig. 6). De esta forma, según la teoría del *gate control*, los impulsos del dolor son atenuados por las fibras rápidas activadas por la vibración que emana del mismo dermatoma. La anestesia vibratoria es una técnica muy efectiva que se está aplicando en otras indicaciones dermatológicas para reducir la molestia del pinchazo<sup>23</sup>. Después de la anestesia, infiltramos 20–30 cc de suero salino en el tejido subcutáneo con el objetivo de conseguir una tumescencia (turgor) del tejido, lo cual proporciona una hemostasia inmediata.

La extirpación de la tira donante la realizamos con bisturí y hoja del número 10. La incisión deberá ser limpia y paralela a los folículos pilosos, con una profundidad de 5–7 mm, a nivel del tejido subcutáneo profundo, justo por debajo de los bulbos pilosos. A este nivel de incisión rara vez es necesario cauterizar vasos, ya que evitamos seccionar los vasos profundos al nivel de la galea. Es importante hacer la incisión de los bordes paralela a la angulación de los folículos para reducir en lo posible la sección de los mismos (fig. 7). Finalmente, la tira se despega del tejido subyacente con bisturí o con tijeras (fig. 8).

En los últimos años, una pequeña modificación que ha tenido gran aceptación es el llamado cierre tricofítico<sup>24</sup>. Consiste en, una vez extirpada la tira y antes de suturar, cortar un pequeño fragmento (1 mm) del borde superior o inferior de la herida quirúrgica con una tijera de punta fina,



**Figura 6** Infiltración de anestesia en la zona donante. En esta figura se muestra la aplicación de un aparato para dar masaje en la zona adyacente al pinchazo («anestesia vibratoria»).



**Figura 7** Extirpación de la zona donante. La incisión de los bordes debe ser paralela a los folículos pilosos y a una profundidad máxima de 5–7 mm.



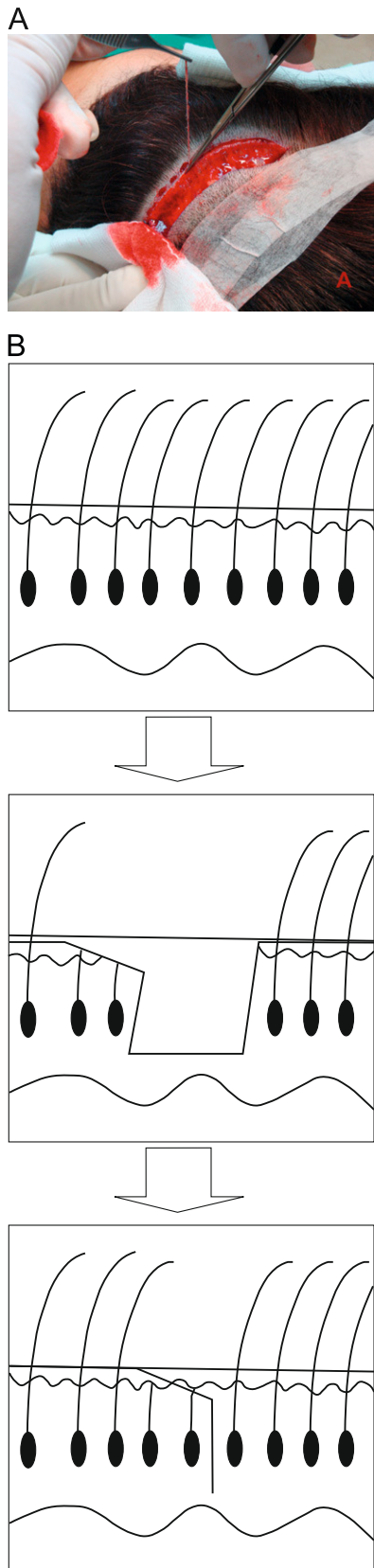
**Figura 8** Despegamiento de la tira de tejido donante del tejido subyacente.

con el objeto de que los folículos pilosos emerjan a través de la cicatriz y esta se haga menos visible (figs. 9 y 10).

Finalmente, el cierre de la herida donante lo realizamos normalmente en un solo plano con sutura de nylon de 4/0 o con grapas (3M) (fig. 11), uniendo los bordes de forma muy cuidadosa y precisa. Cuando hay cierta tensión preferimos aproximar primero los bordes con sutura intradérmica reabsorbible (Vicryl 3/0). Las suturas o grapas se retirarán a los 10–12 días.

### Diseción microscópica de las unidades foliculares

Una vez extirpada la zona donante se procederá a su disección para obtener las UF que se implantarán en la zona receptora. La disección se realiza con la ayuda de estereomicroscopios (fig. 12). En una primera fase la tira donante extirpada se divide en fragmentos transversales



**Figura 9** Cierre tricofítico. A) Se aprecia la extirpación de un pequeño fragmento (1 mm) del borde inferior de la herida quirúrgica con una tijera de punta fina. B) El objetivo de este procedimiento es que los folículos pilosos emerjan a través de la cicatriz.



**Figura 10** Con el cierre tricofítico los pelos crecen a través de la cicatriz y se consigue que la cicatriz de la zona donante se haga menos detectable.



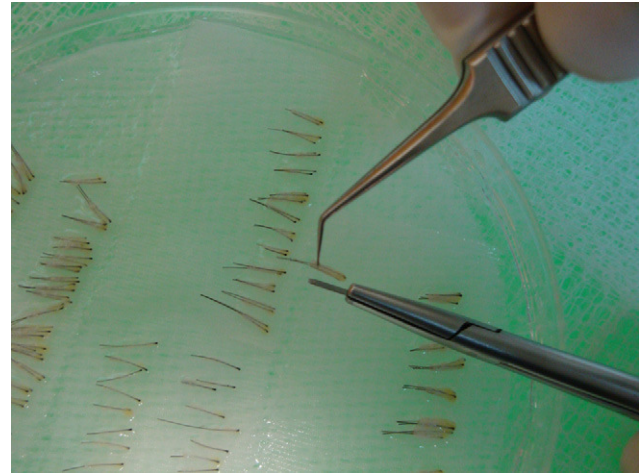
**Figura 11** El cierre de la herida de la zona donante se puede realizar con sutura o con grapas como en este paciente, uniendo los bordes de forma muy cuidadosa y precisa.



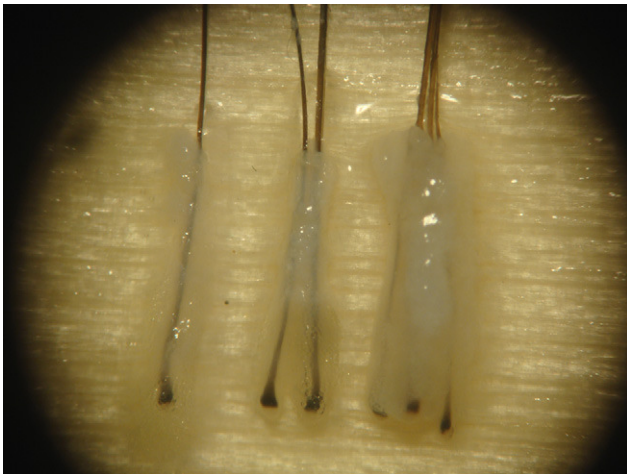
**Figura 12** Dos «cortadoras» diseccionando la tira donante en unidades foliculares con estereomicroscopios Zeiss Stemi DV4.



**Figura 13** En una primera fase la tira donante se divide en fragmentos transversales más pequeños (*slivers*) que contienen filas de una o dos unidades foliculares en su espesor.



**Figura 15** Las unidades foliculares, según el número de folículos que contengan, se mantienen hidratadas en todo momento en placas de Petri hasta su implantación.



**Figura 14** Unidades foliculares de 1, 2 y 3 pelos tras ser diseccionadas al microscopio.

más pequeños (*slivers*) que contienen filas de una o dos UF en su espesor (fig. 13). En una segunda fase, a partir de estos fragmentos, se van diseccionando las UF, desechando el tejido dérmico que rodea los folículos (fig. 14). Este proceso se debe realizar de forma meticulosa y cuidadosa por personal adiestrado («cortadores»). Los cortadores van separando las unidades foliculares, según el número de folículos, en UF de un pelo, UF de dos pelos y UF de tres o más pelos, que se mantienen hidratadas en todo momento en placas de Petri que contienen suero fisiológico o Ringer Lactato® hasta el momento de su implantación (fig. 15).

Normalmente un cortador experto puede obtener más de 250 UF por hora. En nuestro equipo solemos utilizar una media de 4-6 cortadores, dependiendo del tamaño del trasplante.

Para ir ganando tiempo, a la vez que los cortadores empiezan con la tarea de disección de las UF, el cirujano comienza ya con el siguiente paso, que es la creación de las incisiones en la zona receptora.

### Creación de las incisiones en la zona receptora

Antes de realizar las incisiones en la zona receptora se dibuja el contorno de la línea de implantación frontal. Para crear una línea de implantación natural hay que guardar tres principios básicos: a) crear una línea de implantación a una distancia determinada de la glabella; b) respetar las entradas frontotemporales, y c) diseñar un contorno irregular en la línea más anterior<sup>25</sup>. Hay que tener en cuenta que la línea de implantación será permanente, por lo tanto no sólo debe parecer natural al año del trasplante, sino a lo largo de toda la vida. Un error muy frecuente en cirujanos con poca experiencia cuando operan a pacientes jóvenes es ceder a los deseos del paciente y diseñar una línea de implantación muy baja, con lo cual con el paso de los años podría quedar anormalmente baja en relación con la edad del paciente. Por regla general, se considera que el punto más anterior de la línea de implantación frontal debe situarse como mínimo a una altura de 7-9 cm de la glabella<sup>26</sup> (fig. 16).

Antes de efectuar las incisiones, y mientras los ayudantes están realizando la disección microscópica de la zona donante, se comienza con la anestesia de la zona receptora. Nosotros utilizamos la misma combinación de anestésicos que los empleados en la zona donante, y usamos también la analgesia vibratoria. La anestesia se realiza de forma regional por toda la parte anterior de la línea de implantación (*ring block*). Muchos cirujanos añaden también un bloqueo bilateral del nervio supraorbitario<sup>27</sup>.

Antes de comenzar con las incisiones la zona receptora se infiltra con solución tumescente de suero fisiológico y adrenalina 1:200.000, lo que produce la tumescencia del tejido cutáneo y una disminución del sangrado en el momento de hacer las incisiones.

Existen dos formas principales de hacer las incisiones: a) la técnica de *stick and place*, que podríamos traducir como «pincha y coloca», que consiste en hacer una incisión e inmediatamente después introducir la UF y b) crear todas las incisiones previamente de una sola vez y luego introducir las UF.

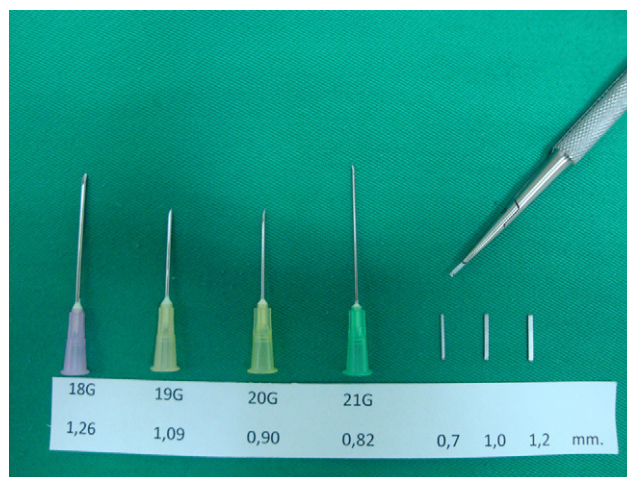




**Figura 16** Para crear una línea de implantación natural hay que guardar tres principios básicos: crear una línea de implantación a una distancia determinada de la glabella (7–9 cm), respetar las entradas frontotemporales y diseñar un contorno irregular en la línea más anterior. En A se muestra el diseño antes del trasplante y en B el resultado final un año después del trasplante, mostrando la naturalidad de la línea de implantación frontal diseñada.

Las incisiones pueden crearse con una variedad de diferentes instrumentos<sup>28</sup>, siendo los más utilizados por nosotros las agujas hipodérmicas y las hojas de bisturí cinceladas con forma rectangular (fig. 17). Cuando se utilizan hojillas de bisturí la superficie de corte se puede orientar de modo que la incisión sea perpendicular a la dirección del crecimiento del pelo<sup>29</sup> (incisión coronal, la preferida por nosotros) o paralela a la dirección del pelo (incisión sagital).

El tamaño de las incisiones debe adecuarse al de la UF para facilitar su inserción. Si la incisión es más grande que el tamaño de la UF esta tiende a salirse con facilidad al introducir injertos muy próximos. Por el contrario, si la incisión es demasiado pequeña para el tamaño de la unidad provocamos que la colocación del injerto sea más difícil y lenta. El grosor de una UF de un pelo es de aproximadamente 0,7 mm y el de una UF de 2–3 pelos es de aproximadamente 1 mm. Las agujas que más se utilizan son las de calibre 21 y 22 para las UF de un pelo y las de calibre 19 y 20 para las UF de dos y tres pelos o más. En



**Figura 17** Aguja hipodérmica y cuchillas rectangulares utilizadas para la realización de las incisiones en la zona receptora. Se describe su calibre y el diámetro de la incisión que producen. A la derecha se muestra el mango del bisturí en el que se acoplan las cuchillas.

cuanto a las hojillas de bisturí se emplean las de 0,6–0,7 mm para las UF de un pelo y las de 0,9, 1,0 y 1,1 mm para las UF de dos y tres pelos o más.

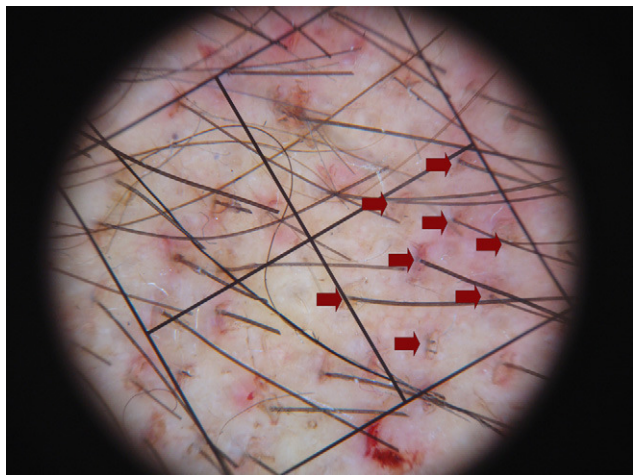
Todas las incisiones se hacen a una profundidad de 4–6 mm, siguiendo una dirección anterior e imitando al máximo la dirección del crecimiento natural del pelo del cuero cabelludo. Si el paciente tiene algo de pelo en la zona receptora, este nos servirá de guía para dar la dirección y la angulación correcta a la incisión. En la zona frontal la incisión debe hacerse inclinada hacia delante en un ángulo agudo de unos 30°. Cuanto más posterior en el cuero cabelludo, más recto será el ángulo de la incisión (en la zona parietal posterior el ángulo es de 60–70° con respecto a la superficie cutánea).

Las incisiones para colocar las UF de un pelo se hacen en la primera línea frontal y las incisiones para UF con dos o más pelos se realizan detrás, produciendo de esta manera una transición gradual y natural entre la piel de la frente sin pelo y el cuero cabelludo.

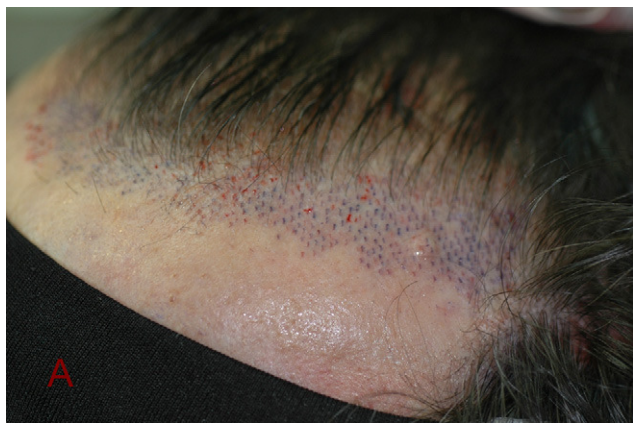
Hay dos factores que influyen en la densidad del trasplante: uno es el calibre del pelo trasplantado y otro es la cantidad de UF implantadas en cada centímetro cuadrado de la zona receptora. Para conseguir una densidad de pelo aceptable el objetivo sería implantar alrededor de 20–40 UF por cm<sup>2</sup> (fig. 18). Esto se puede conseguir en una sola sesión si el área a trasplantar es limitada, pero en pacientes con calvicies extensas (de más de 100 cm<sup>2</sup>) suele ser necesario realizar dos o más sesiones para conseguir este tipo de densidad.

### Inserción de las unidades foliculares

La inserción de los injertos en las incisiones es la parte del trasplante que requiere más destreza y habilidad manual, siendo la parte más frustrante para el médico o ayudante inexpertos. Normalmente dos miembros del equipo trabajan a la vez, uno por cada lado, colocando las UF una por una en las incisiones. Para la colocación de los injertos se suelen



**Figura 18** Imagen con lupa de aumento en la que se aprecian los injertos ya insertados en la zona receptora. La retícula mide 1 cm<sup>2</sup> dividida en 4 cuadrantes. En uno de los cuadrantes se señalan con flechas los injertos implantados (la densidad es de unos 30 injertos por centímetro cuadrado).



**Figura 19** A) Incisiones realizadas en la zona de implantación frontal antes de la inserción de las unidades foliculares. B) Colocación de las unidades foliculares con pinzas de punta muy fina, especiales para trasplante.

utilizar pinzas especiales para trasplante, de punta muy fina (*Jewelers forceps*). El extremo de la pinza puede ser recto o angulado (fig. 19). En Asia es más frecuente el uso de útiles para implantar los injertos (*hair implanters*)<sup>30</sup>. La inserción se realizará sin presionar el injerto por su raíz para no dañarla y trabajando con lupas de aumento de buena calidad. Con práctica y experiencia se pueden introducir entre 6–10 UF por min.

Una vez insertados todos los injertos colocamos un apósito para proteger la zona donante, sujetándolo con una cinta de tipo tenista. Se vuelve a citar al paciente al día siguiente para quitarle el apósito.

## Indicaciones del trasplante de pelo con unidades foliculares

### Alopecia androgenética

Esta es la principal indicación del trasplante tanto en varones como en mujeres. El resultado del trasplante dependerá en gran medida de la destreza y la experiencia del cirujano a la hora de realizar una correcta técnica. Los dos parámetros a valorar son: su naturalidad e



**Figura 20** La alopecia androgenética es la principal indicación del trasplante tanto en varones como en mujeres. A) A este paciente se le trasplantaron 5.212 unidades foliculares en un total de 4 sesiones a intervalos de 6 meses. B) El resultado final es de pelo denso y completamente natural.

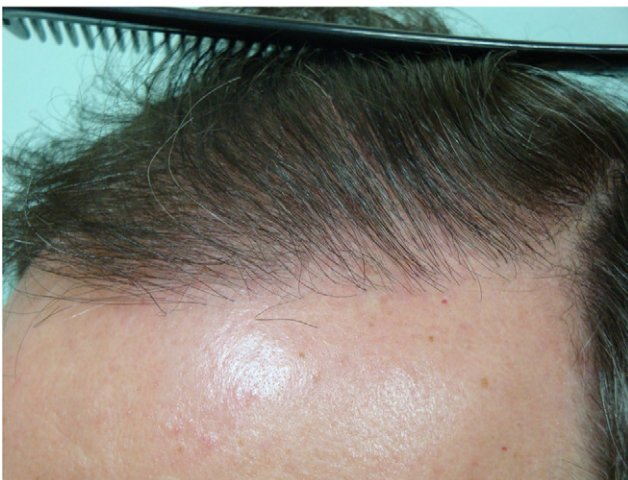
A



B



C



**Figura 21** A) Varón con alopecia androgenética antes, y B) después del trasplante con unidades foliculares (2.616 unidades foliculares en total). C) Se aprecia a mayor detalle la línea frontal formada por unidades foliculares de un solo pelo.

indetectabilidad (con las UF se puede garantizar un resultado natural e indetectable) y la cobertura o densidad alcanzada por el trasplante (figs. 20 y 21).

Siempre que un paciente con alopecia androgenética tenga una buena zona donante puede ser candidato a trasplante, especialmente aquellos con grados moderados y avanzados de alopecia (Norwood tipo II-VI; Anexo). En pacientes jóvenes, como indicamos anteriormente, hay que tener presente la naturaleza progresiva de la alopecia androgenética, con lo cual el uso combinado e indefinido de finasterida oral y minoxidil tópico en estos pacientes es una necesidad.

A diferencia de los hombres, las mujeres suelen conservar la línea de implantación frontal intacta, pero la pérdida de pelo es más difusa, afectando a toda la zona parietal (patrón de Ludwig; Anexo). En las mujeres trasplantamos la mayoría de las UF entre el pelo existente, principalmente en la mitad anterior del cuero cabelludo. También es frecuente en muchas mujeres cubrir las recesiones temporales (fig. 22).

### Alopecias cicatriciales

Las alopecias cicatriciales secundarias a quemaduras (fig. 23), traumatismos, cirugía o radioterapia son también una excelente indicación de trasplante<sup>31,32</sup>. Este tratamiento es muy agradecido por el paciente, dado el

A



B



**Figura 22** Trasplante en una mujer con alopecia androgenética. A) Recesión de la línea frontotemporal anterior. B) Resultado final al año del trasplante.



defecto estético que estas alopecias cicatriciales suelen ocasionar.

Las alopecias cicatriciales primarias tales como lupus eritematoso, liquen plano folicular, o foliculitis *decalvans* no deben ser trasplantadas si existen signos clínicos de inflamación activa. Por ello, se aconseja trasplantar sólo aquellas alopecias cicatriciales primarias que hayan permanecido clínicamente estables durante un mínimo de uno a dos años. Nosotros recomendamos además hacer una prueba previa de trasplante con 20–30 injertos en una de las placas para cerciorarnos de que el crecimiento y la permanencia de los injertos trasplantados es el adecuado.

### Trasplante en alopecias de otras zonas

El trasplante también puede emplearse para aumentar la densidad de pelo en las cejas (fig. 24), en las pestañas, en el bigote, en la barba o en el pubis<sup>33–36</sup>. En el trasplante de cejas se emplean casi exclusivamente unidades foliculares de un solo pelo, y es muy importante realizar las incisiones en un ángulo muy agudo y con una dirección adecuada. La pérdida del pelo de las patillas como consecuencia de la cirugía de estiramiento facial también es una muy buena indicación de trasplante<sup>36</sup>.

### Alopecia temporal triangular

La alopecia temporal triangular o alopecia triangular congénita es una forma rara de alopecia circunscrita. Su forma de presentación clínica habitual es la de una placa de alopecia no inflamatoria ni cicatricial, de forma redondeada u ovalada, localizada típicamente en la región temporal anterior. Puede ir aumentando en proporción al crecimiento del niño y por lo general llega a medir unos 2–4 cm de diámetro. No responde al tratamiento médico y el trasplante de pelo es el tratamiento más satisfactorio<sup>37</sup>.

### Complicaciones de los trasplantes

Las complicaciones forman parte de cualquier intervención quirúrgica. Por fortuna, el trasplante de UF, si se realiza con cuidado y es llevado a cabo por manos expertas, es un procedimiento seguro y tiene muy pocas complicaciones (tabla 5). En la zona donante la infección de la herida quirúrgica es extremadamente rara. La cicatriz de la zona donante suele medir de 1–2 mm de ancho si se realiza una aproximación precisa de los bordes y un cierre sin tensión de la herida quirúrgica. El edema frontal es una de las complicaciones más frecuentes; cuando aparece comienza en el segundo día postrasplante y dura unos 3–4 días, extendiéndose gradualmente hacia abajo y pudiendo llegar

← **Figura 23** Las quemaduras en el cuero cabelludo son una excelente indicación del trasplante, siempre que el paciente tenga zona donante suficiente. A: Este paciente sufrió una quemadura en el cuero cabelludo a los 18 meses de vida, quedándose con una alopecia cicatricial permanente. B: A pesar de la extensión de la alopecia cicatricial, muestra un cambio estético radical y muy favorable tras tres sesiones de trasplante de aproximadamente 1.500 unidades foliculares por sesión.



**Figura 24** A) Esta paciente presentaba una alopecia de la ceja derecha como consecuencia de radioterapia local por un tumor ocular. B) Imagen intraoperatoria en la que se trasplantaron 232 unidades foliculares, 74 de ellas de dos pelos y 158 de un solo pelo. C) Resultado final a los 9 meses del trasplante.

hasta los párpados. La incidencia de edema suele reducirse tomando 30 mg de prednisona oral durante los tres primeros días tras el trasplante.

La complicación más decepcionante tanto para el médico como para el paciente es que se produzca un escaso crecimiento de los injertos trasplantados (por ejemplo menor del 70%). Hoy día con una buena técnica se suele obtener más del 90% de crecimiento del pelo trasplantado en la primera intervención<sup>38,39</sup>. Cuando ocurre un crecimiento menor de lo esperado hay que evaluar

**Tabla 5** Complicaciones de los trasplantes

Hipoestesia temporal del cuero cabelludo en la zona donante y receptora
Efluvio telógeno/anágeno en la zona receptora (10% y más frecuente en mujeres)
Crecimiento de los injertos inferior al esperado (1–3%)
Edema excesivo en la frente que puede extenderse a los párpados (15%)
Cicatriz donante ancha mayor de 3 mm (5%)
Foliculitis en la zona receptora (20%)
Infección (<0,1%)

Los porcentajes entre paréntesis son la frecuencia de aparición de complicaciones en la experiencia de los autores.

cuidadosamente todos los pasos del trasplante, ya que cada uno de ellos influye en el resultado final<sup>40</sup>.

Entre los factores descritos que pueden tener influencia en la supervivencia de los injertos hay que destacar: la deshidratación del injerto, el traumatismo físico y el tiempo que está el injerto fuera del organismo<sup>40</sup>. Si los injertos no se mantienen bien hidratados en la solución de suero fisiológico durante todo el proceso desde la extracción hasta la implantación, pueden desecarse y se reduce su supervivencia<sup>41</sup>. Una manipulación deficiente de los injertos, sobre todo en el momento de la implantación, puede destruir el bulbo y causar una disminución del crecimiento. Por último, como ocurre en cualquier trasplante de órganos, hay que tener en cuenta el tiempo que el injerto está fuera del organismo en isquemia. Limmer<sup>42</sup> estudió en 1992 la supervivencia de los injertos en función del tiempo que pasan fuera del organismo. Los resultados mostraron una supervivencia del 95% a las 2 horas, del 90% a las 4 h, del 79% a las 6 h, del 88% a las 24 h y del 54% a las 48 h. Por ello, el trasplante no debe sobrepasar las 6 horas de intervención.

A pesar de seguir todos los pasos de forma correcta se encuentran casos inexplicables de escaso crecimiento en un 1–3% de los pacientes debido a causas desconocidas (factor X)<sup>43</sup>.

## Extracción de unidades foliculares

La extracción de UF (FUE [*follicular unit extraction*]) es otro método para extraer UF de la zona donante que fue descrito en 2002 por Rassman y Bernstein<sup>44,45</sup>. En lugar de la extirpación de la tira que hemos descrito anteriormente, y que sigue siendo el método estándar más utilizado, la FUE consiste en extraer de forma individual las UF utilizando sacabocados circulares de 0,8–1 mm de diámetro. Estos pequeños orificios curan por segunda intención en pocos días (fig. 25).

La FUE es una técnica interesante que hace la cirugía del trasplante sea menos invasiva. Sin embargo, si bien la principal ventaja es la ausencia de puntos y de cicatriz lineal, en manos inexpertas provoca un porcentaje de sección de los folículos muy alto, además de ser una técnica más lenta, puesto que las extracciones se hacen una por una.



**Figura 25** La extracción de unidades foliculares es otro método que consiste en extraer de forma individual las unidades foliculares utilizando un sacabocados circular de 0,8–1 mm de diámetro. La figura muestra la zona donante tras la extracción de unidades foliculares. Estos orificios curan rápidamente por segunda intención.

Para realizar este procedimiento nosotros utilizamos el sacabocados como descrito por Harris<sup>46</sup>, porque reduce la tasa de transección de los folículos (fig. 26). De forma resumida, la técnica consiste en utilizar primero un sacabocados afilado de 1 mm llegando sólo hasta la dermis superficial y, a continuación, un sacabocados como para separar el injerto de la dermis y del tejido subcutáneo adyacente. Posteriormente, las UF se extraen con pinzas. La diferencia de la FUE con la técnica tradicional estriba en la extracción de los injertos, ya que el procedimiento de creación e inserción de las UF es el mismo al descrito con la técnica de la tira.

En nuestra opinión, compartida por otros autores<sup>47</sup>, la FUE está indicada principalmente en las siguientes situaciones:

1. En las personas que se afeitan la cabeza o llevan el pelo tan corto que podría hacerse visible la cicatriz lineal de la tira donante.
2. En pacientes con múltiples cicatrices en la zona donante por sesiones previas que no tienen ya mucha laxitud para extraer otra tira.
3. Para reparar cicatrices anchas de la zona donante.

### Tendencias futuras

Aún existen muchos aspectos por mejorar, sobre todo nuevas herramientas que permitan automatizar más el trasplante para recortar el tiempo de intervención y depender menos de la destreza manual del personal auxiliar. Se están desarrollando mecanismos robóticos para extraer UF de forma individual, similar a la técnica de FUE, y cuyo objetivo es llegar a extraer hasta 1.000 UF por hora<sup>48</sup>.

Desde hace unos 5 años aproximadamente se viene investigando la posibilidad de multiplicar células foliculares en medios de cultivo para luego implantarlas en las zonas de alopecia (neofoliculogénesis o clonación de folículos). Esto



**Figura 26** Instrumental que utilizamos para la extracción de unidades foliculares. A la izquierda se observa el sacabocados como de Harris, en el medio un sacabocados convencional Miltex® de 1 mm y a la derecha cómo se acoplan ambos.

permitiría tener unas reservas casi ilimitadas de folículos. Existen dos compañías que están realizando estos estudio de regeneración folicular: Intercytex ([www.intercytexas.com](http://www.intercytexas.com)) y Aderans Research ([www.aderansresearch.com](http://www.aderansresearch.com)). La implantación de células foliculares se basa en la capacidad inductiva de las células de la papila dérmica<sup>49</sup> y en la presencia de células madre epiteliales con alta capacidad proliferativa localizadas en la vaina externa del folículo piloso, principalmente en la zona *bulge*<sup>50</sup>. Estas células pueden ser expandidas en cultivo, lo cual hace posible extraer células de unas pocas docenas de folículos donantes y generar las suficientes para inducir varios miles de folículos nuevos. El objetivo sería combinar queratinocitos y células de la papila dérmica para generar miles de folículos para restaurar el cabello. Se están empleando actualmente dos estrategias<sup>51</sup>: inducir la foliculoneogénesis *in vivo* tras la infiltración de las células inductoras en el cuero cabelludo, o provocar que la neoformación de pelo ocurra en cultivo antes de su implantación. En la actualidad el proceso se encuentra en fase de investigación preclínica, lo cual indica que todavía queda un largo camino para que estas técnicas estén disponibles comercialmente.

### Aprendizaje del trasplante

Nunca más que ahora ha sido tan complicado entrar en este campo. El principal problema que se plantea el médico no es

sólo conseguir una buena formación, sino contar con un equipo adiestrado, ya que el trasplante no es una técnica que pueda hacer solo un cirujano de trasplante con un solo ayudante, sino que precisa de un personal numeroso diestro en la disección de las UF y en la implantación de los injertos. Además, cuando uno comienza es imposible ser competitivo en un mercado donde hoy día muchas de las clínicas de trasplante ofrecen megasesiones de 2.000–4.000 UF por sesión.

Lo primero sería adquirir una buena formación, asistiendo a talleres, congresos, o realizando programas de especialización en centros acreditados (algunos de un año de duración). La mejor organización científica que ofrece todos estos programas educativos es sin duda la *Internacional Society of Hair Restoration Surgery* (ISHRS; [www.ishrs.org](http://www.ishrs.org)), que está compuesta por más de 700 médicos de todo el mundo dedicados principalmente al tratamiento médico-quirúrgico de las alopecias. Esta organización celebra anualmente un Congreso de alto nivel científico y edita una revista, *Hair Transplant Forum International*, de carácter bimensual, con artículos originales, comentarios y editoriales dedicados exclusivamente al trasplante de pelo. También existen libros de texto específicos sobre el trasplante de pelo, muy recomendables para los que quieran iniciarse en esta técnica<sup>52–55</sup>.

Una vez obtenida una formación básica se debe comenzar a entrenar a un mínimo de personal (se podría comenzar con 3 técnicos para cortar y uno de ellos también para ayudar a la inserción de los injertos). Hay que comenzar haciendo casos pequeños, de tal manera que el número de injertos a trasplantar no esté por encima de la capacidad del cirujano, e ir posteriormente aumentando el número de injertos por sesión a medida que el equipo adquiera destreza y experiencia.

## Conclusiones

El campo del trasplante de pelo está en permanente evolución. En estos últimos 15 años hemos conseguido por fin desterrar la idea de que el trasplante es una técnica agresiva que produce un resultado artificial hasta convertirla, gracias al uso exclusivo de UF, en una técnica poco invasiva con resultados naturales, indetectables y reproducibles.

Aun así, todavía el trasplante de UF es una técnica muy desconocida para muchos dermatólogos. Con frecuencia nos encontramos con pacientes que no han sido debidamente informados sobre esta técnica, o que incluso son desanimados por el propio médico para hacerse el trasplante. Hoy día, dados los resultados que ofrece esta técnica, no existe excusa para dejar de ofrecer, además del tratamiento médico, el trasplante de pelo a aquellos pacientes, buenos candidatos, que deseen mejorar su aspecto estético. Esperamos que esta revisión sirva, por un lado, para informar de una manera objetiva sobre el estado actual del trasplante y, por otro, para que muchos dermatólogos se planteen iniciarse en este campo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Anexo. Terminología del trasplante de pelo

*Injerto de unidad folicular*: la unidad folicular es la agrupación natural de folículos que se encuentra en el cuero cabelludo de los humanos. Cada unidad posee de forma habitual entre uno y cuatro pelos terminales.

*Línea de implantación frontal*: es el área de transición de aproximadamente 1–2 cm en la cual la piel de la frente pasa de no tener pelo a ser completamente pilosa.

*Trasplante de unidades foliculares*: describe la técnica que sólo utiliza unidades foliculares para la realización de un trasplante capilar.

*Extracción de unidades foliculares*: técnica basada en la obtención de las unidades foliculares directamente de la zona donante con la ayuda de un pequeño sacabocados de 0,8–1 mm.

*Zona donante*: región del cuero cabelludo en la que se realiza la extirpación al no ser susceptible genéticamente de sufrir pérdida de pelo. Se corresponde con la zona occipital media y occipito-temporal del cuero cabelludo.

*Zona receptora*: lugar en el que se implantan las unidades foliculares obtenidas de la zona donante.

*Clasificación de Norwood*: clasificación estándar de las alopecias de patrón masculino desde que se introdujo en el año 1941 por Hamilton<sup>56</sup>.

*Clasificación de Ludwig*: describe un patrón de alopecia femenino con afectación difusa de la zona superior del cuero cabelludo, sin pérdida en la zona frontal y sin recesión temporal<sup>57</sup>.

## Bibliografía

1. Sasagawa M. Hair transplantation. *Jpn J Dermatol*. 1930;30:493.
2. Okuda S. The study of clinical experiments of hair transplantations. *Jpn J Dermatol*. 1939;46:135–8.
3. Tamura H. Pubic hair transplantation. *Jpn J Dermatol*. 1943;53:76.
4. Orentreich N. Autografts in alopecias and other selected dermatological conditions. *Ann NY Acad Sci*. 1959;83:463–79.
5. Shiell R, Norwood OT. Micrografts and minigrafts. En: Norwood OT, Shiell RC, editores. *Hair transplant surgery*, 2nd ed. New York: Marcel Dekker; 1988. p. 333.
6. Nordstrom REA. Micrografts for improvement of the frontal hairline after hair transplantation. *Aesthetic Plast Surg*. 1981;5:97–101.
7. Marrit E. Single hair transplantation for hairline refinement: a practical solution. *J Dermatol Surg Oncol*. 1984;10:962–6.
8. Uebel CO. Micrografts and minigrafts: a new approach for baldness surgery. *Ann Plast Surg*. 1991;27:476–87.
9. Lucas MWG. The use of minigrafts in hair transplantation surgery. *J Dermatol Surg Oncol*. 1988;14:1389–92.
10. Stough DB. Single-hair grafting for advanced male pattern alopecia. *Cosmetic Dermatol*. 1993;6:11–5.
11. Camps-Fresneda A. Hair transplant in Barcelona. *J Dermatol Surg Oncol*. 1990;16:293.
12. Villodres E. Microinjerto de cabello. *Piel*. 1985;1:283–6.
13. Limmer BL. Elliptical donor stereoscopically assisted micrografting as an approach to further refinement in hair transplantation. *Dermatol Surg*. 1994;20:789–93.
14. Rassman WR, Carson S. Micrografting in extensive quantities. The ideal hair restoration procedure. *Dermatol Surg*. 1995;21:306–11.
15. Bernstein RM, Rassman WR, Szaniawski W, Halperin A. Follicular transplantation. *Int J Aest Rest Surg*. 1995;3:119–32.

16. Bernstein RM, Rassman WR. Follicular transplantation: patient evaluation and surgical planning. *Dermatol Surg.* 1997;23:771-84.
17. Headington JT. Transverse microscopic anatomy of the human scalp. *Arch Dermatol.* 1984;120:449-56.
18. Villodres E. Megasesiones de autotrasplante de cabello. *Piel.* 1997;12:384-6.
19. Poblet E, Jiménez F, Ortega F. The contribution of the arrector pili muscle and sebaceous glands to the follicular unit structure. *J Am Acad Dermatol.* 2004;51:217-22.
20. Poblet E, Ortega F, Jiménez F. The arrector pili muscle and the follicular unit of the scalp: a microscopic anatomy study. *Dermatol Surg.* 2002;28:800-3.
21. Jiménez F, Poblet E. Anatomía macro y microscópica de la unidad folicular. En: Haber RS, Stough DB, editores. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 2007. p. 35-42.
22. Jiménez F, Ruifernández JM. Distribution of human hair in follicular units. A mathematical model for estimating the donor size in follicular unit transplantation. *Dermatol Surg.* 1999;25:294-8.
23. Smith KC, Comite SL, Balasubramanian S, Carver A, Liu JF. Vibration anesthesia: a non-invasive method of reducing discomfort prior to dermatologic procedures. *Dermatol Online J.* 2004;10:1-19.
24. Marzola M. Técnica de extirpación en tira de la zona donante dejando una única cicatriz. En: Haber RS, Stough DB, editores. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 2007. p. 83-6.
25. Shapiro R. Principles and techniques to create a natural hairline in surgical hair restoration. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2004;12:201-17.
26. Rose PT, Parsley WM. El arte de diseñar la línea de implantación del pelo. En: Haber RS, Stough DB, editors. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 200. p. 55-726.
27. Seager DJ, Simmons C. Local anesthesia in hair transplantation. *Derm Surg.* 2002;28:320-8.
28. Jiménez F. Estudio comparativo del instrumental empleado en hacer las incisiones para microinjertos de un solo pelo. *Actas Dermosifiliogr.* 1997;88:51-5.
29. Hasson V. Inserción perpendicular del injerto. En: Haber RS, Stough DB, editores. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 2007. p. 117-26.
30. Choi YC, Kim JC. Single hair transplantation using the Choi hair transplanter. *J Dermatol Surg Oncol.* 1992;18:945-8.
31. Barrera A. The use of micrografts and minigrafts for the treatment of burn alopecia. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103:581-4.
32. Moreno-Arias GA, Camps-Fresneda A. Hair grafting in post burn alopecia. *Dermatol Surg.* 1999;25:412-4.
33. Gandelman M, Epstein JS. Hair transplantation to the eyebrow, eyelashes, and other parts of the body. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2004;12:253-61.
34. Hong CK, Choi HG. Hair restoration surgery in patients with hypodrichosis of the pubis: the reason and ideas for design. *Dermatol Surg.* 1999;25:475-9.
35. Wang J, Fan J. Cicatricial eyebrow reconstruction with a dense-packing one to two hair grafting technique. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114:1420-6.
36. Nordstrom RE, Greco M, Vitagliano T. Correction of sideburn defects after facelift operations. *Aesthetic Plast Surg.* 2000;24:429-32.
37. Jiménez F, Ponce I. Trasplante de pelo en la alopecia temporal triangular. *Actas Dermosifiliogr.* 2009;100:913-5.
38. Seager DJ. Micrograft size and subsequent survival. *Dermatol Surg.* 1997;23:757-61.
39. Lee SJ, Lee HJ, Hwang SJ, Kim DW, Jun JB, Chung SL, et al. Evaluation of survival rate after follicular unit transplantation using the KNU implanter. *Dermatol Surg.* 2001;27:716-20.
40. Parsley M. Factor influencing graft survival. *Hair Transplant Forum Int.* 2008;18:125-8.
41. Gandelman M, Mota AL, Abrahamsohn PA, De Oliveira SF. Light and electron microscopic analysis of controlled injury to follicular unit grafts. *Dermatol Surg.* 2000;26:25-30.
42. Limmer BL. Micrograft survival. En: Stough DB, haber RS, editores. *Hair replacement.* St Louis: Mosby; 1996. p. 147-9.
43. Greco JF. Is it X-factor or H-factor? *Hair Transplant Forum Int.* 1994;4:10-1.
44. Rassman WR, Bernstein RM, McClellan R, Jones R, Worton E, Eyttdaele H. Follicular unit extraction: minimally invasive surgery in hair transplantation. *Dermatol Surg.* 2002;28:720-8.
45. Gökrem S, Baser NT, Aslan G. Follicular unit extraction in hair transplantation. Personal experience. *Ann Plast Surg.* 2008;60:127-33.
46. Harris JA. The SAFE system: new instrumentation and methodology to improve follicular unit extraction (FUE). *Hair Transplant Forum Int.* 2004;14:163.
47. Rassman WR, Harris JA, Bernstein RM. Extracción de unidades foliculares. En: Haber RS, Stough DB, editores. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 2007. p. 133-8.
48. Canales MG, Berman DA. The age of surgical robots. *Hair Transplant Forum Int.* 2008;18:95-6.
49. Jahoda CAB, Reynolds AJ. Hair follicle dermal sheath cells: unsung participants in wound healing. *Lancet.* 2001;358:1445-8.
50. Ohyama M, Terunuma A, Tock CL, Radonovich MF, Pise-Masison CA, Hopping SB, et al. Characterization and isolation of stem cell-enriched human hair follicle bulge cells. *J Clin Invest.* 2006;116:249-60.
51. Teumer J. Strategies for follicular cell implantation. *Hair Transplant Forum Int.* 2008;18:97-8.
52. Stough DB, Haber RS. *Hair replacement: surgical and medical.* St Louis: Mosby; 1996.
53. Unger W, Shapiro R. *Hair transplantation.* New York: Marcel Dekker; 2004.
54. Barrera A. *Hair transplantation: the art of micrografting and minigrafting.* St. Louis: Quality Medical Publishing Inc; 2001.
55. Haber RS, Stough DB, editores. *Trasplante de pelo.* Madrid: Elsevier España; 2007.
56. Norwood OT. Male pattern baldness: classification and incidence. *Southern Med J.* 1975;68:1356-9.
57. Ludwig E. Classification of the types of androgenetic alopecia [common baldness] occurring in the female sex. *Br J Dermatol.* 1977;97:247-54.